الفصل الثامن

التقدمات فى دراسات وراثة المقاومة للأمراض والآفات وجهود التربية

لا يُعد هذا الفصل بديلاً عن الفصول السابقة من الكتاب، ولكنه يوجز — فى صورة قوائم — كثيرًا من جهود التربية ومصادر ووراثة صفات المقاومة لمختلف الأمراض والآفات وطبيعتها، ومنها أمراض وآفات ودراسات لم نأت على بيانها فيما سبق من فصول.

مصادر ووراثة صفات المقاومة

يبين جدول (٨–١) مصادر ووراثة المقاومة المعروفة — حتى عام ١٩٨٨ — لعدد من الأمراض الفطرية والبكتيرية والفيروسية.

ونقدم فى جدول (٨–٢) المصادر المعروفة لمقاومة مختلف المسببات المرضية فى كل من الطماطم وأنواعها البرية.

أما جدول (٨–٣)، فيبين — إلى جانب مصادر المقاومة لعدد من الأمراض الفطرية والبكتيرية والفيروسية — طرق العدوى بمسببات تلك الأمراض لأجل التقييم لمقاومتها.

جدول (٨–١): مصادر ووراثة المقاومة للأمراض في الطماطم (عن Kalloo ١٩٨٨):

المرض (والمسبب)	مصادر المقاومة	وراثة المقاومة
• التبقع البكتيرى (*Alternaria solani*)	71B2	جينان متنحيان أو أكثر
• عفن الرقبة (*A. solani*)	–	جين واحد سائد
• (*Didymella lycopersiii*)	*S. habrochaites* والطراز الأمامى glabratum من نفس النوع	أكثر من جين سائد
• عفن الجذر وقاعدة الساق (*Phytophthora nicotiana*)	سلالات الطماطم	جين واحد ذات سيادة غير تامة

يتبع

تابع جدول: (٨-١)

المرض (والمسبب)	مصادر المقاومة	وراثة المقاومة
• الذبول الفيوزارى (*Fasarium oxysporum* race1)	Acc. 160	جين واحد سائد
• لفحة الأوراق الرمادى (*Stemphylium solani*)	-	جين واحد سائد
• الندوة المتأخرة (*Phytophthora infestans*	W. V. Acc. 36&106	جين واحد سائد
race 0)	*S. pimpinellifolium*	جين واحد ذو سيادة غير تامة
*عفن الأوراق (*Cladosporium fulvum*) عدة سلالات	-	مقاومة أفقية سائدة أو ذات سيادة فائقة عدة جينات Cf
* العفن الطرى (*Erwinia cartovora*)	MH1 & Heinz3	كمية
• عفن الشعار الرايزكتونى (*Rhizoctonia solani*)	PI 193407	كمية
	75B 846-1-1	جين واحد سائد
	75B 610-3	أربعة جينات رئيسية
• تبقع الأوراق السبتورى (*Septoria lycopersici*)	PI 422397	جين واحد سائد
• تلوح الساق الألترناري (*Alternaria alternata*)	6718VF	جين واحد سائد
• ذبول فيرتسيليم (*Verticillium albo-atrum*)	-	جين واحد سائد
• لفحة أوراق الرمية (*Corynespora* crassicola) target	PI 120265 & PI 112215	جين واحد متنح
• التقرح البكتيرى (*Corynebacterium*	Okitsa Sozai-1	كمية ذو سيادة غير تامة
michiganese)	*S. habrochaites*	أربعة جينات سائدة
• الذبول البكتيرى (*Ralstonia* solanacearum)	P.I. 126408	كمية
• النقط البكتيرية (*Pseudomonas syringae* pv.	Rehovot 13	جين واحد سائد وعدد قليل
tomato, *Xanthomonas*	*S. pimpinellifolium*	من الجينات الثانوية
vesicataria)	الطراز الأطلس glabratum من النوع	عدة جينات سائدة جزئيًا
	S. habrochaites	
فيرس موزايك التبغ	PI 235673	Tm-1
	B 2247	Tm-2
فيرس التفاف أوراق الطماطم	354A, Silversta, S. 1496, PR5	كمية

يتبع

تابع جدول: (٨–١)

المرض (والمسبب)	مصادر المقاومة	وراثة المقاومة
فيرس اصفرار والتفاف أوراق الطماطم	LA 121	جين واحد ذو سيادة غير تامة
	S. cheesmaniae	متنحية
	S. habrochaites	أكثر من جين سائد

جدول (٨–٢): مصادر المقاومة للأمراض فى الطماطم والأنواع البرية القريبة منها (عن Kalloo ١٩٩٣).

المرض والمسبب المرضى	مصادر المقاومة
Fusarium wilt: الذبول الفيوزارى	*S. pimpinellifolium* PI 79532
Fusarium oxysporum f. sp. *lycopersici* race1	'Walter', 'Columbia', 'Roma', HS 110
	'Homestead', 'Flora-Dade', Sel. 22 and Sel. 30
Race 2	PI 126915
Race 3	US 629
F. oxysporum f. sp. *lycopersici*	CR 6
(*Verticillium alboatrum*) *Verticillium* wilt ذبول فيرتسيليم	*S. pimpinellifolium* Line 64480, 'Petopride' and 10-15-2-2
(*Alternaria solani*) Early blight اللفحة المبكرة	NCEBR-1 and NCEBR-2
	S. peruvianum , *S. pimpinellifolium* 'Pan American';
	S. peruvianum B 6002177, *S. habrochaites* C1943
(*Phytophthora infestans*) Late blight اللفحة المتأخرة	*S. habrochaites*, PI 251305, PI126445, LA1255
(*Clodosporium fulvum*) Leaf mould عفن الأوراق	*S. pimpinellifolium*, *S. habrachaites*, *S. peruvianum*, *S. pennellii*
(Colletotrichom coccodes) Anthracnose الأنثراكنوز	PI 272636
Septoria leaf spot تبقع الأوراق السبتورى	*S. habrochaites*, *S. peruvianum*, *S. pimpinellifolium*, *S. cornelionulleri* PI 126448
(Stemphylium solani) Grey leaf spot تبقع الأوراق الرمادى	Campbell 28, ' Rotella', 'Caraiba', Ont. 7620 and 'Flora-Dade'
(Pyrenochaeta lycopersici) Corky root الجذر الفلينى	PI 262906, PI198601

يتبع

تابع : جدول (٨-٢)

المرض والمسبب المرضى	مصادر المقاومة
الذبول البكتيرى Bacterial wilt	'Louisiana Pink'
(*Pseudomonas solanacearum*)	*S. pimpinellifolium*, PI 127805a, Venus, Satura
التقرح البكتيرى Bacterial canker	*S. habrochaites* PI 251305, *S. pimpinellifolium*
(*Corynebacterium michiganense*)	*S. pimpinellifolium* lines Utah 737, Utah 20
التبقع البكتيرى Bacterial spot (*Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria*)	Hawaii 7998
النقط البكتيرية Bacterial speck (*Pseudomonas syringae* pv. *tomato*)	*S. pimpinelligolium* PI112215, *S. habrochaites* PI129157
	Campbell28, Ohio 7663
فيرس موزايك الطماطم (tobacco mosaic virus) Tomato mosaic	*S. peruvianum* PI128650, *S. habrochaites*
فيرس التفاف القمة Curly top virus	CVF6, CVF7, CVF8, CVF9, CVF11, CVF12
فيرس التفاف أوراق الطماطم Tomato leaf curl virus	*S. habrochaites* B6013
	S. habrochaites A1904
	S. peruvianum accessions
	S. pimpinellifolium A1921
فيرس اصفرار وتجعد أوراق الطماطم Tomato yellow leaf curl virus	*S. chilense*, *S. peruvianum*
	S. peruvianum

جدول (٨-٣): مصادر المقاومة لبعض الأمراض فى الطماطم وطرق العدوى بمسبباتها المرضية لأجل التقييم لمقاومتها (عن Opena ١٩٩٠).

المرض	المسبب المرضى	مصدر المقاومة	طريقة العدوى لأجل التقييم
الذبول الفيوزارى Fusarium wilt	*Frsarium oxysporum* f. sp. *lycopersici*	Pan American (race1), Walter (race2)	غمس الجذور فى معلق الفطر، ثم الشتل فى أحواض الشتلة
ذبول فيرتسيليم Verticillium wilt	*Verticillium albo-atrum*	VR Moscow	غمس الجذور فى معلق الفطر، ثم الشتل فى أحواض الشتلة
الندوة المتأخرة Late blight	*Phytophthora infestans*	West Virginia 63	رش الأوراق بمعلق الجراثيم السابحة للفطر
الندوة البكرة Early bligh	*Alternaria solani*	للنمو الخضرى 68B134	الرش بمعلق جراثيم الفطر
		لعلن الرقبة Southland	غمر ساق وقمة البادرات فى معلق جراثيم الفطر ثم الشتل حتى عمق ٧,٥ سم

يتبع

تابع: جدول رقم (٨-٣).

المرض	المسبب المرضى	مصدر المقاومة	طريقة العدوى لأجل التقييم
تبقع الأوراق السبتوري Septoria leaf spot	*Septoria lycopersici*	Targinnie Red	رش النباتات بمعلق الجراثيم الكونيدية للفطر
تبقع الأوراق الرمادي Gray leaf spot	*Stemphylium solani*	manalucie	رش النباتات بمعلق جراثيم الفطر
عفن الأوراق Leaf mold	*Fulvia fulvum*	Sterling Castle	رش السطح السفلي للأوراق بمعلق جراثيم الفطر
عفن الجذع والساق Foot and stem rot	*Didymella lycopersici*	*S. habrochaites* 66087 (IVT 61292)	إضافة ٣ مل من معلق الفطر حول قاعدة ساق النبات وهو بعمر أسبوع واحد
عفن الجذر البني (الجذر الفلينى) Brown root rot (corky root)	*Pyrenchaeta lycopersici*	PI 260397	الزراعة في حقول ملوثة بالمسبب المرضى
الأنثراكنوز Anthracnose	*(Colletotrichum phomoides) C. coccodes*	PI 272636	عدوى الثمار بالرش أو بالاختراق بإبرة ملوثة بالفطر
عفن التربة الرايزكتونى Rhizoctonia soil rot	*Rhizoctonia solani*	PI 193407	وضع الثمار الخضراء المكتملة التكوين على تربة ملوثة بالفطر
الذبول البكتيرى Bacterial wilt	*Pseudomonas solanacearum*	PI 127805A, Saturn, Venus	تقطيع الجذور من أحد جانبي النباتات، وسكب المعلق البكتيرى في التربة في موضع تقطيع الجذور
التقرح البكتيرى Bacterial canker	*Corynebacterium michiganense*	Bulgarian 12, Utah 737	نزع أول الأوراق الحقيقية وعدوى مكان القطع بالمعلق البكتيرى
التنقط البكتيرية Bacterial speck	*Pseudomonas tomato*	Ontario 7710	رش المعلق البكتيرى على الأوراق من سطحيها العلوى والسفلى
موزايك الطماطم Tomato mosaic	Tobacco mosaic virus	Ohio M-R9	عدوى الأوراق بمستخلص النباتات المصابة باستعمال فرشاة، مع إعادة العدوى بعد ١٠ أيام أخرى
الذبول المبقع Spotted wilt	Spotted wilt virus	Pearl Harbor	وضع البادرات في مكان مغلق مع العدوى بالتربس الحامل للفيرس
التفاف القمة Curly top	Curly top virus	CVF4	إطلاق نطاطات أوراق حاملة للفيرس في صوبة سلكية تنمى فيها النباتات، مع تكرار اطلاق النطاطات ٢-٣ مرات على فترات أسبوعية
تجعد واصفرار الأوراق Yellow leaf curl	Yellow leaf curl virus	*S. pimpinellifalium* (LA121)	إطلاق حشرة الذبابة البيضاء الحاملة بالفيرس على النباتات في أماكن مغلقة، والسماح لها بالتغذية عليها لمدة ٧٢ ساعة

ولقد أمكن تحديد المواقع الكروموسومية لعدد من جينات المقاومة للأمراض فى الطماطم، وتتضمن القائمة، ما يلى (عن Barone ٢٠١٦):

جين المقاومة	السبب المرضى
Asc	*Alternaria alternate* f. sp. *lycopersici*
Bw 1, Bw3, Bw4, Bw5.	*Ralstonia solancearum*
Cf-1, Cf-2, Cf-4, Cf-5, Cf-9	*Cladosporium fulvum*
Cm1.1-Cm10.1	*Clavibacter michiganensis*
Fr1	*Fusarium oxysporum* f. sp. *radicis-lycopersici*
Hero	*Globodera rostochiensis*
11, 12, 13	*Fusorium oxysporum* f. sp. *lycopersici*
Lv	*Leveillula tourica*
Mi, Mi-3	*Meloidogyne* spp.
Ol-1, Ol-qtl1, Ol-qtl2, Ol-qtl3	*Oidium lycopersicon*
Ph-1, Ph-2, Ph-3	*Phytophthora infestans*
Pot-1	PVY
Pto	*Pseudomonas syringae*
Py-1	*Pyrenchaeta lycopesici*
Rx-1, rx-2, rx-3	*Xanthomonos campestris* pv. *vesicatoria*
Sm	*Stemphylium* spp.
Sw-5	TSWV
Tm-1, Tm2a	TMV
Ty-1, Ty-2	TYLCV
Ve	*Verticillium dahliae*

تُعد المقاومة لعديد من مسببات الأمراض فى الطماطم صفات بسيطة سائدة، ومن أمثلة ذلك المقاومة لكل من: الذبول الفيوزارى (حيث يتحكم فى المقاومة لسلالات الفطر المختلفة الجينات: I، وI-2، و I-3)، وذبول فيرتسيليم (Ve)، والندوة المبكرة، والندوة المتأخرة (Ph)، وعفن كلادوسبوريم الورقى (حيث يتحكم فى المقاومة لسلالات الفطر المختلفة الجينات من Cf1 إلى Cf24)، وتبقع الأوراق السبتورى، وعفن الأوراق الرمادى (استمفيلم

Sm)، والجذر الفلينى أو عفن الجذور البنى (Py1)، وعفن buckey (الجين Br)، والنقط البكتيرية (Pto)، وفيرس التفاف أوراق الطماطم (Tlc)، وفيرس تجعد واصفرار أوراق الطماطم، وفيرس موزايك الطماطم (حيث يتحكم فيها جينات مختلفة، هى: Tm-1، و Tm-2، و $Tm-2^2$)، وفيرس القمة الملتفة (حيث يتحكم فيها جين سائد وآخر محوٌّر).

وفى المقابل فإن المقاومة للذبول البكتيرى والبقع البكتيرية كمية، والمقاومة للتقرح البكتيرى يتحكم فيها ثلاثة جينات سائدة وجين واحد متنحٍ (Kalloo ١٩٩٣).

ويبين جدول (٨–٤) عددًا من المسببات المرضية التى يتحكم فى وراثتها جين واحد.

جدول (٨–٤): أمراض الطماطم التى يتوفر لها مصادر للمقاومة البسيطة التى يتحكم فيها جين واحد (عن Hille وآخرين ١٩٨٩).

جين المقاومة	المسبب	المرض	
Asc	*Alternaria alternatoa* f. sp *lycopersici*	Alternaria stem canker	تقرح الساق الألترناري
al	*Alternaria solani*	Early blight	الندوة المبكرة
Cf seris	*Cladosporium fulvum*	leaf mold	تلطخ الأوراق
I, 1-2	*Fusarium oxysporum*	Fusarium wilt	الذبول الفيوزاري
Ph	*Phytophthora infestans*	Late blight	الندوة المتأخرة
py1	*Pyrenochaeta lycopersici*	Corky root	الجذر الفليني
Ve	*Verticillium* sp.	Verticillium wilt	ذبول فيرتسيليم
Sm	*Stemphylium* sp.	Gray leaf spot	تبقع الأوراق الرمادى
Se	*Septoria lycopersici*	Septoria leaf spot	تبقع الأوراق السبتورى
Pto	*Pseudomonas syringae*	Bacterial Speck	النقط البكتيرية
Tm-1, Tm-2	TMV	Tobacco mosaic virus	فيرس موزايك التبغ
Mi	*Meloidogyne* spp.	Root knot nematodes	نيماتودا تعقد الجذور

طريقة التقييم والتربية للمقاومة المتعددة للأمراض

أُجرى تقييم متعدد للأمراض، وذلك برش البذور بمعلق لجراثيم الفطر *Fusarium oxysporum* f. sp. *radicis-lycopersici* (مسبب مرض عفن التاج والجذر الفيوزارى).

وأعقب ذلك غمس البادرات المقاومة وهى بعمر ٢½ أسبوع فى معلق لجراثيم الفطر *Verticillum dahliae* (مسبب مرض ذبول فيرتسيليم)، وبعد أسبوع من غمس الجذور تم حك الأوراق بفيرس موزايك التبغ. وفى اختبار آخر ثم غمس البادرات وهى بعمر أسبوعين فى معلق لجراثيم السلالتين ١، و ٢ من الفطر *F. oxysporum* f. sp. *lycopersici* (مسبب مرض الذبول الفيوزارى)، ثم غُمرت جذور البادرات المقاومة بعد ½١ أسبوع بمعلق ليرقات الانسلاخ الثانى J2 لنيماتودا تعقد الجذور، وأعقب ذلك بعد أسبوع واحد حك الأوراق بفيرس موزايك التبغ. ويمكن بعد إنتاج عشيرتين مقاومتين للأمراض التى قيمت لها التهجين بينهما لإنتاج هجن مقاومة لخمسة أمراض (Erb & Rowe ١٩٩٢).

وأمكن فى المعهد الآسيوى لتطوير وبحوث الخضر AVRDC (حاليًا المركز العالمى للخضر The World Vegetable Center) بالاستعانة بدراسات الصوبة، والحقل، والواسمات الوراثية الجزيئية، والإجراءات المختبرية التى استُخدمت فى التقييم والانتخاب للمقاومة فى الأجيال الانعزالية لثلاث سنوات.. أمكن إنتاج خمس سلالات جيل سابع من طماطم الاستهلاك الطازج كانت مقاومة لكل من فيرس تجعد واصفرار أوراق الطماطم، والفطر *P. infestans* مُسبب مرض الندوة المتأخرة، والبكتيريا *R. solanacearum* مسببة مرض الذبول البكتيرى، والفطر *Stemphyllium* spp. مسبب مرض تبقع الأوراق الرمادى، والسلالة ٢ من الفطر *F. oxysporm* f. sp. *lycopersici* مسبب مرض الذبول الفيوزارى، وفيرس موزايك التبغ TMV. ولقد تأكدت مقاومة السلالات الخمس فى تقييمات تالية لإنتاجها. وبلغ متوسط محصول السلالات الخمس فى حرارة مثالية ١٠٠ طن للهكتار؛ أى حوالى ٤٢ طن للفدان (Harison وآخرون ٢٠١٦).

التربية للمقاومة

تتوفر المقاومة لجميع أمراض الطماطم — تقريبًا — فى عديد من الأصناف التجارية الثابتة وراثيًا منها والهجن. فيندر وجود أصناف من الطماطم غير مقاومة للسلالة ١ من فطر الذبول الفيوزارى أو لفطر ذبول فيرتسيليم (السلالة١)، بينما تنتشر بدرجة كبيرة جدًا

المقاومة للسلالة ٢ من فطر الذبول الفيوزارى فى أصناف الطماطم التجارية، وبدرجة أقل المقاومة لنيماتودا تعقد الجذور، كذلك تتوفر المقاومة فى أصناف عديدة لكل من تقرح الساق الألترنارى، والاستمفيلم، والنقط البكتيرية، وعفن الأوراق الرمادى وتبقع الأوراق السبتورى، وفيرس موزايك التبغ، وفيرس ذبول الطماطم المتبقع، وفيرس تجعد واصفرار أوراق الطماطم. ويتوفر عدد أقل من الأصناف المقاومة لكل من التبقع البكتيرى، واللفحة المبكرة، واللفحة المتأخرة، وعفن التاج الفيوزارى، والبياض الدقيقى، والذبول البكتيرى: وفيرس التفاف قمة البنجر (عن Tigchelaar & Foley ١٩٩١، و Cornell Vegetable MD Online ٢٠٠٦).

ولقد أفرزت برامج التربية فى الولايات المتحدة أصنافًا محسنة بها مقاومات لواحد أو أكثر من المسببات المرضية التالية (عن Scott ٢٠٠٨):

المسبب المرضى	جين المقاومة
السلالتان ١، ٢ من الفطر *F. oxysporum* f. sp *lycopersici*	I-2, I
السلالة ١ من الفطر *Verticillium dahliae*	Ve
Stemphylium spp.	Sm
Meloidogyne incognita	Mi
Tomato Mosaic Virus	Tm-2، و Tm-2^2
السلالة ٣ من *F. oxysporum* f. sp. *Lycopersici*	I-3
Tomato Spotted Wilt Virus	Sw-5
F. oxysporum f. sp. *radicis-lycopersici*	Frl
Tomato Yellow Leaf Curl Virus	Ty-1
Phytophthora infestans	Ph-3 إلى Ph-1
Alternaria solani	-
Bacterial speck	Pto

ومن بين الأصناف الثابتة وراثيًا والهجن التى تنتشر زراعتها فى حوض البحر المتوسط، والتى تحمل مقاومات متعددة للأمراض، ما يلى:

أولا: أصناف ثابتة وراثيا

١– محدودة النمو

الصنف	المقاومات [b]
Bela	VFS
Cal J	VF
Campbell 1327	VF
Cannery Row	VFS
Chico III	FS
Coudoulet	VF2
Earlymech	VFS
Europeel	VFS
Fline	VF2MS
Floradade	VF2S
Heinz 1370	FS
Heinz 1706	VF
Lima	VFS
Macero 2	VF
Marti	VFS
Mecline	VFMS
Mega	VFS
Merkurit	VFS
Peto 94 (= Carlin)	VF2S
Petogro	VF2S
Petoomech	VFS
Piline	VF2MS
Rimone	VF2Pt
Rio Fuego	VF2
Rio Grande	VF2
Roma VF	VF
Rossol	VFN

الصنف	المقاومات (أ)
Royal Chico VFN	VFN
UC 82	VFS
UC 97-3 (= Pressy)	VF
UC 105	VF
UC 134	VFS
Vesuvio	VF
VF 6203 (= Justar)	VF

٢- غير محدودة النمو

الصنف	المقاومات (أ)
Earlypack	-
Far	VF
Marmande	-
Marmande VF	VF
Marmande VR	V
Marsol	VFN
Motelle	VF2NS
Piersol	VFN
Raf	F
Saint Pierre	-
San Marzano	-

ثانيا: أصناف هجين

١- المحدودة النمو

الصنف	المقاومات (أ)
Aloha	VF2S
Alphamech (= Petopride)	VF2S
Apla	VF2S
Balca	VT

الصنف	المقاومات [أ]
Bandera	VFN
Belote	VF
Caracas	VFNT
Carma	VFN
Count	VF2S
Duck	VF2S
Earlymat	VF2NSPt
Foxy	T
Fusca	VFT
Fusor	VFT
Hypeel 229	VFS
Hypeel 244	VFS
Jackpot	VF2N
Lerica	VF2
Luca	T
Maindor	VF2T
Maritza 25	T
Mecador	VF2S
Nema-mech	VF2NSPt
Overpack	FN
Precodor	T
Primosol	VF2
Prisca	VFCT
Quatuor	VT
Safi	F2NS
Sanzana	VF2S
Sunny	VF2S
Tetraline	VT
Topla	VF2S
Vemar	VFCT
Zenith	VF2NSPt

٢- غير محدودة النمو

الصنف	المقاومات[أ]
Acor	FNT
Alia	VFNT
Amfora	VFCT
Angela	F2CT
Argus	VF2NCST
Bali	VMT
Bornia	VFNCT
Boulba	VF2NST
Buffalo	VF2CT
Campina	VFNT
Carmello	VFNST
Carpy	VFNCT
Caruso	VF2CT
Claire	F2CT
Cobra	VF2ST
Counter	VF2CT
Cristina	VF2NT
Dario	VF2NST
Darus	VFNCST
Diego	VFNT
Dombito	F2CST
Dombo	VF2CS
Dona	VF2NT
Duranto	F2CST
Elcy	VF2NCST
Erlidor	VFT
Etna	VFNT
Faculty 121	FTS
Fanal	VF
Fandango	VMT
Ferline	VF2MS
Flora	VT
Furiak	VF2ST
Futuria	VFCT

الصنف	المقاومات (أ)
Gaaranto	VF2CT
Grinta	T
Hymar	VFN
Kyndia	VFNPCT
Larma	F2FrCT
Lorena	VFNptT
Lucy	T
Madona (= Tanit)	VFNT
Manific (= Mani)	VFS
Manon	VF2ST
Melody	VFT
Monte Carlo	VFNS
Nancy	VFST
Novy	VFNT
Ogosta VFT	VFT
Olympe	VFNS
Orphee	VFT
Perfecto	F2CT
Pyrella	VFNPCT
Pyros	NM
Rambo	VF2FrNST
Ramy	VF2NT
Rezano	VFT
Rianto	F2CT
Ringo	VFNMT
Robin	VFS
Rody	VF2CT
Salima	VF2CT
Tango	VFMT
Tarasque	VFN
Tenor	VFNT
Tirana	V
Tresor	VFNT
Triumph	VFT
Turquesa	VF2NT

الصنف	المقاومات (أ)
Vemone	CT
Viga	VF2T
Vivia	VFCT

٣- ثالثًا: الأصول الهجين

الأصل	المقاومات (أ)
KNVF	VFNP
TmKAVF2	VF2NPT
Hires Tm	VFNPT

(أ) رموز المقاومات لمختلف المسببات المرضية، كما يلى:

V = *Verticillium dahliae* and *V. alboatrum*

F = *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici*

F2 = *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* strain 0 (formerly1) and 1 (formerly2)

Fr = *Fusarium oxysporum* f. sp. *radicis-lycopersici*

N = *Meloidogyne* spp. (nematodes)

P = *Pyrenochaeta lycopersici*

M – *Phytophthora infestans*

C = *Cladosporium fuluum*

S = *Stemphylium* spp.

Pt = *Pseudomonas tomato*

T = Tobacco mosaic virus (= TMV)

وبالنسبة لأصناف الزراعات المحمية، فإن جدول (٨-٥) يعرض لقائمة من الأصناف وما تحمله من مقاومة لمختلف الأمراض.

جدول (٨-٥): المقاومة للأمراض في أصناف طماطم الزراعات المحمية (Fletcher ١٩٩٢).

الصنف	الأمراض							الصنف	الأمراض						
	M	LM	FW	VW	FC&RR	B&CR	RK		M	LM	FW	VW	FC&RR	B&CR	RK
2101	+	C5	F2	+	+	-	-	Mammoth	+	-	F2	-	-	-	-
								Manhattan	+	-	F2	-	-	-	-
Abunda	+	C5	F2	+	-	-	-	Marathon	+	C5	F2	+	-	-	-
Account	+	C5	F2	+	-	-	-	Marcanto	+	C5	F2	-	-	-	-
Angela	+	C3	F1	+	-	-	-	Meltine	+	C2	F2	+	-	-	+
Arasta	-	C2	-	-	-	-	-	Mercator	+	C5	F2	+	-	-	-
Astrid	+	C5	F2	+	+	-	-	Monza	+	C3	F1	-	-	-	-
Belcanto	+	C5	F2	+	-	-	+	Nomato	+	C5	F1	+	-	-	+
Blizzard	+	C5	F2	+	-	-	-								
								Ostona	+	C5	F1	-	-	-	-
Calypso	+	C5	F2	+	-	-	-								
Cantatos	+	C5	F2	+	-	-	-	Pannoy	+	C5	F2	+	-	-	-
Carusa	+	C5	F2	+	-	-	-	Perfecto	+	C5	F2	-	-	-	-
Castel	+	C5	F2	-	-	-	+	Pinto	+	-	F1	+	-	-	-
Cheresita								Piranto	+	C5	F2	-	-	+	-
(FL52)	+	-	-	-	-	-	+	Portanto	+	C5	F2	-	-	-	+
Choice	+	C5	F2	+	+	-	-	Primato	+	C5	F2	+	-	-	-
Concord	+	C5	F2	-	-	-	-	Pronto	+	C5	F2	+	+	-	+
Concreto	+	C5	F2	-	-	-	-								
Cossack	+	C5	F2	-	-	-	-	Rainbow	+	C5	F2	-	-	-	-
Counter	+	C5	F2	+	-	-	-	Red Ensign	-	C5	-	-	-	-	-
Criterion	+	C5	F2	+	-	-	-	Restino	+	C5	F2	+	-	-	+
Curabel	+	C5	F1	+	-	-	-	Rimini	+	C2	F2	+	-	-	+
								Rocco	+	C5	F2	-	-	-	-
Dombella	+	C5	F2	+	-	-	+								
Dombito	+	C2	F2	-	-	-	-	Samoa	+	C5	F2	+	+	-	-
Duranto	+	C5	F2	-	-	-	-	Santana	+	C4	F2	-	-	-	-
Duro	+	C5	F1	+	-	-	+	Shirley	+	C3	F2	-	-	-	-
								Sierra	+	C3	F1	-	-	-	-
Else	+	C5	F1	+	-	-	-	Small Fry	-	-	F1	+	-	-	+
Estafette	+	C5	F1	+	-	-	+	Sonatine	+	C5	F2	-	-	-	-
Evita	+	-	-	-	-	-	+	Sonato	+	C2	F1	-	-	-	-
								Spectra	+	C5	F2	+	-	-	-
Fianto	+	C5	F2	-	-	-	-	Supersweet100	-	-	F1	+	-	-	-
G's D'lit	-	-	-	-	-	-	-	Tahiti	+	C5	F2	+	-	-	-
Goldstar	+	C5	F2	+	-	-	-	Tipico 2055	+	C5	F2	+	+	-	-
								Trend	+	C5	F2	+	+	-	-
Kontiki	+	C5	F2	+	-	-	-	Turbo	+	C5	F2	+	-	-	-
								Typhoon	+	C5	F2	+	-	-	-
Larganto	+	C2	-	-	-	-	-								
Larma	+	C2	F2	-	-	-	-	Vendettos	+	C5	F2	-	-	-	-
Laura	+	C2	F2	+	-	-	-	Virosa	+	C5	F2	-	-	-	-
Liberto	+	C5	F2	+	-	-	+								
libra	+	C5	F2	+	+	-	-	Wiranto	+	C5	F2	-	-	-	-
Lingano	+	C4	F2	-	-	-	-								
Locanda	+	C4	F2	-	-	-	-								
Lotus	+	-	F2	-	-	-	-								

M = Tomato Mosaic virus
LM = Leaf mould (*Fulvia Fulva*)
C = Resistant to groups of races of *Fulvia fulva*
FW = Fusarium wilt *(F. oxysporum* f. sp. *lycopersici*)
F = Resistance to races 1 or 2
VW = Verticillium wilt (*V. albo-atrum & V. dahliae*)
FC & RR = Fusarium crown and root rot (*F. oxysporum* f. sp. *radicis lycopesici*
B & CR = Brown and corky root (*Pyrenochaeta lycopesici*)
RK = Root knot (*Meloidogyne incognita*)
- = susceptible; + = resistant
G's D'lit = Gardener's Delight

استخدام الواسمات الوراثية فى التربية لمقاومة الأمراض

أمكن التعرف على واسمات لجينات تتحكم فى المقاومة الرأسية لعديد من أمراض الطماطم، ومنها: البقع البكتيرية، والنقط البكتيرية، ونيماتودا تعقد الجذور، ونيماتودا حوصلات البطاطس، وفيرس موزايك التبغ، وفيرس ذبول الطماطم المتبقع، وفيرس تجعد واصفرار أوراق الطماطم، وتقرح الساق الألترنارى، وعفن أوراق كلادوسبوريم، والذبول الفيوزارى، وعفن التاج والجذر الفيوزارى، وذبول فيرتسيليم، والبياض الدقيقى، والندوة المتأخرة، وعفن الجذور الفلينى، وتبقع الأوراق الرمادى.

كذلك أمكن التعرف على واسمات QTLs ترتبط بالمقاومة الأفقية لكل من: الندوة المبكرة، والندوة المتأخرة، والعفن الأسود، والذبول البكتيرى، والتقرح البكتيرى، والبياض الدقيقى.

وتستخدم الواسمات بصورة روتينية فى برامج التربية فى عديد من شركات البذور، ومنها: سيمنز Seminis، وسنجنتا Syngenta، وهارس موران Harris Moran، وساكاتا Sakata، وأسجرو Asgrow، وذلك لأجل التربية للمقاومة البسيطة لكل من: النيماتودا، والذبول الفيوزارى، وذبول فيرتسيليم، والندوة المتأخرة والبياض الدقيقى، والجذر الفلينى، وفيرس ذبول الطماطم المتبقع، وفيرس تجعد واصفرار أوراق الطماطم، وفيرس موزايك التبغ، والنقط البكتيرية، والذبول البكتيرى، والتقرح البكتيرى.

هذا إلا أن شركات البذور لم تستخدم تقنية الـ MAS لأى صفات معقدة. أما مربى الجامعات ومراكز البحوث فإن عددًا قليلاً جدًا منهم استخدموا تقنية الـ MAS لتحسين الطماطم. وقد جرت محاولات لاستخدام التقنية لتحسين المقاومة لكل من الندوة المتأخرة والعفن الأسود — وكلتاهما صفة معقدة — ولكن بنجاح محدود (عن Foolad & Sharma ٢٠٠٥).

ومن أهم جينات المقاومة للأمراض البكتيرية فى الطماطم ومصادرها وواسماتها، ما يلى:

١- التقرح البكتيرى الذى تسببه البكتيريا *Corynbacterium michiganesis* subsp. *michiganensis*:

أ- مصدر المقاومة السلالة LA2157 من *S. peruvianum*، والمقاومة لسلالة البكتيريا Cm542:

من خلال عشيرة الجيل الثانى للتهجين Solentos × LA2157 أمكن التعرف على ثلاثة QTLs على الكروموسوم رقم ٥ (TG363)، والكروموسوم ٧ (TG61)، والكروموسوم ٩ (TG254) بتأثيرات سائدة وذات سيادة مشتركة. كذلك أمكن التوصل إلى واسمات SCAR اعتمادًا على TG61 بالكروموسوم السابع.

ب- مصدر المقاومة LA407 من *S. habrochaites*، والمقاومة لسلالات البكتيريا A300، و A226، و C290:

من خلال ٦٤ IBLs أمكن التعرف على الجين Rcm 2.0 على الكروموسوم رقم ٥ (TG 537 إلى TG 091 بمسافة ٤,٤ سنتى مورجان cM)، والجين Rcm5.1 على الكروموسوم رقم ٥ (CT 202 إلى TG 358 بمسافة ٢,٢ سنتى مورجان) بتأثيرات مضيفة مع تفاعلات تفوق مضيفة × مضيفة.

٢- التقرح البكتيرى الذى تسببه البكتيريا *Pseudomonas syringae* pv. *tomato*:

أ- مصدر المقاومة الصنف Rio Grande-PtoR من *S. lycopersicum*، والمقاومة لسلالة البكتيريا PT 11 (وهى: race 0):

من خلال عشيرة F2 لتلقيح بين الصنف Rio Grande PtoR، و Rio Grande أمكن التعرف على جين المقاومة Pto على الكروموسوم رقم ٥، وهو الذى انعزل مع انعزال TG538.

ب- مصدر المقاومة الصنف Rio Grande-76R من الطماطم، والمقاومة لسلالة البكتيريا T1 (وهى أيضًا race 0):

من خلال عشيرة الجيل الثانى لتلقيح بين طفرة prf (وهى: prfPto / prfPto) والصنف Rio Grande (وهو: Prfpto/Prfpto).. وجد أن Prf يقع على مسافة ٠,١٢ سنتى مورجان من Pto، ويقع Prf بين Pto (على مسافة ٢٤ كيلو دالتون من Prf) و Fen (على مسافة ٥٠٠ bp من Prf).

٣- البقع البكتيرية الذى تسببه البكتيريا *Xanthomonas* spp.:

أ- مصدر المقاومة صنف الطماطم Hawaii 7998 (وهو الذى نُشير إليه باسم H7998)، والمقاومة للسلالة T1 من البكتيريا:

من خلال انعزالات التهجين الرجعى: (H7998 × LA716) × H7998 أمكن التعرف على ثلاثة QTLs غير سائدة وغير مرتبطة — هى: rx-1 (TG 236) و rx-2 (TG157) على الكروموسوم رقم ١، و rx-3 (TG351) — على الكروموسوم رقم ٣. ومن خلال انعزالات الجيل الثانى للتلقيح H7998 × Ohio 8819، و ABLs، و IBLs لتأكيد الارتباط .. أمكن التعرف على Rx3 (Rx3-L1, CosOH73,TOM49) على الكروموسوم رقم ٣، وهى التى أسهمت فى خفض عشيرة البكتيريا بنسبة ٢٥٪ وزيادة مقاومة الحقل بنسبة ٤١٪.

ب- مصدر المقاومة LA716 من *S. pennellii*، والمقاومة للسلالة T3 من البكتيريا.

من خلال عشيرة الجيل الثانى للتهجين LA716 × H7998 أمكن التعرف على جين سائد (TG599 to TG134) Av4 على الكروموسوم رقم ٣، وهو الذى تحكم فى تفاعل فرط حساسية.

ج- مصدر المقاومة صنف الطماطم Money Maker (وهو الذى نشير إليه باسم MM)، والمقاومة لسلالات تحتوى على avrBs4 يمكنها حث تفاعل فرط الحساسية فى الطماطم.

من خلال عشيرة الجيل الثانى للتهجين LA716 × MM انعزل الجين Bs4 انعزالاً متوافقًا مع TG432 على الكروموسوم رقم ٥.

د- مصدر المقاومة PI114490 من *S. lycopersicum*، والمقاومة للسلالات البكتيرية T2، و T3، T4.

من خلال ١٦٦ IBLs متحصل عليها من التهجين (Fl7600 × PI 114490) × OH 9242 أمكن التوصل إلى منطقة مشتركة على الكروموسوم رقم ١١(TOM144 و TOM196 وSSR637) لعبت دورًا فى المقاومة للسلالات البكتيرية T2، و T3، و T4.

٤- الذبول البكتيرى الذى تسببه البكتيريا *Ralstonia solanacearum*

أ- مصدر المقاومة L285 من *S. lycopersicum*، والمقاومة للسلالة UW364 (وهى: biovar4 و race1):

من خلال ٧١ نبات جيل ثان للتهجين بين L285، و CLN286 BC1F2-25-14-7 أمكن التعرف على ثلاث QTLs على الكروموسوم ٦ (CT184)، والكروموسوم ٧ (TG51b)، والكروموسوم ١٠ (CT225b).

ب- مصدر المقاومة Hawaii 7996، والمقاومة لسلالة البكتيريا GMI8217 (وهى: race1,bv1):

من خلال الجيل الثانى للتهجين WVa700 × H7996 أمكن التوصل إلى ثلاث QTLs على الكروموسوم ٤ (TG268)، والكروموسوم ٦ (TG118، وهى QTL رئيسية)، والكروموسوم ١١ (GP162).

ومن خلال الـ F2، والـ F2:3 لتهجين مماثل لما سبق (H7996 × WVa700) — فى دراسة أخرى — أمكن التعرف على ست QTLs على الكروموسوم ٣ (GP226)، والكروموسوم ٤ (K12 to GP165)، والكروموسوم ٦ (TG178 to TG118 to TG73)، والكروموسوم ٨ (CD40)، والكروموسوم ١٠ (CP105)، والكروموسوم ١١ (D6b to O10). ويؤيد التحليل الوراثى وجود اثنتان من الـ QTLs على الكروموسوم ٦ ترتبطان بكل من TG180، و TG240.

ومن خلال الـ F2:3 لنفس التهجين (H7996 × WVa700) مع استعمال سلالة البكتيريا Pss (وهى race1, bv3) .. أمكن التوصل إلى خمس QTLs على الكروموسوم ٢ (GP504)، والكروموسوم ٦ (TG564;Cf2) والكروموسوم ٨ (CT135)، والكروموسوم ١٢ (TG564). وكانت الـ QTL المرتبطة بـ TG564 مسئولة عن ٧٠٪ من التباين الكلى.

ومن خلال الـ F2:3 و RIL لنفس التهجين السابق (H7996 × WVa700) مع استعمال سلالة البكتيريا JT519، وهى race1 أمكن فى دراسة أخرى التوصل إلى ثلاث QTLs على الكروموسوم ٦ (Bwr-6; TG73)، والكروموسوم ٨ (Bwr-8; CD40 to CT135)، والكروموسوم ١٢ (Bwr-12; TG564).

وفى دراسة أخرى على نفس عشائر التهجين السابق، مع استعمال سلالة البكتيريا JT516 (وهى race 3) أمكن التعرف على ثلاث QTLs على الكروموسوم ٣ (Bwr-3; TG515)، والكروموسوم ٤ (Bwr-4; CD73)، والكروموسوم ٦ (Bwr-6; TG73) (عن Labate وآخرين ٢٠٠٧).

هذا.. ويبين جدولا (٨–٦)، و (٨–٧) جينات المقاومة لأهم مسببات أمراض الطماطم الفطرية والفيروسية — على التوالى — ومصادرها وواسماتها.

ويبين جدول (٨–٨) جينات المقاومة للأمراض التى تم تحديد الكروموسومات الحاملة لها فى الطماطم.

جدول (٨–٦): جينات المقاومة لأهم الأمراض الفطرية وواسماتها ومصادرها (عن Labate وآخرين ٢٠٠٧)

المرض (والمسبب المرضى)	جين أو جينات المقاومة وال QTLs	الواسمات	الكروموسومات	مصدر المقاومة
تقرح الساق الألترناري Alternaria stem canker (*Alteranria alternata* f. sp. *lycopersici*)	ASC	RFLP	3	*S. pennellii*
الأنثراكنوز Anthracnose ripe rot (*Colletotrichum coccodes*)	عدة QTLs	RAPD	عدة كروموسومات	*S. lycopersicum*
العفن الأسود (*Alternaria alternata*) Blackmold	عدة QTLs	غير معروف	2,3,9,12	*S cheesmaniae*
الجذر الفلينى Corky Root (*Pyrenochaeta lycopersici*)	py-1	RFLP	3	*S. peruvianum*
الندوة المبكرة Early Blight (*Alternari salani*)	عدة QTLs	غير معروف	عدة كروموسومات	*S. lycopersicum*, *S. habrochatites*, *S. pimpinellifalium*
عفن التاج والجذر الفيوزاري Fusarium Crown and Root Rot (*Fusarium oxysporum* f. sp. *radidicis-lycopersici*)	Frl	Linked to Tm2² gene	9	*S. peruvianum*
الذبول الفيوزاري Fusarium Wilt (*Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici*)	I, I-1, I-2, I-2C, I-3	RFLP	7,11	*S. pimpinellifolium*, *S. pennellii*
تبقع الأوراق الرمادى Gray Leafspot (*Stemphyllium* spp.)	Sm	RFLP	11	*S. pimpinellifolium*
الندوة المتأخرة (*Phytophthora infestans*) Late Blight	Ph-1, Ph-2, Ph-3, Ph-4	RFLP	7,9,10 and all	*S. pimpinellifolium*,
	QTLs وعدة		chromosomes	*S. habrochaites*
عفن الأوراق (*Cladosporium fulvum*) Leaf Mold	Cf-1, Cf-2, Cf-4, Cf-5, Cf-9	RFLP	1,6	*S. habrochaites*, *S. pimpinellifolium*
البياض الدقيقى Powdery Mildew (*Leveillula*)	Lv, Ol-1, ol-2, Ol-3,	RFLP, PCR,	4,6,12	*S. chilense*, *S. lycapesicum*,
(*taurica and Oidium neolycopersici*	Ol-4, Ol-5	SCAR, CAPs,		*S. habrochaites*, *S. neorickii*
ذبول فيرتسيليم Verticillium Wilt (*Verticillium dahliae* and *V. albo-atrum*)	Ve	RFLP, SCAR	9	*S. lycopersicum*

جدول (٨–٧): جينات المقاومة لأهم فيروسات الطماطم ومصادرها وواسماتها (عن Labate وآخرين ٢٠٠٧).

الفيرس أو المرض	جين أو جينات المقاومة	الواسم الوراثي	الكروموسوم	مصدر المقاومة
Alfamovirus				
alfalfa mosaic	Am	AFLP	6	*S. habrochaites*
Virus(AMV)				
Begomoviruses				
Tomato chlorotic mottle virus (TCMV)	tcm-1	غير معروف	غير معروف	*S. peruvionum/ S. lycopesicum*
Tomato mottle virus (ToMov)	Ty-3 QTL	RAPD, SCAR, CAPS, RAPD	6	*S. chilense*
			6	*S. chilense*
Tomato yellow leaf curl virus (TYLCV)	Ty-1	RFLP	6	*S. chilense*
	Ty-2	RFLP	11	*S. habrochaites*
	Ty-3	RAPD, SCAR,CAPS	6	*S. chilense*
	QTL	RAPD	6	*S. pimpinellifolium*
	غير معروف	غير معروف	6	*S. cheesmaniae*
	غير معروف	غير معروف	6	*S. peruvianum*
Cucumovirus				
Cucumber mosaic virus (CMV)	Cmr	RFLP	12	*S. chilense*
Curtovirus				
Curly top virus (CTV)	Multigenic	غير معروف	غير معروف	*S. peruvianum*
Aka Beet curly top virus (BCTV)				*S. habrochaites* *S. pimpinellifolium*
Poleroviruses				
Potato leaf roll virus (PLRV)	غير معروف	غير معروف	غير معروف	*S. peruvianum*
Tomato yellow top virus (TYTV)	غير معروف	غير معروف	غير معروف	*S. peruvianum*
Potexvirus				*S. chilense*
Pepino mosaic virus (PepMv)	غير معروف	غير معروف	غير معروف	*S. habrochaites*
Potato virus X (PVX)	غير معروف	غير معروف	غير معروف	*S. lycopersicum*
Potyvirus				
Potato virus Y (PVY) and Tobacco etch virus (TEV)	غير معروف	غير معروف	غير معروف	*S. pimpinellifolium*
	Pot-1	AFLP	3	*S. habrochaites*
Tobamovirus				
Tomato mosaic virus (ToMV)	Tm-1	SCAR	2	*S. habrachaites*
Aka Tobacco mosaic virus (TMV)	Tm-2	Cloned	9	*S. peruvianum*
	$Tm\text{-}2^{2}$ (aka $Tm\text{-}2^{2}$)	Cloned	9	*S. peruvianum*

يتبع

تابع جدول: (٨–٧).

مصدر المقاومة	الكروموسوم	الواسم الوراثى	جين أو جينات المقاومة	الفيرس أو المرض
				Tospoviruses
S. peruvianum	9	PCR, Cloned	Sw-5	*Groundnut bud necrosis virus (GBNV)*
S. peruvianum	9	PCR, Cloned	Sw-5	Groundnut ringspot virus (GRSV)
S. peruvianum	9	PCR, Cloned	Sw-5	Tomato chlorotic spot virus (TCSV)
S. peruvianum	غير معروف	غير معروف	Sw-1a	Tomato spotted wilt virus (TSWV)
S. lycopersicum	غير معروف	غير معروف	Sw-1b	
S. lycopersicum	غير معروف	غير معروف	sw-2	
S. lycopersicum	غير معروف	غير معروف	sw-3	
S. lycopersicum	غير معروف	غير معروف	sw-4	
S. peruvianum	9	PCR, Cloned	Sw-5	
S. peruvianum	9	غير معروف	Sw-6	
S. chilense	غير معروف	غير معروف	'Sw-7'	

جدول (٨–٨): جينات المقاومة للأمراض التى تم تحديد الكروموسومات الحاملة لها فى الطماطم (Barone ٢٠١٢).

الجين	المسبب المرضى	الكروموسومات الحاملة للجينات
ASC	*Alternaria alternata* f. sp. *lycopersici*	3
Bw1, Bw3, Bw4, Bw5	*Ralstonia solanacearum*	6,10,4,6
Cf-1, Cf-2, Cf-4, Cf-5, Cf-9	*Cladosporium fulvum*	1,6,1,6,1
Cm1.1- Cm10.1	*Clavibacter michiganesnsis*	1,6,7,8,9,10
Fr1	*Fusarium oxysporum* f. sp. *radicis-lycopesici*	9
Hero	*Globodera rostochiensis*	4
I1,I2,I3	*Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopesici*	7,11,7
Lv	*Leveillula taurica*	12
Mi, Mi-3	*Meloidogyne spp.*	6, 12
Ol-1, Ol-qtl1, Ol-qtl2, Ol-qtl3	*Oidium lycopesicon*	6, 12
Ph-1, Ph-2, Ph-3	*Phytophthora infestans*	7,10,9

يتبع

تابع : جدول (٨-٨).

الجين	المسبب المرضى	الكروموسومات الحاملة للجينات
Pot-1	*PVY*	3
Pto	*Pseudomonas syringae*	6
py-1	*Pyrenochaeta lycopesici*	3
Rx-1, rx-2, rx-3	*Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria*	1
Sm	*Stemphylium* spp.	11
Sw-5	TSWV	9
Tm-1, Tm2a	TMV	2, 9
Ty-1, Ty-2	TYLCV	6, 11
Ve	*Verticillium dahliae*	9

هذا.. ولقد أمكن التعرف فى جينوم الطماطم على ١٠٠٣ جينات يعتقد فى علاقتها بالمقاومة لمسببات الأمراض، كان توزيع بعضها على النحو التالى:

فئة التشفير	العدد
Serine/threonine protein kinase	٣٨٤
Receptor-like kinase	١٠٧
Coiled-coil nucleotide-binding site-leucine-rich repeat	٦٨
Toll interleukin-1 receptor domain-NBS-LRR	١٩

وقد تعنقدت معظم هذه الجينات فى مناطق كروموسومية محددة (Ni وآخرون ٢٠١٤).

التحويل الوراثى لأجل المقاومة المتعددة للأمراض

تتطلب المقاومة للبكتيريا *Pseudomonas syringae* pv. *tomato* تواجد الجينين Pto، و Prf. وقد وجد أن الطفرات التى تؤدى إلى زوال الموقع الجينى Prf يظهر فيها فقد لكل من مقاومة Pto والحساسية للمبيد الحشرى الفوسفورى العضوى فنثيون

fenthion؛ مما قد يعنى أن Prf يتحكم فى كلا الشكلين المظهريين. وقد وجد أن زيادة التعبير الوراثى للـ Prf يقود إلى زيادة المقاومة لعدد من الأنواع البكتيرية والفيروسات، وإلى زيادة الحساسية للفنثيون. ويُعبِّر فى هذه النباتات عن حامض السلسيلك بمستوى مماثل لما يحدث فى النباتات التى تُستحث للمقاومة الجهازية المكتسبة SAR. ويعنى ذلك أن زيادة التعبير عن Prf يُنَشط مسارات الـ Pto، و Fen بطريقة لا ترتبط بالسبب المرضى، وتقود إلى تنشيط المقاومة الجهازية المكتسبة (Oldroyd & Staskawicz ١٩٩٨).

مصادر إضافية خاصة بالتربية لمقاومة الأمراض والآفات

لمزيد من التفاصيل عن الجهود التاريخية التى بذلت لتربية الطماطم لمختلف الأمراض ونيماتودا تعقد الجذور.. يراجع ما يلى:

المرجع	الأمراض التى تناولها المرجع
Scheffer & Walker ١٩٥٤	الذبول الفيوزارى
Campbell Soup Co. ١٩٦٠	عام
Harrison ١٩٦٠	عدة أمراض، وخاصة نيماتودا تعقد الجذور
Gallegly ١٩٦٠	الندوة المتأخرة
Hoadley ١٩٦٠	الأنثراكنوز
Holmes ١٩٦٠	الفيروسات
Walter ١٩٦٧	الذبول الفيوزارى
Crill & Jones ١٩٧٢	الذبول الفيوزارى
Dixon ١٩٧٨	عام
Russell ١٩٧٨	عام
Medina Filho & Stevens ١٩٨٠	نيماتودا تعقد الجذور
Scott ٢٠٠٥	عام