بسم الله الرحمن الرحيم

الهيئة السودانية للمواصفات و المقاييس

ورشة العمل بعنوان: ضوابط الإستيراد و التخزين و التداول و الأستخدام للمبيدات و الأسمدة

4 -5 سبتمبر 2007، الخرطوم - قاعة الصداقة

بدائل المبيدات الكيمائية وآفاق إستخدامات التقانة الحيوية في مكافحة الآفات

إعداد: الدكتور حمدتو عبدالفراج الشفيع[1] و الدكتور عوض الله عبدالله عبد المولى[2]
1- قسم وقاية المحاصيل- كلية الزراعة - جامعة الخرطوم
2 - قسم المحاصيل الحقلية - كلية الزراعة - جامعة الخرطوم

I) بدائل المبيدات الكيمائية المصنَعة:

الآفة هي أي كائن يقلل من وفرة أو جودة أو قيمة أي مورد يستخدمه الإنسان وهذا المورد قد يكون نباتاً أو حيواناً يستفاد منه في الغذاء أو الدواء أو الألياف أو غيرها.الآفات الحشرية أو غير الحشرية، أمراض النبات والحشائش قد تتسبب في نسبة فقد في المحاصيل الزراعية تصل إلى حوالي 30% كما كان في بداية القرن السابق. استخدام المبيدات المصنعة قد يقلل من هذا الفقد ولكن الاستخدام غير السليم له أضراره المتمثلة في تلوث البيئة والمنتجات الزراعية والمياه وظهور المقاومة وسط مجموعات الآفات وزيادة تكاليف الإنتاج والقضاء على الأعداء الطبيعية (الاختلال في التوازن البيئي). لذلك بدأ الباحثون في مجال وقاية المزروعات في البحث عن وإيجاد البدائل المناسبة للمبيدات المصنعة كما تم التركيز أيضاً والاستفادة من التقنيات الحيوية الحديثة في مكافحة الآفات. عليه تغيرت أيضاً إستراتيجية مكافحة الآفات وأصبحت تعتمد على أربعة أسس رئيسية والحرف الأول لكل واحدة من هذه الأسس يرمز لحرف في كلمة PEST أو آفة وهي Prevention، Exclusion، Suppression و Thoughtfulness وتعتمد هذه الإستراتيجية عموماً على الآتي:

1- تفادي الاتصال بين الآفة والنبات العائل.
2- استخدام إجراءات لإضعاف وتقليل أعداد الآفة.

3- زيادة مقاومة التبات العائل لتحمل هجمات الآفة. وتهدف هذه الإستراتيجية إلى الآتي:

- الحدة من أعداد الآفة لمستوى أقل من الذي يسبب ضرراً اقتصادياً.
- الحفاظ على التنوع الحيوي في النظام البيئي الزراعي.
- تشجيع زيادة أعداد وتكاثر الأعداء الطبيعية.
- الحفاظ على البيئة وحمايتها من خلال استخدام مبيدات طبيعية من مصادر متجددة renewable.
- تحقيق نظام مستدام لوقاية المحاصيل.

هذه الأهداف السابقة يمكن الوصول إليها بعدة طرق مختلفة منها:

1- استخدام بدائل المبيدات الكيميائية (المبيدات الحيوية) وهي عديدة ومتنوعة منها الفيروسات، البكتريا ، الفطريات، النيماتودا والمبيدات من أصل نباتي Botanicals وغيرها.

2- تغيير خصائص الآفات: وهي استخدام التقانة الحيوية لتثبيط الكفاءة التناسلية أو السلوكية أو الفسيولوجية عن طريق المعالجة الوراثية والهرمونات والفيرومونات.

3- تطويع وسط انتشار الآفات: وهو استخدام تقنيات محددة مثل تربية عوائل نباتية مقاومة للآفات وبعض الإجراءات الزراعية التي تحد من أضرار الآفة.

4- الكائنات الحية والتي تستخدم في المكافحة الحيوية ويمثل المتطفلات – المفترسات ومسببات الأمراض.

المبيدات الحيوية

تستخدم النباتات مواد كيميائية (نواتج أيضية) حاملة للإشارات أو الرسائل Semiochemicals لجذب الحشرات النافعة وطرد الضارة وبعض هذه المواد قد يكون عالي السمية. لقد استخدمت المواد الكيميائية ذات الأصل النباتي منذ زمن بعيد وعرفت في حضارات كثيرة منها حرق الزيوت والبخور لطرد الحشرات والآن تم إنتاج هذه المركبات النباتية وأطلق عليها عدة أسماء منها: biopesticides أي المبيدات الحيوية، botanical biopesticide، phytochemicals، biological plant protection product (bppp)، biorational pesticides.

ومن أهم مميزات هذه المبيدات الحيوية الآتي:

1- تركيبها الكيميائي معقد وهذا يقلل من احتمال ظهور المقاومة وسط الحشرات المستهدفة.

2- تتحلل في التربة أو البيئة بسرعة يفعل العوامل الطبيعية ا, الأحياء الدقيقة.
3- يمكن استخدامها سوياً مع الأعداء الطبيعية "Compatible".
4- غير ضارة بالبيئة.

من أهم المبيدات ذات الأصل النباتي الآتي:

مستحضرات النيم Neem Preparations

توجد عدة مواد في أجزاء شجرة النيم يمكن استخدامها كبدائل للمبيدات منها الأزادراختين Azadirachtin الذي قام بعزله البروفسير مورجان Prof. Morgan من جامعة كيلي Keele University عام 1972 وفي نفس الوقت كان هنالك طالب دكتوراه ألماني يعمل في كينيا يدعى Leuscher يعمل في محطة أبحاث البن لاحظ أن مستخلص الميثانول لأوراق النيم يؤثر على الحشرة المعروفة باسم بق البن كمنظم نمو حشري حيث أن معظم حوريات العمر الخامس المعاملة بالمستخلص ماتت خلال مراحل الانسلاخ المتعارضة والقليل منها الذي تمكن من التطور والانسلاخ نتج عنه حشرات كاملة مشوهة الأجنحة والصدر.

الباحث Schmutterer من ألمانيا سجل لأول مرة تأثيرات النيم على نقص الخصوبة بخنفساء الكلورادو وخنفساء البقول المكسيكية باستخدام مستخلص الميثانول لبذرة النيم وذكر أن الازادراختين يعمل كعائق للانسلاخ بمنعه إطلاق هرمونات الانسلاخ Ecdysone blocker.

من مركبات النيم الأخرى هي السالانين Salanin الذي يعمل كمانع للتغذية وSalannol وهو أيضاً مانع للتغذية وهنالك العديد من هذه المركبات.

يؤثر النيم سلبياً على أكثر من 400 نوع من الحشرات توزع كالآتي/ 138 من الفراشات، 84 من الخنافس، 28 نوع من متشابهات الأجنحة، 50 نوع من ثنائية الأجنحة 23 نوع من الجراد والنطاطات في كل أو معظم هذه الحشرات يكون التأثير الواضح على الأطوار اليرقية بينما البيض والحشرات البالغة أقل تأثيراً وأحياناً لا تتأثر البتة وهذا يمكن أن يفسر بفعل الازادراختين على النظام الهرموني للحشرة أو عن طريق الملامسة. يستخدم الازادراختين في الحقل 20-50 جم للهكتار وعندما يستخدم النيم ضد مجموعة من الحشرات في الحقل يراعى أن تكون الجرعة مبنية على أقل حشرة حساسة للازادراختين.

عمر الازادراختين A في التربة العادية في درجة حرارة 25°م حوالي 20 يوماً وفي التربة المعقمة 32 يوماً وهذا يرجع لدور الأحياء الدقيقة في تحليل وتكسير الازادراختين Azadirachtinin هو أحد النواتج الأيضية للازادراختين وله تأثير بيولوجي أيضاً.

الآن توجد العديد من المركبات النيم التجارية في الأسواق العالمية منها NeemAzal-T/S الذي تنتجه شركة Trifolio-MGmbH الألمانية و Bionin الذي تنتجه شركة Gabrol Producter السويدية – Neemix 45 الذي تنتجه شركة Certis USAالأمريكية و Neem guard الذي تنتجه شركة .Fortune Biotech Ltd الهندية.

الكواسيا Quassia

ينتج الكواسين من الشجرة المدارية *Quassia amara* ويسمى بالخشب المر ويستخدم مستخلص الكواسيا المائي ضد حشرات المّن بمعدل 25–50 جم (خشب كواسيا) للهكتار ويمكن تحضيره في المزرعة كما أدى استخدام الكواسين 10 جم للتر من الماء إلى نسبة موت عالية لحشرة مّن الفول خلال الأربعة وعشرين ساعة الأولى كما لم تكن هنالك حروقات علي البيانات المعاملة (الطماطم – العجور والكرنب) عندما عُوملت بتركيزات 10–20جم كواسين لكل 400 لتر ماء/للهكتار كذلك ليس للكواسين تأثيراً ضاراً علي الأعداء الطبيعية. مما يجعله بديلاً مناسباً للمبيدات المصنعة.

الروتينون Rotenone

يمكن استخلاصه من عدد من النباتات منها *Derris elliptica* و *Tephrosia vogelii* وغيرها. جذور هذه النباتات تحتوي كمية كبيرة من الروتنون مقارنة بأجزاء النبات الآخري. يمكن استخلاص الروتنون في صيغه نقيه بواسطة المذيبات العضوية. يستخدم الريتنون ضد الحشرات القارضة والماصة مثل الذبابة البيضاء ، المّن – التربس وبعض يرقات الفراشات من المنتجات التجارية Rotenone FK:ll و Noxfire والتي تنتج بواسطة شركة Siegried Agro AG

بصل الثوم *Allium sativum*

يمكن تحضيره بسحن البصل أو استخدام البصلة كاملة بعد إزالة القشرة الخارجية أو تحضير مستخلص مائي أو استخلاص الزيت. يمكن استخدام مسحوق الثوم ضد حشرات المخازن (الخابرا في الذرة) وقد يوفر حماية للذرة لمدة 6 أشهر. لقد أحدث الثوم نسبة موت عالية لبيض خنفساء الدقيق الحمراء علي القمح والأرز والذرة الشامية. كذلك يمكن استخدام المحلول المائي لمكافحة دودة درنات البطاطس. من المنتجات التجارية للثوم BioRepell (100% توم). هنالك بعض الآثار الجانبية لاستخدام الثوم لمكافحة آفات المخازن حيث يتأثر لون وطعم وملمس وذوق المحصول

وبالتالي يحد من استخدامه في الحبوب المخزونة لغذاء الإنسان ولكن يمكن استخدامه لحماية البذور أو أعلاف الحيوانات.

هنالك العديد من النباتات محلية وإقليمية يمكن استخدامها كبدائل للمبيدات ليس هنالك مجال لذكرها.

الكائنات المستخدمة في المكافحة الحيوية Biological control

أولاً : المفترسات Predators

هو نموذج من العلامة بين الحشرات أو غيرها فيه يهاجم المفترس فرداً واحداً أو عدداً من الأفراد للفريسة بغرض التغذية عليه وتختلف المفترسات عن المتطفلات في عدة خصائص فيها.

1. المتطفلات أكثر تخصصاً من المفترسات حيث تهاجم الأنواع المختلفة من المفترسات العديد من الفرائس التي تتبع لرتب مختلفة بينما تكون المتطفلات فتخصصه عادة تهاجم نوعاً واحداً أو عدداً قليلاً من الأنواع التي تنتمي إلي عائلة أو رتبة واحدة غالباً.
2. المتطفلات أكثر قدرة في البحث عن العائل واختيار العائل المناسب لها.
3. عادة ما يحتاج المتطفل في تطوره إلي فرد واحد بينما تحتاج المفترسات إلي العديد من الفرائس حتى تكمل نموؤها وتطورها.
4. غالباً ما تكون الأطوار الكاملة من المتطفلات حرة المعيشة وتتغذي علي رحيق الأزهار والندوة العسلية بينما تكون الأطوار الكاملة لأغلب المفترسات مفترسة أيضاً هنالك العديد من نماذج المفترسات تتبع للعوائل الآتية: عائلة أسد المن Chrysopidae ، عائلة Pentatomidae من رتبة نصفية الأجنحة ، عائلة Reduviidae وعائلة الرواغات Staphylinidae وعائلة أبو العيد Coccinellidae وهذه تشتمل علي أجناس عالمية الانتشار وتتميز بكفاءة إفتراسية عالية خلال طوري اليرقة والحشرة البالغة ومنها Hyppodamia ، Adalia ، Coccinella و Scymnus وغيرها. عائلة Cecidomyiidae من رتبة ثنائية الأجنحة والعناكب المفترسة Phytoseiidae

المتطفلات Parasitoids

هنالك العديد من المتطفلات ولكن أهمها هو طفيل *Trichogramma* spp. وهو طفيل متخصص علي بيض حرشفية الأجنحة ويعتبر من أهم عناصر المكافحة الحيوية للآفات في كثير من دول العالم ويرجع ذلك للأسباب الآتية:

1. سهولة إكثار هذا الطفيل علي عوائل بديلة في المختبر.

2. تكلفة الإكثار والتطبيق أقل بكثير من تكلفة المبيدات الكيمائية المصنعة.
3. يهاجم بيض الآفات وبالتالي يقض عليها قبل أن تسبب أي ضرر.
4. يستخدم في مكافحة الآفات المختبئة مثل ثاقبات الساق stem borers والتي لا تصل إليها المبيدات بسهولة.
5. يوجد العديد من الأنواع منها وبالتالي يستخدم المتطفل لمكافحة عدداً كبيراً من الآفات الحشرية.
6. يمكن استخدام المتطفل مع عناصر المكافحة الحيوية الآخري سواء متطفلات أو مفترسات أو مسببات أمراض هنالك أيضاً متطفلات آخري *مثل Encarsia formosa* وغيرها.

مسببات أمراض الحشرات Entomopathogens

تتعرض الحشرات كغيرها من الكائنات الحية للإصابة بالأمراض حيث يظهر علي الحشرة المريضة أعراض تتمثل في تغيير سلوكها وتؤدي حركات غير مألوفة يتوقف معدلها علي شدة المرض.

تشمل مسببات الأمراض كل من البكتريا – الفيروسات – الفطريات – النيماتودا والبروتوزوا (الحيوانات الأولية) .

أهم أنواع البكتريا الممرضة للحشرات هي النوع *Bacillus thuringiensis* التي اكتشفها العالم Berliner عام 1911م وعزلها من فراشة الحبوب في مقاطعة Thuringen الألمانية وتستخدم أنواع عديدة تابعة للجنس Bacillus لمكافحة العديد من الحشرات في الرتب الآتية: حرشفية الأجنحة – ثنائية الأجنحة – غمديه الأجنحة – غشائية الأجنحة ومستقيمة الأجنحة وغيرها وأهم المستحضرات التجارية هي Turex ، Xen Tari ، Dipel Es .الثلاثة الأولي هي عبارة عن مستحضرات للسلالة *B.t. aizawai* والرابعة مجهزة من السلالة *B.t Kurstaki* . من مزايا المبيدات البكتيرية أنها متخصصة وليس لها أثار جانبية علي الحشرات أو الحيوانات غير المستهدفة كما يمكن عزل السلالات المحلية وتحضيرها بسهولة.

الفطريات Fungi

فكرة استخدام الفطريات الممرضة ضد الحشرات بدأت عام 1835م في إيطاليا عندما قام العام Bassi بملاحظه ديدان الحرير المصابة بالفطر Beauveria ولذلك أصبح الاسم العلمي

للفطر *Beauvaria bassiana* .الفطريات الممرضة للحشرات يمكن عزلها مباشرة من الحشرات المصابة ثم إكثارها علي أوساط تغذية صناعية أو يمكن عزلها من التربة.

من أهم الفطريات المستخدمة تجارياً هي

Metarlizium anisopliae , Beaueria bassiana

الفطريات الممرضة يمكن تخزينها مثل الأحياء الدقيقة الآخري لعدد من السنين تحت ظروف تخزين مختلفة. هذه المجموعة يمكن أن تستخدم ضد عدد من الآفات الحشرية منها الصراصير – الذبابة البيضاء – التربس – الجراد وغيرها.

الأبامستين Abamactin

استخدم كمبيد للعناكب والحشرات لأول مرة عام 1986م واليوم يستخدم في أكثر من 80 دولة في العالم في محاصيل زراعية مختلفة. تنتج هذه المادة من الاكتينومايسين Actinomycete التابع للجنس Streptomyces طريقة عمل الابامتين الأساسية هي طرد ومنع تغذية الحشرات وكذلك يعمل بفعل الملامسة ويستخدم ضد الحلم النباتي وحافرات الأنفاق من ثنائية الأجنحة. يمتص الابامستين بسرعة بواسطة أوراق النبات وبالتالي لا يتأثر كثيراً بالأشعة البنفسجية أو الأمطار. ينتج هذا المبيد تجارياً بواسطة شركة .Merck and Co.Inc الأمريكية وفي أوربا بواسطة شركة Syngenta تحت الأسماء التجارية Verfimec Arimecو Dynamec .

إسبينوساد Spinosad

ينتج من Actinomycetes بواسطة النوع *Saccharopolyspora spinosa* وهو مسحوق متبلور رمادي اللون له أس هيدروجيني 7.74 ويتكون من أسبينوسين A و D بنسب 85% و 15%. يؤثر هذا المركب علي الجهاز العصبي للحشرة ويؤثر علي مناطق ما بعد الشبك العصبي Nicotin – Acetylcholin – Receptor (nAchR) .

الحشرات التي يمكن مكافحتها بواسطة الاسبينوساد هي الدودة الإفريقية *Helicoverpa armigera* ، *Spodoptera exigua* ، *S. littoralis* والذبابة المنزلية وحافرات الأنفاق وبعض الخنافس.

الجدول الأتي يوضح مقارنة بين سرعة تأثير spinosad مع بعض المبيدات الآخري

نوع المبيد	سرعة التأثير
Spinosad	دقائق – ساعات
البروثرويدات المصنعة	دقائق – ساعات
الكاربمات ومركبات الفسفور العضوية	ساعات
النيماتودا	أيام
البكتريا	أيام
منظمات النمو IGRs	أيام – أسابيع

الفيروسات

توجد حوالي 10 عوائل فيروسية ممرضة للحشرات ولكن أهمها Baculoviridae حيث تشكل حوالي 60% من الفيروسات الممرضة للحشرات. يتبع لهذه العائلة جنسان هما Granulovirus و Nucleopolyhedro ومن أهم مميزات هذه العائلة الآتي:

1- لا يوجد أي تشابه بينها وبين فيروسات النبات أو فيروسات الفقاريات.
2- كفاءتها الممرضة عالية.
3- عالية التخصص مقارنة بالأنواع الأخرى من فيروسات الحشرات.
4- وجود الفيروس داخل غلاف خاص يحميه إلى حد ما من الظروف الخارجية. من المستحضرات التجارية Capex، Madex وتنتجها شركة سويسرية تسمى Andermatt Biocontrol و Granupom وتنتجه شركة AG Aventis الألمانية، Virox وتنتجه شركة .Mcrobial Research Ltd البريطانية.

النيماتودا Nematoda

هنالك أكثر من 3100 علاقة بين النيماتودا والحشرات وتوجد ثلاثة عوائل رئيسية ممرضة للحشرات هي: Steinernematidae، Heterorhabditidae و Rhabditidae والتي يرجع معرفتها إلى سنة 1923، حيث قام العالم Steiner بعزل النوع *Steinernema kransei* من بعض أنواع الزنابير. أول تطبيق للنيماتودا الممرضة كان في العام 1940 وقام به العالم Girth في أمريكا واستخدم النوع *Steinernena glaseri* على الخنفساء اليابانية *Popilli japonica*

النيماتودا يمكن أن تستخدم مع بعض أنواع البكتريا الممرضة مثل B.t وزيت النيم. تستخدم النيماتودا بمعدل 500,000 يرقة دائمة في المتر المربع وبذلك تحتاج 100م^2 لعدد 50 مليون يرقة. تصب اليرقات في 10 لتر من الماء ثم تضاف إليها كمية الماء المطلوب لري المساحة المعنية ويفضل الرش في يوم ذات غيوم لتفادي تأثير الأشعة البنفسجية UV وكذلك يجب المحافظة على الأرض المعاملة رطبة لمدة ستة أسابيع. تصبح يرقات الخنافس المعاملة بنية اللون وتظهر على سطح التربة بعد حوالي ثلاثة أسابيع ويظهر التأثير الكامل بعد 6–8 أسابيع. لمعاملة مساحات كبيرة تستخدم عبوات كبيرة (500 مليون يرقة دائمة لكل 1000م^2). تستخدم النيماتودا لمكافحة جندب الغيط والديدان القارضة بمعدل 0.5 مليون يرقة دائمة للمتر المربع.

منظمات النمو Insect Growth Regulators

وهي عبارة عن مواد كيميائية تعوق التطور المرحلي للحشرات بتأثيرها كمثبط لتكوين مادة الكيتين ومن أمثلتها ديميلين Dimiline والسيستين Alsystin وتنتمي إلى مجموعة بنزولات اليوريا Benzoylurea والتي تعتبر غير سامة للفقاريات والنبات. المادة الفعالة للديميلين هي Diflubenzuron ويستخدم كمحلول قابل للبلل بمعدل 250 مجم/هكتار أو مركز معلق بمعدل 48=125 مللتر/هكتار باستخدام الرش متناهي الصعر ULV.

من مزايا منظمات النمو:

- تعتبر مأمونة للثدييات.
- ثابتة حيث تظل فعالة على النباتات لعدة أسابيع وبالتالي تصلح للاستخدام في أسلوب الرش في حواجز Barrier spraying.
- متخصصة لأن طريقة دخولها للحشرة عن طريق المعدة صفة رئيسية لذلك تتأثر الحشرات التي تتغذي على النباتات.
- تأثيرها على البيئة منخفض تماماً

ومن عيوبها:

- بطيئة التأثير.
- تأثيرها ضعيف على الحشرات الكاملة.
- لها آثار سلبية على بعض مفصليات الأرجل التي تعيش في الماء العذب.

ناقلات الرسائل الكيميائية Semiochemicals

هي مواد كيميائية تؤثر على سلوك الحشرات وتقسم إلى فرمونات pheromones ولتي تقوم بإرسال إشارات كيميائية بين أفراد الحشرات من نفس النوع intraspecific ليلوكيميائيات Allelochemicals والتي تقوم بإرسال إشارات بين أفراد أنواع مختلفة interspecific. هنالك العديد من الفرمونات منها الفرمونات الجنسية، فرمونات التجمع، فرمونات التنبيه، فرمونات عملية وضع البيض وغيرها وكلها يمكن استخدامها في مكافحة الآفات الحشرية. الليلوكيميائيات وتشمل مواد جاذبة تعرف بـ Kairomones وهي وحدات مراسلة بين كائن حي وآخر تنقل من خلالها المواد الكيميائية المفيدة إلى الكائن المستقل وأيضاً تشمل مواد الطرد أو الألمونات Allomones وهي وحدات مراسلة تفيد الكائن الذي أطلقها.

ظهرت عدة شركات في مجال المبيدات الحيوية في ثمانينات القرن الماضي لاستغلال الفرصة الناتجة من تواجد المواد البيولوجية التي يمكن أن تكون بدائلاً مناسبة للمبيدات الكيميائية ومن هذه الشركات:

- Biosys التي تعمل في مجال النيماتودا والفيروسات.
- Entotech– البكتريا: Crop Genetic International – الفيروسات والبكتريا.
- Mycogen (الفطريات – البكتريا) والتي تحولت فيما بعد إلى شركة بذور.
- Eco-science – الفطريات.
- Ecogen (البكتريا – الفطريات والنيماتودا).
- Cyanamid – الفيروسات.

الآن تمثل المبيدات الحيوية حوالي 1و4% أو 380 مليون دولار من تجارة المبيدات البالغة 28 بليون دولار والأعداء الطبيعية (الميكروبات – المفترسات والمتطفلات) تمثل فقط 164 مليون دولار من تجارة المبيدات الحشرية البالغة 8 بليون فقط. معظم التكلفة في إنتاج المبيدات الميكروبية ناتج من تحضيرات المبيد formulations، التخزين – الترحيل والتخلص من النفايات ورأس المال. الإنتاج المحلي للمبيدات الحيوية بالتخمير قد يؤدي إلى خفض واختصار العديد من هذه الخطوات وبالتالي تقليل تكلفة الإنتاج. كذلك يحتاج المزارعون والمنتجون لفلسفة جديدة بدلاً عن القديمة والتي تتعلق على الفعل السريع الذي يقضي على الحشرة. المبيدات البيولوجية تعمل ببطء وبالتالي تحتاج إلى معايير أخرى منها أخذ الإنتاج لقياس فعالية هذه المبيدات وكذلك يجب أن تشارك الثلاثة أطراف

المعينة في هذا الشأن وهي: الصناعة أو الشركات المنتجة للمبيدات الحيوية – المنتجون أو المزارعون والإرشاد والباحثون يجب أن يكون المنتجون أكثر فهماً للمكافحة الحيوية والمبيدات الحيوية وكذلك المرشدون الذين يجب أن يتعلموا الكثير عن المبيدات الحيوية وبدائل المبيدات المصنعة ونقلها للمزارعين وعلى الباحثين التركيز على بناء بروتوكول للإنتاج الصغير "Small batch custom production" وفحص الفوائد بعيدة المدى بدلاً عن التركيز على عدد الآفات التي تقتل في فترة زمنية وجيزة.

II) آفاق إستخدام التقانة الحيوية في مكافحة الآفات

تعريف التقانة الحيوية

التقانة الحيوية بمعناها الواسع هي إي تقنية تستخدم كائنات حية أو مواد من تلك الكائنات لإنتاج منتوج معين أو تعديله لغرض بعينه. ويمكن تطبيق التقانة الحيوية على جميع أنواع الكائنات، من الفيروسات والبكتريا إلى النباتات والحيوانات. كما إنها أصبحت سمة رئيسية في النشاط العصري في كل من الطب والزراعة والصناعة. وتشمل التقانة الحيوية الزراعية الحديثة مجموعة واسعة من الأدوات التي يستخدمها العلماء لفهم التركيب الوراثي في الكائنات ومعالجته لإستخدامه في إنتاج المنتوجات الزراعية أو تجهيزها.

كما تعرَف إتفاقية التنوع البيولوجي التقانة الحيوية بأنها أي تطبيق تكنولوجي يستخدم نظم بيولوجية، أو كائنات حية أو مشتقاتها في صنع أو تعديل منتجات لإستخدام بعينه (أمانة أتفاقية التنوع البيولوجي، 1992). أما بروتوكول قرطاجنا للسلامة البيولوجية فيعرَف التقانة الحيوية الحديثة بطريقة أضيق على أنها تطبيق:

ا) أساليب الحمض النووي في المختبرات، بما في ذلك الدنا (DNA) و الحقن المباشر للحمض النووي في الخلايا أو العضٍيَيٍات.

ب) دمج خلايا من خارج العائلة، بحيث تتغلب على التكاثر الفسيولوجي الطبيعي او حواجز إعادة التركيب،

وفي طرق غير مستخدمة في التربية أو الإنتقاء الطبيعي (أمانة التنوع البيولوجي،2000).

أما منظمة الأغذية والزراعة فتعرَف التقانة الحيوية تعريفاً واسعاً كما جاء في إتفاقية التنوع البيولوجي وتعريفاً ضيقاً على أنها "مجموعة من التقانات الجزيئية المختلفة مثل تغيير الجينات أو نقلها وطرز الدنا، وإستنساخ النباتات والحيوانات وأساليب الحمض النووي المعاد تركيبه والتي تعرَف

أيضاً بإسم الهندسة الوراثية أو التعديل الوراثي، فتشير إلى تعديل التركيب الوراثي حيث يتم نقل "الدنا" من أحد الكائنات أو من خلية (وهو الجين المنقول) إلى كائن آخر دون تكاثر جنسي. والكائنات المحورة وراثياً يتم تحورها بإستخدام تكنولوجيا التحويل الوراثي أو "الدنا" المعاد تركيبه، حيث يتم إدخال الجين المنقول إلى الجينوم العائل أو تعديل الجين الموجود في العائل من أجل تغيير مستوى تعبيره عن صفاته. وكثيراً ما يستخدم مصطلحا "الكائن المحول وراثياً" و "الكائن المهندس وراثياً" بالتبادل.

التقانة الحيوية و دورها في مكافحة الآفات

بدأ العلماء والمؤيدين لإستخدام التقانة الحيوية في الاعتقاد بأنها المخرج الوحيد لزيادة الإنتاج والقضاء على الجوع وهي الحل للمشاكل الناجمة من الإستعمال المكثف للكيماويات في الزراعة. وهل هذه التقنيات هل الحل لمشاكل الزراعة؟ الاجابة ليست مهمة بالإيجاب أو النفي.

من المعلوم أن استعمال الكيماويات في الزراعة كمدخلات للمكافحة يعتبر من المجهودات الأساسية التي أدت إلى زيادة الإنتاج عبر الأربعين سنة الأخيرة. حيث تميزت هذة المبيدات الكيمائية بمفعولها الناجع السريع, والثمن الرخيص– والفعالية بكميات قليلة – وسهولة التطبيق, ودرجة السمية الواسعة. حيث كانت بمثابة المعجزة العلمية (Miracle) حيث أصبح هنالك تخلص وقتل للآفات والحشائش بنسبة 100%.

نسبة لهذه النجاحات في استخدام مبيدات الآفات والحشائش انتشر تبني وإستخدام المبيدات الكيمائية والتي أسهمت بصورة كبيرة في زيادة إنتاج المحاصيل المختلفة. ولكن صاحبت هذه الطفرات في الإستخدام آثار صحية سيئة للمزارعين وسكان الريف، وكذلك التلوث البيئي للأطعمة ومياه الشرب. وتدمير للحياة البرية وفي المنظور البعيد أصبحت المدخلات الزراعية الكيمائية أقل فائدة وأكثر خطورة.

اللجوء إلى التقانة الحيوية

في هذه الأيام أصبحت التقانة الحيوية هي الوسيلة الحديثة والمعجزة في الإنتاج الزراعي. حيث أصبحت هنالك عدة أوجه لإستخدام التقانة الحيوية في الأنظمة الزراعية. التقانة الحيوية تم تشكيلها في نفس الإطار والمفهوم الإجتماعي والقيمة الاجتماعية التي قادت للإعتماد على الكيماويات. حيث نفس المؤسسات العلمية ومراكز البحوث والشركات التي طورت وأنتجت الكيماويات الزراعية مثل مونساتو(Monsato) ودوبنت (Dupont) وسيبا جاجي (Ciba Geigy) ، وهذه الشركات التي

تروج الآن إلى أن التقانة الحيوية هي الطريقة لضمان الإنتاجية العالية وتقليل مخاطر الإعتماد على استخدام المبيدات الكيماوية والمشاكل الناتجة عن هذا الإعتماد. وهذه الشركات تنفق الملايين من الدولارات في مجال أبحاث التقانة الحيوية لخلق المحاصيل المحورة وراثياً، والحيوانات المحورة والكائنات الدقيقة وذلك لمكافحة الأفات، صناعة المخصبات وزيادة الإنتاجية. حيث رفعت هذه الشركات والمؤسسات العلمية شعار أن التقانة الحيوية هي مستقبل الزراعة.

ولكن هذا التطور لتبني هذه التقنيات الحديثة قد تم بنفس النظرة والفكرة التي ساعدت في تبني استخدام المبيدات الكيمائية والتي إعتمدت على العائد السريع والأهداف الوقتية لزيادة الإنتاج ثم هامش الأرباح. هذه النظرة تعني أن العالم يتميز بالقناعات التي تقول أن الطبيعة يجب أن تقهر، وتستغل، وتجبر على الإعطاء الأكثر وذلك عن طريق أسهل وأسرع وأربح الحلول للمشاكل البيئية المعقدة، أو عن طريق الذي يفهم ويحلل النظم المعقدة مثل الزراعة في شكل مكونات متعددة وليست نظام متكامل (integrated system) . أو بالإقتناع على أن النجاح الزراعي ما هو إلا نجاحات إنتاجية في زمن وجيز وليس محافظة على البيئة الزراعية في المدى البعيد(Sustainability).

المحاصيل المحورة وراثيا ودورها في تخفيف إستخدام المبيدات : تجارب عالمية و أوروبية

بالرغم من الإعتراف بأن التصنيع الزراعي قد بذل جهداً مقدراً في إستحداث تكنولوجيا لتقليل وإستخدام معدلات من المبيدات قليلة السمية ولها القدرة على البقاء لفترات طويلة. أصبح هنالك إحتياج لتقنيات زراعية حديثة للحصول على إنتاج عالي من الأغذية ويمتاز بالنوعية الغذائية الجيّدة مع المحافظة على البيئة وديمومة للموارد الزراعية.

وأيضاً على الرغم من الجدل الدائر حول إستخدام المحاصيل المحورة وراثياً, إلا أن فوائدها بدأت تكون واضحة وواقعية. وفي هذه الورقة العلمية نود تناول الأثر الذي يتركه إستخدام وإدخال المحاصيل المحورة وراثياً على التقليل من مخاطر إستخدام المبيدات مع التعرض للتجربة الأوربية والتجارب العالمية الأخرى. والحجم في تقليل المخاطر يتباين ويتغير إعتمادا على نوع المحصول والصفة المعينة المدروسة. لقد وجد أن زراعة الأصناف المحورة وراثياً لمكافحة الحشائش من فول الصويا، القطن، السلجم، الذرة الشامية، والأصناف المحورة وراثياً لمكافحة الحشرات من محاصيل القطن قد أدت إلى تقليل إستخدام المبيدات بمقدار 22.3 مليون كجم من المنتج المحضر (formulated product) وذلك في عام 2000.

ولقد أثبت أنه لو تمت زراعة 50% من الذرة الشامية، السلجم, بنجر السكر والقطن في أراضي الإتحاد الأوربي من الأصناف المحورة وراثياً، فإن إستخدام المبيدات سوف يتناقص بمعدل 14.5 مليون كجم من المنتج المحضر (=4.4 مليون كجم من المادة الفاعلة) في العام. بالإضافة الى أن هذا سوف يؤدي أيضاً الى تقليل بمقدار 7.5 مليون هكتار من الأراضي التي تحتاج إلى إضافة المبيد وهذا يؤدي الي توفير حوالي 20.5 مليون لتر من الديزل والذي يؤدي تقريباً إلى منع إنبعاث 73000 طن من CO_2 في الغلاف الجوي. وهذة الدراسة أيضاً تركز على النقاط المؤثرة والتي بواسطتها يمكن للمحاصيل المحورة وراثياً التقليل من الإستخدام العالمي للمبيدات.

النظرة التاريخية:

منذ إدخال المبيدات المصنعة في عام 1947 تزايد إستعمالها من أجل تقليل الأضرار الناتجة من الإصابة بالحشرات، الأمراض ثم الحشائش على المحاصيل المختلفة. ولقد تم تقييم الأضرار والتي تكون عادة على المحاصيل الرئيسية، والتي تمثل حوالي 43% من الإنتاج العالمي, بما يقارب 244 مليون دولار أمريكي في السنة الواحدة.

ولقد خلص الباحثان Pimentel و Paolette (2000) الي أن عدم إستخدام هذه المبيدات يقود إلى زيادة الأضرار بمقدار يزيد عن 30%. ذلك مما جعل إدخال الأصناف المحسنة و المخصبات وعمليات الري متصلة مع الإستخدام الأكثر للمبيدات هو العامل الحاسم في مضاعفة الغذاء العالمي في الـ 35 سنة الأخيرة (Tillman, 1999) . ولكن للأسف أن هذا الإستخدام المتزايد للمبيدات أصبح مرتبطاً بأحداث سالبة غير مرئية أثناء تبني هذه التقنيات علي المدى البعيد.

بعض الأثار السالبة المرتبطة بإستخدام المبيدات:

الصحة العامة

في اعوام السبعينات (1970 s) من القرن الماضي كتبت منظمة الصحة العالمية أن هنالك حوالي 500000 حالة تسمم بالمبيدات في السنة والتي أدت إلى وفاة 5000 فرداً (Farah, 1994). ولكن هذه الأرقام يجب أن تؤخذ بحذر وتأكد، لأن منظمة الصحة العلمية ما زالت تحاول التأكد من جمع معلومات دقيقة (Yudelman, *et al*, 1998) ولقد أعطت وكالة حماية البيئة (Environmental Protection Agency = EPA) أرقاماً تتراوح بين 10000-20000 حالة تسمم نتيجة لإستخدام المبيدات في أوساط العمال الزراعيين في الولايات المتحدة. وقد تكون مشكلة التسمم في الدول النامية أكثر سوءاً نتيجة لقلة أعداد المتعلمين وعدم الوعي

بخطورة المبيدات، عدم إرتداء ملابس واقية، وعدم التدريب الجيّد على وسائل الإستخدام. وهذه المعلومات تم تأكيدها بواسطة دراسة أجريت على النساء وذلك في مزارع صغيرة للقطن في جنوب أفريقيا (Rother, 2000) والذي لاحظ أنه رغم معرفة النساء بخطورة المبيدات كمواد سامة إلا إنهن شوهدن يخلطن هذه المبيدات بمياه الشرب. كذلك رأى النساء يجمعن ثمار الخضروات المزروعة داخل مزارع القطن والتي اضيفت اليها هذه المبيدات. وفي دراسات سابقة للمزارعيين في حقول الأرز وجد أن نصف المزارعين أعلنوا عن إصابات مرضية نتيجة التسمم لإستخدام المبيدات (Rola and Pingali, 1993).

البيئة

في نهاية الستينيات من القرن الماضي (1966s) أوضحت راشيل كايسون (Rachel Carson) في كتابها (الربيع الصامت) أنه سوف يكون هنالك أثراً سلبياً للإستخدام المتزايد و المتصاعد للمبيدات ومن الأمثلة أيضاً أن الجمعية الملكية لحماية الطيور قد أكدت العلاقة بين التناقص المفاجي في عدد الطيور في الأراضي الزراعية في المملكة المتحدة وعدة عوامل من بينها التكثيف الزراعي الذي يشمل الإستخدام المتزايد للمبيدات (Krebs *et al*. 1999)

وهذا المثال أيضاً ينطبق على نفوق الكثير من الطيور في الولايات المتحدة كما ذكر Paoletti and Primentel (2000) حيث يقتل حوالي 70 مليون طائرا في الولايات المتحدة سنوياً كتأثير مباشر لأستخدام المبيدات.

هل نحن محتاجون لتكنولوجيا جديدة؟

بعد أن بلغنا القرن الحادي والعشرين و اصبح التعداد السكاني العالمي نحو 9 بليون نسمة، أصبح من الضروري زيادة إنتاج الغلال حتى بليون طن (Borlaug and Dowsewell, 2001). وإعتماداً على التناقص في الأراضي الصالحة للزراعة المتاحة وكذلك التناقص في تحسين المحاصيل عن طريق إتباع طرق تربية النبات النقليدية اصبح هنالك إحتياجا لإيجاد تكنولوجيا حديثة لزيادة الإنتاج، و تحسين الجودة الغذائية، وتقليل الفاقد في المحصول.

والمجتمع يعمل لتحقيق هذه الأهداف بالطريقة التي تضمن السلامة للمجتمع والبيئة. ولقد رأى الباحث Tillman (1999) أن التحدي الذي يتمثل في تقليل الأثر البيئي للمبيدات على الزراعة مع المحافظة على تحسين الإنتاجية والديمومة لا يمكن تحقيقه بطريقة واحدة وسهلة. ولقد تم في هذه الدراسة مناقشة إمكانية المحاصيل المحورة وراثياً على أن تكون الحل المشود لزيادة الإنتاج، وتحسين الغذاء والعلف مع المحافظة على البيئية وذلك باتباع طرق حقلية مناسبة (Phipps and Beever, 2000).

كما ذكر سابقاً على الرغم من الجدل حول فوائد ومخاطر وإستخدام وإدخال المحاصيل المحورة وراثياً– إلا أن هذه الورقة تبرز معلومات حول الأثر الإيجابي من إدخال الأصناف المحورة وراثياً في التقليل من مخاطر إستخدام المبيدات وذلك بإعطاء أمثلة مختلفة من العالم ثم من أوروبا والذي يوضح التبني الواسع لزراعة هذه المحاصيل المحورة وراثياً.

لقد زادت الأرض المزروعة بالمحاصيل المحورة وراثياً بين 1996 و 2000 من 4 إلى 44 مليون هكتار (James, 2000). فول الصويا– الذرة الشامية– القطن وزيت السلجم هي المحاصيل الرئيسية التي تم تحويرها للإنتاج التجاري, وذلك لصفات تحمل مبيد الحشائش ومكافحة الحشرات. لقد تم تحوير المحاصيل لتحمل مبيدي الحشائشglyphosate ثم Glufosinate-ammonium, أما بالنسبة لمكافحة الحشرات فتم إدخال جينات Bt في الأصناف المختلفة التي تمكنها من إفراز مواد قاتلة للحشرات.

الأثر الإيجابي للمحاصيل المحورة وراثياً فى التقليل من إستخدام المبيدات:

أ) التجارب العالمية

فول الصويا المتحمل لمبيد الحشائش

لقد وجد أن إستعمال الأصناف المحورة وراثياً من أجل تحمل مبيد الحشائش قد ساعد في تقليل إستخدام المبيدات بحيث تراوح الفرق في إستخدام المبيد في الأصناف التقليدية من فول الصويا و الأصناف المحورة وراثياً من 7+ إلى –40% (1995–1998) وذلك بمعدل نقص حوالي 10%.

وهنالك دراسة تمت في 431 مزرعة منتشرة في 20 منطقة في الولايات المتحدة وذلك لمعرفة فائدة إستخدام المحاصيل المحورة وراثياً لتحمل مبيدات الحشائش مقارنة مع إستخدام مبيدات الحشائش الأخرى (Nelson *et al*, 2001). ولقد أثبتت النتائج أن إستخدام المحاصيل المحورة وراثياً قد أدى إلى أن إستخدام 16 مبيدا ما هو إلا تكرار من غير فائدة. ولكن أدى إلى زيادة إستخدام الجلايوفوسيت 'Glyphosate'' بمقدار خمسة أضعاف. ولقد أوضحت الدراسة الفوائد الأخرى. بحيث أعطت الوكالة لحماية البيئية أقل معدلات لدرجة السمية.

السلجم المتحمل لمبيد الحشائش

في عام 2000 هنالك أكثر من 80% من مزارعي محصول زيت السلجم في كندا تبنوا زراعة أصناف محورة وراثياً في مساحة تقدر بـ 55% من حوالي 5 مليون هكتار. ولقد وجد أن

الإنتاج قد زاد بحوالي 15% وأن الإستهلاك للمبيدات الحشائشية قد قل مقارنة بالأصناف التقليدية. ولقد تناقصت الكمية للمبيدات المستخدمة بحوالي 6.0 مليون كجم للمنتج المحضر في سنة 2000.

أيضاً تمكن المزارعون الذين يزرعون الأصناف المحورة وراثياً من تقليل إستخدام الديزل وذلك عن طريق تقليل العمليات الحقلية، حيث زاد توفير الديزل من 9.5 مليون لتر في عام 1997 إلى 31.2 مليون لتر في عام 2000. وهذا التوفير يعادل 13.1 مليون دولاراً كندياً. والذي يؤدي إلى زيادة الربح وقوة المنافسة لمزارعي محصول زيت السلجم. وكذلك تقليل في إستخدام الديزل قد يؤدي إلى تقليل الغازات المنبعثة (CO_2) إلى 110000 طن تقريباً.

القطن المتحمل لمبيد الحشائش

لقد لوحظ التناقص في إستخدام المبيدات الحشائشية الأخرى عندما تمت زراعة الأصناف المحورة وراثياً لتحمل مبيد الحشائش. ولقد كان معدل إستخدام المبيدات في الأصناف التقليدية يتراوح من 4.9 إلأى 8.0 كجم من المنتج المحضر للهكتار الواحد، مقارنة مع 2.5 إلى 4.0 كجم/هكتار من الجلايفوسيت مع الأصناف المحورة وراثياً. لذلك وجد أن النقص في إستخدام المبيد في مساحة 2.1 مليون هكتار من القطن نتيجة لإستخدام أصناف محورة وراثياً قد بلغ 5.3 مليون كجم من المنتج المحضر في عام 2000 (James, 2000) .

الذرة الشامية المتحملة لمبيد الحشائش

المساحة المزروعة عالمياً من الذرة الشامية المحورة وراثياً لتحمل مبيد الحشائش تصل إلى 2.1 مليون هكتار (James, 2000) ولقد أوضحت المعلومات التي جمعت أخيراً أن تبني زراعة الأصناف المحورة وراثياً قد أدى إلى نقص في إستخدام المبيدات الحشائشية الأخرى بحوالي 30%.

الذرة الشامية المكافحة للحشرات

المساحة المزروعة بالأصناف المحورة وراثيا (Bt) المقاومة للحشرات قد بلغت 6.8 مليون هكتار (James, 2000). ولقد ساعد إستخدام هذه الأصناف المحورة وراثياً من الذرة الشامية (Bt) في تقليل إستخدام مبيدات الحشرات الأخرى. إستخدام هذه التقنية أيضاً أدى لزيادة الإنتاج بنسبة كبيرة جداً.

القطن المكافح للحشرات

المساحة المزروعة بالأصناف المحورة وراثياً (Bt) من القطن لمكافحة الحشرات بلغت حوالي 5.3 مليون هكتار في عام 2000. حيث كانت 3.2 مليون مزروعة بأصناف (Bt)

(James, 2000). هذا القطن المحور وراثياً مزروع في الولايات المتحدة في الصين، المكسيك، أستراليا، الأرجنتين وجنوب أفريقيا. ولقد أدى إستخدام الأصناف Bt المحورة وراثياً إلى النقص في إستخدام مبيد الحشرات بحوالي 6.6 مليون كجم من المنتج المحضر وذلك في عام 2000. وكمثال في الصين فإن إدخال وإستعمال الأصناف المحورة وراثياً (Bt) من القطن أدى إلى تقليل دراماتيكي في كمية مبيد الحشرات المستخدم في عام 1999 إلى عام 2000، وذلك من 55 إلى 16 كجم من المنتج المحضر/هكتار وكذلك عدد الجرعات من 20 إلى 7 فقط. وأثبتت الدراسة أيضاً أن حوالي 30% من المزارعين الذين أستخدموا الأصناف التقليدية من القطن كانت لهم مشاكل صحية مرتبطة بإستخدام المبيدات الحشرية مقارنة مع 9% فقط للذين يستخدمون الأصناف المحورة وراثياً من القطن (Bt).

أمثلة أخرى من المحاصيل المحورة وراثياً:

من المحاصيل الأخرى التي تناقص فيها إستخدام المبيدات الحشرية هو محصول البطاطس، حيث قل عدد الجرعات لمكافحة خنفساء كلورادو في البطاطس من 2.78 إلى 1.58 للهكتار وكذلك قلت كمية المبيد من 2.17 إلى 1.74 كجم للهكتار. وهنالك عدد من المحاصيل الغذائية الأخرى المحورة وراثياً التي لوحظ فيها التقليل في عدد جرعات وكميات مبيدات الحشائش لمكافحة الأمراض والحشرات مثل الذرة الشامية ، الموالح، الفراولة والبطاطس.

ب) التجارب الأوروبية

لقد تم تقييم الأثر الإيجابي لإستخدام المحاصيل المحورة وراثياً لعدد من المحاصيل على التقليل من الكميات المستخدمة من مبيدات الحشائش والحشرات. وذلك بمقارنة المساحات المزروعة. والبرامج المستخدمة بأنواع وطرق الجرعات من تلك المبيدات. وهنالك بعض المقارنات يمكن ملاحظتها في الجداول المرفقة في هذه الورقة العلمية. حيث يكون الملاحظ في جدول (1) أن إستخدام الذرة الشامية المتحملة لمبيد قد قاد ليس فقط إلى تقليل عدد الجرعات إلى واحدة بل إلى تقليل الكمية من المنتج المحضر والمادة الفاعلة للمبيد.

جدول (1) برنامج مبيد الحشائش للذرة الشامية المستخدم في دول الإتحاد الأوربي

	الجرعـــــة		مقياس درجة السمية
	المنتج المحضر (كجم/هكتار)	المادة الفاعلة (جم/هكتار)	LD (50)
1. مبيد حشائش مع اصناف تقليدية	5.0	1900	5000<
2. مبيد حشائش مع صنف محور وراثياً	3.5	1080	5000<

الجدول رقم (2) يوضح الأثر الذي تركه إستخدام أصناف من بنجر السكر محورة وراثياً في الدنمارك لتحمل مبيد الحشائش جلايوفوسيت حيث كان التقليل بنسبة 53% (12.9–6.0 كجم/هكتار) من المنتج المحضر ، والمادة الفاعلة من 3411 إلى 2160 جرام /هكتار.

جدول (2) برنامج مبيد الحشائش لبنجر السكر المستخدم في الدنمارك

	الجرعـــــة		مقياس درجة السمية
	المنتج المحضر (كجم/هكتار)	المادة الفاعلة (جم/هكتار)	LD (50)
1. مبيد حشائش مع اصناف تقليدية	12.9	3411	5000<
2. مبيد حشائش مع صنف محور وراثياً	6.0	2160	5000<

الجدول رقم (3) يوضح التقليل الواضح في كمية وعدد الجرعات المستخدمة من مبيدات الحشائش الأخرى نتيجة لإدخال الأصناف المحورة وراثياً من محصول زيت السلجم، حيث قلت كمية المادة الفاعلة بمقدار 65% (1700–600 جرام/هكتار).

جدول (3) برنامج مبيد الحشائش لزيت السلجم في المملكة المتحدة

	الجرعـــــة		مقياس درجة السمية
	المنتج المحضر (كجم/هكتار)	المادة الفاعلة (جم/هكتار)	LD (50)
1. مبيد حشائش مع اصناف تقليدية	4.0	1700	5000< - 2780
2. مبيد حشائش مع صنف محور وراثياً	3.0	600	2000

الجدول رقم (4) يوضح أن إستخدام القطن المحور وراثياً (Bt) في أسبانيا قد أدى إلى تقليل كمية المبيد المستخدم إلى 60% (20.3–8.1 كجم/هكتار)، والمادة الفاعلة إلى 40% (2285–1410 جرام/هكتار).

جدول (4) برنامج مبيد الحشرات في أصناف تقليدية ومحورة (Bt) من القطن في أسبانيا

	الجرعـــــة		مقياس درجة السمية
	المنتج المحضر (كجم/هكتار)	المادة الفاعلة (جم/هكتار)	LD (50)
1. مبيد حشرات مع أصناف تقليدية	20.27	2285	34-70
2. مبيد حشرات مع اصناف محورةً	8.07	410	-

الجدول رقم (5) يوضح أنه لو تم زراعة 50% من الأراضي المخصصة للذرة شامية، و زيت السلجم، وبنجر السكر والقطن بأصناف محورة وراثياً لتحمل مبيد الحشائش والحشرات (Bt) فأن كمية المبيد المستخدم سوف تقل إلى 14.5 مليون كجم من المنتج المحضر في السنة والتي

تمثل تقليل في المادة الفاعلة بمقدار 4.4 كجم. بالإضافة إلى تقليل المساحة المحتاجة للمعاملة بالمبيدات بمقدار 7.5 مليون هكتار.

جدول (5): التقليل المتوقع في إستخدام المبيدات وعدد الجرعات إذا تم زراعة 50% من مساحات الذرة الشامية، زيت السلجم، بنجر السكر والقطن في دول الإتحاد الأوربي بالأصناف المحورة وراثياً

المحصول	المساحةالمزروعة بالأصناف المحورة وراثيا (مليون هكتار)	النقصان في كمية المبيد		النقصان في عدد الجرعات	النقصان في المساحة التي تحتاج للمبيد (مليون هكتار)
		المنتج المحضر (مليون كجم)/السنة	المادة الفاعلة (مليون كجم)/السنة		
الذرة الشامية	2.2	3.52	1.80	1	2.2
زيت السلجم	1.5	1.0	1.10	2	3.0
بنجر السكر	1.0	6.9	1.25	2	2.0
القطن	0.25	3.05	0.21	1	0.25
المجموع	4.95	14.47	4.36		7.45

الخلاصة:

بالرغم عن الجدلً الكبيرً الدائر حول إستخدام أصناف المحاصيل المحورة وراثياً، الا إنها قد أظهرت الأثر البيئي الإيجابي وذلك عبر التقليل من إستخدامات المبيدات وأثرها السلبي على صحة الإنسان.

إعتماداً على المعلومات التي جمعت من الأقطار المتقدمة التي تتبنى وتزرع المحاصيل المحورة وراثياً وضح جلياً أن لهذه التكنولوجيا أثراً إيجابياً حيث أدت إلى نقصان واضح في إستخدام المبيدات. والذي يختلف بإختلاف المحصول والصفة المعنية. ولكن يجب أن تكون هنالك دراسات وبحوث إضافية لتقييم الأثر البيئي المتعلق بهذا النقصان.

التقليل الذي حدث في كميات المبيدات المستعملة سوف يؤدي إلى نقصان في كمية الطاقة المطلوبة لإجراء عمليات حقلية أخرى وبالتالي تقليل تكاليف الانتاج.

كذلك أثبتت الدراسات أن التزايد السنوي في مساحات المحاصيل المحورة وراثياً سوف يؤدي إلى نقصان أكبر في كميات وعدد جرعات المبيدات المستخدمة وذلك في السنوات القادمة. حيث اجاب أكثر من 75% من الذين سئولوا في الولايات المتحدة عن رأيهم بفائدة إستخدام التقانة الحيوية و بالأهمية البالغة لهذه التقنية في التقليل من إستخدام المبيدات.

من الواضح أيضاً أن إدخال وزراعة الأصناف المحورة وراثياً قد أدى إلى قلة أرباح ومبيعات شركات عديدة تعمل في مجال إنتاج المبيدات.

اعتمادا على المعلومات ونتائج البحوث التي نشرت يمكن إعتبار التقانة الحيوية و المتمثلة في إستخدام الأصناف المحورة وراثيا بديلا مناسبا مع البدائل الأخرى التي ذكرت لتقليل مخاطر الإستخدام المتزايد و المتصاعد للمبيدات.

المراجع (References)

Borlaug, N., and Dowsewell, C., 2001. The unfinished Green Revolution- The Future role of Science and Technology in Feeding the Developed World. Paper presented at the Seeds of Opportunity Conference, June 2001. London.

Farah, J. 1994. Pesticides policies in developing countries: do they encourage excessive use. World Bank discussion paper Number. 238. Washington D.C.

James, C., 2000. Global review of commercialized transgenic crops. Pub. International Service for the Acquisition of Agri-biotech Applications, Ithaca, New York.

Krebs, J. R., Wilson, J. D., Bradbury, R. B., Sirwardena, G.M. 1999. The second silent spring. *Nature,* 400, 611-612.

Nelson, G.C., Bullock, D., Nitsi, E. 2001. Environmental effects of GMOs: Evidence from the use of Glyphosate-resistant soybeans. 5th Inter. Consortium Ag. Biotech. Res., Ravello, Italy. June 15-18 2001, pp. 125-126 (abstract).

Paolette, M. G., and Pimentel, D.S. 2000. Environmental risks of pesticides versus genetic engineering for agricultural pest control. *J. agric. Envir. Ethics* 12, 279-303 Pesticide manual: a world compendium, 2000.

Phipps, R. H., and Beever, D.E., 2000. New technology: Issues relating to the use of genetically modified crops. *J. Anim. Feed Sci*. 9, 543-561.

Rola, A.C., and Pingali, P.L., 1993. Pesticides, rice productivity and farmers health: an economic assessment. Los Banos, Philippines, and Wahington, D. C. International Rice Research Institute and World Resources Institute.

Rother, H.A., 1998. Influence of pesticide risk perception the health of rural South African, women and children. International Conference on Pesticide Use in Developing Countries-Impact on Health and Environment San Jose Costa Rica.

Tillman, D. 1999. Global environmental impacts of agricultural expansion: the need for sustainable and efficient practices. *Proc. National Academy of Sci*. USA. 96, 5995-6000.

Yudelman, M., Ratta, A., Nygaard, D., 1998. Pest management and Food Production: Looking to the Future. International Food Policy Research Institute, Food Agriculture and the Environment Discussion Paper 25. Washington D.C.