الفصل الثالث

الهندسة الوراثية فى عالم النبات وأغذية فرانكين

س: ما معنى الهندسة الوراثية؟

جـ: الهندسة الوراثية تعنى تغييرًا فى المحتوى الجينى للكائن الحى بالحذف أو الإضافة أو التعديل بهدف إكساب الكائن الحى صفة جديدة أو بهدف التخلص من إحدى صفاته، ويتم ذلك بإدخال أو تعديل أو استئصال جين أو أكثر.

س: هل الهندسة الوراثية تقنية عالية المستوى؟

جـ: نعم، فهى تقتضى قبل تنفيذها التعرف على جينات الكائن الحى موضوع البحث والتعرف على الأسلوب الأمثل للتعامل مع الجين موضوع الهندسة الوراثية وكيفية عمله.

س: وهل يمكن تطبيق الهندسة الوراثية على الكائنات الدقيقة؟

جـ: لقد تم ذلك بالفعل منذ سنوات طويلة، ولعل أشهر مثال لذلك هو إدخال الجين الخاص بإنتاج الإنسولين البشرى إلى البكتيريا ثم تحفيزها لإنتاج هرمون الإنسولين البشرى الذى يحتاج إليه الملايين من المصابين بمرض السكر بدلا من استخدام الإنسولين البقرى الذى يسبب حساسية لبعض الأفراد نظرًا لعدم مماثلته الإنسولين البشرى. وقد جرب الإنسولين الناتج عن هندسة وراثية للبكتيريا على متطوعين لأول مرة فى عام ١٩٨٠ فى مستشفى جَايً Guy's hospital فى لندن. وفى عام ١٩٨٦ منحت شركة Eli Lilly الموافقة على تسويق الإنسولين البشرى المنتج عن طريق البكتيريا تحت اسم Humulin.

وفى مثال آخر، هناك آمال فى استخدام البكتيريا معدلة الجينات فى إزالة البقع البترولية التى تلوث البحار نتيجة إلقاء مخلفات السفن وأيضا نتيجة الحوادث التى قد تتعرض لها هذه السفن.

وتفصيل الأمر أن كلاً من سلالات بكتيريا *Pseudomonas pulida* تحتوى على بلازميد ينتج إنزيمات يمكنها تحليل مجموعة من المكونات الكيميائية للبترول. وقد أطلق على كل بلازميد اسما مشتقا من المكونات التى يحللها. فمثلا البلازميد OCT يمكنه تكسير المركبات octane, hexane, decane ، والبلازميد XYL يكسر كلاً من Xylene, Toluene – والبلازميد CAM يمكنه تحليل مركب Camphor. والبلازميد NAH يقوم بتكسير مركب Naphthalene. وقد أمكن الحصول على سلالة من هذه البكتيريا تحتوى على البلازميدات NAH,XYL وكذلك بلازميد خليط يحتوى على CAM & OCT. وعلى ذلك يمكن لهذه السلالة – بما تقوم بتخليقه من إنزيمات – تكسير مكونات البترول الخام، وبذا يمكن استخدامها فى التخلص من البقع البترولية التى تلوث البحار . ولكن يخشى فى الوقت نفسه من وصول هذه السلالة إلى خزانات البترول فتسبب خسارة فادحة. وقد ابتكرت هذه التقنية مؤسسة Ananda Chakrabarty of General Electric.

- وأذكر هنا مثالا ثالثا لهندسة البكتيريا وراثيا. فبهدف تقليل الجهد والوقت والمال عند جز صوف الأغنام، عمد العلماء إلى فصل جين من خلايا الأغنام يعرف باسم sheep epidermal growth factor (EGF) وتحميله على البكتيريا للحصول على كميات كبيرة من الهرمون الذى يضعف بصيلات الشعر.

وتعتمد هذه الطريقة على حقن الأغنام بالهرمون قبل الميعاد المطلوب لجمع الصوف بحوالى أسبوع، حيث يتساقط الصوف تلقائيا من على جلد الشياه بعد أسبوع من الحقن مما يسهل جمعه داخل لفافة يغطى بها جسم الشاه! وقد لقيت هذه التقنية اهتماما كبيرًا فى أستراليا حيث تربى الأغنام بأعداد مهولة وتكوِّن جزءًا أساسيا من الناتج القومى.

س: ولكن كيف يمكن ربط المادة الوراثية من مصدرين مختلفين؟

جـ: يرجع الفضل فى تحقيق ذلك إلى العالم الأمريكى سميث Hamilton Smith الذى فصل إنزيمًا من أحد أنواع البكتيريا يمكنه قطع المادة الوراثية من المصادر المختلفة عند التتابع نفسه من النيوكليوتيدات، مما يحقق إمكانية ربط مادتين وراثيتين من مصدرين مختلفين معًا.

وقد منح سميث جائزة نوبل عام ١٩٧٨ تقديرًا لذلك. وقد تم بعد ذلك فصل العديد من الإنزيمات التى لها الخاصية نفسها.

س: إلى أى مدى وصل تطبيق تقنية الهندسة الوراثية فى عالم النبات؟

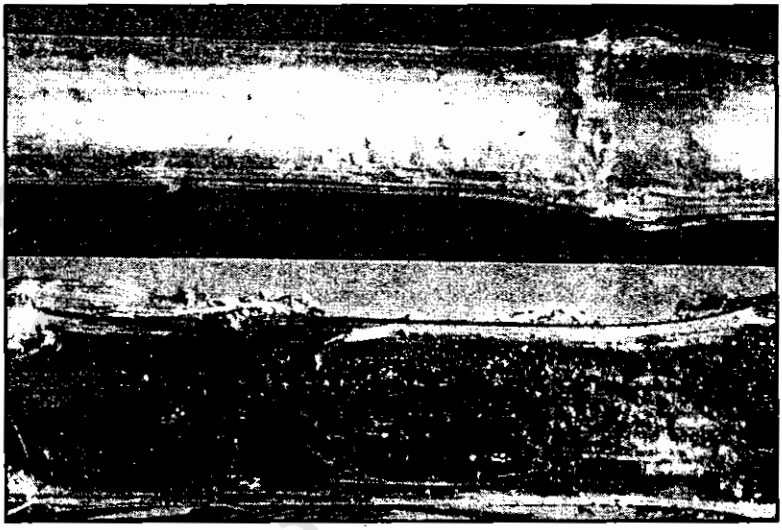
جـ: لقد تم تعديل جينات عدد من النباتات سواء على مستوى البحوث فى المعامل أم على مستوى المحاصيل فى الحقل. وقد قدرت المساحة المزروعة بمحاصيل معدلة الجينات فى عام ٢٠٠٢ بأكثر من ٥٨ مليار هيكتار فى مختلف بقاع العالم، وتشمل مناطق فى الولايات المتحدة الأمريكية (٣٩ مليون هيكتار)، والأرجنتين (١٣,٥ مليون هيكتار) وكندا (٣,٥ مليون هيكتار) والصين (٢,١ مليون هيكتار) وأستراليا والمكسيك وأسبانيا وفرنسا وبريطانيا والهند ورومانيا وأرجواى وجنوب أفريقيا.

س: وما هى الأمثلة التى طبق فيها بنجاح تعديل جينات المحاصيل؟

جـ: فيما يلى أمثلة لنباتات تمت هندستها وراثيا لتحقيق زيادة المحاصيل:

- إنتاج نبات ذرة يحمل سما للحشرات التى تقتات عليه مما يؤدى إلى حماية النبات نفسه بنفسه دون الحاجة إلى رش المبيدات.

والفكرة تعتمد على نقل جين من بكتيريا تعرف باسم *Bacillus thuringiensis* (*Bt*) المسئول عن إنتاج بروتين معين ذى سمية عالية للآفات. ويطلق على نبات الذرة المعدل اسم *Bt*-corn. (شكل ١٣).



(شكل ١٣): الصورة السفلى لساق نبات ذرة مصاب بدودة طفيلية European corn porer. الصورة العليا لساق نبات معدل جينيا *Bt*-corn لا تستطيع هذه الدودة الطفيلية إصابته.

- تم إنتاج نبات ذرة لديه مقاومة ضد المبيدات المستخدمة للقضاء على الحشائش الضارة بالنباتات بحيث لا تضر هذه المبيدات نبات الذرة ولكنها فى الوقت نفسه تقضى على الحشائش. ومن المبيدات المقصودة فى هذا الصدد المبيدين جليفوسيت glyphosate، جلوفوسنيت glufosinate.
- تم أيضا إنتاج نبات قطن معدل الجينات يحمى نفسه بنفسه عد طريق نقل جين من بكتيريا *Bacillus thuringiensis* إليه، وسمى القطن الناتج *Bt*-cotton. كذلك تمت هندسة وراثية لنباتات الكانولا Canola والقرع Squash.

س: ما هى تجارب العلماء الأخرى فى مجال الهندسة الوراثية للنباتات وماذا كان الهدف فى كل تجربة؟

جـ: من تجارب العلماء فى هذا الصدد ما يلى:

- استطاع العلماء إنتاج أرز ذهبى اللون عن طريق الهندسة الوراثية والذى تتوفر فيه مادة بيتاكاروتين، والعمل على زيادة قدرة النبات على امتصاص عنصر الحديد من التربة، ومن المعروف أن مادة (بيتا كاروتين) يحولها الجسم إلى فيتامين (أ)، وهكذا فإن الأرز المعدل جينيا يضمن وجبة غذائية جيدة العناصر تحمى من أمراض سوء التغذية.
- إنتاج طماطم لا يتجمد عصيرها تحت تأثير برودة الطقس، فلا تنفجر وتتلف، وذلك بنقل جين معين من نوع من الأسماك المفلطحة يعيش فى البحار المتجمدة فى شمال القارة الأمريكية دون أن تتجمد.
- نقل جين من البندق البرازيلى يحقق توفر الحمض الأمينى (مثيونين) إلى بذور فول الصويا الفقير فى هذا الحمض الأمينى الضرورى لجسم الإنسان.
- إنتاج نباتات تبقى على أرفف محلات البيع لأطول مدة ممكنة دون تلف، مثال ذلك الحصول على طماطم مقاومة (للفعص) عن طريق تثبيط إنزيم (بولى جالاكتويورونين) بها والذى يسبب تكسر جدر الخلايا.
- إنتاج محاصيل ذات مذاق أكثر قبولا لدى المستهلك.
- إنتاج محاصيل تتحمل الانخفاض المفاجئ لدرجة حرارة الجو الذى تحدثه العواصف الثلجية – ويهدف ذلك إلى حماية محاصيل زراعية تقدر قيمتها بملايين الدولارات وتتلف كل عام.
- إنتاج نباتات يمكن زراعتها باستخدام مياه على درجة عالية من الملوحة، وذلك لمواجهة النقص فى توفر المياه العذبة اللازمة للرى، وذلك على عكس توفر المياه المالحة فى البحار، ولا شك أن ذلك لو تحقق فإنه سيوفر زيادة كبيرة فى حجم الإنتاج الزراعى مما يوفر الغذاء للملايين على سطح الأرض. وفى الاتجاه نفسه يسعى العلماء إلى إنتاج محاصيل أقل احتياجا للماء ومقاومة لظروف الجفاف.

- تم تحسين خصائص زيت (الكانولا) "Canola oil" الذى يستخلص من بذور نبات الكانولا وذلك عن طريق إدخال جين إليه من «أشجار لوريل خليج كاليفورنيا» خاص بإنزيم ثيو إستيريز thioesterase والمسئول عن تخليق حمض اللوريك lauric acid، وبدأت زراعة النبات المعدل laurate canola فى عام ١٩٩٥.
- تم استئصال الجين المسئول عن إنتاج الإنزيم الذى يؤدى إلى اكتساب درنة البطاطس اللون البنى بعد تقشيرها.
- تم تعديل جينات نبات القرع الأصفر yellow squash ليصبح مقاوما ضد الإصابة بطرازين من الفيروسات، ويعرف النبات الجديد باسم Freedom 2.
- تم تحميل بعض النباتات المأكولة بأنتيجنات تعمل كمحفزات مناعية لإنتاج الأجسام المضادة، أى إن النباتات المعدلة تعمل على تحفيز الجسم ضد بعض الأمراض فيما عرف باسم (المناعة المأكولة) Edible immunity أو (الطعوم النباتية) "veggie vaccines". وفى البداية حُمِّلَت جينات من بكتيريا إشيرشياكولاى على البطاطس، ولكن وجد أن طهى البطاطس يقلل من فاعلية الطُعم، وأن عدم طهيها يؤدى إلى العزوف عن أكلها. والاتجاه الآن نحو استخدام الطماطم لهذا الغرض لقصر مدة زراعتها وللخبرة الطويلة للعلماء بها. كما أن الاتجاه الأكبر الآن هو تحميل الطعوم على الموز لعدة أسباب منها أنه يزرع بوفرة فى بلاد الجنوب التى تحتاج لهذه الطعوم وأنه يؤكل بلا طهى، وأنه مفضل لدى الأطفال الذين هم الهدف من استخدام الطعوم. وبصفة عامة فإن استخدام الهندسة الوراثية فى تحميل الطعوم على النباتات يوفر عبء حفظ الطعوم التقليدية فى الثلاجات، وكذا يجنب متلقى الطعوم آلام الحقن أو الحقن الملوثة أو استخدام الحقن التى سبق استعمالها.

س: ما هو موقف الدول والشعوب تجاه إنتاج واستهلاك نباتات معدلة الجينات؟

جـ: تعتبر الولايات المتحدة هى أكثر دول العالم إنتاجا وحماسا لهذه المحاصيل، وقد تولّى عدد من الشركات الضخمة إنتاج المحاصيل المعدلة منها شركات

مونسانتو Monsanto – نوفارتس Novartis – كالجين Calgene – سيبا Ciba – إرج إيفو Erg Evo. وكما سبق القول فإن عددًا من الدول – على المستوى الحكومى الرسمى – تقوم بزراعة هذه المحاصيل المعدلة. ويمكن القول: إن هناك تباينًا فى استجابة الدول نحو التعامل مع المحاصيل معدلة الجينات حتى فى المناطق المعروفة بتحضرها كما هى الحال فى القارة الأوروبية، فهناك بعض الآراء التى تقول بأن هذه المحاصيل تصيب بالضرر صحة من يتناولونها، كما يقولون بأن هذه النباتات تضر بالبيئة أيضا. وحتى فى البلد الواحد نجد من يرحب بتناولها كما نجد من يعتبرها الشر الأكيد. فها هو ذا (تونى بلير) رئيس الوزراء البريطانى يقول: إنه يأكلها ويطعمها لضيوفه، بينما الأمير تشارلس ولى العهد ينشر مقالات فى الصحف ضد تناول هذه المحاصيل. وفى فرنسا كانت حكومة (آلان جوبيه) قد سمحت بتناول الذرة المعدلة جينيا والمستوردة من أمريكا وكندا كغذاء ولكنها لا تسمح بزراعتها فى فرنسا. وفى سبتمبر ١٩٩٩ قامت مجموعة من الفرنسيين بشغب أمام محلات ماكدونالد الأمريكية فى فرنسا بسبب عرضها أغذية معدلة الجينات. وفى ألمانيا نجد الحذر الكامل ضد هذه المحاصيل. وفى بريطانيا قامت جماعة السلام الأخضر بأخذ أربعة أطنان من فول الصويا المعدلة وألقوا بها مع النفايات وذلك فى فبراير ١٩٩٩ أمام مقر رئيس الوزراء فى ١٠ داوننج ستريت تعبيرًا عن رفضهم لتسويق هذه المحاصيل. ويخبرنا عدد ٢٧ يناير من مجلة نيوزويك الأمريكية عن أن الهند قد تحفظت على شحنات غذائية مقدمة كمساعدة من الولايات المتحدة تشمل ذرة وفول صويا معدلين وراثيا، وعن أن زامبيا رفضت منحة قدرها ١٨,٠٠٠ طن من الذرة المعدلة على رغم أن على أرضها ٣ ملايين مواطن على حافة المجاعة، وقد عقب الرئيس الزامبى على ذلك قائلا: (إننى أفضل الموت على أن آكل شيئًا ساما).

س: ولماذا يعتقد البعض بأن النباتات معدلة الجينات ضارة بالصحة وبالبيئة؟

جـ: يقول بعض المعارضين: إن للمحاصيل معدلة الجينات أضرارًا أكيدة على صحة من يتناولها، ولكن هذه الأضرار تحتاج بعض الوقت حتى تظهر جليا،

ويشبهون ذلك بالموقف بالنسبة لمبيد د.د.ت. الذى كان ينظر إليه بالترحيب فى السنوات الأولى لاستخدامه ضد الآفات ثم اتضح بعد ذلك مدى الأضرار الصحية التى يحدثها فأوقف استعماله.

ويتخوف البعض من أن السموم التى تحملها المحاصيل المعدلة بغرض قتل الآفات إنما تحمل أيضا الأضرار لمن يتناولها من البشر.

وفى دراسة أجريت على الجرذان أشار الباحث الذى قام بها إلى إصابة الحيوانات التى اغتذت على بطاطس معدلة الجينات بأضرار لجهازها المناعى كما تأثر معدل نمو هذه الحيوانات. كما دلت دراسة علمية أخرى على أن نبات الذرة المعدل *Bt*-corn تطلق جذوره بعض المركبات السامة إلى التربة الزراعية. كما يقول البعض بأن نبات الذرة الذى يحمل حماية ضد مبيدات الحشائش سيجعل الإنسان يستخدم المبيدات بكثرة دون تحرز، كما أن هناك خوفًا من أن جينات الحماية التى أدخلت على نبات الذرة تنتقل بواسطة حبوب اللقاح إلى الحشائش الضارة فتصبح بدورها مقاومة للمبيدات مما يضر بالبيئة وبنباتات المحاصيل. كما تتصاعد اعتراضات القائمين على زراعة المحاصيل العضوية Organic Crops - التى لا تستخدم فيها المبيدات أو الأسمدة - خوفا من انتقال الجينات المعدلة إليها من خلال انتقال حبوب اللقاح عن طريق الحشرات أو الرياح. وقد دلت إحدى الدراسات على أن فول الصويا المعدلة جيناته - باستخدام البندق البرازيلى - يسبب الحساسية، فقد ثبت انتقال هذه الخاصية إلى نبات فول الصويا. كما نشأت مخاوف عن استخدام الفيروسات والبكتيريا فى عمليات الهندسة الوراثية ونقل الجينات من أن تسبب هذه الكائنات أمراضا للإنسان الذى يتناول الأطعمة المعدلة. كما تخوف البعض من أن الجين الجديد الذى ينقله العلماء إلى النبات المراد تعديل جيناته إنما يستقر عشوائيا فى البرنامج الجينى للمحصول مما قد يؤدى إلى خلل فى أنشطة الجينات الأخرى الأصلية للنبات.

وبأخذ كل هذه الإعتراضات فى الاعتبار أطلق على الأغذية المعدلة وراثيا اسم غذاء فرانكشتين Frankenstein Food أو للاختصار أغذية فرانكين Frankenfoods فى إشارة واضحة إلى أنها مصدر رعب وشر.

وفى أوروبا – حيث تتصاعد صيحات الحذر ضد هذه الأطعمة – تطالب جمعيات حماية المستهلك بالالتزام بأن يوضع دائما بيان label على معلبات الأغذية المعدلة يوضح أنها معدلة جينيا انطلاقا من أنه من حق المستهلك أن يعرف، وعلى المستهلك بعد ذلك أن يختار ما يريد أن يأكله سواء أكان مهندسا وراثيا أم لا. وبالفعل تم الاستجابة لهذا المطلب اعترافا بحق المستهلك.

س: وكيف تواجه الدول النامية هذا الاتجاه الجديد فى زراعة النباتات؟

جـ: يمكن للدول النامية اتباع استراتيجية تعتمد على العناصر الآتية:

- قصر الاعتماد على النباتات المهندسة وراثيا على تلك التى لا تؤكل، أى التى لا تستخدم كغذاء مثل القطن.
- أما المحاصيل الغذائية المعدلة فيقتصر استهلاكها على ما استعمل منها فى دولة المنشأ لبضعة سنوات دون حدوث أخطار.
- أن يتم توطين زراعة هذه النباتات فى مناطق نائية بغرض تجريبى.
- توفير كوادر علمية بحثية متخصصة فى هذا المجال عن طريق البعثات إلى الخارج حتى يصبح لهذه الدول القدرة على إصدار الأحكام العلمية المناسبة واتخاذ مواقف موضوعية سليمة..

س: ألا تتخوف الشركات العالمية المتخصصة فى إنتاج هذه المحاصيل من كسر احتكارها؟

جـ: هناك بالطبع تخوف، إذ إن الشركات الاحتكارية تهتم فى الدرجة الأولى باستثماراتها وتعظيم رءوس أموالها. ومما يذكر أن شركة أمريكية تدعى Delta and Pine Land (D & PL) ابتكرت تقنية لجعل النباتات الناتجة عن استنبات بذور معدلة الجينات تعطى بذورًا عقيمة. والهدف من ذلك هو ألا يستفيد المزارعون من البذور الناتجة عن زراعاتهم فى زراعة دورة جديدة من المحصول، بل يظل هؤلاء

المزارعون فى حاجة مستمرة للبذور معدلة الجينات التى تنتجها الشركات المحتكرة. وتدافع الشركات المحتكرة عن هذه التقنية بدعوى تعويض ملايين الدورات التى أنفقت على الأبحاث فى مجال تقنيات تعديل الجينات. وقد أطلق على البذور الناتجة وصف (بذور الانتحار) Suicide Seeds.

وقد استعرضت مجلة (تايم) Time الأمريكية الجوانب المختلفة لقضية الأغذية معدلة الجينات على مدى اتساع ثمانى صفحات فى عددها الصادر فى ٢٨ يوليو ٢٠٠٣.

obeikandl.com