محاضرات التقنيات الاحيائية **(م. ٢)**
د. محمـــد عبد الغفـــور محمـــد
كليـــة الزراعـــة/ جامعـــة الانبـــار

التقنية الحيوية الزراعية:

تعاني كثير من دول العالم خاصة النامية منها من مشاكل عديدة يبرز في مقدمتها الجوع وسوء التغذية ، حيث قدرت منظمة الغذاء العالمية (FAO) عدد الجوعى في العالم في مطلع عام ٢٠٠٩ م بنحو ٩٩٣ مليون شخص إضافة إلى مليار شخص آخرين يعانون من سوء التغذية يعيش معظمهم في المناطق الريفية من البلدان النامية التي تعتمد على الزراعة بجميع قطاعاتها المختلفة بما في ذلك الصيد والرعي وتربية المواشي كمصدر رئيس للغذاء في كل من أفريقيا وجنوب شرق آسيا وأمريكا اللاتينية. كما يعزى تفاقم هذه المشاكل في تلك البلدان العدة أسباب منها: الازدياد المستمر في عدد سكان العالم إضافة إلى التغير المناخي السلبي المتمثل في زيادة الجفاف وشح وندرة مصادر المياه والأمطار الذي نجم عنه تقلص مساحات الأراضي الزراعية وانخفاض إنتاجية وجودة المحاصيل الزراعية المختلفة في معظم الدول النامية، كما حدث مع البرازيل والأرجنتين وجنوب أفريقيا منذ أواخر التسعينات من القرن الماضي. الجدير بالذكر أن منظمة الغذاء العالمية سجلت نقصا في الإنتاجية العالمية للحبوب والخضروات والفواكه، ولا يزال العالم معرضا لأزمة غذاء حادة إذا لم يتحرك صناع القرار بشكل سريع في الوقت الذي تزداد فيه مشاكل التغير المناخي والاحتباس الحراري التي تزيد من تحديات القطاع الزراعي على مستوى الدول النامية . كانت أولى الخطوات العملية الفعَالة التي اتخذتها حكومات الدول النامية للخروج من المشاكل الغذائية والمناخية السالفة الذكر هو بذل كل الطرق العلمية اللازمة لزيادة إنتاجية المحاصيل الزراعية وجودتها وبخاصة الحبوب ، الرئيسة (الأرز والقمح والذرة ، إضافة إلى انتخاب سلالات حيوانية أكثر إنتاجية . أطلق على تلك المحاولات الناجحة بالثورة الخضراء التي حققت الأمن الغذائي الشعوب البلدان النامية وأحدثت تقدما ملموسا في أساليب الزراعة ومجال تطوير الكيماويات الزراعية كالمبيدات والأسمدة .

ظهرت الثورة الخضراء في الفترة من 1960 م إلى 1990 م ، إلا أنها تسببت بين الإخلال بالتوازن الحيوي للمحاصيل الزراعية التقليدية وهجرها على حساب المحاصيل المحسنة الجديدة . كما تسبب الاستخدام الواسع النطاق للمبيدات والمواد الكيميائية الزراعية الأخرى تدهور بيئي شديد كما عرض الصحة العامة للخطر، إضافة إلى ذلك فقد كانت النظم الزراعية في تلك الفترة تطلب استخدام الري على نطاق واسع، مما أدى إلى استنزاف كبير لموارد المياه في العالم.

تضافرت جهود العلماء وأرجاء عديدة من العالم البحث عن تقنيات بديلة يمكن أن تحدث تطور جوهري و ملموس في المجال الزراعي والغذائي دون الحاق الأضرار بالنظام البيئي والإنسان، ويتجلى ذلك في الثورة التقنية الحيوية (Biotechnology) التي لعبت دوراً أساسيا في زيادة كمية المحاصيل وتحسين جودتها، والتعرف على اسرار الكائن الحي عن طريق فلك ومعرفة رموز الشفرة الوراثية، ونقل المورثات (Genes) من كائن حي لآخر، مما ساهم كذلك في الحفاظ على الأنواع النباتية والحيوانية ذات الصفات المرغوبة وانتخابها . وتكمن تطبيقات التقنية الحيوية الزراعية في زراعة الأنسجة للتحسين النوعي والكمي، إضافة إلى تقنيات أخرى، مثل الإكثار الدقيق، زراعة الخلايا، زراعة الأعضاء والحفاظ على الأصول الوراثية وتوثيقها وتعريفها، مما أدى إلى تقدم هائل في المجال الزراعي.

د. محمـــد عبد الغفـــور محمـــــد
كليـــــة الزراعـــــة/ جامعـــــة الانبـــــار

مفهوم التقنية الحيوية الزراعية

يعد **علم التقنية الحيوية الزراعية** أحد أهم ميادين علم التقنية الحيوية التطبيقية المبني على دراسة خصائص المادة الوراثية للكائنات الحية النباتية والحيوانية، والاستفادة منها إنتاج أو تحوير او تطوير محاصيل نباتية أو منتجات حيوانية ذات قيمة وفائدة للبشرية ، وذلك عن طريق أحدث الوسائل العملية والتقنية والدراسات العلمية المتخصصة، كما تسمى هذه التقنية بالتغذية الحيوية الخضراء كونها متعلقة بالمجال الزراعي والثروة الحيوانية والنباتية. وقد سعت العديد من الدول ومقدمتها أوروبا والولايات المتحدة في النهوض بهذه التقنية ووضع الخطط الاستراتيجية القريبة والبعيدة المدى لخوض غمار هذه التقنية وتحصيل أكبر قدر من فوائدها.

يعود نشأة مفهوم التقنية الحيوية البدائية في المجال الزراعي العام 1864 م، عندما نجح العالم الفرنسي لويس باستير **(Louis pasteur)** بتطوير طريقة يمكن بواسطتها قتل البكتيريا الضارة الموجودة في الألبان والحليب بالتسخين والتي سميت بالبسترة (Fatsleturization). وساهم اكتشاف باستير في حفظ العديد من الأطعمة وسهولة نقلها بين البلدان دون أن تفسد كما قام العالم التساوي جريجور مندل **(Mendel)** العام 1865 م بدراسة الصفات الوراثية لنبات البازلاء واستنتج أن الصفات تنتقل من جيل إلى جيل، كما أجرى عمليات التهجين والانتخاب بين سلالتين مختلفة الصفات للحصول على سلالات ذات صفات مرغوبة.

كما قام العالم الأمريكي هنري والس في عام ١٩٢٩م بتطبيق نظريات مندل على بذور بعض المحاصيل النباتية والتهجين فيما بينها لتحسين جودة بعض الأصناف النباتية الغذائية وتسويقها تجارياً لأول مرة بالتعاون مع شركات الأغذية الرائدة في الولايات المتحدة.

كان لاكتشاف تركيب المادة الوراثية المتمثل في الحلزون المزدوج دوراً أساسياً ومهماً في مجال التقنية الحيوية وذلك عام١٩٥٣ م .بواسطة جيمس واطسون وفرانك كريك استمرت التقنية الحيوية الزراعية في التقدم والتطور، وفي عام ١٩٩٤ م بدأت منظمة الغذاء والدواء الأمريكية (FDA) في اعتماد تسويق الأصناف الزراعية الغذائية، وكان أحد تلك الأصناف الطماطم الطازجة ذات العمر الطويل التي أنتجتها شركة فلا فرسافر (FlavrSaVT). والتي منحت المستهلكين طعما ألذ وامتازت ببقائها طازجة فترة أطول من الطماطم العادية. تلا ذلك تطوير ١٨ محصولا بطرق التقنية الحيوية الزراعية وتسويقها عام ١٩٩٧م والتي تم اعتمادها من الحكومة الأمريكية، ولا تزال البحوث والتجارب الزراعية قائمة ومستمرة لإنتاج المزيد من المحاصيل النباتية ذات القيمة الغذائية العالية وتسويقها.

تطور مفهوم التقنية الحيوية الزراعية بمرور السنوات حتى تداخلت معها فروع العلم المتخصصة الأخرى، مثل الكيمياء الحيوية، والأحياء الدقيقة وفسيولوجيا النبات والحيوان، والفيزياء الحيوية، بهدف إكثار الأنواع النباتية والحيوانية المرغوبة وتطويرها ودراسة مكوناتها العضوية والوراثية والكيميائية والاستفادة من ذلك في إنتاج أنواع مضاعفة جديدة تخدم الإنسان والكائنات الحية الأخرى، وتقاوم الظروف البيئية الصعبة.

أنواع التقنيات الحيوية الزراعية:

تنوعت أشكال التقنيات الحيوية الزراعية وتطورت بمرور السنوات منذ أواسط القرن الماضي، وتم تقسيم تلك التقنيات إلى نوعين باختلاف طريقة التعامل مع الخلايا النباتية أو الحيوانية، وذلك كما يلي:

محاضرات التقنيات الاحيائية
د. محمـــد عبد الغفـــور محمـــد
كليـــة الزراعـــة/ جامعـــة الانبـــار

١- زراعة الأنسجة والخلايا: ويستخدمان والإنتاج السريع المواد نباتية موحدة الصفات، وعالية الجودة، وخالية من الأمراض، بطريقة فعالة ومنخفضة التكلفة ؛ ويمكن بعد ذلك إكثار النباتات في أي بيئة أخرى في ظروف محكومة بصرف النظر عن موسم النمو والمناخ.

٢- تضخيم المادة الوراثية: وهي تقنية تستخدم المضاعفة الحمض النووي منقوص الأكسجين (DNA) للحصول على البصمات الوراثية التعريف بعض الأصناف والسلالات النباتية والحيوانية ودراسة العلاقات التطورية بينها. ويمكن استخدام نفس التقنية في تشخيص الميكروبات في الأغذية والأعلاف، ويتم إجراء هذه التقنية بجهازي الدوران الحراري والدوران الضوئي.

٣- الدلائل الجزيئية: وهي الحصول على نمط وراثي يميز النبات أو الحيوان. وتستخدم الدلائل الجزيئية بأشكال مختلفة في رسم العلاقات التطورية بين الأنواع النباتية أو الحيوانية ، كما يمكن استخدامها في الإسراع بعملية الانتخاب و عمليات التربية التقليدية والتحسين الوراثي.

٤- إنزيمات القطع وتحديد المورثات المرغوبة: وهي إنزيمات متخصصة في قطع الدنا حيث تستخدم تلك الإنزيمات لن تقطيع الدنا ، وتسهل عزل بعض المورثات المرغوبة من مصادر نباتية لاستخدامها في التحوير الوراثي للحصول على صفات مرغوبة .

٥- تطعيم الحمض النووي في الخلية: ويقصد به دمج مورثات من مصدرين مختلفين ، ويمكن تطبيقها في إنتاج محاصيل، أو حيوانات أو أسماك محورة وراثيا بإضافة عوامل وراثية أو صفات جديدة معينة، مثل مقاومة الأمراض .

٦- الاستنساخ: يستخدم لإنتاج أعداد متطابقة وراثيا من الخلايا والأفراد في النباتات والحيوانات.

٧- التحوير الوراثي: وهي عملية شائعة في النبات، ويحدث بنقل المورثات من نوع نباتي إلى آخره بهدف الحصول على صفات مرغوبة .

٨- التلقيح الصناعي ونقل الأجنة: ويقصد بالتلقيح الصناعي نقل الحيوانات المنوية من الذكر إلى رحم الأنثى بعد حثها على التبويض باستخدام هرمونات محفزة .أما نقل الأجنة فيتم فيه إنتاج الأجنة خارج الرحم ، ويتبع ذلك انتخاب أفضلها ومن ثم نقلها للرحم حتى مرحلة الولادة، وهاتين الطريقتين تستخدمان قطاعي الثروة الحيوانية والأسماك للإسراع ببرامج التربية، وتشخيص الأمراض وإنتاج لقاحات عالية الكفاءة.

٩- هندسة البروتينات: وتعتمد على مفهوم التحوير الوراثي من أجل إنتاج بروتينات محددة أو بروتينات جديدة، ويتم ذلك عن طريق تعديل تركيب البروتين بتغيير أو إزالة أو إضافة أحماض أمينية أو تعديل الشكل الفراغي للبروتين، ويتبع ذلك تفسير الوظيفة التي يقوم بها هذا البروتين، وهي تقنية لها تطبيقات مفيدة، مثل: الإنزيمات والمحفزات الحيوية (Biocatalysts) التي تسهل إتمام التفاعلات الكيميائية.

١٠ - تسلسل المادة الوراثية: وتعتمد على قراءة التقنية الزراعية تسلسل النيوكليوتيدات المكونة للمورثات، وبها تم إنجاز مشروع الجينوم البشري، وهي وسيلة للكشف عن الطفرات، وتشخيص بعض الأمراض الوراثية والبيئية.

محاضرات التقنيات الاحيائية
د. محمـــد عبد الغفـــور محمـــد
كليـــة الزراعـــة/ جامعـــة الانبـــار

أهم تطبيقات التقنية الحيوية الزراعية:

تركزت اهداف تطبيقات التقنية الحيوية الزراعية على تحسين الخصائص العامة للمحاصيل وجعلها مقاومة للعديد من الآفات سواء الحشرات أو المبيدات أو الظروف المناخية السيئة ، وذلك عن طريق نقل وإدخال مورث أو أكثر يعمل على تفعيل تلك الخصائص المحسنة أو التعديل على تلك المورثات بما يزيد من نشاط أو تثبيط مادة معينة الثبات، ومن أهم تلك التطبيقات ما يلي:

١-نباتات غير بقولية مثبتة للنيتروجين الجوي: تتم عن طريق عزل المورثات المسؤولة عن إفراز الإنزيمات المثبتة للنيتروجين الجوي وتحوله إلى نيتروجين عضوي-تلك المورثات موجودة في النباتات البقولية، مثل الفول والفاصوليا والعدل ومن ثم نقل تلك المورثات إلى نباتات الحبوب، مثل الذرة والقمح، والأرز، والشعير بحيث يمكن لهذه النباتات الاستغناء عن إضافة المواد السمادية النيتروجينية.

٢- نباتات مقاومة للحشرات والأمراض والحشائش:

يعد إنتاجها ذو أهمية كبيرة في الحفاظ على البيئة وزيادة إنتاجية المحصول، وقد تم استخدام مورثات معزولة من البكتيريا (*Bacillus thuringiensis*) لإنتاج بروتينات فتاكة بالحشرات، حيث تحتوي على مورث ينتج بروتيناً ساماً يؤدي إلى تمزيق القناة الهضمية للحشرة، وقد نجحت تلك التجربة في إنتاج العديد من النباتات المقاومة للحشرات مثل: القطن، والذرة، والأرز، وفول الصويا، ولا تزال المساحات المزروعة من تلك المحاصيل في تزايد مستمر .

كما يعد إنتاج نباتات مقاومة المبيدات الحشائش باستخدام التقنية الحيوية أول تطبيق لهذه التقنية على النطاق التجاري، وتحتوي مبيدات الحشائش على مادة فوسفينوثريسين (Phosphinothricin) الذي يقتل النباتات بإعاقة الإنزيم المسؤول عن عملية تمثيل النيتروجين وإزالة سمية الأمونيا ، وتحتوي النباتات المقاومة المبيدات الحشائش على مورث بكتيري ينتج إنزيم يتخلص من سمية مادة الفوسفينوثريسين، ومن أشهر تلك النباتات التي تم تحويرها نبات فول الصويا، والقطن، والذرة . ومن الجدير بالذكر أن استخدام التقنية الحيوية أصبح مهما في مقاومة مختلف الأمراض، حيث نتجت محاصيل تحمل صفة المقاومة للأمراض الفيروسية أو البكتيرية أو الفطرية، ومثال ذلك المورث (Xa21) الذي منح نبات الأرز مقاومة مرض اللفحة البكتيرية.

٣ - نباتات مقاومة للظروف القاسية:

تتطلب توفر إمكانيات وتجهيزات وكفاءات عالية، وقد تم إنتاج نباتات كثيرة مقاومة للظروف البيئية القاسية، مثل: الحرارة المالية، والصقيع الجاف، والملوحة، والعناصر الثقيلة ومن تلك النباتات القمع، الشعير الذرة، فول الصويا، القطن، الطماطم.

٤ -إنتاج البلاستيك :

حيث يتم عزل أو استنساخ المورثات المسؤولة عن إنتاج إنزيم يحث على تكوين بعض المركبات الأولية لإنتاج البلاستيك والموجود نبات (Arabalopsis)، ومن ثم نقله إلى المادة الوراثية للنبات المطلوب إنتاجه للبلاستيك.

٥ ـ إنتاج ألياف حيوانية وبرية ذات متانة عالية:

يتم عن طريق عل المورثات المسؤولة عن إنتاج الخيوط المتينة الموجودة لدى العنكبوت، ومن ثم نقلها إلى الماعز لإنتاج خيوط وبرية ذات قوة ومتانة عالية (أقوى من الفولاذ ـ ٥٠ مرة) ، لكن تطبيق هذه التجربة يتم على المستوى العملي فقط أما على المستوى التجاري يتطلب الكثير من العمل والجهد الضبط العديد من المتغيرات المتعلقة بإجراء التجربة للحصول على نتائج مشجعة.

٦ـ إنتاج بروتين أحادي الخلية: يجب أن يمتاز بنسبة عالية من البروتين الخام والأحماض الأمينية المتوازنة ونسب منخفضة للأحماض الأمينية غير المرغوب فيها. ومن فوائد هذا البروتين رقع كفاءة الإنتاج الحيواني، واختزال مساحة الأراضي الزراعية المخصصة لإنتاج المحاصيل الأخرى.

٧ ـ نباتات أخرى ذات خصائص أخرى مهمة:

تتمثل فيما يلي:

١ـ زيادة الإنتاج كما ونوعا، مثل إنتاج الأرز الذهبي المحتوي على مورث والبيتا كاروتين، للتغلب على مشكلة نقص الحديد، كذلك إنتاج البطاطس ذات المحتوى العالي من النشأ.

٢ـ تحسين خصائص الشكل واللون والطعم في الثمار والبذور، مثل: الطماطم، والتفاح، والفراولة.

٣ـ تأخير نضج بعض الثمار وزيادة قدرة بعض النباتات لإعطاء إشارات عند نقص المياه أو بعض العناصر.

٤ـ تطهير البيئة من المخلفات الكيميائية باستخدام بكتيريا محورة وراثياً لها القدرة على تشكيل المركبات المعقدة الضارة إلى مواد بسيطة غير ضارة .

٥ـ استخدام النبات أو الحيوان كمفاعلات حيوية الإنتاج اللقاحات في ثمار بعض الفواكه وألبان الحيوان، ويتم فيها إدخال المورثات الخاصة بالفيروس المسبب لمرض شلل الأطفال مثلاً في الموز، أو إدخال مورثات تحسين إنتاج الألبان إلى الحيوان.

٦ـ رفع إنتاجية الحيوان من اللحم واللين، بإدخال مورثات مسؤولة عن تقليل الدهون، ومن ثم زيادة كمية اللحم على حساب الدهون.