الفصل السادس عشر

الهندسة الوراثية لمقاومة الفطريات والبكتيريا

تتنوع كثيرًا مصادر الجينات التى تستعمل فى عمليات التحول الوراثى لمقاومة الأمراض الفطرية والبكتيرية فى النباتات، كما تتنوع - بالتالى - الآلية التى تعمل بها تلك الجينات.

الاعتماد على جينات المقاومة الطبيعية فى عمليات التحول الوراثى

يعد الاعتماد على جينات المقاومة الطبيعية التى تتوفر فى شتى الأنواع النباتية ضد مختلف المسببات المرضية الفطرية والبكتيرية طريقة مؤكدة - غالبًا - لتحقيق المقاومة لتلك المسببات المرضية فى الأنواع النباتية المستهدفة بعملية التحول الوراثى، ولكن يتعين - بطبيعة الحال - عزل تلك الجينات أولاً حتى يمكن نقلها من نوع نباتى لآخر بعيد عنه.

وتظهر فى جدول (١٦-١) قائمة بعدد من أهم جينات المقاومة الطبيعية التى استخدمت أو تستخدم فى عمليات التحول الوراثى.

ومن بين المركبات الكثيرة ذات الأصل النباتى، والتى تنتج من قبل النباتات كرد فعل للإصابة بمختلف المسببات المرضية من أجل مقاومتها، والتى يمكن الاستفادة منها فى التحويل الوراثى للنباتات لجعلها أكثر مقاومة للمسببات المرضية، ما يلى:

١ - النشاط العالى لإنزيم البيروكسيديز peroxidase.

٢ - إنزيمات البروتينيز proteinases.

٣ - إنزيمات الهيدروليز hydrolases.

٤ - مجموعة من البروتينات المضادة للفطريات - مثل البروتين زيّاماتين zeamatin -

وهى تعمل من خلال تأثيرها على نفاذية الأغشية الخلوية بالفطريات (عن Mount & Berman ١٩٩٤)

جدول (١٦-١): قائمة بعدد من أهم جينات المقاومة الطبيعية للمسببات المرضية التى أمكن عزلها لأجل استخدامها فى عمليات التحول الوراثى (عن Dickinson ٢٠٠٣).

المسبب المرضى الذى يقاومه الجين	النبات الحامل للجين	الجين المنتج للبروتين	طبيعة البروتين المسئول عن المقاومة[1]	فئة البروتين المسئول عن المقاومة
Melampsora lini (fungus)	الكتان	L	TIR-NBS-LRR	١
Melampsora lini (fungus)	الكتان	M		
Melampsora lini (fungus)	الكتان	P		
Tobacco mosaic virus	التبغ	N		
Peronospora parasitica (oomycete)	*Arabidopsis*	RPP1		
Peronospora parasitica (oomycete)	*Arabidopsis*	RPP5		
Pseudomonas syringae (bacterium)	*Arabidopsis*	RPS4		
Pseudomonas syringae (bacterium)	الطماطم	*Prf*	CC-NBS-LRR	
Meloidogyne incognita (nematode)	الطماطم	*Mi*		
Globodera (nematode) & Potato virus X	البطاطس	*Gpa2/Rx1*		
Pseudomonas syringae (bacterium)	*Arabidopsis*	*RPS2*		
Pseudomonas syringae (bacterium)	*Arabidopsis*	*RPS5*		
Pseudomonas syringae (bacterium)	*Arabidopsis*	*RPM1*		
Peronospora & Turnip crinkle virus	*Arabidopsis*	*RPP8/HRT*		
Xanthomonas campestris (bacterium)	الفلفل	*Bs2*	NBS-LRR	
Bremia lactuca (oomycete)	الخس	*Dm3*		
Fusarium oxysporum (fungus)	الطماطم	*I2*		
Heterodera avenae (nematode)	القمح	*Cre3*		
Xanthomonas oryzae (bacterium)	الأرز	*Xa1*		
Magnaporthe grisea (fungus)	الأرز	*Pib*		
Magnaporthe grisea (fungus)	الأرز	*Pi-ta*		
Puccinia sorghi (fungus)	الذرة	*Rp1*		
Blumeria graminis (fungus)	الشعير	*Mla*		

تابع جدول (١٦-١).

قـــة				
البروتين				
المسئول	طبيعة البروتين	الجين		
عن	المسئول عن	المنتج	النبات الحامل	
المقاومة	المقاومة(أ)	للبروتين	للجين	المسبب المرضى الذى يقاومه الجين
	TIR-NBS-LRR-NLS-WRKY	*RRS1-R*	*Arabidopsis*	*Ralstonia solanacearum* (bacterium)
٢	LRR-TM	*Cf-2, Cf-4* *Cf-5, Cf-9*	الطماطم	*Cladosporium fulvum* (fungus)
٣	Kinase	*Pto*	الطماطم	*Pseudomonas syringae* (bacterium)
		PBS1	*Arabidopsis*	*Pseudomonas syringae* (bacterium)
	Kinase-kinase	*Rpg1*	الشعير	*Puccinia graminis* (fungus)
٤	LRR-TM-Kinase	*Xa21*	الأرز	*Xanthomonas oryzae* (bacterium)
		FLS2	*Arabidopsis*	*Innate immunity* (flagellin)
٥	Unique	$HS1^{pro-1}$	بنجر السكر	*Heterodera schachtii* (nematode)
٦	Unique	*RPW8*	*Arabidopsis*	*Erysiphe* (fungus)
٧	Membrane protein	*Mlo*	الشعير	*Blumeria graminis* (fungus)
٨	Cell-surface glycoprotein	*Ve1*	الطماطم	*Verticillium albo-atrum* (fungus)
٩	Toxin reductase	*Hm1*	الذرة	*Cochliobolus carbonum* (fungus)

أ - اختصارات طبيعة البروتين المسئول عن المقاومة:

TIR = Toll interleukin receptor; LRR = leucine-rich repeat; NBS = nucleotide binding site; CC = coiled coil; NLS = nuclear localisation signal; WRKY = transcription factor; and TM = transmembrane.

الاعتماد على الجينات التى تتحكم فى إنتاج البروتينات المضادة للفطريات

تعتمد خاصية المقاومة فى حالة هندسة نباتات تحمل جينات تتحكم فى إنتاج بروتينات مضادة للفطريات على قدرة النباتات التى حولت وراثيًا على إنتاج إنزيمات معينة تكون مدمرة للفطريات التى يمكن أن تهاجم تلك النباتات.