ويبدو أن إنزيمات الشيتينيز تلعب دورا فى اختراق الفطريات الممرضة لأديم العائل.

وتُفْرز إنزيمات الشيتينيز، والـ β-N-acetylglucosaminidases عندما تنمو الفطريات الممرضة للحشرات: *M. anisopliae*، و *B. bassiana*، و *Verticilium lecanii* على أديم الحشرات

ولا نعرف أى استعمال للإنزيمات الشيتينية النباتية فى مكافحة الحشرات، علما بأن نباتات الحبوب النجيلية تحتوى على مستويات عالية من الإنزيمات الشيتينية (١٥-١٠٠ ميكروجرام/جم)، ومع ذلك فإن الحبوب المخزنة تكون قابلة للإصابة بالحشرات

ولقد أمكن عزل الجين المسئول عن تكوين جين الشيتينيز من الحشرة *M. sexta*، ونقل بطرق الهندسة الوراثية إلى كل من التبغ والطماطم، وعندما ربيت يرقات *Heliothus virescens* على أوراقها لمدة ثلاثة أسابيع كان نموها يقل بمقدار ٨٠٪ عن نمو اليرقات التى ربيت على أوراق نباتات عادية غير معدلة وراثيًّا (عن Kramer وآخرين ١٩٩٧).

الجمع بين الجينات ذات المصادر النباتية والمقارنة بينها

أدى تحويل البطاطس وراثيًا بالجينين المسئولين عن إنتاج مثبط ألفا أميليز القمح wheat α-amylase inhibitor، ولكتين زهرة اللبن الثلجية snowdrop lectin معًا، أو بالجينين المسئولين عن إنتاج شيتينيز الفاصوليا bean chitinase ولكتين زهرة اللبن الثلجية معًا أدى ذلك إلى جعل نباتات البطاطس مقاومة للمن بصورة جوهرية (Gatehouse وآخرون ١٩٩٦)

كما قارن Gatehouse وآخرون (١٩٩٧) تأثير ثلاثة جينات ذات أصول نباتية - هى التى تشفر لكل من: لكتين lectin زهرة اللبن الثلجية snowdrop (وهى *Galanthus nivalis*) أو GNA، وإنزيم شيتينيز chitinase الفاصوليا أو BCH، وإنزيم ألفا أميليز α-amylase القمح أو WAI - قارنها مع تأثير جين اللوبيا المثبط لفعل التربسين trypsin inhibitor (CpTI) على حشرة فراشة الطماطم *Lacanobia oleracea*، حيث قاموا بإنتاج نباتات بطاطس محولة وراثيًا بأى من تلك الجينات منفردة أو فى أزواج.

وجد الباحثون أن جميع النباتات المحولة وراثيًا عبرت عن بروتينات الجينات التى نقلت إليها باستثناء تلك التى حولت وراثيًا بالـ WAI، وكان تركيز البروتينات الخاصة بمختلف الجينات أعلى فى النباتات التى حولت وراثيًا بالجينات المفردة عما فى تلك التى حولت وراثيًا بأزواج من الجينات. وقد أظهرت جميع النباتات التى عُبِّر فيها عن الـ GNA مستوى عاليًا من المقاومة لحشرة فراشة الطماطم، حيث انخفض الضرر بالأوراق عن ٥٠٪، مقارنة بالضرر الذى حدث بنباتات المقارنة. وبالمقارنة .. لم يكن للتعبير عن BCH أى تأثير على تلك الحشرة أما تأثير CpTI فكان مماثلاً لتأثير GNA على بقاء الحشرة وتكاثرها، ولكنه لم يوفر حماية من الضرر الحشرى على النبات.

هذا .. ويعطى جدول (١٥-٥) قائمة بعديد من الجينات ذات الأصل النباتى التى استعملت فى عمليات التحول الوراثى لمقاومة الحشرات.

مصادر أخرى لجينات التحول الوراثى لمقاومة الحشرات

من بين المصادر الأخرى لجينات التحول الوراثى التى استخدمت فى عمليات التحول الوراثى لمقاومة الحشرات بخلاف تلك التى أسلفنا بيانها (النباتات الراقية)، وتلك التى نختم بها هذا الفصل (البكتيريا *Bacillus thuringiensis*)، ما يلى:

١ - البروتين (الإنزيم) cholestrol oxidase:

أظهر البروتين cholestrol oxidase المتحصل عليه من راشح مزارع الـ *Streptomyces* سمية عالية ليرقات الـ boll weevil، ولقد أمكن نقل الجين المسئول عن إنتاج هذا الإنزيم إلى التبغ.

٢ - الجين ipt:

إن الجين ipt هو المسئول عن إنتاج الإنزيم isopentenyl transferase - الذى يوجد فى البكتيريا *Agrobacterium tumefacines*، والذى يعد إنزيمًا رئيسيًّا فى مسار تمثيل السيتوكينين. ولقد أدى تحويل التبغ والطماطم وراثيًّا بهذا الجين إلى ضعف تغذية يرقات الـ tobacco hornworm على أوراقهما، وكذلك ضعف معيشة وبقاء من الخوخ الأخضر *Myzus persicae* عليهما.