موزايك التبغ يمكنها إصابة أكثر من ٢٠٠ نوع نباتى، بما فى ذلك معظم الباذنجانيات، فإنه يتبين مدى أهمية تحويل النباتات وراثيًا بهذا الجين. كانت البداية بتحويل طماطم قابلة للإصابة بفيرس موزايك التبغ بالجين N، مما أدى إلى إكسابها صفة المقاومة

ومن بين الحالات القليلة التى دُرست فيها تلك الجينات على المستوى الجزيئى وجرت محاولات للاستفادة منها جين المقاومة Rx فى البطاطس، الذى يضفى حالة المقاومة القصوى extreme resistance – وهى حالة تقترب من المناعة immunity – ضد فيرس إكس البطاطس، حيث يُوقف الجين – تماما – تكاثر الفيرس

تبدأ تفاعلات حالة المقاومة القصوى عندما يبدأ البروتين المسئول عن إنتاجه الجين Rx التعرف على موقع معين من الغلاف البروتينى للفيرس، حيث يتوقف تكاثر الفيرس وما أن يُستَحث الجين على إظهار نشاطه فى المقاومة فإن تلك المقاومة تكون فعالة – بذات الدرجة – فى تثبيط تكاثر فيروسات أخرى لا علاقة تربطها بفيرس إكس البطاطس ولقد كللت بنجاح محاولات التحويل الوراثى لكل من البطاطس، و *N benthamiana*، و *N tobacum*، وكانت النباتات التى حولت وراثيًا تامة المقاومة (عن Kavanagh & Spillance ١٩٩٥، و Walsh ٢٠٠٠)

التحول الوراثى بجينات نباتية المصدر تشفر لبروتينات مضادة للفيروسات

توجد فئة من البولى ببتيدات تعرف باسم مضادات الفيروسات، أو البروتينات المثبطة للريبوسومات ribosome-inactivating proteins، وأمكن التعرف عليها فى عدد من الأنواع النباتية، منها حنيشة عنب الذئب أو عنب الثعلب pockeweed (وهى *Phytolacca americana*)، التى أمكن التعرف فيها على ثلاثة أنواع من البروتينات المضادة للفيروسات pockweed antiviral proteins (اختصارا PAPs)، هى PAP ويوجد فى الأوراق الربيعية، و PAPII ويوجد فى الأوراق الصيفية، و PAPS ويوجد فى البذور، ويرجع دورهم فى تثبيط الريبوسومات إلى قدرتهم على تحوير الرنا الريبوسومى، ومن ثم إحداث تعرض مع ترجمة شفرة البولى ببتيدة وقد أوضحت الدراسات أن النشاط المضاد للفيروسات لتلك البروتينات يحدث نتيجة لدخولها فى الـ cytosol (من

الحجيرات التى تكون محجوزة فيها؛ فيما يعرف باسم compartmentalization) حيث تعمل على تثبيط ريبوسومات العائل.

وقد أوضحت الدراسات – كذلك – أن عدوى النباتات بثلاثة فيروسات مختلفة – فى آن واحد – هى فيرس إكس البطاطس، وفيرس واى البطاطس، وفيرس موزايك الخيار – أن الـ PAP تسبب فى مقاومة النباتات للعدوى الميكانيكية بكل من فيرس إكس البطاطس وفيرس واى البطاطس، وأن مستوى المقاومة ارتبط إيجابيًا بمستوى الـ PAP فى السلالات المحولة وراثيًا، وأن السلالات التى احتوت على مستوى عالٍ من الـ PAP كانت مقاومة – كذلك – لفيرس موزايك الخيار (عن Kavanagh & Spillane ١٩٩٥).

ومن الأمثلة الأخرى لحالات التحول الوراثى لمقاومة الفيروسات، والتى استخدمت فيها جينات نباتية مضادة للفيروسات، ما يلى:

١ – الجين ribonuclease الذى حُصل عليه من الخميرة واستعمل فى تحويل البطاطس وراثيًا، حيث جعلها مقاومة لفيرويد الدرنة المغزلية spindle tuber viroid.

٢ – الجين β-1,3-glucanase الذى استعمل فى التحويل الوراثى لعديد من النباتات، حيث جعلها مقاومة لعديد من الفيروسات (عن Bent & Yu ١٩٩٩).

التحول الوراثى بجينات من الثدييات

جينات تكوين الأجسام المضادة

إن جهاز المناعة الذى تتميز به الثدييات يوفر لها مراقبة فعالة ضد المسببات المرضية التى قد تهاجمها، بإكسابها القدرة على إنتاج أعداد كبيرة من الأجسام المضادة antibodies الخاصة بأنتيجينات معينة. ولقد توجه تفكير الباحثين إلى أن تحويل النباتات وراثيًا بالجينات المسئولة عن تكوين تلك الأجسام المضادة ربما يفيد فى حمايتها من مختلف الإصابات المرضية.

ولقد كانت المحاولات الأولى للتعبير عن الـ monoclonal antibodies (اختصارًا: mAbs) فى النباتات واستمرار بقاء مستوى عالٍ من النشاط الرابط binding activity