Pseudomonas syringae pv. *tabaci*، حيث أظهرت النباتات المحولة وراثيًا مقاومة لكل من المعاملة بالسم البكتيرى وللإصابة باليكتيريا ومن الطبيعى أن هذه الاستراتيجية فى الهندسة الوراثية لا تفيد إلاّ مع الأمراض التى تلعب فيها السموم دورًا مباشرًا وأساسيًا فى ظهور المرض (عن Nascart & Montanelli ١٩٩٧)

الاستراتيجيات الأخرى لهندسة نباتات مقاومة للأمراض

من بين الاستراتيجيات التى يفكر فيها علماء الهندسة الوراثية لإنتاج نباتات مقاومة لمسببات الأمراض، ما يلى

١ - تجريد المسببات المرضية - التى تحدث أضرارها من خلال إفرازها لإنزيمات تقوم بتحليل الجدر الخلوية - تجريدها من أسلحتها، نبس بوقف إنتاج تلك الإنزيمات - فهى كثيرة - وإنما بالحد من مفعولها بتعديل النباتات بجينات تؤثر فى انتقال تلك الإنزيمات فى النباتات، وهى التى ينظم انتقالها جينات مثل Aep (وهو رمز لوظيفة الجين activation of extracellular enzyme production)؛ فإذا أمكن تحديد ونقل جين يحد من نتاط الجين Aep activator لأمكن الحد من انتقال إنزيمات بعينها، كتلك التى تعمل على تحلل الجدر الخلوية

٢ - نفس الجينات التى تجعل النباتات أقل عرضة للتجريح، أو تزيد من سرعة الاستجابة للتجريح، أو تزيد من سرعه تكوين بيريدرم الجروح

٣ - إبطاء النضج بحيث لا تفقد الثمار صلابتها سريعا بعد الحصاد، ومن ثم تستمر أقل عرضة للإصابة بالأعفان لأطول فترة ممكنة بعد الحصاد، وقد تناولنا هذا الموضوع بالشرح فى موضع آخر من هذا الكتاب (Mount & Berman ١٩٩٤)

الإنجازات فى مجال التحول الوراثى لمقاومة الأمراض الفطرية والبكتيرية

على الرغم من حداثة العهد نسبيًا فى مجال دراسات التحول الوراثى لإنتاج نباتات مقاومة للفطريات والبكتيريا المرضة للنباتات، فقد تم إنتاج واختبار عديد من حالات التحول الوراثى فى عدد من أهم المحاصيل الزراعية؛ بهدف جعلها مقاومة لعدد من أهم المسببات المرضية (جدولا ١٦-٢، و ١٦-٣)

جدول (١٦-٢): حالات التحول الوراثى لمقاومة الأمراض الفطرية والبكتيرية التى تم اختبارهـا حقليًا فى الولايات المتحدة حتى عام ١٩٩٨ (عن Chopra ١٩٩٩)

المحصول	المسبب المرضى الذى يقاومه الجين	الجين	مصدر الجين
التفاح	*Erwinia amylovora*	Attacin	*Hyalophora cecropia*
	E. amylovora	Lysozyme	الدجاج
	E. amylovora	Cecropin B	*H. cecropia*
الخيار	*Phytophthora*	Glucanase	التبغ
	Phytophthora	Osmotin	التبغ
	Phytophthora & Verticillium	Chitinase	التبغ
الخس	Downy mildew	Osmotin	التبغ
	Downy mildew	Chitinase	التبغ
	Downy mildew	Glucanase	التبغ
الكنتالوب	*Phytophthora*	Chitinase	التبغ
	Phytophthora	Glucanase	التبغ
	Phytophthora	Osmotin	التبغ
البطاطس	*Rhizoctonia solani*	Glucanase	التبغ
	R. solani	Chitinase	*Serratia marcescens*
	R. solani	Glucanase	التبغ
	Verticillium	DRRG 49	البسلة
	Corynebacterium sepedonicum	Cecropin B	*H. cecropia*
	E. carotovora	Cecropin B	*H. cecropia*
	Soft rot and Ring rot	Lysozyme	الدجاج
	Streptomyces scabies	Cecropin B	*H. cecropia*
	Soft rot	Glucanase	التبغ
الكوسة	Mildew	Osmotin	التبغ
	Mildew	Chitinase	التبغ
	Mildew	Glucanase	التبغ
التبغ	*Phoma*	Glucanase	البرسيم الحجازى
	Phoma	Chitinase	الأرز
	Rhizoctonia, Thelaviopsis	Chitinase	*S. marcescens*
	Botrytis cinerea	Stilbene synthase	العنب
	Rhizoctonia, Phytophthora	Glucanase	التبغ
الطماطم	Fungal post-harvest	Chitinase	*S. marcescens*
	Crown rut	Chitinase	*S. marcescens*
	Soft rot fungus	Polygalacturonase inhibitor	الكمثرى
	Powdery mildew	Chitinase	*S. marcescens*
	Botrytis	Chitinase	*S. marcescens*
	Alternaria solani	Chitinase	التبغ

جدول (١٦-٣): النباتات المحولة وراثيًا التى أنتجت من مختلف المحاصيل الزراعية لمقاومة الأمراض الفطرية والبكتيرية حتى عام ١٩٩٩ (عن Chawala ٢٠٠٠).

طبيعة المقاومة والمحصول	الجين	المسبب المرضى الذى يقاومه الجين
بروتينات:		
التبغ	Bacterial chitinase from *serratia marcescens*	*Altermaria longipes*
	Bean chitinase gene	*Rhizoctonia solani*
	PR-1-a gene	*Peronospora tabacina, Phytophthora parasitica* var. *nicotianae*
	Chitinase	*Sclerotinia sclerotiorum*
	Chitinase	*Rhizoctania solani*
	Chitinase and 1,3-β glucanase	*Cercospora nicotinae*
الطماطم	Chitinase and 1,3-β glucanase	*Fusarium oxysporum lycopersici*
Brassica napus	Chitinase	*Rhizoctonia solani*
Brassica napus var. oleifera	Chitinase	*Cylindrosporium concentricum; Phoma lingam; Sclerotinia scleratiorum*
الأرز	Chitinase	*Rhizoctonia solani*
الجزر	Chitinase and 1,3-β glucanase	*Alternaria douci, Alternaria radicina, Cercospora carotae, Erysiphe heraclei*
البطاطس	PR5	*Phytophthora infestans*
مضادات ميكروبية بروتينية:		
التبغ	Barley RIP (ribosome inactivating protein)	*Rhizoctonia solani*
الطماطم	Prohevein from *Hevca brassiliensis*	*Trichoderma hamotum*
التبغ	Defensin-Rs AFP_2 from radish	*Alternaria longipes*
التبغ	Barley α thionin geme	*Pseudomonas syringae* pv *tabaci, P. syringae* pv *syringae*
التبغ	Cecropin	*P. syringae* pv *tabaci*
الأرز	Cecropin	Bacterial pathogen
البطاطس	Bacteriohage T-4 lysozyme	*Erwinia carotovora* subsp. *atroseptia*
التبغ	Hen egg white lysozyme (HEWL)	*Botrytis cinerca, Verticillium nlboatrum, Rhizactonia solanum*

تابع جدول (١٦-٣).

طبيعة المقاومة والحصول	الجين	المسبب المرضى الذى يقاومه الجين
التبغ	Lysozyme from human being	*Pseudomonas syringae* pv *tabaci;* *Erysiphe cichoracearum*
البطاطس	H_2O_2 gene for glucose oxidase	*Verticillium dahlea, Phytophthora;* *Erwinia carotovora*
فيتو ألاكسينات:		
التبغ	Stilbene synthase	*Botrytis cinerea*
Brassica napus	Stilbene synthase	--
الأرز	Stilbene synthase	*Pyricularia oryzae*