سلسلة نزار الارشادية

(20)

صرخة من اجل عراق زراعي مزدهر

الوقاية في ادارة الآفات

(الهندسة الوراثية والاصناف المقاومة)

الدكتور

نزار مصطفى الملاح

استاذ متمرس/جامعة الموصل

الوقاية في ادارة الآفات

(الهندسة الوراثية والاصناف المقاومة)

الدكتور

نزار مصطفى الملاح

استاذ متمرس

جامعة الموصل

محفوظة جميع الحقوق

الوقاية في ادارة الآفات (الهندسة الوراثية والاصناف المقاومة)

تأليف : أ. د. نزار مصطفى الملاح

سنة الطبع : 1441 هـ / 2020 م

بلد الطباعة : موصل - العراق

الناشر :

العلا للطباعة والنشر

الموصل - العراق

المقدمة

في نشرة سابقة تطرقنا الى أهمية انتاج واستخدام الأصناف المقاومة المنتجة بالطريقة المندلية واهمية هذه الأصناف في مجال إدارة الآفات، وأشرنا الى بطئ هذه الطريقة وتعاملها مع صف واحد لإنتاج ما هو مقاوم من الأصناف النباتية.

ان تطور موضوع الهندسة الوراثية اليوم قد فتح افاقاً جديدة في مجال تحوير الكائنات الحية عموما وفي مجال النباتات خاصة لإنتاج نباتات تقاوم الآفات الحية وغير الحية من اجل زيادة الإنتاج الزراعي وتحسينه كما ونوعا.

الهندسة الوراثية والمقاومة

تشكل تقنيات الهندسة الوراثية أحد الأعمدة الأساسية في انتاج المحاصيل المقاومة للآفات وذلك لان هناك العديد من العوامل المحددة لاستخدام الطريقة المندلية او التقليدية في انتاج المحاصيل المقاومة للآفات. ومن اهم هذه العوامل ما يلي:

1- إن نقل الصفات يتم بين أفراد أو سلالات نفس النوع فقط.

2- تتعامل في الغالب مع صفة واحدة من الصفات المقاومة أو الصفات المطلوب نقلها.

3- طريقة بطيئة تحتاج إلى وقت قد يستغرق عدة سنوات خاصة مع النباتات المعمرة أو ذات دورة الحياة الطويلة.

4- سرعة تكوين سلالات من الآفة قادرة على كسر المقاومة تحتم ضرورة الاستمرار في عملية تربية الأصناف المقاومة.

5- الحاجة إلى جينات المقاومة باستمرار والتي قد لا تتوفر في بعض الأنواع.

الهندسة الوراثية: إن التطور الحاصل في علم الحياة الجزيئي Molecular biology أدى إلى إمكانية التعرف على الجينات والوظائف المسؤولة عنها في الكائن الحي فضلاً عن استنساخها بعملية الـ Cloning، كما أن التقنيات المستخدمة في عملية تمييز ورسم الخرائط الجينية للكائنات الحية قد تطورت بشكل كبير بحيث أصبح الإنسان قادراً على رسم خارطة تعاقب الجينات في الكائن الحي ومنها الإنسان.

إن الهندسة الوراثية تعد اليوم أحد فروع التقنيات الحيوية المهمة Biotechnology والتي يمكن تعريفها بأنها التقنيات التي تستخدم لتحوير التركيب الوراثي لمجين Genome المحصول أو الآفة إما عن طريق حذف الجين أو عزله أو عن طريق نقل الجينات من كائن لأخر. ويطلق على المحاصيل المحورة بطريقة الهندسة الوراثية بالكائنات المحولة أو المعدلة وراثياً Genetically Modified Organisms (GMO) أو الكائنات المعدلة بالهندسة الوراثية Genetically Engineered Organisms أو (GEO) وتستخدم هذه المصطلحات عادة لتمييز الكائنات المحولة وراثياً بطريقة الهندسة الوراثية أو التقانات الحياتية عن الكائنات المعدلة بالطريقة المندلية التقليدية.

إن التطور الكبير الذي حصل في مجال إنتاج المحاصيل المعدلة وراثياً كنتيجة طبيعية لتطور طرائق تحديد الجين المسؤول عن صفة المقاومة وإمكانية نقل هذا الجين من كائن في مجموعة تصنيفية معينة إلى نوع آخر في مجموعة تصنيفية لا تَمُتُ بصِلَة للمجموعة الأولى أي إمكانية نقل جين من خلية بكتيرية إلى النبات أو من خلية حيوانية إلى خلية نباتية ، فضلاً عن إمكانية نقل أكثر من جين أو صفة من كائن إلى آخر ينتميان أيضاً إلى مجاميع مختلفة والتي أدت إلى حدوث ثورة حقيقية في مجال تحوير وتصميم الكائنات الحية ، إلا إن العامل المهم المحدد لهذه الثورة هو درجة تقبل المستهلك للمحاصيل المعدلة وراثياً وخوفه من التأثيرات الجانبية لهذه المنتجات على الصحة العامة والبيئة بشكل عام.

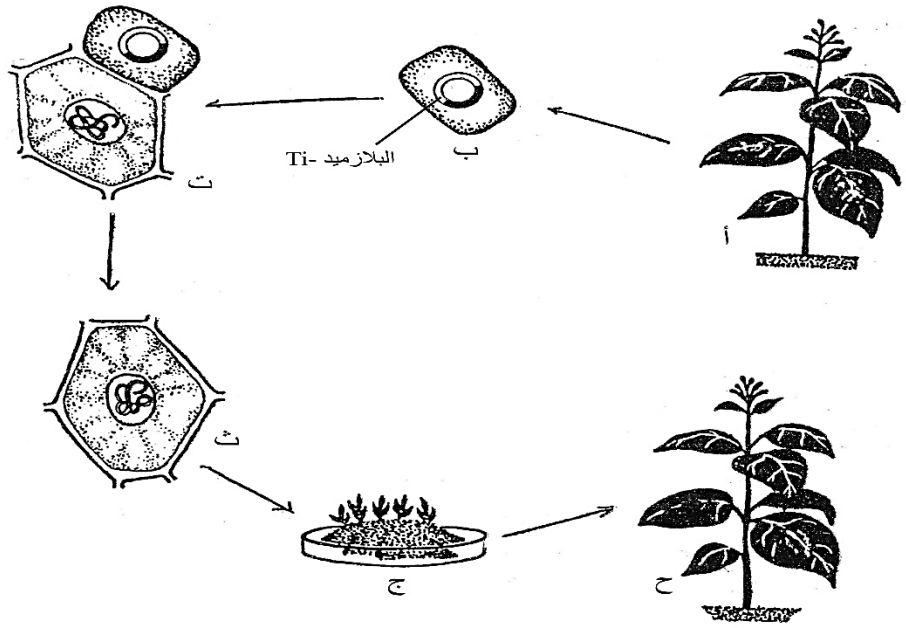
إن تحقيق عملية نقل الجينات في الهندسة الوراثية يمكن أن يتحقق من خلال استخدام أحد التقنيات الآتية:

1- نظام النقل الطبيعي: من المعروف أن البكتريا *Agrobacterium tumefaciens* تسبب أورام في النباتات التي تصيبها وذلك عن طريق إدخالها (جينات) أو DNA خاص في خلية العائل النباتي والتي تحفز الخلية على بدء التكاثر، هذه الجينات يتم تحميلها على قطعة صغيرة حلقية من الـ DNA تسمى

بلازميد Plasmid وإن لهذه البكتريا القدرة على إدخال البلازميد DNA في خلية العائل وبالتالي تتحد مع DNA خلية العائل. وباستخدام علم الحياة الجزيئي أمكن حذف الجينات المسببة للأورام واستبدالها بجينات المقاومة وبذلك تقوم البكتريا بإدخال البلازميد الحامل لجينات المقاومة إلى النبات العائل حيث يتحد البلازميد مع مجين Genome العائل. هذه التقنية تستخدم فقط مع النباتات التي تصاب بالمسبب المرضي وخاصة نباتات ذات الفلقتين كما في الشكل

2- الاتحاد المباشر للبلازميد بالبروتوبلاست: البروتوبلاست هو عبارة عن خلايا نباتية عارية أو عديمة الجدار نتيجة إزالته إنزيمياً حيث يتم إدخال البلازميد الذي يحوي الجينات المرغوبة والذي تم تنميته في البكتريا *Echerichia coli* إلى البروتوبلاست النامي في محلول زرعي يحوي البلازميد، حيث يتم أخذ البلازميد من قبل الخلايا ليتحد بعد ذلك مع مجين Genome الخلية. هذه التقنية استخدمت بنجاح مع محاصيل الحبوب.

3- القصف الجسيمي: تعتمد هذه التقنية على الإطلاق المايكروسكوبي للـ DNA المغلف بشكل رصاصة صغيرة معدنية على خلايا النبات وتسمى هذه الطريقة أيضاً بطريقة الحقن الدقيق Microinjection أو Biolistic injection. إن النسيج المستخدم كهدف لهذه الرصاصات الدقيقة يتم الحصول عليه بواسطة الزراعة النسيجية Tissue culture، كما قد تستخدم البذور والأجنة كذلك.



الشكل يوضح استخدام الهندسة الوراثية في نقل بعض الصفات

آ – نبات به صفة مراد إدخالها (مقاومة مثلاً) في صنف تجاري.

ب– بكتريا ناقلة للصفة (*Agrobacterium tumefaciens*) نقلت إليها الصفة المراد إدخالها من نبات (آ) وحملت في Ti-plasmid.

ت– عدوى البكتريا لخلايا النبات التجاري.

ث– خلية النبات التجاري وبها الجزء t-DNA من Ti-plasmid الحامل للصفة المدخلة.

ج– زراعة خلايا النبات التجاري بعد إدخال الصفة بطرائق زراعة الأنسجة وتكوين كالوس.

ح– النبات التجاري الجديد وبه الصفة المدخلة.

المحاصيل المقاومة للآفات باستخدام الهندسة الوراثية

إن التطور السريع الحاصل في مجال علم الحياة الجزيئي وتطبيقاته في مجال مكافحة الآفات سواء على المستوى التجريبي والتجاري قد حقق إنجازات كبيرة نذكر منها ما يلي:

أولاً): أصناف مقاومة لمسببات أمراض النبات: استخدمت عدة طرائق لتطبيق الهندسة الوراثية في مجال مكافحة مسببات أمراض النبات منها:

1- المقاومة المشتقة من الممرض: نظراً لصعوبة مكافحة الفايروسات المسببة لأمراض النبات تم إنتاج العديد من الأصناف المعدلة وراثياً للسيطرة على الفايروسات والتي تم إنتاجها بإدخال جزء من مجين Genome الفايروس أو المسبب المرضي والذي لا يسبب المرض في الصنف النباتي ولكنه يحفز المقاومة للفايروس. إن التقنية الوراثية المستخدمة في هذا المجال تعمل على نقل الجينات التي تسيطر على إنتاج البروتين المغلف من الفايروس إلى الصنف النباتي أو المحصول، هذه الجينات تعمل على حماية المحصول من الفايروس الذي أخذت منه هذه الجينات ومن الفايروسات التي تم مكافحتها بهذه الطريقة ما يلي:

آ – إنتاج عدة أصناف من قرع الكوسا المقاومة لفايروس موزائيك الخيار Cucumber mosaic virus وفايروس موزائيك الرقي Watermelon mosaic virus 2 وفايروس موزائيك الزوجيني الأصفر Zucchini yellow mosaic virus.

ب- إنتاج البابايا Papaya المقاومة لفايروس البابايا ذو البقعة الحلقية Papaya ring spot virus.

ت- إنتاج العديد من أصناف البطاطا المقاومة لفايروس التفاف أوراق البطاطا Potato leaf roll virus.

ث- إنتاج نباتات مقاومة لفايروس موزائيك الفاصوليا الأصفر: استخدمت تقنية مضاد التحسس Antisense لإنتاج نباتات مقاومة لفايروس موزائيك الفاصوليا الأصفر Bean Yellow Mosaic Virus وذلك بإدخال نسخة معكوسة Backward copy من الجين الطبيعي لفايروس موزائيك الفاصوليا الأصفر في نبات التبغ فقامت النسخة المعكوسة للجين بإلغاء الوظيفة الأصلية للجين الطبيعي لأنها

تلتحم مع الحامض النووي RNA للفايروس المهاجم ومن ثم أصبح النبات مقاوماً للنبات.

2- المقاومة المشتقة من العائل: استخدمت هذه الطريقة لإنتاج الكثير من الأصناف النباتية المقاومة للعديد من الفطريات والبكتريا الممرضة للنبات وذلك عن طريق تمييز النباتات المقاومة لهذه الفطريات والبكتريا ومن ثم تحديد الجينات المسؤولة عن صفة المقاومة ونقلها إلى الأصناف الحساسة باستخدام تقنيات الهندسة الوراثية ، مثال ذلك وجد أن أشجار الحمضيات تحتوي على بعض الإنزيمات المحللة لمادة الكايتين التي تدخل في تركيب جدران الفطريات وقد تم التعرف على الجين المسؤول عن هذا الإنزيم وتم إدخاله في بعض الأصناف المعدلة وراثياً وأصبحت مقاومة للفطريات حيث يعمل هذا الإنزيم على تحليل جدر خلايا الفطر المهاجم.

3- المقاومة المشتقة من البكتريا: توجد مادة الكايتين Chitin في جدران خلايا الكثير من الفطريات وكذلك الحشرات حيث تبطن القناة الهضمية الأمامية والخلفية وتجعلها مقاومة للبكتريا ومسببات الأمراض الأخرى ولقد وجد الباحثون بعض الإنزيمات المحللة للكايتين مثل إنزيم Chitinase وقد تم عزل الجين الذي يتحكم في إنتاج هذا الإنزيم من البكتريا *Serratia marcescens* وتم إدخاله في البطاطا والخس والبنجر وقد أصبحت هذه المحاصيل مقاومة للفطريات التي تهاجمها حيث يقوم إنزيم الـ Chitinase بإذابة الكايتين الموجود في جدر خلايا الفطريات المهاجمة فلا تحدث الإصابة.

ثانياً): أصناف مقاومة للديدان الثعبانية: إن الجهود متواصلة لهندسة عدد من أصناف المحاصيل المقاومة للديدان الثعبانية، مثال ذلك هناك عمل متواصل لنقل الجين (Mi) المقاوم لنيماتودا العقد الجذرية في الطماطة إلى نباتات محاصيل أخرى حساسة للديدان الثعبانية. وكذلك هناك دراسات حول نقل الجينات المسؤولة عن إنتاج مواد مضادة للديدان الثعبانية تعمل من خلال تأثيرها السام أو المثبط لنموها، وبالرغم

من عدم توفر هذه الأصناف على المستوى التجاري إلا إن من المتوقع ظهورها بشكل تجاري قريباً.

ثالثاً): أصناف مقاومة للحشرات: إن مكافحة الحشرات من خلال نقل عدد من جينات المقاومة إلى المحاصيل التي تهاجمها يعدّ اليوم أحد الخطوط المهمة والمتطورة في نظام إدارة الآفة الحشرية، وتشكل المحاصيل السامة للحشرات أحد الستراتيجيات المهمة في هذا المجال، لذلك سيتم تناول هذا الموضوع بشيء من التفصيل وكما يلي:

يمنع نمو يرقات نوعين من السوس من التغذية على حبوب البازلاء وقد وجد هذا الجين في بعض أصناف البقول المقاومة لهذه الخنافس وسوف يمهد اكتشاف هذا الجين الطريق لإدخاله في محاصيل أخرى غنية في البروتين مثل الفول والفاصوليا واللوبيا والحمص وغيرها.

رابعاً): أصناف مقاومة للآفات غير الحيوية: يعكف خبراء الهندسة الوراثية اليوم على إنتاج محاصيل مقاومة للآفات غير الحيوية كالملوثات المختلفة والملوحة والجروح وعوامل الخزن وغيرها من الآفات غير الحيوية والتي سبق الكلام عنها في الفصل الرابع، ومنها ما يلي:

1- المحاصيل المقاومة لمبيدات الأدغال: تعد مبيدات الأدغال واحدة من أهم الملوثات أو الآفات غير الحيوية التي تسبب حروق وخسائر كبيرة في المحاصيل التي تتعرض لها بشكل مباشر أو غير مباشر أثناء عملية مكافحة الأدغال باستخدام مبيدات الأدغال، كما إنها تشكل أحد المعوقات الرئيسة لعملية استخدام مبيدات الأدغال غير المتخصصة. لذلك فإن إنتاج محاصيل مقاومة لمبيدات الأدغال سينقذ المحاصيل من الحروق والأضرار التي تسببها مبيدات الأدغال لهذه المحاصيل وستسهل من عملية استخدام مبيدات الأدغال غير المتخصصة في الحقول المزروعة

بهذه المحاصيل. وقد تمكنت تقنيات الهندسة الوراثية من إنتاج مثل هذه المحاصيل عبر استخدام الطرائق الآتية:

آ – تحوير موقع تأثير مبيدات الأدغال في المحصول وبذلك لا يظهر تأثيرها على المحصول أو النباتات غير المستهدفة بالمكافحة.

ب– زيادة قدرة المحصول على تحليل وهدم مبيدات الأدغال قبل أن تصل إلى موقع التأثير في نباتات المحصول.

ت– زيادة إنتاج النبات للإنزيمات التي تعمل عليها مبيدات الأدغال مما يؤدي إلى تحمل نباتات المحصول للضرر الذي قد تسببه مبيدات الأدغال للمحصول.

تتوفر حالياً أصناف من المحاصيل المقاومة لثلاثة أنواع من مبيدات الأدغال وهي:

آ – مبيد الأدغال كلايفوسيت Glyphosate: الكلايفوسيت مبيد أدغال جهازي غير متخصص يستخدم لمكافحة الأدغال رفيعة وعريضة الأوراق الحولية والمعمرة منها، وهو غير ضار بيئياً كون سميته منخفضة للبائن وسريع التدهور في التربة، وقد تم تمييز جينات في بعض الكائنات الدقيقة مسؤولة عن هدم وتحليل هذا المبيد فضلاً عن الجينات المسؤولة عن زيادة إنتاج الإنزيمات المسؤولة عن هدم المبيد كلايفوسيت Glyphosate وقد تم نقل هذه الجينات إلى بعض المحاصيل، وفي عام 1994 تم إنتاج محصول فول الصويا المقاوم لمبيد الأدغال كلايفوسيت ومع حلول عام 1999 تم إنتاج القطن والذرة والكانولا Canola والبنجر السكري المقاوم لكلايفوسيت ، والعمل مستمر لإنتاج محاصيل أخرى مقاومة لهذا المبيد.

ب– مبيد الأدغال كلوفوسنيت Glufosinate: مبيد عام ذو تأثير واسع وغير متخصص يؤثر بالملامسة ويستخدم لمكافحة الأدغال الحولية في مرحلة البادرات وقد تم تحديد الجينات المقاومة لهذا المبيد في بعض النباتات وتم نقلها إلى عدد

من المحاصيل خاصة بعض أصناف القطن وفول الصويا والذرة والكانولا والبنجر السكري.

ت- مبيد الأدغال بروموكسونيل Bromoxynil: يستخدم هذا المبيد لمكافحة العديد من الأدغال عريضة الأوراق لذلك فهو يستخدم في حقول الحنطة والشعير والذرة لمكافحة الأدغال عريضة الأوراق إلا إنه لا يمكن استخدام هذا المبيد لمكافحة الأدغال عريضة الأوراق في حقول القطن مثلاً، لذلك لجأ العاملون في مجال الهندسة الوراثية إلى نقل الجينات المسؤولة عن مقاومة هذا المبيد والموجودة في النباتات رفيعة الأوراق إلى نبات القطن ومع حلول عام 1994 تم إنتاج نباتات قطن مقاومة لهذا المبيد.

2- المحاصيل المقاومة للخزن: في الولايات المتحدة تبلغ الخسائر الناتجة عن تلف الخضراوات والفواكه في المخازن نتيجة النضج إلى 50% ويرجع التلف إلى زيادة تركيز غاز الاثيلين Ethylene الذي تنتجه الثمار وهو المسؤول عن طراوة ونضج الثمار وتلفها وقد أظهرت الدراسات أن هناك إنزيم مسؤول عن إنتاج هذا الغاز وقد تمكن العلماء من عزل الجين المسؤول عن هذا الإنزيم وأدخل بطريقة مقلوبة (Antisense RNA) إلى بادرات طماطة عمرها 14 يوم بواسطة البكتريا *Agrobacterium tumefaciens* فأدى ذلك إلى عدم إنتاج الحامض النووي الرسول mRNA والذي يحمل الشفرة الوراثية التي تصدر الأمر بتكوين الإنزيم. ويعتقد العلماء أن الوضع المقلوب للجين يجعله يلتحم مع الحامض النووي الرسول ويشل عمله فلا يتكون الإنزيم ومن ثم يمكن حفظ الطماطة لمدة طويلة، ويسعى اليوم مهندسو الوراثة إلى نقل هذه الجينات إلى التفاح والحمضيات والموز وأبصال الزينة وغيرها من المحاصيل التي يتم تخزينها أو نقلها لمسافات بعيدة.

3- المحاصيل المقاومة للجفاف: تعد مشكلة الجفاف والتصحر من المشاكل التي تحد من الإنتاج الزراعي لذلك سعى العاملون في مجال الهندسة الوراثية إلى تحديد الجينات المسؤولة عن الصفات والوظائف التي تمكن بعض النباتات من تحمل ظروف الجفاف ، ولعّل أحد هذه النباتات هو النبات المعجزة *Tortula ruralis* الذي يعيش في غابات أمريكا وقد لوحظ أن هذا النبات يتحمل الجفاف وتسقط أوراقه ولكنه يستعيد نموه بعد إضافة عدة قطرات من الماء، ولقد تمكن العلماء من عزل 74 نوعاً من البروتين وذلك عند استعادة النبات المعجزة لنموه والعمل مستمر للتعرف على الجين المسؤول عن تحمل الجفاف لعزله وإدخاله في بعض المحاصيل.

4- المحاصيل المقاومة للملوحة: تشكل الملوحة الأرضية أحد العوامل المحددة لزراعة العديد من المحاصيل الغذائية والعلفية، وإن عملية استصلاح الأراضي المالحة هي من العمليات المكلفة لذلك فإن إنتاج نباتات محاصيل تتحمل الملوحة يشكل أحد الحلول المهمة لاستغلال مثل هذه الأراضي، لذا يسعى العاملون في مجال الهندسة الوراثية إلى تحديد الجينات المسؤولة عن تحمل النباتات التي تنمو في الأراضي المالحة لنقل هذه الجينات إلى نباتات بعض المحاصيل لكي يتم زراعتها في مثل هذه الأراضي.

5- المحاصيل المقاومة للجروح: تتعرض العديد من المحاصيل ومنها البطاطا أثناء الحصاد والنقل والتسويق إلى حدوث جروح وخدوش مؤدياً كل ذلك إلى تلونها باللون الأسود مما يقلل من جودتها وقيمتها التسويقية، وقد تم عزل جين من فراشة دودة الشمع وأدخل في نباتات البطاطا لإكسابها مناعة ضد اسوداد لونها.

مما سبق يتضح ان الهندسة الوراثية قد فتحت لنا مسارات جديدة في مجال انتاج الأصناف النباتية المقاومة.