الانتشار الواسع لتطبيقات الهندسة الوراثية على أرض الواقع

لن أعيد هنا شرح المزايا التى تُجنى من تطبيقات الهندسة الوراثية فى مجالات التحسين الوراثى للنباتات، وتحقيق الأمن الغذائى للبشرية، فتلك أمور تناولناها بالتفصيل فى عديد من فصول سابقة من هذا الكتاب، وسنكتفى فى هذا المقام بمجرد إعادة التذكرة بهذا الموضوع، لكى يمكن الإحاطة بكل جوانبه، أما اهتمامنا الرئيسى الآن فإنه ينصبُّ على مدى الانتشار الذى حققته تطبيقات الهندسة الوراثية على أرض الواقع فى كافة المجالات، ففى ذلك إجابة على الأسئلة المستترة التى جاءت ضمن عنوان هذا الفصل هل التقدم فى تطبيقات الهندسة الوراثية حقيقة أم خيال؟ وهل هى مقبولة على أرض الواقع أم مرفوضة ؟

استعراض لأبرز إنجازات الهندسة الوراثية فى شتى المجالات

حصر موجز بالتقدمات

حققت الهندسة الوراثية تقدمًا ملموسًا فى المجالات التالية:

١ – تحسين المقاومة للأمراض والآفات وتسهيل مكافحة الحشائش:

- تحمل مبيدات الحشائش.
- مقاومة الفيروسات.
- مقاومة البكتيريا.
- مقاومة الفطريات
- مقاومة الحشائش.

٢ – تحمل الظروف البيئية القاسية:

- تقليل الحساسية للبرودة.
- تحمل الشد الرطوبى.
- تحمل الملوحة.

٣ – تحسين الجودة والنوعية بعد الحصاد:

- تأخير فقد الثمار لصلابتها.

- تأخير شيخوخة أزهار القطف.
- زيادة محتوى ثمار الطماطم من المواد الصلبة.
- زيادة محتوى درنات البطاطس من النشا.
- زيادة نسبة السكر بالخضروات.

٤ – تحسين إجراءات تربية النبات:

العقم الذكرى وإنتاج بذور الهجن.

٥ – تحسين القيمة الغذائية:

- زيادة محتوى البذور من الحامضين الأمينيين الضروريين مثيونين methionine وليسين lysine.
- إنتاج نباتات مراعى غنية فى الأحماض الأمينية الكبريتية.

٦ – الزراعة الجزيئية molecular farming بهدف إنتاج:

- الزيوت.
- النشا.
- البلاستيك.
- الإنزيمات.
- المركبات الدوائية.

٧ – إصلاح الأراضى الملوثة بالسموم detoxifying contaminated soils (عن Chrispeels & Sadava ٢٠٠٣).

تحسين الدخل والحالة الغذائية فى الدول النامية

إن من أبرز إنجازات الهندسة الوراثية فى مجال تحسين الدخل والحالة الغذائية فى الدول النامية، ما يلى:

١ – إنتاج بطاطا مقاومة لفيرس تبرقش البطاطا الريشى sweet potato feathery mottle virus، علمًا بأن البطاطا تعد المحصول الخامس فى الأهمية – من حيث الإنتاج – على مستوى العالم (بعد كل من القمح، والأرز، والذرة، والكاسافا)، وأن الفيرس

المعنى هو من أخطر فيروسات البطاطا فى المناطق الاستوائية. وقد تحققت المقاومة للفيرس بنقل جين الغلاف البروتينى للفيرس إلى البطاطا (عن Zeigler ٢٠٠١).

٢ - إنتاج الأرز الذهبى الغنى فى الكاروتين:

سبق لنا تناول هذا الموضوع بالشرح تحت عنوان آخر فى هذا الفصل، وما يعنينا هنا هو التأكيد على الأهمية الغذائية للأرز بالنسبة لبلايين البشر، وكيف أن هذا الأمر - وحده - يمكن أن يُسهم بصورة جوهرية فى تحسين المستوى الغذائى لمستهلكى الأرز.

لقد أنتج الأرز الذهبى فى مؤسسات أهلية لا تتبع أى من الشركات، وبدعم مالى عام لكى يمكن تزويد المزارعين به بحرية، دونما تحكم من الشركات التى تقوم - عادة - بإنتاج مثل تلك الأصناف. ولقد وجد بعد استكمال إنتاج السلالات المعدلة وراثيًا أن تطويره تضمن اللجوء إلى طرق وتقنيات تحميها ٧٠ من حقوق الملكية الفكرية intellectual propery rights، وحقوق حماية التقنيات technology protection rights، الأمر الذى حتَّم مفاوضة أصحاب تلك الحقوق للتنازل عنها فيما يتعلق باستخدامها فى إنتاج الأرز الذهبى، وهو ما تحقق بالفعل لأسباب متباينة، منها: إيمان بعض شركات التكنولوجيا الحيوية بالهدف النبيل من وراء فكرة زراعة الأرز الذهبى كغذاء غنى بالكاروتين لبلايين البشر، واعتقاد أكثريتها أن ذلك الأمر سوف يكون له - فيما لو تحقق - تأثيرات إيجابية يمكن أن تخفف من حدة المعارضة للهندسة الوراثية، بينما أدركت بعض الشركات الأخرى أن الوقوف ضد هدف إنتاج الأرز الذهبى سيزيد من نقمة شعوب العالم عليها.

ونظرًا لأن إنتاج سلالات الأرز الذهبى تم فى معامل سويسرية بعيدًا عن مناطق زراعة الأرز التقليدية فى آسيا وأفريقيا؛ لذا .. كان لزامًا تطوير تلك السلالات بكل الطرق الممكنة - بما فى ذلك طرق التربية التقليدية - لكى تتوائم مع الظروف البيئية وطرق الإنتاج ورغبات المستهلكين فى مناطق الإنتاج؛ وهو الهدف الذى يجرى العمل من أجل تحقيقه على قدم وساق، وذلك من خلال المجلس التى تم تشكيله لهذا الغرض، وهو: المجلس الخيِّر للأرز الذهبى Golden Rice Hunanitarian Board (عن Slater وآخرين ٢٠٠٣)

المكافحة الحيوية

إن من بين التطبيقات الهامة للهندسة الوراثية زيادة كفاءة الكائنات الدقيقة المستخدمة فى المكافحة الحيوية للبكتيريا والفطريات المرضة للنباتات.

إن المكافحة الحيوية للأمراض النباتية تقوم على الأسس التالية:

١ – المقاومة المستحثة induced resistance، والحماية المكتسبة cross protection.

٢ – خفض شدة ضراوة سلالات الكائن المرض hypovirulence

٣ – زيادة شدة التنافس بين الكائنات المستخدمة فى المكافحة الحيوية والكائنات المرضة competition.

٤ – إنتاج مضادات الحيوية (كما يحدث بواسطة بعض أنواع الأكتينوميسيتات والبكتيريا والفطريات) antibiosis.

٥ – التطفل mycoparasitism.

ولقد أمكن الاستفادة من تقنيات الهندسة الوراثية فى جميع تلك الأمور، وفى كل من الأمراض التى تصيب النباتات عن طريق النموات الهوائية، وتلك التى تحدث فيها الإصابة عن طريق النمو الجذرى.

كما أمكن الاستفادة من الهندسة الوراثية – كذلك – فى زيادة كفاءة الميكوريزا (عن Estrella & Chet ١٩٩٨).

إنتاج العقاقير الطبية واللقاحات

لقد نجح استخدام التكنولوجيا الحيوية فى إنتاج الأدوية نجاحًا باهرًا، وذلك بالاعتماد على كائنات مثل *Escherichia coli*، والخمائر، حيث تستعمل حاليًا فى إنتاج الأنسولين البشرى erythropoeitin ومركبات أخرى كثيرة بكميات ضخمة. وتلى ذلك اتجاه الدراسات نحو ما أصبح يعرف باسم biopharming، الذى يُعنى به استعمال تكنولوجيا الهندسة الوراثية فى إنتاج بروتينات آدمية من النباتات أو الحيوانات الزراعية بعد تحويلها وراثيًا، حيث تصبح تلك النباتات والحيوانات مصانع لإنتاج البروتينات البشرية. وحاليًا ينتج ألبيومين سيرم الدم البشرى، والـ factor III (وهو

عامل ضرورى فى استجابة الجسم لإصلاح الأضرار التى تحدث فى الأوعية الدموية) بنتج هذان المركبان فى لبن الماعز المحولة وراثيًا. وهناك مركبات أخرى آدمية كثيرة أمكن إنتاجها فى الحيوانات والنباتات الزراعية (عن Meiri & Altman ١٩٩٨).

ولقد قطعت الهندسة الوراثية شوطًا بعيدًا فى إنتاج العقاقير الطبية والفكسينات (اللقاحات)، وهو أمر - على عكس الحال فى المحاصيل الزراعية المهندسة وراثيًا - لاقى قبولاً كبيرًا من العامة على مختلف توجهاتهم. ويذكر Persley (١٩٩٧) أنه فى عام ١٩٩٥ - بعد سنوات قليلة فقط من تطبيق الهندسة الوراثية عمليًا - كان هناك ٣٤ منتج صيدلانى مهندس وراثيًا ومعتمد من إدارة الغذاء والدواء الأمريكية إلى جانب ٢٨٤ من المنتجات المحتملة الأخرى التى كانت تحت التجارب الطبية فى الولايات المتحدة، كان ٤٠٪ منها لأجل علاج السرطان، ونحو ١٠٪ لعلاج الأيدز AIDS/HIV وتجدر الإشارة إلى أن هذه الأعداد من المنتجات الصيدلانية المهندسة وراثيًا فى ازدياد متسارع إلى درجة حدت ببعض الباحثين إلى التنبؤ بأن المنتجات الصيدلانية المهندسة وراثيًا سوف تشكل - مع بدايات القرن الحادى والعشرين - الغالبية العظمى من المنتجات الصيدلانية الجديدة وينعكس هذا الاتجاه - بدوره - على الميزانيات التى يخصصها القطاع الخاص فى الدول الغربية لأبحاث إنتاج الأدوية المهندسة وراثيًا، والتى بلغت فى الولايات المتحدة وحدها ٨ بلايين دولارًا فى عام ١٩٩٥، بينما بلغت ميزانية بحوث الهندسة الوراثية فى المجال الزراعى بليون دولار أمريكى - فقط - فى العام ذاته

تحويل النباتات إلى مفاعلات بيولوجية

أمكن من خلال تقنيات الهندسة الوراثية استعمال المحاصيل الزراعية فى إنتاج مركبات ذات أهمية تجارية كانت - فيما مضى - لا تنتج إلاّ بواسطة نباتات برية، أو بواسطة حيوانات أو كائنات دقيقة، أو لا تنتج تجاريًا وبذلك أمكن استعمال المحاصيل الزراعية المحولة وراثيًا كمفاعلات بيولوجية bioreactors لأجل الإنتاج الاقتصادى للمركبات الكيميائية والدوائية، وهو ما أصبح يعرف باسم الزراعة الجزيئية molecular farming.

ولقد أمكن الحصول على مجموعة كبيرة من المركبات الكيميائية من النباتات بعد تحويلها وراثيًا بجينات غريبة عنها، وهى مركبات لا تقتصر على البروتينات، وإنما تمتد لتشمل مركبات محورة من خلال التعبير الجينى لإنزيمات معينة. إن النمو النباتى ليس أمرًا مكلفًا، ويمكن للخلية النباتية بالنباتات الراقية توفير منتجات خاصة لا يتيسر إنتاجها عن طريق الكائنات الدقيقة، وتكون المنتجات المستخلصة منها خالية من التلوث البكتيرى. وبذا .. يمكن استعمال بذور النباتات المحولة وراثيًا كمخزن رخيص - يستعمل عند الحاجة - للمركبات المعنية، بزراعتها للحصول على المركبات المرغوب فيها.

ومن بين أهم المركبات التى أمكن إنتاجها فى نباتات حولت وراثيًا، ما يلى:

١ - البيبتيدات النشطة حيويًا bioactive peptides.

٢ - البروتين الإنسانى، مثل الـ human serum albumin (فى البطاطس)، والإنترفيرون الإنسانى human interferons الذى يفيد فى دفاع الجسم ضد الفيروسات (فى اللفت والتبغ).

٣ - الإنزيمات، مثل الألفا أميليز (فى التبغ المحول وراثيًا)، والفيتيز phytase (فى التبغ).

٤ - اللقاحات vaccines، مثل لقاح الالتهاب الكبدى الوبائى B (فى التبغ).

٥ - المنتجات الصناعية، مثل الـ cyclodextrins (فى البطاطس)، والبولى استر الذى يتحلل بيولوجيًا poly-D-(-)-3-hydroxybutyrate (فى *Arabidopsis thaliana*).

٦ - الأجسام المضادة antibodies، مثل الـ immunoglobulins، علمًا بأن الأجسام المضادة التى تنتج فى النباتات المحولة وراثيًا لا يمكن تمييزها عن تلك التى تنتج فى الحيوانات (عن Pueyo & Hiatt ١٩٩٨).

استعراض لنوعيات الجينات التى استخدمت فى عمليات التحول الوراثى فى شتى المحاصيل

نقدم فى جداول (٢٠-٢) إلى (٢٠-٤) استعراضًا لنوعيات الجينات التى استخدمت فى عمليات التحول الوراثى فى شتى الأنواع النباتية مرتبة، كما يلى:

- جدول (٢٠-٢) يقدم قائمة بالجينات مصنفة حسب الهدف من إجراء عملية التحول الوراثى، مع بيان مصادر الجينات المستعملة والبروتينات التى تتحكم فى إنتاجها.

- جدول (٢٠-٣) يقدم قائمة بالجينات كما فى جدول (٢٠-٢)، مضافًا إليها نوعيات الصفات التى تتحكم فيها تلك الجينات.

- جدول (٢٠-٤) يعد مكملاً للجدولين (٢٠-٢)، و (٢٠-٣).