

المحاصيل المُحوَّرة وراثياً ودورها في التنمية الزراعية

مُحمَّد عُثمان خَضِر¹

الخلاصة

في مُنتصف تسعينات القرن العشرين، وبعد ما يقارب ربع قرن من تطبيق تقانة الهندسة الوراثية على عدد من أنواع النباتات، زُرعت أصناف من بعض المحاصيل المحورة وراثياً على نطاق تجارى. شمل التحوير الوراثي تحمل مبيدات الحشائش ومقاومة الأمراض والحشرات وتحسين نوعية المنتج. وزادت مساحة المحاصيل المحورة وراثياً باضطراد من 1.7 مليون هكتار عام 1996 إلى نحو 60 مليون هكتار عام 2002 وإلى نحو 81 مليون هكتار عام 2004، وتوجد أكثر من 95% من هذه المساحة في أربع دول فقط هي الولايات المتحدة الأمريكية والأرجنتين وكندا والصين. ويتصدر فول الصويا قائمة هذه المحاصيل من حيث المساحة يليه الذرة الشامية (الصفراء) ثم القطن فالسجملج (الكانولا). وقد أثار التوسع في زراعة المحاصيل المحورة وراثياً تخوف بعض العلماء ومنظمات المجتمع المدني من آثارها السالبة المحتملة على البيئة والتنوع الحيوي وصحة الإنسان. إلا أنه من المتوقع أن تلعب هذه المحاصيل دوراً هاماً في التنمية الزراعية.

الكلمات المفتاحية: الهندسة الوراثية؛ التحوير الوراثي.

المقدمة

لقد ظل الإنسان، منذ آلاف السنين، يحلم بكائنات غير موجودة في الطبيعة تجمع صفات أنواع (Species) ليست بينها قرابة ورمز لأحلامه ببعض التماثيل منها أبو الهول والثور المجنح. فقد حلم قدماء المصريين بكائن له عقل إنسان وقوة أسد ورمزوا لذلك بأبي الهول، وحلم الآشوريين بكائن له عقل إنسان وسطوة أسد وقوة ثور وجناحي نسر ورمزوا لذلك بتمثال الثور المجنح. وقبل نحو ثمانين عاماً حلم العالم الروسي كاربيشكنو بإنتاج نبات له جذور الفجل وأوراق الكرنب (اللهاثة) أي إنتاج محصولين من نبات واحد. ولكنه عندما قام بتهجين الفجل والكرنب حصل على نبات له جذور الكرنب وأوراق الفجل أي نبات ليست له أي قيمة اقتصادية. ولكن علماء الوراثة وتربية النبات لم يياسوا واستمرت المحاولات لجمع صفات أنواع مختلفة في محصول واحد وصادفوا نجاحاً في بعض المحاولات مثل إنتاج التريتيكال (Triticale) الذي يجمع بعض صفات القمح وبعض صفات الشيلم (Rye) مما مكن من زراعة هذا المحصول الجديد في ترب ضعيفة وتحت درجات حرارة منخفضة. وللصعوبات التي جابهت مربى النبات في الجمع بين صفات أنواع مختلفة من النباتات بالطرق التقليدية لتربية النبات، اتجهوا نحو العمل على مستوى الخلية (اندماج البروتوبلاست Proto-plast fusion) ومن ثم إلى مستوى الحامض النووي (دنا DNA) داخل نواة الخلية أي نقل جزء من الدنا من كائن حى إلى كائن حى آخر وهو ما يعرف بتقانة الدنا المطعم (Recombinant DNA Technology) أو ما يعرف مجازاً باسم الهندسة الوراثية (Genetic Engineering).

وتعد الهندسة الوراثية أحدث العلوم في مجال علوم الحياة إذ تعد بداية سبعينات القرن العشرين تاريخاً لميلادها، وقد فتحت آفاقاً علمية رحبة في كثير من المجالات كالزراعة والطب والصناعة. ومن المؤمل أن تحل بعض المشاكل التي يواجهها الإنسان والتي تعجز الطرق التقليدية عن حلها أو تطول المدة اللازمة لحلها بالطرق التقليدية. فمنذ منتصف تسعينات القرن الماضى انتقلت النباتات المحورة وراثياً من المعامل إلى الحقول التجريبية ومن ثم إلى الإنتاج التجارى.

الهدف الأساسى من إنتاج المحاصيل المُحوَّرة وراثياً هو زيادة العائد للمزارع إما بزيادة الإنتاجية من وحدة المساحة أو تقليل تكلفة الإنتاج أو الاثنين معاً، بالإضافة إلى تحسين النوعية والمحافظة على البيئة. وهذا الهدف لا يختلف عن هدف تربية النبات بالطرق التقليدية (خضر، 2002 وكمبال وخضر، 2003)، ولكن تمتاز تقانة الدنا (DNA) المطعم بما يلي:

1. سرعة الحصول على النتائج المرجوة مقارنة بالطرق التقليدية والتي تتطلب إجراء تهيئات رجعية عديدة.
2. إمكانية نقل الجينات عبر حاجز الأنواع والأجناس مما لا يمكن تحقيقه بطرق تربية النبات التقليدية.
3. إمكانية تخليق جينات جديدة لا مثيل لها في الكائنات الحية.

بالرغم من أن الدول النامية، ومن بينها الدول العربية، أكثر احتياجاً من الدول المتقدمة لزيادة إنتاجية محاصيلها وتحسين نوعياتها إلا أن تطبيق تقانة الدنا (DNA) المطعم يتم بشكل أساسى في الدول المتقدمة نسبة لتوفر الإمكانيات المادية والعلمية. وتجدر الإشارة إلى أن معظم ما ينتج من أصناف محورة وراثياً فى الدول المتقدمة يتركز فى شركات القطاع الخاص التى تحمى منتجاتها ببراءات الاختراع وحقوق المربى. كما أن هذه الشركات تركز على المحاصيل التى تزرع فى الدول المتقدمة مثل القطن وفول الصويا والذرة الشامية (الصفراء) والسلمج (الكانولا).

أهم إنجازات التحوير الوراثي في المحاصيل

يمكن تلخيص أهم ما تم التوصل إليه من إنجازات فى مجال التحوير الوراثي للمحاصيل فيما يلي:

1. تحمل مبيدات الحشائش: نقل جين من بكتيريا القولون (*Escherichia coli*) إلى عدة محاصيل أهمها فول الصويا والذرة الشامية والكانولا والقطن فأصبحت قادرة على تحمل مبيد الحشائش فلافوسيت (Glyphosate)، الذى يسوق تحت الاسم التجارى راوند أب (Roundup)، وبالتالي أصبح بالإمكان استخدام مبيدات أعشاب غير اختيارية (Non-selective herbicides) رخيصة نسبياً وبكميات قليلة لإبادة الحشائش دون أن يتأثر المحصول الذى يحمل الجين المعنى.

1 كُتِبة الزراعة، جامعة الخرطوم، الرمز البريدي 13314 شمبات، الخرطوم بحري، السودان، فاكس: 325683 85 (1) (+249).

خاصة في أوروبا، من تطبيقات الهندسة الوراثية. وتشمل المخاطر المحتملة التي تركز عليها هذه الجهات المعارضة لزراعة المحاصيل المحورة وراثياً الآتي:

1. ظهور حشائش مقاومة لمبيدات الحشائش: قد تنتقل جينات مقاومة الحشائش من المحصول المعدل وراثياً لهذه الصفة إلى أقاربه البرية عن طريق التلقيح الخلطي مما يؤدي إلى إنتاج حشائش مقاومة لهذه المبيدات وبالتالي صعوبة التخلص منها. وقد حدث هذا لجين يشفر لمقاومة مبيدات الحشائش في السلجم إذ انتقل الجين إلى عشيرة من الحشائش ذات القرابة. ويزداد احتمال حدوث مثل هذا الانتقال في المراكز الأولية والثانوية للتنوع الحيوي حيث تزرع المحاصيل بالقرب من أقرانها البرية.
2. الآثار السالبة لزراعة محصول معدل وراثياً لمقاومة الحشرات: إن الزراعة المستمرة لمحصول يحمل الجين Bt قد تؤدي تحت الضغط الانتخابي العالي إلى ظهور سلالات من الحشرات المستهدفة مقاومة لسموم هذا الجين. كما أن هناك احتمالاً لتأثير سموم هذا الجين سلباً على الحشرات غير المستهدفة وعلى كائنات التربة عند تحليل بقايا المحصول المقاوم.
3. الآثار السالبة على التنوع الحيوي: إن زراعة النباتات المحورة وراثياً قد يؤدي إلى ظهور كائنات جديدة غير مرغوبة أو اختفاء كائنات أخرى مرغوبة مما يخل بالتوازن البيئي. وفي عام 1998، أصدرت المجموعة الأفريقية بمنظمة الأغذية والزراعة وثيقة تقول فيها أن الترويج للمحاصيل المحورة وراثياً سيدمر التنوع الحيوي في أفريقيا. وتشير اتفاقية التنوع الحيوي الصادرة عن مؤتمر قمة الأرض بريودي جانيرو عام 1992 إلى احتمال وجود بعض المخاطر على البيئة والتنوع الحيوي من الأحياء المحورة وراثياً، وبناء على هذه الاتفاقية فقد ظهر عام 2000 بروتوكول قرطاجنة المتعلق بالسلامة الأحيائية (الحيوية) لتنظيم حركة الكائنات الحية المحورة وراثياً عبر حدود الدول بقصد منع تلوث البيئة وإحداث أي ضرر على التنوع الحيوي (دراو وأحمد، 2003).
4. الآثار السالبة على صحة الإنسان والحيوان: إن المخاطر على صحة الإنسان والحيوان قد تنجم عن احتمال حدوث تسمم أو حساسية عند بعض الناس أو الحيوانات نتيجة أكل بعض منتجات النباتات المحورة وراثياً، وقد حدثت فعلاً حساسية عند بعض الناس لفول الصويا الذي تم نقل جين له من بندق البرازيل (Brazil nuts) لزيادة نسبة الحمض الأميني الكبريتي الميثيونين (Methionine) وكذلك حساسية للذرة الشامية ماركة StarLink الذي يحمل الجين Bt لمقاومة الحشرات. أيضاً هناك احتمال انتقال جينات مقاومة المضادات الحيوية، التي تستخدم كواسمات للجينات المرغوبة أثناء عملية التحويل، إلى بكتيريا القناة الهضمية في الإنسان والحيوان مما قد يؤدي إلى تطوير ميكروبات لا يُجدي معها استخدام المضادات الحيوية.

2. مقاومة الحشرات: تؤدي مقاومة المحصول للحشرات إلى زيادة الإنتاجية وخفض تكلفة الإنتاج بتقليل استخدام المبيدات. وقد عُزل الجين Bt من بكتيريا التربة (*Bacillus thuringiensis*)، والذي يتحكم في إنتاج بروتين سام لبعض الحشرات، ونقل إلى بعض المحاصيل مثل القطن والذرة الشامية والتبغ.
3. مقاومة مسببات الأمراض: بما أن الأمراض الفيروسية والبكتيرية والفطرية تسبب فقداً كبيراً في إنتاج المحاصيل، فإن المقاومة الذاتية لهذه المسببات تساعد على تحسين الإنتاج كماً ونوعاً. وقد تم بالفعل إنتاج نباتات مقاومة للأمراض الفيروسية عن طريق نقل الجين المشفر لبروتينات غلاف هذه الفيروسات إلى بعض المحاصيل مثل التبغ والبطاطس والطماطم. وما زالت الأبحاث جارية لعزل جينات تتحكم في مقاومة مسببات الأمراض الأخرى.
4. تحسين صفات الجودة: في عام 1994، سمحت السلطات الأمريكية لإحدى الشركات بتسويق أول منتج غذائي مُحور وراثياً وهو صنف الطماطم المُسمَّى فليفرسيفر (FlavrSavr) والذي يحمل جيناً يبطئ العمليات الفسيولوجية ما بعد الحصاد بحيث لا تلين الثمار وتفسد بسرعة. وتجري حالياً محاولات لنقل هذا الجين لأنواع أخرى من الخضروات والفواكه لمنع فسادها السريع. كما أدى استخدام تقانة الدنا المُطعم إلى تقليل نسبة الأحماض الدهنية المشبعة في زيت فول الصويا وزيادة نسبة حمض اللايسين والتربتوفين في الذرة الشامية والميثيونين في البقوليات. ونقل جين من بكتيريا القولون إلى البطاطس لزيادة كمية النشا في الدرنات. كما تم نقل جينين من النرجس البري وجين من البكتيريا إلى الأرز لإنتاج أرز أصفر سمي الأرز الذهبي (Golden rice) يحتوى على البيتاكاروتين الذي يتحول في جسم الإنسان إلى فيتامين (أ) المضاد لضعف النظر والعمى خاصة عند الأطفال. وقد تمكنت كبرى شركات التقانة الحيوية في أمريكا (مونسانتو Monsanto) من نقل جين إلى القطن بحيث أنتج شعراً (Lint) أزرق اللون يصلح لتصنيع قماش أزرق للبلوجينز دون أن يحتاج إلى صبغة.
5. تحمل الظروف البيئية غير الملائمة: يؤدي إنتاج أصناف من المحاصيل لها القدرة على تحمل الجفاف والملوحة وحموضة التربة إلى استغلال أراضى هامشية مصنفة حالياً بأنها غير صالحة للزراعة، وقد تم نقل جين إلى البرسيم وآخر للذرة الشامية لمقاومة الملوحة وجين إلى الأرز لمقاومة الجفاف.

المخاطر المحتملة من زراعة المحاصيل المحورة وراثياً

أثار التوسع السريع في زراعة المحاصيل المحورة وراثياً دون توفر معلومات كافية عن آثارها البيئية والصحية والاقتصادية على المدى البعيد مخاوف العديد من العلماء ومنظمات المجتمع المدني،

ومناطق أخرى إلى أن 90% من المستهلكين يطالبون بضرورة وضع الإعلان عن الأغذية المحورة وراثياً على بطاقة البيان (Label) وخلص بيان الاتحاد العربي للمستهلك إلى ضرورة وضع بطاقة بيان (ديباجة) توضح إذا ما كان المعروض محور وراثياً أم لا، سواء كان مستورداً أو محلياً، وأن يتم توفير الإمكانات المادية والفنية للتحقق من ذلك ضماناً لحق المستهلك في المعرفة أولاً ومن ثم الاختيار.

زراعة المحاصيل المحورة وراثياً على نطاق تجاري

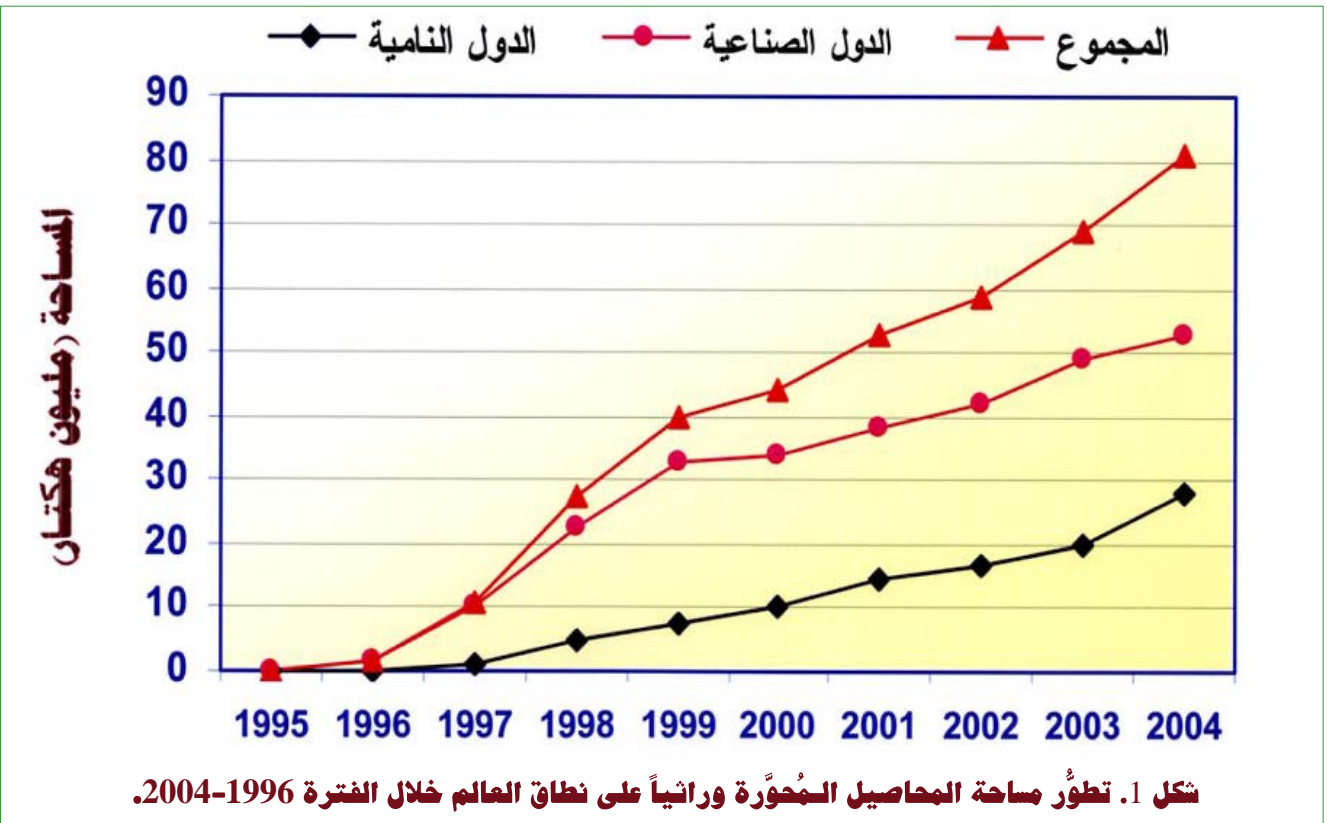
خلال التسع سنوات الماضية بدءاً بعام 1996 وانهاءً بعام 2004 زادت مساحة المحاصيل المحورة وراثياً على الصعيد العالمي بما تجاوز 47 ضعفاً، حيث كانت هذه المساحة في عام 1996 نحو 1.7 مليون هكتار ارتفعت في عام 2004 إلى نحو 81 مليون هكتار منها 27.6 مليون هكتار (34%) في الدول النامية (شكل 1). بلغت المساحات المزروعة بالمحاصيل المحورة وراثياً خلال عامي 2003 و2004 نحو 13.3 مليون هكتار بزيادة نحو 20% منها نحو 7.2 مليون هكتار في الدول النامية ونحو 6.1 مليون هكتار في الدول الصناعية.

وقدّرت نسبة المساحة المزروعة بالمحاصيل المحورة وراثياً في عام 2004 بنحو 5% من إجمالي الأراضي المزروعة في العالم (1.5 بليون هكتار)، 98% منها انحصرت في ست دول هي الولايات المتحدة الأمريكية (59%) والأرجنتين (20%) وكندا والبرازيل (6%) والصين (5%) وبارجواي (2%)، فيما توزعت المساحة المتبقية (2%) على كل من أستراليا ورومانيا والمكسيك وأسبانيا وغيرها (James, 2004).

5. تحكم الشركات الكبرى في منتجات الهندسة الوراثية: إن بحوث وتطبيقات الهندسة الوراثية تحتاج إلى إمكانات مادية وكوادر بشرية لا تتوفر حالياً إلا للشركات الكبرى التي تحمي منتجاتها ببراءات الاختراع مما يمكن هذه الشركات من احتكار تجارة المحاصيل المحورة وراثياً ومدخلات الإنتاج اللازمة لها (التقاوي والكيماويات). ولمثل هذا الاحتكار آثار سلبية خاصة على الدول الفقيرة وصغار المزارعين.

إن الترويج لعدد محدود من الأصناف المعدلة وراثياً قد يشجع على الزراعة الأحادية على نطاق واسع مما يؤثر سلباً على التنوع المرغوب في المحاصيل لسد حاجات المنتجين والمستهلكين المختلفة، كما أن زراعة صنف واحد في مساحات شاسعة قد تكون له عواقب وخيمة على المنتجين عند ظهور آفة أو مرض فتاك.

لقد ثار جدل واسع حول الأغذية المحورة وراثياً شمل المستهلكين وعلماء الدين وبعض علماء الوراثة بين مؤيد ومعارض لاستخدامها، وكل يحاول حشد الأدلة والبراهين لتعريض وجهة نظره. ورفض المستهلك في كثير من بلاد العالم، خاصة في أوروبا وأفريقيا والعالم العربي، وجود غذاء محور وراثياً في الأسواق. وقد أصدر الاتحاد العربي للمستهلك بياناً، بمناسبة اليوم العالمي لحقوق المستهلك في 15 مارس 2005، ذكر فيه أن دراسة أجريت بكندا في يناير 2005 بينت أن 92% من المستهلكين أبدوا خوفاً من المخاطر المحتملة نتيجة لاستهلاك الأغذية المحورة وراثياً، على المدى الطويل، وأن دراسة أجريت في بريطانيا عام 2004 أوضحت أن 61% من المستهلكين أبدوا قلقهم من المضار المحتملة لاستهلاك الأغذية المحورة وراثياً وأشارت دراسات في كل من أستراليا وكندا



لقد وضعت الأمانة العامة للجامعة العربية استراتيجية عربية للتقانة الحيوية في عام 1993. كما أن المنظمة العربية للتنمية الزراعية أصدرت دراسة عام 2001 لتعزيز البحوث المشتركة في مجال استخدام التقانات الحيوية في تحسين الإنتاج النباتي، إلا إن الإمكانيات المادية والفنية لإجراء أبحاث في مجال الهندسة الوراثية وخاصة التحوير الوراثي للمحاصيل تكاد تكون معدومة في معظم الدول العربية، وهناك بدايات مُشجعة في بعضها. ويتركز أغلب العمل حول صفات المقاومة للإجهاد البيئي (ملوحة، جفاف، ارتفاع درجة الحرارة) والإجهاد الحيوي (مقاومة الحشرات ومسببات الأمراض) في الأردن وسوريا ومصر والمغرب.

وتتصدر مصر الدول العربية في هذا المجال، فقد أنشأت معهداً لبحوث الهندسة الوراثية الزراعية بمركز البحوث الزراعية منذ عام 1992 ليساهم في نقل تقانة الدنا المطعم من معامل الدول الصناعية المتقدمة إلى المعامل المصرية. وقد تمكن المعهد من إنتاج سلالات من البطاطس والذرة الشامية والقطن تحمل الجين البكتيري Bt لمقاومة الحشرات. كما تم إنتاج كوسة معدله وراثياً لمقاومة فيروس التبرقش الزوكيني الأصفر (ZYMV) وإنتاج طماطم مقاومة للفيروسات خاصة فيروسات الجيميني (Geminiviruses).

كما تم إنتاج نباتات قمح مقاومة للجفاف عن طريق نقل أحد الجينات المعزولة من الشعير. هذا وتوجد بعض مراكز للهندسة الوراثية بالجامعات المصرية خاصة كلية الزراعة - جامعة القاهرة.

التوصيات

1. على الأقطار العربية التي لم توقع على بروتوكول السلامة الحيوية أن تسرع بالتوقيع لتتمكن من الاستفادة من المميزات التي يوفرها البروتوكول في تبادل المعلومات والخبرات وبناء القدرات.
2. أن تضع كل دولة عربية مشروعاً متكاملًا لبناء القدرات في مجال الهندسة الوراثية من كوادر بشرية مؤهلة ومدربه ومعامل مزودة بالأجهزة الحديثة.
3. وضع التشريعات المناسبة لتنظيم استيراد وتداول المحاصيل المحورة وراثياً وتقييم السلامة الحيوية لكل حالة على حده.
4. نشر الوعي بين المواطنين بالحقائق العلمية عن منتجات الهندسة الوراثية ومناقشة السياسات حولها علناً وبشفافية حتى لا يقع المنتجون والمستهلكون فريسة دعايات الشركات المنتجة، التي تضخم الفوائد وتقلل المخاطر المحتملة، أو حماس المعارضين للمنتجات المحورة وراثياً الذين كثيراً ما يضخمون المخاطر ويقللون من الفوائد.
5. ضرورة التكامل والتنسيق فيما بين الأقطار العربية إذ تقصر إمكانات موارد كل منها على حدة عن تحقيق إنجازات ذات شأن في مجال المحاصيل المحورة وراثياً.

يتصدر فول الصويا المحاصيل المحورة من حيث المساحة حيث شكّلت مساحته 60% من المساحة الكلية لهذه المحاصيل في عام 2004، يليه الذرة الشامية بنسبة 23% ثم القطن بنسبة 11% فالسلجم (الكانولا) بنسبة 6% (جدول 1).

جدول 1. مساحة المحاصيل المحورة وراثياً بالمليون هكتار خلال الفترة 2004-2001

السنة	2001		2002		2003		2004	
	النسبة من المساحة العالمية (%)	المساحة	النسبة من المساحة العالمية (%)	المساحة	النسبة من المساحة العالمية (%)	المساحة	النسبة من المساحة العالمية (%)	المساحة
فول الصويا	33.3	63	36.5	62	41.4	61	48.4	60
الذرة الشامية	9.8	19	12.4	21	15.5	23	19.3	23
القطن	6.8	13	6.8	12	7.5	11	9	11
السلجم	2.7	5	3	5	3.6	5	4.3	6
المجموع	52.6	100	58.7	100	68	100	81	100

المصدر: James (2004)

بلغت نسبة المحاصيل المحورة التي تحمل صفة تحمل مبيدات الحشائش 75% من مساحة هذه المحاصيل الكلية في عام 2002، وكانت نسبة المحاصيل المقاومة للحشرات 17% بينما بلغت نسبة المحاصيل التي تحمل الصفيتين 8%.

في عام 2002، بلغت نسبة مساحة فول الصويا المحورة وراثياً 51% من المساحة الكلية في العالم بينما كانت نسب مساحات القطن والسلجم والذرة الشامية المحورة وراثياً 20% و 12% و 9% من المساحات الكلية العالمية لهذه المحاصيل على التوالي (جدول 2). أما في الولايات المتحدة الأمريكية، فقد كانت 75% من مساحة فول الصويا التي زرعت في عام 2002 محورة وراثياً، كما كانت 71% من مساحة القطن و 34% من مساحة الذرة الشامية محورة وراثياً، وفي الأرجنتين كانت 99% من مساحة فول الصويا مزروعة بمحصول محور وراثياً.

جدول 2. نسبة مساحة المحاصيل المحورة وراثياً من المساحة الكلية لهذه المحاصيل في عام 2002

المحصول	المساحة الكلية (مليون هكتار)	المساحة المزروعة بالمحصول المحور (مليون هكتار)	النسبة (%)
فول الصويا	82	36.5	51
القطن	34	6.8	20
السلجم (كانولا)	28	3.0	12
الذرة الشامية	140	12.4	9

المصدر: James (2004)

الوضع في العالم العربي

نظراً لمحدودية التوسع الأفقي في إنتاج المحاصيل في الدول العربية، ما عدا في السودان، فإن التوسع الرأسي (أي زيادة الإنتاجية في وحدة المساحة) يصبح الملاذ الوحيد، وهنا يمكن أن تلعب أصناف المحاصيل المحورة وراثياً دوراً محورياً خاصة تحت الظروف البيئية القاسية من ملوحة وقلوية وجفاف وانتشار الأمراض والحشرات.

كمبال، على الخضروخضر، مُحَمَّد عثمان 2003. زراعة المحاصيل المحورة وراثياً في السودان. ورقة قدمت إلى اللجنة الفنية لدراسة الأغذية المحورة وراثياً، الهيئة السودانية للمواصفات والمقاييس، الخرطوم، السودان.

James, C. 2002. Preview: Global status of commercialized transgenic crops. International Service for the Acquisition of Agri-biotech Applications (ISAAA), Brief No. 27, ISAAA, Ithaca, NY, USA.

James, C. 2004. Preview: Global status of commercialized transgenic crops. International Service for the Acquisition of Agri-biotech Applications (ISAAA), Brief No. 32, ISAAA, Ithaca, NY, USA.

6. تعظيم مستوى التواصل والتفاعل ما بين الباحثين العرب العاملين في مجال الهندسة الوراثية بعقد دورات تدريبية ومؤتمرات وإعداد دليل بالكفاءات العربية يتضمن أسماء وعناوين ومجالات تخصص العاملين بالهندسة الوراثية.

المراجع

خضر، مُحَمَّد عثمان 2002. مبادئ وطرق تربية النبات. مهيرة للطباعة والنشر، الخرطوم، السودان.

دار، حامد أحمد وأحمد، يوسف مُحَمَّد 2003. سلامة الأغذية المحورة وراثياً. ورقة قدمت إلى اللجنة الفنية لدراسة الأغذية المحورة وراثياً، الهيئة السودانية للمواصفات والمقاييس، الخرطوم، السودان.

Genetically Modified Crops and Their Role in Agricultural Development

Mohamed O. Khidir¹

Summary

Although Genetic Engineering was born in the early 1970s, it took nearly quarter of a century for genetically engineered crop varieties to be grown on commercial scale. The genetic modifications included herbicide tolerance, resistance to pests and diseases and quality improvement.

The area under genetically modified crops (GMCs) increased from 1.7 million hectares in 1996 to nearly 60 in 2002 and to about 80 in 2004.

More than 95% of this area is found in four countries; namely, USA, Argentine, Canada and China. Soybean tops the list of GMCs, followed by maize, cotton and rapeseed (canola) .

Some scientists and many consumer organizations expressed fears of the potential negative effects of GMCs on the environment, human health and biodiversity.

¹ Faculty of Agriculture, University of Khartoum, Postal Code 13314 Shabbat, Northren Khartoum, Sudan, Fax: (+249) (1) 85 325683.