الفصل السادس

تحوير النباتات والمحاصيل

تربية نباتات أفضل

يبدو أن أول وأهم أعمالنا الفذة فى تربية النباتات هو تنمية الذرة منذ ما يقرب من ١٠,٠٠٠ سنة. والذرة تختلف تماما عن أقرب أقربائها من النباتات البرية وهما التيوسنت والتريبساكوم. فهذه أعشاب تنتج بذوراً فى شرابة عند قمة النبات، بينما تنتج الذرة بذورها على كيزان كبيرة تنمو من الساق عند منتصف إرتفاعه. ولما كانت الذرة قد ظهرت فى لحظة من لحظات التطور، فإنه يكاد يكون من المؤكد أنها نتاج لتدخل بشرى تأسس أصلا على الإنتخاب البسيط لبذور للإكثار وعلى التهجين البيئى للنباتات ذات المظهر الغريب، وذلك قبل أن تطبق التكنيكات الأرقى للتربية. الذرة لا يمكن أن تنمو كعشب، وهى لا توجد فى البرية، لأن حباتها ملتصقة التصاقا وثيقا بالكيزان بحيث أنها لا تتساقط منها. ولما كانت الذرة ليس لها آلية طبيعية للإنتشار، فإنها تعتمد فى الحفاظ على بقائها اعتماداً كلياً على أفراد البشر. وحتى لو تخلف أحد الكيزان فى حقل وأصبح مدفونا فى الأرض، فإن النباتات عندما تنبّت البذور ستكون متزاحمة معا تزاحما بالغا بحيث أنها عموما لاتزهر.

وتربية النبات قد صارت فنا يتزايد دقة عبر القرون وخاصة أثناء عقود القرن

الماضى. وقد تم إنتاج أنواع ذات محاصيل أوفر من الذرة والقمح والأرز والمحاصيل الأخرى، وذلك بإستخدام تكنيكات من الطفر والإنتخاب مثل تلك التى تستخدم مع الميكروبات. وهذه التطويرات، مصحوبة بتحسين المخصبات ومبيدات الآفات ومبيدات الأعشاب وتكنيكات الرى، قد لعبت دورا رئيسيا فى الوفاء بحاجة العالم المتنامية إلى الطعام. ولو أخذنا مثلا واحداً من إحصاءات كثيرة متشابهة، فإن متوسط محصول الذرة للهكتار الواحد فى الولايات المتحدة قد زاد عن الثلاثة أمثال فيما بين عامى ١٩٣٠ ، ١٩٧٥ . وقد ظهرت أوجه تقدم من هذا النوع أثناء الثورة الخضراء التى ساعدت على رفع مستوى إنتاج الطعام فى العالم الثالث أثناء الخمسينيات والستينيات.

ورغم أن تربية النبات فى القرن العشرين قد تفوقت بما له اعتباره على وسائل التهجين والإنتخاب البدائية فى القرون السابقة، إلا أن هناك مشاكل عديدة ظلت باقية. وإحدى هذه المشاكل هى أنه بينما يود المربون إدخال جينات معينة لها فائدتها زراعياً، إلا أن التربية التقليدية تعتمد على نقل وتوليف الطواقم الوراثية بأكملها. وإذن فإن الجينات المرغوبة قد تكون مربوطة مع جينات غير مرغوبة، وبالتالى فإنها تورث بالإشتراك معها. وثانيا، فإن فرز وإنتخاب أنواع جديدة مستقرة وراثيا هو عملية بطيئة أقصى البطء. وثالثا، فإن الطفرات التى تؤدى إلى تحسين المحصول تحدث بتواترات منخفضة جداً فى معدلها، حتى عندما يتم إحداثها إصطناعيا. والتحوير الوراثى يطرح لنا الفرصة للتخلص من كل من هذه القيود.

وضع جينات جديدة داخل النباتات:

فى أول الأمر أثبتت النباتات أن قابليتها للتعديل الوراثى أقل كثيراً من الميكروبات. على أن هناك الآن عدة طرائق متاحة لذلك، وأكثرها إستخداما يتأسس على بكتريا أجروباكتريام تيوميفا سينس، وهى نوع من البكتريا يسبب أوراما على كثير من النباتات الزهرية تسمى التدرن التاجى. وهذه الجرثومة تحوى بلازميدا يسمى محدث

الورم (م و)، وهو يسمى هكذا لأنه عندما يُنقل إلى كروموزومات نبات يعديه، فيثير نمو النبات نمواً مختلا. وقد تعلم علماء الوراثة الآن أن يعدلوا من بلازميد (م و) لخدمة أهدافهم الخاصة. فهم يزيلون من البلازميد جيناته المحدثة للورم ويولجون بدلا منها الجينات المرغوبة التى تؤخذ من بكتريا أخرى، وبهذا فإنهم يستخدمون البلازميد كناقل يولجون معه داخل النباتات العديد من الجينات الجديدة.

وأحد الملامح الرئيسية لتحوير النباتات وراثيا هى نمو نباتات بأكملها من خلية واحدة. وبالنسبة للجينات الحيوانية فإن ما يكون غير مطلوب منها فى نسيج بعينه يتم إيقاف تشغيله أثناء سياق عملية التنامى، أما بالنسبة للنبات فإن خلية واحدة من ساق الطباق مثلا يمكن استنباتها لتجديد إنماء النبات كله. وهذه العملية من التكاثر الخضرى هى مما يمكن تشبيهه ببستانى قد أخذ شتلة من أحد الأنواع المرغوبة. على أن عالم الوراثيات يستطيع إدخال جينات جديدة، وأن يسمح للخلايا بالتكاثر. ثم ينتج الآلاف من النباتات المحوّرة وراثيا.

وأحد القيود المحدّدة فى مبحث بلازميد (م و) هو أنه فى حين أن الأجروباكتريام يُعدى البطاطس والطماطم والكثير من أشجار الغابات وغير ذلك من ذوات الفلقتين، إلا أنه لا يهاجم طبيعياً ذوات الفلقة الواحدة مثل الحبوب، والحبوب هدف رئيسى للتحسين الوراثى. على أنه أمكن التغلب على هذه العقبة فى وقت حديث جداً. وبالإضافة، فقد انبثقت طرائق بديلة لنقل الجينات. ويشمل ذلك الإدخال المباشر لدنا فى بروتوبلاستات عارية ـ أى فى خلايا نباتية ينقصها جدارها الخارجى المتين، الذى يمكن إزالته بهضمه بإستخدام الإنزيمات. وثمة عملية من التثقيب الكهربى، يتم فيها إمرار تيار كهربى نابض خلال خليط من دنا ومن البروتوبلاستات. ويفتح التيار الكهربى ثقوبا دقيقة فى الخلايا تسمح بدخول دنا، الذى يمكن إدماجه بعدها فى النواة. ورغم أن البروتوبلاستات تكون هشة، إلا أن جدار الخلية قد ينمو مرة ثانية خلال يوم أو ما يقرب ويمكن بعدها إستنبات الخلايا المعدلة لتنتج نباتات بأكملها

تحمل الجينات المنقولة. وعلى كل، فإنه يحدث أحيانا ألا تنقسم فى أعقاب ذلك إلا خلية بروتوبلاست واحدة من كل ١٠٠,٠٠٠ من البروتوبلاستات، كما أن هذه الخلايا لن تكون كلها قد أخذت دنا لتدمجه فيها.

وفى حوالى نهاية الثمانينيات كانت هناك جماعات بحث مختلفة كثيرة مشغولة كلها بالنضال بهدف أن تضم معا التكنيكين التوأمين، أى التحوير الوراثى وتجديد إنماء النبات، لإستخدامهما فى النباتات ذوات الفلقة الواحدة التى لها أهميتها زراعيا. وحدثت أوجه تقدم فى استخدام الأجروبكتريام لتعديل الذرة واليام وراثيا، وفى تجديد نبات الأرز بإستزراع بروتوبلاست الأرز، وفى إحداث تعديل فى الذرة بالتثقيب الكهربى (وإن كانت النباتات الناجمة عقيمة). وفى عام ١٩٨٩ تم تجديد إنماء نباتات الذرة من البروتوبلاستات (وإن كان هذا التكنيك لم يفلح أصلا على الذرة المعدلة وراثيا). وفى عام ١٩٩٠ كان ثمة إعلان عن ذرة خصبة تم تعديلها بإستخدام جين أجنبى يجعل النبات مقاوما لمبيد الأعشاب المسمى بيافوس. واستخدم الباحثون فى هذه الحالة «مسدس جينى» لإطلاق طلقات معدنية دقيقة الصغر مغلفة بالجينات المناسبة تطلق مباشرة لداخل الخلية. وقد اتخذوا هذه الوسيلة لأنها تتيح أن ينفث دنا لداخل خلايا كاملة ـ وهذه بخلاف البروتوبلاست، تكون لها فرصة كبيرة لأن تنمو إلى نباتات بالغة. وفى عام ١٩٩٠ أيضا استخدم الأجروبكتريام لتحوير كروم العنب وراثيا لأول مرة.

وهناك مسارات أخرى للتحوير الوراثى للنبات يجرى الآن استكشافها وتتضمن نقل الجينات داخل حبوب اللقاح، والحقن المباشر فى الأعضاء التناسلية. وثمة إمكانية ثالثة بازغة وهى أن الجينات الوثبة (ترانسبوزونات) التى إكتشفها أصلا باربارا ماكلنتوك، ربما سيمكن استغلالها كأدوات للتحوير الوراثى. ولما كانت هذه الجينات موجودة فى نباتات مهمة اقتصاديا مثل الذرة، فإنه مما يقبل التصور أنه سيمكن استخدامها لنقل جينات لصفات مرغوبة إلى هذه المحاصيل، مثل مقاومة الآفات والقدرة على مقاومة الجفاف.

وقد اكتسبت إحدى التجارب التى صممت لتقييم سلوك الترانسبوزونات أهمية تاريخية، لأنها تجربة تمت الموافقة عليها عام ١٩٨٩ فى ألمانيا (الغربية سابقاً) ولكن ذلك كان بعد نشاط محموم قام به معارضو التحوير الوراثى لمنع استخدام ٤٠,٠٠٠ من نبات البتونيا فى التجربة. وقد قام الباحثون فى معهد ماكس بلانك فى كولونيا بإدخال جين ذرة فى البتونيا فحولها إلى لون وردى غير طبيعى. ولو حدث وقفز ترانسبوزون وسط هذا الجين الملون، فإن من المحتمل أنه سيجعل أجزاء من الزهرة بيضاء. وينبغى أن تبيّن النتائج مدى تحرك الترانسبوزونات إلى أماكن معينة بما يمكن التنبؤ به، أو وثوبها بما هو أكثر عشوائية. ويجب أن تتم الدراسة فى الهواء الطلق لأن ما كان متوقعا هو أن يحدث وثوب الجينات داخل البتونيا بمعدل بتونيا واحدة فقط من كل ٥,٠٠٠ إلى ١٠,٠٠٠ بتونيا، وهذا يستلزم استخدام أعداد كبيرة جدا من النباتات. ولما كان الإذن بالبحث لم يمنح إلا فى وقت جد متأخر بالنسبة لموسم الزرع فى عام ١٩٨٩ ، فإن الزرع قد تم فى عام ١٩٩٠ .

التباين الجسدى ـ الخضرى:

النباتات التى يُجدِّد إنماؤها من خلايا وحيدة لا تكون متطابقة على نحو جازم كما كان يُظن من قبل. والنباتات التى تُنتج بهذه الطريقة تُظهر إختلافات لها اعتبارها، وسبب ذلك إما وجود اختلافات رهيفة بين خلايا النبات الوالد، أو حدوث تغيرات أثناء عملية الإستزراع. وهذا التباين الجسدى ـ الخضرى رغم أنه ليس شكلا من التحوير الوراثى، إلا أنه قد زودنا بمادة يمكن أن ننتخب منها أنواعا مرغوبة، مثل الأنواع ذات المحصول الوافر، وغير ذلك، ويكون الإنتخاب هنا أسرع كثيراً مما يمكن إنتاجه بالطرائق التقليدية لتربية النبات ـ بل أسرع حتى مما بواسطة تكنيكات دنا المولّف. وقد إتخذ بعض العلماء فى شركة بونيليفر هذا التناول لإنماء نخيل زيوت فائق، يحوى زيتا أكثر وأنواعا من نكهة الزيوت هى مفضلة أكثر. والتباين الجسدى ـ الخضرى قد استخدم أيضا لإنماء الطماطم التى لها محتوى أكبر

من الجوامد، وهى مما يستخدم الآن فى صنع الحساء وكتشب الطماطم. وخلايا أى من هذه النباتات المنتقاه «تكون» متطابقة، بحيث يمكن أن تُستزرع نسخ خضرية من هذا النوع المختار.

نباتات بمبيدات حشرية فى بنيتها:

هناك خيار بديل لإستخدام البكتريا أو الفيروسات كمبيدات حشرية بيولوجية، وهذا الخيار الآخر هو إدماج الجينات الواقية داخل النباتات نفسها. وهكذا فإن الباحثين، فى كل من مونساتو بالولايات المتحدة والأنظمة النباتية الوراثية فى بلجيكا، قد أضافوا الجين السمّى المأخوذ من ب. ثورينجينسيس إلى الطباق والطماطم وغير ذلك من النباتات، وأثبتوا أن هذا يحمى النباتات من أن تتلفها الآفات. وهذه النباتات «عير الجينية» تعزز من مقاومة آفات مثل أبو دقيق والفراش. فالطماطم مثلا يمكن أن تُجعل طماطم مقاومة للدودة القرنية للطباق، وأن تقاوم إلى حد أقل دودة الفاكهة للطماطم والدودة الدبوسية للطماطم.

وهذه التطورات تلقى ضوء كاشفا على ما هناك من منافسة بين مزايا وسائل للوقاية فعاليتها ذات خصوصية عالية، إزاء الوقاية غير المتخصصة ذات الفعاليات المتعددة. ووجود درجة عالية من الخصوصية بين السم والحشرة يمكن أن يُنظر إليه كوسيلة لصياغة مقاومة الآفات على نحو مختلف عن الحرب الكيماوية الزراعية، ذلك أن هذه الوسيلة ذات قدرة لأن توجه إلى الهدف بدقة هائلة. وبكلمات أخرى، فإنه يمكن النظر إليها على أنها آمن كثيرا لأنها ببساطة لا تؤثر إلا فى نوع واحد، أو فى عدد قليل جدا من الأنواع.

ومن الأوجه الأخرى للتناول، طريقة أن تجعل النباتات تقاوم عدداً كبيراً من المهاجمين المحتملين. وقد بدأ أحد هذه المشروعات عندما طُلب من الباحثين فى جامعة درهام أن يدرسوا تزايد مقاومة سلالة معينة من اللوبيا Vigna unguiculate

لخنفساء البروكيد، الأمر الذى تعرف عليه المعهد القومى للزراعة الإستوائية فى نيجيريا. وقد ثبت أن الأساس البيوكيميائى لهذه المقاومة هو زيادة فى مستوى أحد كوابح إنزيم التربسين الهضمى. وقد تم منذ ذلك الوقت إكتشاف كوابح عديدة من هذا النوع، ويعتقد أنها تعمل بالتدخل فى قدرة الحشرة على هضم البروتين.

وقد عمل الباحثون فى درهام بالإشتراك مع شركة كمبردج للوراثيات الزراعية، فأمكنهم تحديد تتابعات دنا فى عائلة من أربعة من هذه الكوابح. وإختاروا بعدها نسخا خضريا لدنا التكميلى لأحد كوابح التربسين وذلك من مكتبة دنا التكميلى للوبيا، ووضعوه تحت تحكم حاث جينى ونقلوه إلى داخل خلايا طباق مستخدمين الأجروبكتريام لهذا الغرض. وبتعريض النباتات المحورة لدودة برعم الطباق، فإن مايقرب من ٢٠ فى المائة منها أبدت مقاومة زائدة للدودة.. ومن الواضح أن الجين المولج يعمل على نحو جيد فى هذه النباتات ـ فالكابح يصل مقداره على الأقل إلى ٠,٥ فى المائة من كل البروتين الذائب الذى يتم إنتاجه فى الأوراق الصغيرة. ويتم توارث المقاومة على منوال مندلى بسيط، وثبت أن النباتات تقاوم مدى من الآفات الحشرية يثير الإعجاب.

سرقة ملابس الفيروس:

مقاومة الفيروس هى هدف رئيسى للتحوير الوراثى للنبات، وذلك نظراً للتكلفة الإقتصادية الهائلة للعدوى الفيروسية. وتقدر الخسائر السنوية فى بريطانيا نتيجة مهاجمة الفيروسات للبطاطس وبنجر السكر بما يبلغ ٥٠ مليون جنيه لكل محصول. وفى جنوب شرق آسيا يسبب مرض تنجرو للأرز خسائر تبلغ حوالى ١,٥٠٠ مليون دولار فى كل سنة، بينما تم فى غانا إزالة ما يزيد عن ١٩٠ مليون شجرة كاكاو منذ عام ١٩٤٦ فى محاولة لمكافحة مرض التفرع المتورم للكاكاو. وإحدى طرائق تناول المشكلة هى أن يولج فى خلايا النبات الجين الذى يشفر للبروتين المغلف لجسيم الفيروس. وبتطبيق ذلك على الطباق وفيروس الطباق

الموزايكى، فإن هذا ينتج عنه نباتات محصنة ضد العدوى بالفيروس. وعند تلقيح النباتات بفيروس الطباق الموزايكى لايبدو عليها أى نقص فى المحصول، بينما يقل محصول النباتات غير المحورة بمقدار ٢٣ ـ ٦٩ فى المائة. وقد سجلت نجاحات مشابهة فى جعل نباتات الطماطم والبطاطس تقاوم مدى واسع من الفيروسات بما فى ذلك فيروس إكس للبطاطس وفيروس واى للبطاطس وفيروس ألفا ألفا الموزايكى، وفيروس الخيار الموزايكى. ومن المعتقد أن الوقاية ـ التهجينية ناتجة عن التدخل بتعرية جسيمات الفيروس داخل الخلية قبل عملية التناسخ.

نباتات مقاومة لمبيدات الأعشاب:

أحد الأهداف الأخرى للتحوير الوراثى هو إنماء محاصيل ذات مقاومة عالية لمبيدات الأعشاب، مثل قاتلات العشب الإنتخابية التى تستخدم لمنع النباتات ذات الأوراق العريضة من النمو فى الممرات. والمبيدات العشبية مهمة أقصى الأهمية فى الزراعة لأنها تقلل من معدل تواتر عمليات الحرث لإقتلاع الأعشاب، وبالتالى تقلل من تكلفتها، كما أنها تعزز إنتاج المحصول بتقليل المنافسين، وتساعد المزارعين على منع التأخير فى الزراعة. وبالطبع فإن المحاصيل يجب أن تكون مقاومة للمبيدات العشبية المستخدمة لحمايتها، وهذه المقاومة هى هدف رئيسى للتربية التقليدية للنبات. على أن ثمة معوّقات هنا. فالعديد من المبيدات العشبية التى ترش مثلا على الذرة فى الولايات المتحدة تظل باقية لما يكفى للتأثير فى فول الصويا الذى يبذر فى السنة التالية. والطرائق التقليدية لتربية فول صويا عنده المقاومة المناسبة هى طرائق محدودة.

على أن تكنيكات دنا المولّف تتيح تخليق نباتات تقاوم المبيدات العشبية بسرعة أكبر كثيراً ودقة أعظم كثيرا. وأحد المبيدات العشبية الشائع استخدامها هو الجلايفوزيت، وهو يعمل بأن يعوّق مفعول إنزيم ضرورى لنمو النباتات. وقد تم باستخدام الأجروبكتريام نقل الجينات المسئولة عن مقاومة الجلايفوزيت فى إ. كولاى

لداخل نباتات عديدة، بما فيها الطباق واللفت والبتونيا. وأصبح لهذه النباتات القدرة على النمو على نحو سوى حتى عندما ترش بالمبيد العشبى.

ويحاج النقاد الذين يعارضون إنماء نباتات مقاومة للمبيدات العشبية بأن زراعتها على نطاق واسع يحتمل أن تؤدى إلى زيادة، وليس نقصان، كميات المواد الكيمائية التى تستخدم كمبيدات عشبية. ومن الناحية الأخرى، يعتقد من يحبذون هذا الخط من الأبحاث أن النباتات المقاومة للمبيدات العشبية سيكون لها تأثير إيجابى بالإقلال من الإستخدام الكلّى للمبيدات العشبية من خلال أن يحل محلها منتجات أكثر فعالية وأكثر قبولا من الناحية البيئية.

طماطم «الجين المخرَّب» :

ابتكر الباحثون على الجانبين المتقابلين من الأطلنطى ـ باحثو جامعة نوتنجهام وشركة الصناعات الكيماوية الأمبراطورية بالمملكة المتحدة، وكذلك باحثو شركة كامبل للحساء وشركة كالجين فى الولايات المتحدة ـ ابتكروا طريقة مستحدثة لمنع الفاكهة من أن تصبح طرية وعفنة. وكانت إستراتيجيتهم هى تعويق إنتاج إنزيم بوليجا ـ لاكتوبورونيز، وهو الإنزيم الذى يقوم طبيعيا لتحليل البكتين الموجود فى جدران الخلايا وبهذا يجعل الفاكهة طرية. أما تكتيكاتهم لذلك فكانت بالتدخل فى عملية إستنساخ الجين وذلك بأن أولجوا فى خلايا الطماطم قطعة مخلقة ملائمة من دنا تحوى «معنى مضاد»، أى أنها قطعة قد صممت بحيث تلتصق برنا الرسول المختص بإنزيم بوليجا لاكتوبورونيز وبهذا فإنها تمنعه من صنع الإنزيم. ورغم أنه قد حدث فى التجارب الأولى أن ظل ١٠ فى المائة من الإنزيم نشطا، إلا أن استخدام التلقيح الذاتى بين النباتات التى ظهر فيها أعلى مستوى كبح للإنزيم أدى إلى إنتاج نباتات وصلت نسبة كبح الإنزيم فيها إلى ٩٩ فى المائة. وأصبحت الطماطم أفضل عند تداولها من الطماطم العادية، ويقال أيضا أنها أفضل طعما. وسجلت كالجين شعار «جين النكهة والنجدة» كعلامة تجارية.

نباتات تثبت النيتروجين:

من أكثر الأهداف إغراء فى التحوير الوراثى العمل على إكساب النباتات القدرة على تثبيت النيتروجين اللازم لها من الهواء، بدلا من الإعتماد على الريزوبيات المتعايشة. ولن يكون هذا أمراً سهلا. وسبب ذلك فى جزء منه أن الريزوبيات تحتاج لما يزيد عن إثنى عشر نوعا مختلفا من جينات تثبيت النيتروجين حتى تقوم بهذه المهمة. والصعوبة الأخرى هى فى حث خلايا أحد النباتات (وهى خلايا ذات نواة حقيقية) على أن تشغّل جينات منقولة من خلية بكتريا (أى خلية من ذوات النواة البدائية). ورغم أن خططا مشابهة قد تم إنجازها فى حالات مثل التعبير عن جين الإنسولين البشرى فى إ. كولاى، إلا أنه قد ثبت أن التعبير عن الجينات بعد نقلها هكذا للنبات هو مما يصعب إنجازه.

تحسينات غذائية:

أحد الدوافع الأخرى لإدخال جينات جديدة إلى النباتات هو العمل على الإرتقاء بنوعيتها غذائيا. وجسم الإنسان يمكنه أن يخلق فحسب نصف الأحماض الأمينية العشرين الموجودة فى البروتينات. وحيث أنه ينبغى أن نحصل على الأحماض العشرة الأخرى فى طعامنا، فإن من المهم أن يتضمن غذاؤنا كميات كافية من البروتينات تستطيع أن تزودنا بهذه المواد الضرورية. والأخطار من عدم توفير ذلك هى أعظم كثيرا فى تلك المناطق من العالم التى يكون فيها محصول وحيد هو الذى يزود بالجزء الرئيسى من مادة الغذاء. وكمثل، نجد فى أجزاء من أفريقيا وأمريكا الجنوبية أن البروتينات الموجودة فى الكثير من البقول فقيرة فى الأحماض الأمينية التى تحوى الكبريت. ونقص الأحماض التى من هذا النوع يمكن تعويضه بأن تُطعَّم هذه المحاصيل بجينات تؤخذ من نبات مثل جوز البرازيل الذى يحوى كميات كبيرة من هذه الأحماض الأمينية. ويمكن استخدام تحويرات مشابهة لزيادة محتويات النبات من الزيوت والدهون وغير ذلك من العناصر الغذائية.

أدوية من النباتات:

سجل باحثون أمريكيون فى عام ١٩٨٩، أنهم قد حوروا خلايا ورقة الطباق بإستخدام حمض نووى مأخوذ من هبريدوما (*) فأر. وقد أكسب ذلك خلايا الطباق القدرة على إنتاج نفس الأجسام المضادة التى كانت تصنعها خلايا الهبريدوما. وثمة تطويرات أخرى أيضا، تدل على أن النباتات يمكن تحويرها ثم زرعها لتعمل كمصانع لإنتاج بروتينات ذات فائدة طبية مما يتم إنتاجه طبيعياً بواسطة الحيوانات. وقد حورت البطاطس لتنتج زلال السيرم، وهو بروتين من بروتينات الدم البشرى يستخدم للتغلب على الصدمة ولزيادة حجم الدم عندما ينقص بسبب الجراحة أو الحروق. كما أن نباتات اللفت قد برمجت لإنتاج الإنكفالين، وهو مادة طبيعية لإزالة الألم يتم تخليقها فى مخ الإنسان. وفى حين أن إنتاج هذه المواد باستخدام الميكروبات يمثل تقدما رئيسياً بالمقارنة لإستخلاصها من الأنسجة الحيوانية بطرائق هى أكثر مشقة (وأحيانا أكثر خطراً)، إلا أن بعض علماء البيوتكنولوجيا يؤمنون بأنه يمكن إنتاج هذه المواد بأرخص من ذلك عندما نستخدم النباتات.

هل يمكن إطلاق نباتات محورة دون خطر؟

تنشأ فى حالة النبات المحور نفس شواغل البال التى نشأت بشأن الميكروبات المعدلة وراثيا ومدى سلامة أن يحدث تناثرها فى البيئة. والنباتات يمكن تدميرها بالحرق أو بوسائل أخرى مادامت محصورة فى مشروع أو حقل، ورغم ذلك فإن هذه النباتات ربما يكون قد تم تناثرها من قبل فى شكل حبوب لقاح أو بذور أو أنسجة أخرى وصلت لمكان بعيد تماماً عن موقع التجربة. ومرة أخرى، فإن تقييم الأخطار الممكنة من ذلك يعتمد على خبرتنا السابقة كما يعتمد أيضا على الإستدلال البديهى عن الطريقة المحتملة لسلوك نبات معين فى بيئة معينة.

(*) خلايا هجينية مدمجة تستخدم لإنتاج أجسام مضادة نقية. (المترجم).

ويستشهد بعض العلماء بالذرة كمثل لنبات نفيس من صنع الإنسان يكذّب الفكرة التى نودى بها أثناء السنوات الأولى لمناقشة أمر دنا المولّف، وهى فكرة أن الكائنات الحية المخترعة إصطناعيا سوف تتكاثر تكاثراً غير محكوم. ويجادل آخرون بأن تغيرات البنية التى جعلت الذرة فى حالة اعتماد على البشر هى تغيرات غير معتادة نسبياً، وأنه ينبغى ألا نستقى مبادئ عامة من هذه الخبرة. على أن هناك إتفاق عام على أن ما تم من تربية للنبات عبر القرون، جرى تنفيذها بفهم يتزايد تدريجيا، لم ينتج عنها أى نباتات لها القدرة على أن تسبب أضراراً بيئية. بل أن التربية التقليدية للنبات تستلزم الآن عمليات نقل للجينات فيها قدر من عدم التمييز وعدم اليقين أكبر كثيراً من التطعيم الدقيق الذى يمكن عمله الآن بواسطة تكنيكات دنا المولّف، وهذه الحقيقة تطرح بالفعل أن هذه التحويرات ليست مما يحتمل أن يتسبب فى منتجات خطيرة لا يمكن التنبؤ بها.

وبالطبع فقد كان ثمة عواقب غير مواتية حين تناثرت نباتات معينة فى أراضى جديدة إما عن طريق الصدفة، أو عمدا ولكن دون فكر واف. وكمثل فإن شجرة أرز الملح قد أدت لضرر له قدره منذ أن غزت ولايات الجنوب الغربى القاحلة فى أمريكا فى أوائل هذا القرن. وأرز الملح له على وجه الخصوص جذور عميقة ويمتص الماء بمعدل هائل. ورغم أن هذا النبات يتطلب مناطق رطبة من أجل إنباته ونموه المبكر، إلا أنه ما إن يرسخ فى الأرض حتى يستطيع الحفاظ على حياته بإستخدام الماء الذى يأتيه من أعماق التربة. وأرز الملح يستعمر أيضا الينابيع الطبيعية ومجارى المياه فى المناطق الصحراوية. وقد غزا أرز الملح أثناء الثلاثينيات نبع إيجل بوراكس فى وادى الموت، وبعد ذلك فإنه تسبب عند أواخر الستينيات فى إختفاء المياه السطحية بالكامل فيما كان ذات يوم مستنقعا كبيرا. وعندما أزيلت الأشجار عادت المياه.

والتغيرات الوراثية فى النباتات قد تسبب أيضا تغيرات إيكولوجية. وأحد أمثلة ذلك هو نوع من الحشائش الحبالية يسمى سباتينا أنجليكا، وأصل نشأته فى سولنت

بإنجلترا منذ حوالى القرن. وهذا يعد آفة مرعبة بسبب قدرته على النمو فوق المسطحات الموحلة القاحلة الناتجة عن المد والجذر، بحيث يضيّق من المسالك المائية ويسد الموانى وفى نفس الوقت فإن هذه الصفات نفسها تجعل من هذا النبات حليفاً عزيزاً عند زراعته لإستصلاح الأرض ومنع التآكل.

هل يمكن صنع الأعشاب بالصدفة ؟

أحد الأخطار الإفتراضية للتحوير الوراثى هو أن تنتج بالصدفة أعشاب تنمو نموا عدوانيا بحيث تمحو الأنواع المزروعة وغيرها من الأنواع المطلوبة. وهذا أمر ممكن نظريا. ولكن الصفة العشبية فى النباتات هى نتيجة فعل جينات عديدة تعمل معاً، وبالتالى فهى مما لا يحتمل أن ينتج بغير قصد عن التحوير بدنا المولّف. وكما فى حالة الميكروبات، فإن لنا خبرة بالنباتات لطيلة عقود قبل وفود الطريقة الحديثة للتطعيم بالجينات، وهذه الخبرة قد زودتنا أيضا بقدر كبير من المعرفة يمكننا على أساسه أن نتنبأ بطريقة السلوك المحتمل للتوليفات المستحدثة للجينات، والطريقة التى يمكن بها أن يتشابه نبات محوّر مع والديه.

ورغم أن إنتاج الأعشاب صدفة فى المعمل هو أمر غير محتمل، فما زالت هناك مسألة تحظى الآن بمزيد من الدراسة، وهى عما إذا كان من المحتمل أن تنتقل الجينات بواسطة حبوب لقاح من نبات محور إلى أقارب له موجودين من قبل كأعشاب. ومما لا شك فيه أن الكثير من الصفات التى ينظر فى أمر إدخالها على المحاصيل ستكون مفيدة للأعشاب ـ كما مثلا بالنسبة لمقاومة مبيدات الحشائش وتحمل الأملاح وتثبيت النيتروجين. وفوق ذلك، فإن الأبحاث الحديثة تدل على أن حبوب اللقاح يمكنها أن تنتقل لأبعد وأسرع مما كان يعتقد فيما مضى أنه من الممكن. والإستراتيجيات المحتملة لتوقى نقل الجينات للأقارب العشبية تتضمن إجراءات لتعزيز الإخصاب الذاتى وللإقلال من عمر حبوب اللقاح.

إجهاض الوظيفة الطبيعية لحبوب اللقاح:

طبق العلماء البلجيكيون والأمريكيون في عام ١٩٩٠ تحويراً وراثياً لمنع حبوب اللقاح من أن تتنامى إلى نبات الطباق أو نبات لفت بذور الزيت. فقد أضافوا إلى هذين النباتين جين يشفر إلى إنزيم ريبونيوكلييز (إنزيم يؤدى إلى تحلل رنا). ويتم التعبير عن الجين من خلال المتك، حيث يدمر على نحو إنتخابى الخلايا التى تبطن كيس حبوب اللقاح، مما يؤدى إلى عقم ذكورى. وفى نفس الوقت قامت جماعة بحث أسترالية بتوصيف نسق يحدث طبيعياً بطريقة تماثل ذلك كثيراً. وهذا التكنيك ربما يستخدم فى المستقبل للتأكد من أن المزارعين عندما يزرعوا بذورا تم الحصول عليها بتهجين خطين من والدين من الذرة مثلا، فإنهم سيكونوا واثقين من أنها ستعطى مهجنات ذات محصول وافر، وذلك بدلا من البذور المستقاة من التلقيح الذاتى أو التلقيح العشوائى. أما حاليا فإنه يلزم استخدام الإخصاء اليدوى بكل ما فيه من جهد بالغ (وتكلفة غالية) لإنتاج بذور مهجنة للذرة والطماطم والكرنب وغير ذلك من نباتات المحاصيل. وربما سيمكن أيضا استغلال ما يماثل ذلك من طرائق لإحداث العقم حتى نتأكد من أن الجينات المدخلة لن تتناثر من خلال حبوب لقاح النباتات المعدلة وراثياً.