وتجدر الإشارة إلى أن أى صنف ثنائى التضاعف لايمكن أن يكون أصيلاً فى أكثر من خمسة أزواج من جينات المقاومة .

وبناء على نتائج دراسات Flor .. فقد اقترح أن جينات الضراوة – فى المسبب المرضى – تكون دائما متنحية ، إلا أن الدراسات اللاحقة على مسببات مرضية أخرى أوضحت أن الضراوة يمكن أن تكون أحياناً سائدة . وعندما يكون المسبب المرضى أحاديا فى طوره المتطفل – كما فى معظم الفطريات الزقية على سبيل المثال – فإن السيادة والتنحى لايمكن 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 (جدول ٧-٣) .

وأغلب الحالات التى تنطبق عليها النظرية تكون فيها المقاومة بسيطة ، أو يتحكم فيها عدد محدود من الجينات ، ولكن توجد حالات قليلة ذات مقاومة كمية .

ونتناول بالشرح – فيما يلى – عدداً من الحالات الأخرى التى تنطبق عليها نظرية الجين للجين غير المقاومة للصدأ فى الكتان ، من خلال دراستنا للعوائل المفرقة واستخدامها فى تمييز السلالات الفسيولوجية .

ولمزيد من التفاصيل عن التفاعل بين العائل والطفيل فى الأمراض النباتية .. يراجع Gallegly (١٩٦٨) ، Day (١٩٧٤) ، Van der Plank (١٩٨٤) .

استخدام العوائل المفرقة فى تمييز السلالات الفسيولوجية

يتم التعرف على السلالات الفسيولوجية باستخدام العوائل المفرقة Ditferential Hosts ، وأفضل مجموعات العوائل المفرقة هى التى يحمل كل واحد من أفرادها جيناً واحداً للمقاومة ، حتى لايُخفى فعل الجين جيناً أو جينات أخرى . ويلزم للتعرف على ($٢^{ن}$) سلالة فسيولوجية من المسبب المرضى مجموعة تضم (ن) من العوائل المفرقة التى يحتوى كل منها على جين مختلف للمقاومة ؛ ويعنى ذلك أن الأمر يتطلب دراسة عدد (ن) من كل من جينات المقاومة فى العائل ، ونفس العدد من جينات الضراوة فى المسبب المرضى .

جدول (٧-٣) : بعض الحالات المرضية التى تتمشى مع نظرية الجين للجين .

العائل	المرض	القطر المسبب للمرض
القمح	البياض الدقيقى	Powdery mildew	ysiphe graminis f. sp. tritici
القمح	صدأ الساق الأسود	Black stem rust	uccinia graminis f. sp. tritici
القمح	الصدأ البنى	Borwn rust	uccinia recondita
القمح	الصدأ الأصفر	Yellow rust	uccinia striiformis
القمح	التفحم السائب	Loose smut	stilago tritici
القمح	التفحم النتن	Bunt (stinking	lletia caries
القمح	التفحم المتقزم	smut)	lletia contraversa
القمح	التفحم المغطى	Dwarf bunt	lletia foetida
الشعير	البياض الدقيقى	Common bunt	ysiphe graminis f. sp. hordei
الشعير	التفحم المغطى	Powery mildew	stilago hordei
الشوفان	صدأ الساق الأسود	Covered smut	uccinia graminis f. sp. avenae
الشوفان	التفحم السائب	Black stem rust	stilago avenae
الذرة	الصدأ	Loose smut	uccinia sorghi
البطاطس	التبرقش الخفيف	Rust	otato virus X
البطاطس	الندوة المتأخرة	Mild mosaic	ytophthora infestans
البطاطس	التئالل	Late blight	chytrium endobioticum
الطماطم		Wart	obacco mosaic virus
الطماطم	الذبول المتبقع		omato spotted wilt virus
الطماطم	تلطخ الأوراق	Spotted wilt	lvia fulva
الخس	البياض الزغبى	Leaf mould	remia lactucae
التفاح	الجرب	Downy mildew	enturia inaequalis
الكتان	الصدأ	Scab	elampsora lini
البن	الصدأ	Rust	emileia vastatrix
دوار الشمس	الصدأ	Rust	uccinia helianthi
فول الصويا	عفن الجذور والساق	Rust	ytophthora megasperma f. sp. glycin-
القطن	الندوة البكتيرية	Root and stem rot	a
الفاصوليا	الصدأ	Bacterial blight	anthomonas malvacearum
الطماطم	موزايك الدخان	Rust	romyces phaseoli

وفيما يلى نذكر بعض الأمثلة عن استخدام العوائل المفرقة فى تمييز السلالات الفسيولوجية للمسببات المرضية .

١ – المقاومة لمرض الصدأ الأصفر فى القمح :

يسبب الفطر Puccinia striformis مرض الصدأ الأصفر فى القمح ، الذى تعرف له تسعة أصناف مفرقة يحتوى كل منها على عامل (جين) مختلف للمقاومة (جدول ٧–٤) .

جدول (٧–٤) : عوامل المقاومة للفطر Puccinia striforis (المسبب لمرض الصدأ الأصفر فى القمح) فى الأصناف المفرقة .

الصنف المفرق	الجين	عامل المقاومة
Chinese 116	1	1
Heine VII	2	2
Vilmorin 23	3a + 4a	3
Hybrid 46	3b + 4b	4
Triticum spelta album	5	5
Heines kolbein	6	6
Lee	7	7
Compair	8	8
Riebesl 47/51	9	9

وتبعاً لنظرية الجين للجين فإن قدرة الطفيل على إصابة صنف ما تتوقف على احتوائه على عامل (جين) للضراوة يقابل أى عامل (جين) للمقاومة فى العائل ، ويكون موجها ضده . فأى صنف يحمل عامل المقاومة R_1 لايصاب إلا بسلالة – أو سلالات – الفطر التى تحمل عامل الضراوة (جدول ٧–٥) .

جدول (٧-٥) : علاقة الجين بالجين فى أصناف القمح والفطر Puccinia striformis المسبب لمرض الصدأ الأصفر (عن Parry ١٩٩٠) .

السلالات المفترضة للفطر وعوامل V												أصناف القمح
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	1,2,3,4,6	1,2,3,4,5,6,7,8,9	عوامل R	
												أصناف مفرقة
S	R	R	R	R	R	R	R	R	S	S	1	Chinese 166
R	S	R	R	R	R	R	R	R	S	S	2	Heine V11
R	R	S	R	R	R	R	R	R	S	S	3	Vilmorin 23
R	R	R	S	R	R	R	R	R	S	S	4	Hybrid 46
R	R	R	R	S	R	R	R	R	R	S	5	Triticum spelta album
R	R	R	R	R	S	R	R	R	S	S	6	Heines Kolben
R	R	R	R	R	R	S	R	R	R	S	7	Lee
R	R	R	R	R	R	R	S	R	R	S	8	Compair
R	R	R	R	R	R	R	R	S	R	S	9	Riebesel 47/51
												أصناف أخرى
S	R	R	R	R	R	R	R	R	S	S	1	Galahad
R	R	R	R	R	S	R	R	R	R	S	7	Brock
R	R	R	R	R	R	R	R	S	R	S	9	Slejpner
R	R	R	R	R	R	R	R	R	S	S	2.6	Norman
R	R	R	R	R	R	R	R	R	S	S	1,2,4	Fenman
R	R	R	R	R	R	R	R	R	S	S	1,2,6	Longbow

وبذا .. يمكن تحديد عوامل المقاومة التى يحملها أى صنف جديد من القمح . فمثلاً .. يتضح من الجدول أن الصنف Galahd قابل للإصابة بسلالات الفطر A ، و J ، و K التى تحتوى جميعها على عامل الضراوة V1 ، وبذا .. فإن هذا الصنف لابد أن يكون حاملاً

لعامل المقاومة R1 . أما الصنف الذى يحمل عدة عوامل للمقاومة .. فإنه لايصاب إلا بالسلالة (أو السلالات) التى تحتوى على عوامل الضراوة المقابلة لجميع عوامل المقاومة ، وبسبب انتشار زراعة الأصناف التى يحمل كل منها عدة عوامل للمقاومةنجد أن سلالات الفطر التى تنتشر على نطاق واسع هى التى تحمل كل منها عدة عوامل للضراوة مثل السلالة J ، بينما يقل كثيراً انتشار السلالات التى تحمل عاملاً واحداً للضراوة مثل السلالات A إلى I .

أما السلالات الفائقة Super races – مثل السلالة K – فإنه يقل انتشارها كذلك نظرا لحملها لعديد من عوامل الضراوة التى لا تعد ضرورية لإصابة عديد من الأصناف الأخرى التى تنتشر فى الزراعة .

٢ – المقاومة لمرض التفحم المغطى فى القمح :

تستخدم ثلاثة أصناف للتفريق بين ثمانى سلالات من الفطر Tilletia cares المسبب لمرض التفحم Bunt كما فى جدول (٧–٦) .

جدول (٧–٦) : استخدام الأصناف المفرقة فى التمييز بين سلالات الفطر Tilletia cares المسبب لمرض التفحم Bunt فى القمح .

الصنف	الاستجابة لسلالة الفطر رقم (١) :							
	١	٢	٣	٤	٥	٦	٧	٨
Martin	R	R	R	S	R	S	S	S
Selection 403	R	R	S	R	S	R	S	S
Tukey	R	S	R	R	S	S	R	S

(١) S = قابل للإصابة ، و R = مقاوم .

٣ – المقاومة لمرض البياض الزغبى فى الخس :

يعد مرض البياض الزغبى فى الخس الذى يسببه الفطر Bremia lactucae من

البارزة على سرعة ظهور سلالات الفطر الفسيولوجية القادرة على كسر المقاومة ، وعلى نظرية الجين للجين ؛ فما أن ينتج المربى صنفاً جديداً مقاوماً من الخس وتنتشر زراعته على نطاق واسع ، إلا وينتج الفطر – فى أربع سنوات – سلالة جديدة قادرة على كسر مقاومة ذلك الصنف ، وبذا .. تعددت الأصناف المقاومة ، وتعددت سلالات الفطر التى اكتشفت فى مناطق مختلفة من العالم دون دراية بحقيقة العلاقة بينها ، مما أدى إلى اختلاط الأمور . وظل هذا الوضع قائماً إلى أن أجريت دراسات مفصلة لاختبار آلية جينات المقاومة ، ومدى القرابة بين سلالات الفطر ، والعلاقة بين العائل والطفيل .

وتبعاً لـ Ryder (١٩٨٦) .. فقد أنتج أكثر من ١٢٠ صنفاً من الخس ذات مقاومة متخصصة (رأسية) لسلالات معينة من البياض الزغبى خلال الفترة من ١٩٢٥ إلى ١٩٨٥ . كما ذكر Ilott وآخرون (١٩٨٨) وجود نحو ١٣ جيناً سائداً لمقاومة البياض الزغبى فى الخس ، بالإضافة إلى جينات أخرى لم يمكن التعرف عليها وتحديد علاقتها بالجينات الأخرى بعد . ويبين جدول (٧–٧) العلاقة بين جينات المقاومة (Dm) فى العائل وجينات الضراوة فى الفطر .

جدول (٧–٧) : عوامل الضراوة Virulence القادرة على التغلب على المقاومة التى توفرها مختلف جينات المقاومة (Dm) فى بعض أصناف الخس الأمريكية (عن Ryder ١٩٨٦) .

جين المقاومة		سلالات الفطر (جينات الضراوة) التى :	
(Dm)	الأصناف الحاملة له	لايمكنها إحداث الإصابة	يمكنها إحداث الإصابة
صفر	Empire , Ithaca, White Boston	لا توجد	جميعها
٥	Valmaine	١ – ٤ ، ٦ – ١١	٥
٦	Grand Rapids	١ – ٥ ، ٧ – ١١	٦
٧	Vanguard 75 , Mesa 659	١ – ٦ ، ٨ – ١١	٧
٨	Valverde, Valrio, Valtemp	١ – ٧ ، ٩ – ١١	٨
٨ + ٧	Salinas, Calmar, Montemar	١ – ٦ ، ٩ – ١١	٨ + ٧

٤ – المقاومة لفيرس موزايك الدخان فى الخس :

يوضح جدول (٧–٨) التفاعل بين السلالات المعروفة من فيرس تبرقش الدخان مع الجينات المعروفة لمقاومة الفيرس فى الطماطم . وتعد هذه الحالة مثالاً لاختلاف التفاعل باختلاف التركيب الوراثى للعائل من حيث كونه أصيلاً ، أم خليطاً فى جينات المقاومة .

جدول (٧ – ٨) : التفاعل بين سلالة فيرس موزايك الدخان (TMV) ، والتركيب الوراثى الخاص بجينات المقاومة للفيرس فى الطماطم (عن Stevens & Rick ١٩٨٦) .

سلالة الفيرس	Tm-1/+	Tm-1/ Tm-1	Tm-2/+	Tm-2/ Tm-2	Tm-2^2/+	Tm-2^2/ Tm-2^2	Tm-1/+, Tm-2/+	Tm-1/+ Tm-2/Tm-2^2
0	T	T	R*	R	R*	R	R	R
0Y	T	T	R*	R	R*	R	R	R
1	S	S	R*	R	R*	R	R*	R
2	T	T	S	S	R*	R	R	R
1.2	S	S	S	S	R*	R	S	R*

T : تفاعل تحمُّل الإصابة ، حيث تظهر أعراض موزايك خفيفة ، مع عدم تأثر النمو أو تأثره قليلاً .

S : تفاعل القابلية للإصابة العادى .

R : تفاعل المقاومة العادى ، حيث لا تظهر أية أعراض مرضية .

*R : تفاعل المقاومة ، ولكن قد تحدث فرط حساسية جهازية (تحلل جهازى) ضارة بالنبات .

التمييز بين أنواع وسلالات نيماتودا تعقد الجذور

يعرف نحو ٥٠ نوعاً من نيماتودا تعقد الجذور Meloidogyne spp. ، لكن ٩٩ ٪ من عينات نيماتودا تعقد الجذور التى جمعت من مختلف أنحاء العالم كانت من ٤ أنواع رئيسية هى :