النباتات المحولة وراثيًّا، وهو يعد اختبارًا يمكن الاعتماد عليه فى تحديد درجة التعبير الجينى للجين المنقول، حيث يكون من السهل تقدير مستوى التعبير الجينى بحساب كمية البروتين التى ينتجها الجين المنقول كنسبة من البروتين الذائب الكلى بالنبات.

٦ – تحليل النسل Progeny Analysis:

يمكن التعرف على وراثة الجين المنقول بسهولة بتلقيحه مع نبات لم يحول وراثيًّا ودراسة الانعزالات فى الأجيال الانعزالية وكذلك فى عشائر التلقيحات الرجعية (Chahal & Gosal ٢٠٠٢).

الخصائص التى تختلف فيها النباتات المحولة وراثيًّا عن غيرها

إن أهم مما تتميز به النباتات المحولة وراثيًّا من خصائص تختلف بها عن سواها، ما يلى:

١ – المقاومة للمضادات الحيوية:

تعتمد معظم طرق التحول الوراثى على إدماج جين انتخابى معلم ضمن الـ gene construct المستعمل فى نقل الجين المرغوب فيه. ولعل أكثر الجينات المعلمة استعمالاً الجين neomycin phosphotransferase (اختصارًا: nptII)، الذى يكسب الخلايا الحاملة له مقاومة للمضاد الحيوى كاناميسين kanamycin. ويعد الجين الانتخابى المعلم ضروريًّا لأن نسبة ضئيلة فقط من الخلايا التى تخضع لإجراءات التحول الوراثى هى التى تصبح محولة. ويكسب الانتخاب على بيئة زراعة تحتوى على الكاناميسين ميزة انتخابية لتلك الخلايا التى حدث فيها التحول الوراثى بالـ gene construct، والتى تكون – بالتالى – مقاومة للكاناميسين.

يستمر جين المقاومة للكاناميسين فى التعبير عن ذاته فى النباتات المحولة وراثيًّا، ويظل متواجدًا فى أى صنف يتم تطويره منها. ويتوفر حاليًا عديد من الأدلة على أن تواجد جين المقاومة للكاناميسين فى المحاصيل المحولة وراثيًّا لا يحمل معه أية مخاطر على صحة الإنسان أو البيئة. وعلى الرغم من ذلك، فقد حاول العلماء التخلص من هذا الجين بطرق متنوعة، منها إجراء تحويلان وراثيان فى آن واحد باستعمال اثنان من

الـ gene constructs يضم أحداهما الجين الانتخابى المعلم، ثم التخلص منه بعد ذلك بالتلقيح الرجعى للنباتات المحولة وراثيًا، حيث يمكن الحصول على انعزالات تخلو من الـ gene construct المحتوى على الجين المعلم الانتخابى.

٢ – تباين عدد نسخ الجين المنقول ومواضعها فى جينوم النبات:

تتباين أعداد نسخ الجينات المنقولة فى النباتات المحولة وراثيًا فى جميع تقنيات الهندسة الوراثية فعلى الرغم من شيوع وجود نسخة واحدة من الدنا المنقول فى النباتات المحولة وراثيًا، إلاّ أن وجود أكثر من نسخة من الجين يعد أمرًا عاديًا، ويبلغ المتوسط ثلاثة نسخ، إلاّ أن العدد قد يصل إلى ٢٠ أو ٥٠ نسخة فى بعض النباتات

أما المواقع التى تستقر فيها نسخ الجين المنقول فى الهيئة الكروموسومية للنبات المحول وراثيًا فيبدو أنها تكون عشوائية تمامًا، وفى أى كروموسوم، وفى أى موقع من أى منها

٣ – تباين التعبير عن الصفات (الجينات) المنقولة وتباين مدى ثباتها

يمكن أن يختلف مدى التعبير عن الصفات (أى الجينات) المنقولة من نبات محول وراثيًا لآخر ولقد وجدت أحيانًا علاقة إيجابية بين مدى هذا التعبير وعدد نسخ الجين المنقول التى حدث لها دمج فى الهيئة الكروموسومية للنباتات المحولة وراثيًا، لكن تلك العلاقة لم تظهر فى دراسات أخرى

كما وجد أحيانًا أن التعبير عن الصفات المنقولة لم يكن ثابتًا، حيث انخفض تدريجيًا

وجدت كذلك أدلة على حدوث تفاعلات بين الجينات المختلفة المنقولة، حيث يمكن لتتابعات الدنا فى أحد الـ constructs أن تتعارض مع تعبير جينات فى constructs أخرى ولقد أظهر التحليل الجزيئى للـ promoters الخاصة بالجينات المنقولة التى قلّ فعلها أو توقف . أظهر غالبًا حدوث methylation للسيتوزين (عن Dale وآخرين ١٩٩٣).

هذا .. ولا يشترط أبدًا أن يعطى خيط الدنا الواحد – المنقول بطرق الهندسة الوراثية – شكلاً مظهريًا واحدًا فى كل مرة ينقل فيها، حتى ولو كان نقله إلى نفس النوع النباتى، حيث يلاحظ تواجد درجة عالية من التباين المظهرى بين حالات التحول الوراثى المختلفة التى تتضمن نفس الجين. وأحيانًا تُظهر الأفراد المحولة وراثيًا تأثيرًا مظهريًا للجين المنقول فى أول الأمر، إلاّ ن هذا التأثير قد يختفى فى مراحل النمو اللاحقة، أو فى الأجيال التالية لجيل التحول.

وقد أرجعت التباينات المظهرية فى النباتات المحولة وراثيًا إلى الأسباب التالية:

أ – حدوث طفرات فى الدنا المنقول أثناء عملية النقل ذاتها، مثل حالات النقص وإعادة الترتيب فى الدنا.

ب – وجود تباين فى عدد نسخ الجين المنقول (transgene copy number)، علمًا بأن التعبير الجينى غالبًا ما ينخفض بزيادة عدد النسخ المنقولة من الجين، إلى درجة احتمال حدوث وقف كامل لفعل الجين.

جـ – حدوث تفاعلات بين جينية.

د – حدوث تباينات مزارع.

هـ – حدوث تأثير موضعى position effect كروموسومى (عن Albert & Ow ١٩٩٨).

إن الوسيلة العملية لتجنب المشاكل الخاصة بالتباينات بين النباتات المحولة وراثيًا وعدم ثباتها الوراثى، وتباينات مزارع الأنسجة (التى تظهر غالبًا بسبب حتمية اللجوء إلى مزارع الأنسجة لإجراء بروتوكولات الهندسة الوراثية) .. تكون بإنتاج أعداد كبيرة من النباتات المحولة وراثيًا (يزيد عن المائة)، وانتخاب تلك التى تكون بشكل مظهرى مرغوب فيه. وباستثناء النباتات الخضرية التكاثر فإنه يكون عادة من المفضل التعرف على تراكيب وراثية حدث بها دمج واحد فقط للـ gene construct (أى تكون قد تلقت نسخة واحدة من الجين المنقول)؛ لكى تكون وراثتها بسيطة ويمكن التنبؤ بانعزالاتها فى الأجيال الانعزالية التالية (عن Dale وآخرين ١٩٩٣).