اتحاد المهندسين الزراعيين العرب
الأمانة العامة
دمشق - ص.ب : ٣٨٠٠
فاكس : ٣٣٣٩٢٢٧
هاتف : ٣٣٣٥٨٥٢

المؤتمر الفني الدوري الحادي عشر
التكامل العربي
في مجال استخدام التقنيات
الحديثة في الزراعة العربية

تجربة مصر في مجال استخدام تقنيات الهندسة الوراثية الزراعية

اعداد
الدكتور مجدي مدكور
وزارة الزراعة واستصلاح الاراضي
جمهورية مصر العربية

الرباط ١١ - ١٥ / ١٢ / ١٩٩٥

تجربة مصر في مجال استخدام تقنيات الهندسة الوراثية الزراعية

الأستاذ الدكتور/مجدي مدكور
مدير معهد بحوث الهندسة الوراثية الزراعية
مركز البحوث الزراعية-الجيزة

لقد تبنى السيد الاستاذ الدكتور / يوسف والى نائب رئيس مجلس الوزراء ووزير الزراعة والثروة الحيوانية والسمكية واستصلاح الاراضى مفهوم تطوير وتحديث الكيان البحثى الزراعى متمثلا فى معاهد مركز البحوث الزراعية ليتمشى مع متطلبات العصر وليواجه وبكفاءة المشاكل الزراعية التى تعترض مسيرة التنمية الزراعية فى مصر .

ومما لا شك فيه ان احدى المعالم البارزة فى اطار هذه السياسة الحكيمة هو انشاء معهد بحوث الهندسة الوراثية الزراعية بمركز البحوث الزراعية والذى بدا عام ١٩٩٠ كمشروع يموله برنامج التنمية للامم المتحدة بالتعاون مع وزارة الزراعة وتحت الاشراف الواعى للاستاذ الدكتور / عادل البلتاجى رئيس مجلس ادارة مركز البحوث الزراعية بالتفويض .

ولقد كان للنشاط المتميز الذى بداه هذا المشروع فى مجال بحوث الهندسة الوراثية الزراعية والبيولوجيا الجزيئية اكبر الاثر فى استصدار الدكتور / يوسف والى لقراره بتحويل هذا المشروع الى اول معهد قومى متخصص فى مجال الهندسة الوراثية . ويضم هذا المعهد نخبة ممتازة من العلماء الشبان من الجامعات والمعاهد المصرية والمتميزين فى علوم الهندسة الوراثية . ويعتبر بحق مثالا يحتذى به فى تجميع جهود العلماء لخدمة قضية الزراعة فى مصر ويهدف المعهد الى انتاج نباتات تتحمل سواء الظروف البيئية الغير ملائمة مثل الحرارة العالية والجفاف والملوحة او نباتات مقاومة للامراض سواء فيروسية او فطرية او اصابات بالافات الزراعية . ويؤدى انتاج مثل هذه النباتات الى زيادة الانتاج الزراعى وتقليل الاعتماد على استخدام المبيدات بانواعها مما يؤدى الى المحافظة على نظافة وسلامة البيئة ، ومن ناحية اخرى فان انتاج نباتات مقاومة للظروف البيئية القاسية سوف يؤدى الى استزراع الصحراء ومعايشة النبات للظروف والمناخ الصحراوى القاحل .

هذا وقد بدا هذا المعهد فى اعداد الكوادر البحثية والعلمية من شباب الخريجين من ابناء مصر ليكونوا الجيل الثانى من الباحثين الذين سيقع على عاتقهم استكمال مسيرة البحث العلمى الزراعى . وفى اطار اعداد هذه الكوادر يقوم المعهد بتنظيم مجموعة من الدورات التدريبية المتخصصة سواء فى مجال رسم الخرائط الوراثية او استخدام تقنيات البيولوجيا الجزيئية فى الكشف عن المسببات المرضية او تدريب الشباب على احدث ما توصل اليه العلم فى مجال الهندسة الوراثية ومزارع الانسجة وما يرتبط بهما من خلفيات علمية ومعملية تطبيقية .

كما ان المعهد لديه شبكة معلومات واتصالات فائقة القدرة تمكن الباحثين من الاتصال المباشر بجميع مراكز المعلومات والهيئات الدولية والعاملين فى مختلف انحاء العالم مما يسهل الحصول على كل ما هو جديد فى هذا المجال الحيوى الهام من مجالات البحث الزراعى .

يقوم المعهد بانشطة بحثية تطبيقية بهدف الحصول على نباتات معدلة التركيب الوراثى وذات صفات متميزة،

ويتم توجيه هذا النشاط البحثى التطبيقى لعدة مجالات منها :
١- استخدام الجينات الميكروبية في المكافحة البيولوجية للآفات الزراعية.
٢- إنتاج نباتات طماطم مقاومة للأمراض الفيروسية.
٣- برنامج رسم الخرائط الوراثية.

اولاً: إذا توجهنا إلى المجال الأول الا وهو «استخدام الجينات الميكروبية في المكافحة البيولوجية للآفات الزراعية» فسنجد انه من الواضح أن الإستخدام المكثف والعشوائى للمبيدات قد تسبب فى الكثير من المشاكل للإنسان والبيئة المحيطة به حيث زادت نسبة التلوث الكيميائى لمصادر المياه والهواء مما ادى لحدوث خلل بيئ ظاهر وملموس ومن نتائجه الخطرة:

١- ان قضت المبيدات (حيث انها غير متخصصة بدرجة عالية) على كثير من الأعداء الطبيعية ذات القدرة على اصابة وقتل الآفات الحشرية الضارة مما زاد من انتشارها وتكاثرها باعداد كبيرة .

٢- ظهور سلالات جديدة من الآفات الزراعية لا تتاثر بالمبيدات الحالية ومقاومة لها مما يؤدى الى مضاعفة الخسائر الاقتصادية متمثلة فى التكلفة الإنتاجية العالية .كنتيجة لذلك قامت شركات الكيماويات العالمية بتصنيع اجيال جديدة من المبيدات ذات درجات سُمية عالية واشد فعالية لمقاومة الآفات الحشرية ولكن اتضح ان الاجيال الجديدة تسبب ضرراً بيئياً اكبر من سابقتها .... اذن فهى حلقة مفرغة ندور فيها والضحية هو الإنسان وصحته العامة والبيئة التى يعيش فيها.

ولكن بقدرة الله شهدت بداية هذا القرن (١٩٠١) اكتُشف نوعا من البكتريا العصوية المتجرثمة قادرة على القضاء على يرقات دودة الحرير باليابان ثم توالت الاكتشافات لتحث انواع اخرى من هذه البكتريا ومعظمها تصيب وتقتل الحشرات التابعة لرتبة حرشفيات الاجنحة التى تسبب الهلاك والخسائر الاقتصادية لمعظم المحاصيل الزراعية. ولقد تم تسمية هذه البكتريا باسللس ثيرنجينسيس Bacillus thuringiensis. تنتج هذه البكتريا بروتين سام للحشرات على هيئة بللورات اثناء تجرثمها (وسيلة للمحافظة على النوع تحت الظروف البيئية الغير ملائمة).

هذه البروتينات البللورية متخصصة لدرجة عالية اثبتت الابحاث فى جميع انحاء العالم انها غير ضارة باى من الكائنات الحية الاخرى (سواء منها ما يعيش على سطح الارض او فى المياه) عدا عائلها من الحشرات . وينتج كل تحت نوع من بكتريا باسيللس ثيرنجينسيس بروتين بللورى متخصص فى قتل الحشرات التابعة لاحدى هذه الرتب: حرشفيات الاجنحة (تتغذى على المجموع الخضرى للنباتات) غمدية الاجنحة (تتغذى على الحبوب المخزونة بالصوامع) او ثنائية الاجنحة (الناقلة للامراض للانسان او الحيوان مثل البعوض او الذبابة المنزلية).

ولقد اعطى اكتشاف هذه البكتريا دفعة قوية لنظرية المكافحة البيولوجية للآفات وبعدا اعتمد على تصنيع مساحيق من هذه البكتريا المتجرثمة بواسطة تقنيات التكنولوجيا الحيوية والمخمرات ويتم رش النباتات والمحاصيل المختلفة بهذه المستحضرات لحمايتها من الاصابة بالحشرات الضارة .

لكن الاندفاع والحماس فى استخدام هذه المستحضرات البكتيرية افقد المكافحة البيولوجية لبريقها ونتائجها الاولية المشجعة فى عقدى الخمسينات والستينات من هذا القرن حيث اثبتت الدراسات ان البروتينات البللورية السامة المنتجة بواسطة هذه البكتريا تتكسر وتفقد سميتها بتعرضها لفترات طويلة لضوء الشمس نتيجة الاشعة فوق البنفسجية كما ان رشها على السطح العلوى للاوراق يعرضها

للغسيل بمياه الرى العلوى او بقطرات الندى كذلك تغطيل الحشرات التغذية على السطح السفلى للأوراق!!!
اسهمت ثورة البيولوجيا الجزيئية والهندسة الوراثية فى عقدى السبعينات والثمانينات من هذا القرن فى تطوير نظرية المكافحة البيولوجية .

فمن المعروف علميا ان لكل بروتين ينتج بواسطة اى كائن جين(مورث) مسئول عنه ... لذلك اتجه التفكير العلمى لعزل الجينات المسئولة عن انتاج البروتينات السامة من بكتريا باسيللس ثيرنجينسيس واستخدام هذه الجينات فى انتاج نباتات محورة وراثيا تستطيع انتاج البروتين السام ذاتيا واكتساب مناعة ضد الحشرات الضارة ... فعند مهاجمة الحشرات للنباتات المحورة وراثيا فانها تتغذى على الاجزاء النباتية المحتوية على البروتين البللورى السام فتصاب ويقضى عليها نتيجة لتناولها هذه السموم المتخصصة .

فمن مميزات استخدام تقنيات البيولوجيا الجزيئية والهندسة الوراثية لانتاج مثل هذه النباتات المحورة وراثيا ان الجين (المورث) المنقول يصبح احد المورثات بهذا النبات ويتم توريثه طبيعيا من جيل لاخر فى البذور وبالتالى ليس هناك حاجة لمعاملة النباتات مرة اخرى بالمبيدات وهذا يساعد على حماية البيئة وسلامة صحة الانسان من ناحية وتقليل الفاقد النباتى وتكلفة الانتاج من ناحية اخرى .

ولقد نجحت المجموعة البحثية بمعهد بحوث الهندسة الوراثية الزراعية التابع لمركز البحوث الزراعية فى عزل وكلونة الجين السام من عزله محليه متفوقة من بكتريا " باسيللس ثيرنجينسيس "باستخدام التقنيات الحديثة للبيولوجيا الجزيئية وتمت الدراسة التفصيلية لتركيب هذا الجين السام وترتيب قواعده النيتروجينية وتحديد مدى كفاءه تعبير ه فى عائل وسيط ودراسة درجة سمية البروتين المنتج ضد الآفات المختلفة وخاصة دودة ورق القطن التى تسبب خسارة اقتصادية وقومية واثبتت النتائج فعالية هذا البروتين والجين المسئول عن انتاجه فى مكافحة الآفات الزراعية التابعة لرتبة حرشفية الاجنحة .

الآن تقوم الفرق البحثية المختلفة بالمعهد بادخال هذا الجين السام لنباتات القطن والذرة والبطاطس والطماطم وتتعاون فيما بينها لانتاج هذه النباتات المحورة وراثيا ودراستها دراسة مستفيضة بالمعامل للتاكد من سلامتها على البيئة وعدم اخلالها بالتوازن البيئى قبل التقدم لترخيصها للتداول التجارى .

ثانياً: كما قام فريق بحثي آخر بمعهد بحوث الهندسة الوراثية الزراعية بانشطة بحثية تطبيقية ناجحة جداً في المجال الثاني الا وهو «إنتاج نباتات طماطم مقاومة للأمراض الفيروسية»، حيث اصبحت الامراض الفيروسية ، والتى ازداد انتشارها بصورة كبيرة فى السنوات الاخيرة ، تمثل تهديدا كبيرا لاقتصادنا الزراعى . ويرجع انتشار هذه الامراض بشكل او بآخر الى سوء استخدام المبيدات الحشرية والذى قد نتج عنه ظهور سلالات جديدة من الحشرات لا تتاثر بالمبيدات ، ولما كانت اغلب الفيروسات النباتية تنتقل عن طريق الحشرات مثل الذبابة البيضاء والمن ونطاطات الاوراق والبق الدقيقى ، فان مثل هذه السلالات الجديدة قد اصبحت عائلا ممتازا يضمن استمرارية انتقال الفيروسات من خلاله .

ترجع خطورة الامراض الفيروسية الى العلاقة بين المسبب المرضى (الفيروس) والعائل (النبات) والتى يصبح معها التخلص من النبات المصاب هى الطريقة الوحيدة الفعالة فى القضاء على الفيروس ويفشل فى ذلك استخدام المبيدات بانواعها او تغيير نوع المعاملات الزراعية . ولذا فان البديل الوحيد المتاح هو انتاج نباتات محورة وراثيا لتقاوم الفيروس ، ومن هنا فقد اخذ معهد بحوث الهندسة الوراثية الزراعية على عاتقه مسئولية انتاج مثل هذا النوع من النباتات . حيث يقوم الفريق البحثى بعزل وتعريف وعمل الدراسة الجزيئية الدقيقة لعدد من الفيروسات الموجودة فى مصر ، وذلك باستخدام احدث الاساليب العلمية المتعارف عليها .

يتكون الفيروس من غلاف بروتينى يحوى بداخله المادة الوراثية وتحتوى المادة الوراثية بدورها من عدد من الجينات او الشفرات الخاصة بنقل الصفات الوراثية للفيروس . وبالنسبة للباحث العلمى فان ثلاثة من هذه الجينات تعتبر ذات اهمية خاصة وهى : الجين المسئول عن تخليق الغلاف البروتينى للفيروس ، الجين المسئول عن تضاعف الفيروس (تكاثر الفيروس) ، وايضا الجين المسئول عن حركة الفيروس خلال خلايا النبات المختلفة . فاذا امكن تحديد مواقع هذه الجينات فانه يمكن فصلها باستخدام انزيمات خاصة (انزيمات القطع المحددة). ويتم تحوير هذه الجينات باستخدام الهندسة الوراثية الى صورة تصلح معها للتعبير الوراثى بكفاءة عالية داخل النبات ويمكن نقلها عن طريق حاملات معينة (حاملات المادة الوراثية) لادماجها فى المادة الوراثية (كروموسومات) الخاصة بالنبات . ونستنتج من ذلك ان هناك طرق (استراتيجيات) ثلاث يمكن استخدامها لانتاج نباتات محورة وراثيا لتقاوم الفيروسات :

١- نباتات مقاومة تحمل الجين المحور وراثيا والمسئول عن انتاج الغلاف البروتينى الخاص بالفيروس .
Coat Protein Mediated Resistance Strategy

٢- نباتات مقاومة تحمل الجين المحور وراثيا والمسئول عن تضاعف (تكاثر) الفيروس
Antisense Strategy

٣- نباتات مقاومة تحمل الجين المحور وراثيا والمسئول عن حركة الفيروس خلال خلايا النبات
Movement -Protein Strategy

وتستخدم هذه الاستراتيجيات فى انتاج نباتات مقاومة للفيروسات التى تصيب بعض المحاصيل مثل الكوسة - الفول - البنجر - البطاطس - الطماطم . ويعتبر مشروع انتاج نباتات طماطم مقاومة لمرض تجعد واصفرار الاوراق واحدا من المشاريع التى تطبق هذه الاستراتيجيات فى المعهد .

وقد تم اختيار نبات الطماطم لهذا المشروع نظرا لاهميته الاقتصادية ، فقد لوحظ فى الاونة الاخيرة تدهور انتاجية المحصول بدرجة كبيرة قد تزيد معها نسبة الفاقد عن ٥٠ ٪ ، واعزى ذلك الى انتشار فيروس تجعد واصفرار اوراق الطماطم بصورة وبائية ، وتبدا ظهور اعراض الاصابة بهذا المرض على النباتات الحديثة فى صورة تجعد واصفرار حواف الاوراق ، وبتقدم الاصابة يتقزم النبات وتجف البراعم الزهرية وتتساقط وبالتالى تقل انتاجية وجودة المحصول بدرجة ملحوظة :

وقد امكن عزل الفيروس المسبب للمرض وتشخيصه ، وقد وجد ان السبب الرئيسى فى انتقال الفيروس وسرعة انتشاره يرجع الى حشرة الذبابة البيضاء والتى تعتبر الوسيلة الوحيدة لاصابة نبات الطماطم بالفيروس ، وذلك لوجود علاقة تخصصية وطيدة بينه وبين الحشرة ، وكما اسلفنا فان اعداد هذه الحشرة قد زادت بصورة كبيرة مؤخرا نظرا لسوء استخدام المبيدات الحشرية ، ويزداد انتشار هذه الحشرة بصورة خاصة فى المشاتل والزراعات المحمية داخل الصوب نظرا لكثافة اعداد النباتات وارتفاع درجات الحرارة بداخلها ، مما ينتج عنه شتلات طماطم مصابة بالفيروس . وبالتالى فانه عند زراعة مثل هذه الشتلات فى الحقل تنتج نباتات ضعيفة حاملة للفيروس كما تعتبر مصدرا خصبا لانتشار المرض الى الحقول المجاورة .

ويعمل الفريق البحثي لايجاد نباتات مقاومة لهذا المرض ، كما قام المعهد بانتاج عدد من وسائل التشخيص السريع للفيروس باستخدام الطرق الجزيئية والاجسام المضادة للفيروس ، والتى يمكن باستخدامها اكتشاف الفيروس مبكرا فى الشتلات المنتجة وذلك قبل نقلها الى الارض الزراعية وتعتبر هذه هي اول مرة في مصر يتم فيها انتاج هذه الوسائل التشخيصية الدقيقة.

ثالثاً: اما المجال الأخير الذي قام معهد بحوث الهندسة الوراثية الزراعية بإجراء ابحاث علية فهو «برنامج رسم الخرائط الوراثية (Genome Mapping)».

فإن رسم الخرائط الوراثية كان هدف يسعى اليه العلماء منذ اوائل هذا القرن باستخدام دلائل مورفولوجية (مثل لون الازهار او شكل الثمرة) لكنها كانت لا تفي بالغرض لقلة عددها ، وبتقدم العلم ظهرت طرق التفريد الكهربائي للبروتينات التي وفرت نوع جديد من الدلائل سمي " مشابهات الانزيمات" Isozymes حيث اسهمت في تطور الخرائط الوراثية لبعض المحاصيل مثل الذرة والطماطم ولكن حدثت الثورة الحقيقية في هذا المجال مع ظهور تقنيات البيولوجيا الجزيئية ولذلك يهتم هذا المشروع برسم الخرائط الوراثية الدقيقة لبعض المحاصيل ذات الاهمية الاقتصادية مثل الذرة الشامية والطماطم .

والمقصود برسم الخرائط الوراثية هو تحديد المواقع النسبية لمقاطع المادة الوراثية (DNA Fragments) المختلفة في المحتوى الوراثي للكائن ، وتحديد مدى ارتباط هذه المقاطع بالصفات الوراثية سواء الكمية (التي تعتمد في توارثها على العديد من الجينات او الموروثات مثل كمية المحصول) او النوعية (التي تعتمد في توارثها على جين واحد او عدد قليل من الجينات) وتسمى هذه المقاطع من المادة الوراثية بالدلائل (markers) وتلعب الخرائط الوراثية دورا بارزا في برامج التربية والتحسين الوراثي فهي تعتبر المرشد الذي عن طريقه يمكن ان يبدأ المربي برنامجه بخطى ثابتة واثقة آمنة حتى يصل الى الهدف المنشود في اقصر وقت ممكن ، فمثلا اذا استطعنا ان نحدد مقطع او مقاطع معينة من المادة الوراثية (DNA) يرتبط ظهوره بوجود صفة اقتصادية هامة مثل المقاومة لمرض معين او زيادة كمية المحصول ...

فيمكن عن طريق اجراء اختبارات على مستوى (DNA) باستخدام تقنيات البيولوجيا الجزيئية انتخاب النباتات الحاملة لهذه المقاطع والتي ترشد المربي على وجود الصفة المرغوبة مباشرة وبدقة مما يمكنه من الوصول الى الهدف المنشود من برنامج التربية من خلال جيلين او ثلاثة بدلا من ١٠ الى ١٥ جيل باتباع الطرق التقليدية .

وقد وفرت تقنيات البيولوجيا الجزيئية نوعين جديدين من الدلائل الوراثية (genetic markers) التي تتميز بوفرة عددها وبذلك يمكن تغطية المحتوى الوراثي لجميع الكروموسومات . النوع الاول من هذه الدلائل والمعروف باسم *RFLPs Restriction Fragment Length Polymorphism*

ويعتمد هذا النوع من الدلائل على التباين في تتابعات القواعد المكونة للمادة الوراثية DNAبين السلالات المختلفة .

اما النوع الثاني من الدلائل الوراثية الجزيئية والمعروف باسم الـ

RAPDs Randomly Amplified Polymorphic DNA

فقد اكتُشف حديثا في عام ١٩٩٠ . وهذه الدلائل تعتمد على استخدام كمية ضئيلة من الـ DNA لانتاج نسخ عديدة من قطع معينة بواسطة تقنية تسمى PCR Polymerase chain reaction او التفاعل المسلسل للبوليميريز.

ويمكن تلخيص الخطوات المتبعة في رسم الخرائط الوراثية على المستوى الجزيئي في النقاط التالية :

١- دراسة التباين بين الافراد او السلالات المختلفة لانتخاب الآباء المتوفر بهم اكبر قدر من التباين على المستوى الجزيئي .

٢- عمل التهجينات بين الآباء المنتخبة للحصول على الاجيال الانعزالية .

٣- تحديد النسب الانعزالية بالنسبة للدلائل المختلفة وتقدير درجة الارتباط بينها وتقسيمها الى مجاميع ارتباطية وذلك باستخدام برامج خاصة بالحاسب الآلي .

٤- تحديد الدلائل المرتبطة بالصفات الاقتصادية الهامة .

كما قام المعهد بتنظيم ورشتين عمل؛ الأولى عن الأمان الحيوي وكان ذلك في شهر مايو ١٩٩٥ والثانية عن «الإطار القانوني لنقل التكنولوجيا» في شهر سبتمبر ١٩٩٥ ناقشت حقوق الملكية الفكرية.

بالنسبة لمجال الأمان الحيوي Biosafety فإنه يتم:

١- تجميع الدراسات الخاصة بالأمان الحيوي والتي يتم حالياً تطبيقها في دول العالم الصناعية وإعداد التصور المصري للوائح والقوانين التي تحكم التعامل في مجال الهندسة الوراثية وتداول منتجاتها على المستوى المحلي والدولي داخل وخارج مصر.

٢- التأكيد على النواحي الدينية والأخلاقية المرتبطة باستخدام منتجات الهندسة الوراثية الزراعية بما يتمشى مع عادات ومعتقدات الشعب المصري.

٣- وضع المعايير والاشتراطات اللازم توافرها لتأمين العامل وسلامة البيئة.

٤- وضع الضوابط الكفيلة بسلامة العاملين في مجال الهندسة الوراثية.

٥- الموافقة على الدراسات والبحوث التي تجرى في هذا المجال.

٦- التصريح باستخدام منتجات الهندسة الوراثية بعد التأكد من مطابقتها للمواصفات والمعايير المتفق عليها.

٧- التحكم في عمليات دخول أو خروج المنتجات والتقنيات المرتبطة بالهندسة الوراثية من وإلى مصر.

٨- إصدار النشرات الإرشادية التثقيفية التي تهيئ الشارع المصري لتقبل منتجات الهندسة الوراثية وفهم الأسس العلمية المبسطة للتعامل مع الهندسة الوراثية وما يتبع ذلك من منتجات.

الهيكل الإداري والبحثي لمعهد بحوث الهندسة الوراثية الزراعية