الفصل العاشر

مقدمات فى الهندسة الوراثية

تمهيد

تُعَرَّف النباتات المحولة وراثيًّا transgenic plants بأنها تلك التى تحمل جينات غريبة نقلت إليها – عادة – من كائنات لا تمت لها بصلة قرابة. تعرف العملية الكاملة التى تتضمن عملية إدخال الجين، ودمجه فى جينوم الكائن، والتعبير عنه فى ذلك الكائن العائل له باسم التحول الوراثى genetic transformation. وبالاعتماد على كل من تقنيات الدنا وطرق نقل الجينات، وتقنيات مزارع الأنسجة .. أمكن إنتاج النباتات المحولة وراثيًّا بكفاءة فى أعداد كبيرة من المحاصيل الزراعية.

ولقد برزت تلك التقنية كأداة جديدة لإنجاز ما أصبح يعرف بالتربية للجين الواحد single gene breeding، أو التربية بالتحول الوراثى transgenic breeding. وعلى خلاف التربية الكلاسيكية، فإن الجين المرغوب فيه ينقل منفردًا، ومجردًا من أى جينات أخرى – مرغوبًا أو غير مرغوب فيها – قد تكون مرتبطة به. وبذا .. فإن الصنف المحول وراثيًّا – والذى يفترض أن يكون جيدًا – لا يحتاج إلى أى تلقيحات رجعية (عن Chahal & Gosal ٢٠٠٢).

وتاريخيًّا .. حُصل على أول نبات محول وراثيًّا – وكان قادرًا على نقل الجين المنقول إليه مندليًّا – فى عام ١٩٨١. وفى عام ١٩٩٤ سمحت وزارة الزراعة الأمريكية بالإنتاج التجارى لأول صنف محصولى حُوِّلَ وراثيًّا، وهو صنف جديد من القطن عُدِّلَ وراثيًّا ليكون مقاومًا لمبيد الحشائش bromoxynil. ويعد ذلك بقليل أعطى التصريح بإنتاج أول صنف لمحصول غذائى محول وراثيًّا، وهو صنف الطماطم Flavr-Savr الذى تميز ببطء نضج ثماره (عن Owens ١٩٩٥).

وعلى الرغم من أن الغالبية العظمى لحالات التحول الوراثى التى أجريت على النباتات حتى الآن كانت باستعمال جين واحد أو جينين، فإنه أمكن فى حالات قليلة جدًا إجراء تحويل وراثى بعدد كبير من الجينات فى آن واحد. ومن أمثلة ذلك تحويل فول الصويا وراثيًا بـ ١٢ جينًا بطريقة القذف الدقيق، والحصول على نباتات أرز خصبة تحمل ١٣ جينًا نقلت إليها بتحويلات وراثية مستقلة (عن Bhat ٢٠٠٠)

وتتطلب الاستفادة من تقنيات الصندسة الوراثية فى الإنتاج التجارى للأصناف النباتية المحسنة وراثيًا، ما يلى:

١ – عزل الجين المعنى وإكثاره.

٢ – إجراء عملية التحول الوراثى والتأكد من تعبير الجين عن ذاته فى النوع المعنى بالتحويل.

٣ – إجراء الاختبارات الحقلية

٤ - تطوير صنف محسن يناسب الزراعة التجارية ويحتوى على الجين المنقول

٥ - توصيف الصنف وإجراء كافة الاختبارات اللازمة لتسجيله

٦ – قبول الصنف الجديد من جمهور المستهلكين

٧ تسويق الصنف الجديد (Horsch ١٩٩٣)

هذا ومن المعروف أن تركيب الجينات ونشاطها على المستوى الجزيئى لا يتحدد فقط بشفرته الوراثية، وإنما – كذلك – بتتابعات أخرى بالدنا تحدد الجزء من النبات الذى يحدث فيه التعبير الجينى ووقت حدوث ذلك التعبير. ومعدل حدوثه، وهى التعليمات الوراثية التى تتحدد بما يعرف باسم الـ promoter region للجين، والتى تتضمن التتابعات المحفزة enhancer sequences التى تُملى أى الأنسجة، وأى مراحل التكوين التى يحدث فيها - وعندها – التعبير الجينى.

إن الـ promoters الخاصة بالجينات المنقولة من مصادر غير نباتية لا يعبر عنها – غالبا – بصورة مرضية فى النباتات، مما يستلزم عزل promoters مناسبة لذلك ويتيسر حاليًا مجموعة من الـ promoters التى يقود بعضها إلى زيادة فى تعبير الجين وهو فى موقعه الجديد فى النبات المحول وراثيًا.

وحتى بعد التحول الوراثى الناجح، فإن الخلايا أو النباتات الناتجة يجب أن تقيم لأجل تحديد النباتات المحولة وراثيًا وتمييزها عن تلك التى لم يحدث بها تغيير. ولذا يجب إيجاد علاقة بين الجين المنقول وجين آخر تسهل ملاحظته، وهو الذى يعرف باسم reporter gene

وتعرف حزمة الجينات التى تشمل الجين المنقول - والذى يعرف باسم structural gene - والـ promoter gene، والـ reporter gene باسم gene construct.

وبالإضافة إلى التحويل الوراثى للأنواع النباتية المزروعة، فإن الهندسة الوراثية أصبحت تستخدم - على نطاق واسع - لأجل إنتاج مركبات كيميائية معينة يمكن أن تستعمل فى مجالات عدة عن طريق التحويل الوراثى للكائنات الدقيقة التى تُنمىّ على نطاق واسع لأجل إنتاج تلك المركبات، وهو ما أصبح يعرف باسم molecular pharming، أى الزراعة الجزيئية لأجل إنتاج المركبات الصيدلانية (عن Chahal & Gosal ٢٠٠٢).

ونقدم - فيما يلى - عرضًا لأبرز الإنجازات التى أسهمت فى تطور الهندسة الوراثية فى مجال الإنتاج النباتى:

السنة	الموضوع
١٩٨٠	أول نقل للدنا البكتيرى من *Agrobacterium tumefaciens* إلى النبات
١٩٨٣	توفر الـ selective markers
	تجريد الـ Ti plasmid من قدرته على إحداث النمو السرطانى
	أول تحويل وراثى باستعمال البروتوبلاست النباتى
١٩٨٥	هندسة نباتات مقاومة لمبيدات الحشائش
١٩٨٦	هندسة نباتات مقاومة للفيروسات
	أول تقييم حقلى لنباتات محولة وراثيًا
١٩٨٧	هندسة نباتات مقاومة للحشرات
	التحويل الوراثى بالقذف الدفعى الدقيق
١٩٨٨	التحكم فى نضج ثمار الطماطم بطريق الهندسة الوراثية
١٩٨٩	إنتاج أجسام مضادة فى النباتات بطريق الهندسة الوراثية
١٩٩٠	إحداث العقم الذكرى النباتى بطريق الهندسة الوراثية
١٩٩١	هندسة نباتات بمحتوى كربوهيدراتى معدل

السنة	الموضوع
١٩٩٢	هندسة نباتات بمحتوى معدل من الأحماض الدهنية
	تحويل القمح وراثيًا بطريق القذف الدقيق
	إنتاج نباتات محولة وراثيًا قادرة على إنتاج بلاستيك يمكن أن يتحلل بيولوجيًا
١٩٩٤	إنتاج أول محصول غذائي معدل وراثيًا (صنف الطماطم FlavrSavr)
١٩٩٨	نقل أكثر من ١٠ جينات – كل على انفراد – إلى نبات واحد
	اعتماد أكثر من ٤٨ صنف محول وراثيًا على المستوى العالمي
	إنتاج أرز محول وراثيًا أعلى في قيمته الغذائية
	زراعة أكثر من ٤٠ مليون هكتار (>٩٥ مليون فدان) – على المستوى العالمي – بالمحاصيل المعدله وراثيًا
١٩٩٩	إجراء أكثر من ٩٠٠٠ تجربة تقييم حقلية على المحاصيل المعدلة وراثيًا

هذا وللتفاصيل المتعلقة بالمراجع الخاصة بتلك الإنجازات . يراجع Kempken (٢٠٠١)، كما أننا سنتطرق إلى تفاصيل جميع تلك الأحداث – وغيرها – في الفصول التالية من هذا الكتاب.

المفهوم العام للهندسة الوراثية

نقدم – فيما يلي – (نقلاً عن Nicholl ١٩٩٤) موجزًا للمفهوم العام للهندسة الوراثية في صورة ثلاثة أشكال تخطيطية، يوضح الأول (شكل ١٠–١) عرضًا لماهية الهندسة الوراثية، والثاني (شكل ١٠–٢) عرضًا لماهية المادة الوراثية التي تُخضع لتقنيات الهندسة الوراثية، والثالث (شكل ١٠–٣) عرضًا لمختلف تطبيقات الهندسة الوراثية

هذا ويلخص شكل (١٠–٤) خطوات استعمال الهندسة الوراثية في تحويل النباتات وراثيًا بجينات غريبة عنها (عن Hopkins ١٩٩٥).