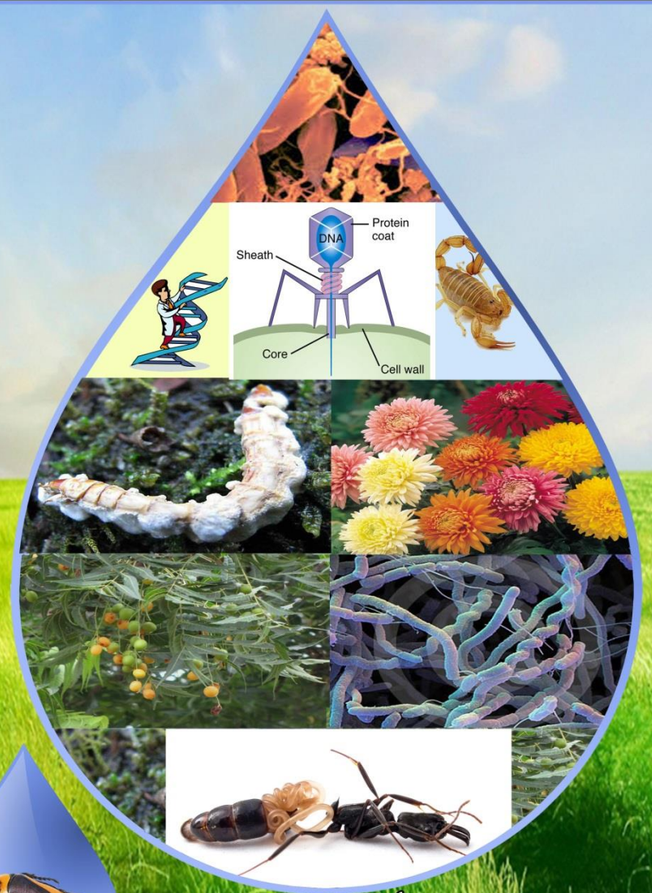
مبيدات الحشرات الحيوية



تأليف

الأستاذ الدكتور
نزار مصطفى الملاح

١٤٣٦ هجرية

٢٠١٥ ميلادية

أ. د. نزار مصطفى الملاح

مبيدات الحشرات الحيوية

2015م

Bioinsecticides

By

Prof. Dr. Nazar M. Al.Mallah

عضيد الحيالي

مبيدات الحشرات الحيوية
Bioinsecticides

تأليف
الأستاذ الدكتور
نزار مصطفى الملاح
كلية الزراعة والغابات
جامعة الموصل

الإهداء

الى العاملين . . .

في مجال صناعة الموت للآفات الحشرية

الى المؤمنين . . .

بأن الحياة يمكن ان تصنع الموت والحياة معاً وان صناعة الموت يجب ان تخضع لمشيئة

الميزان الإلهي [إِنَّا كُلَّ شَيْءٍ خَلَقْنَاهُ بِقَدَرٍ] [سورة القمر: 49]

وأن العبث بهذا القدر والميزان الإلهي معناه الخلل والدمار

إلى هؤلاء اهدي هذا الجهد المتواضع . . .

المؤلف

المحتويات

الموضوع	الصفحة
المقدمة	أ- ب
الفصل الأول **المبيدات الحيوية، المفهوم والحاضر والمستقبل**	**17-1**
المقدمة	2
المبيدات الحيوية مفهومها ومجاميعها	2
لماذا المبيدات الحيوية	3
واقع المبيدات الحيوية	4
المحفزات والمعوقات	4
تسويق المبيدات الحيوية	6
قبول المزارعين للمبيدات الحيوية	7
إنتاج وتطوير مستحضرات المبيدات الحيوية	9
طرائق استعمال المبيدات الحيوية	13
مستقبل المبيدات الحيوية	15
الفصل الثاني **مبيدات الحشرات الكيموحيوية نباتية المصدر**	**48-18**
مقدمة	19
مبيدات الحشرات الكيموحيوية	19
مبيدات الحشرات الكيموحيوية نباتية المصدر	20
مبيدات حشرات كيموحيوية تجارية	22
البيرثرم Pyrthrum	22
الازادراختين Azadirachtin	27
النيكوتين Nicotine	29

الموضوع	الصفحة
الروتينون Rotenone	32
الريانوديnات Ryanodines	34
الريانودولات Ryanodole	35
سابادیلا Sabadilla	36
الهلبور Helbore	37
توسيندانين Tossendanin	37
مبيدات حشرات كيموحيوية غير تجارية	37
مارانجين Marrangen	38
ميلياتوسين Meliatocin	38
فولكينسين Volkensin	39
الاسيتوجينين Acetogenins	40
روكاكلاميد Rocaglamide	42
بايبرسايد Pipercide	43
التربين ثلاثي اللاكتون Trilacton Terpenes	43
كرايانوتوكسين Grayanotoxin	44
بيتا اسارون β- Asarone	44
مركبات التفروسيا Tephrosia	44
استرات السكر Sugar esters	46
الكواسين والنيوكواسين Quassin α Newquassin	47
الايزوبيوتيل امايد Isobutylamides	48
الفصل الثالث **المبيدات الكيموحيوية النباتية المثبطة والمحورة**	**82-49**

الموضوع	الصفحة
لسلوك الحشرات	
المقدمة	50
المركبات الطاردة الكيموحيوية	50
- خواص المواد الطاردة	52
- الزيوت النباتية	52
المركبات الجاذبة الكيموحيوية	55
- القرعين Cucurbitacin	55
- Caproic acid	56
- Phenylcetaldehyde	57
- Mustard oil Glucoside	57
- Coumarin	57
- Dipropyl disulfide	57
- Cinnamyl	57
- Terpineol acetate	57
المركبات الكيموحيوية المانعة للتغذية	85
- Sesquiterpenes α Diterpenes	59
- Nineusin	59
- Argophyllin A	60
- α- cyerone	61
- Warburganal	61
- Polygodial	61
- Celangulin	61
- مركبات الـ Clerodane	61
- Ajugarines	62
- Jodrellin	62
- Scutolpin	63
- مركبات أشباه الكواسين	64
- مركبات أشباه الليمون Limonoids	67

الموضوع	الصفحة
- الليمون Limonin	67
- اوباسيونون Obacunone	67
- بروسيرانولايد Proceranolide	68
- مركبات الميلياسين Meliacins	68
- الية عمل مانعات التغذية	72
المركبات الكيموحيوية المثبطة لنمو الحشرات	74
- ستيرويدات الانسلاخ النباتية Phytoecdysteroids	75
- مشابهات هرمون الصبأ النباتية	76
- Invabiones	76
- Bakuchiol	76
- مضادات هرمون الصبا النباتية	78
- Precocene	79
- Precocene Π	79
- الاحماض الامينية غير البروتينية	79
- Mimosine	80
- Canavinine	80
- الكلايكوسيدات الكاردينولية	80
- Affinoside	80
- الميلياسينات	80
- **المركبات الكيموحيوية العاقمة**	82
الفصل الرابع **مبيدات الحشرات الكيموحيوية مايكروبية المصدر**	**120-83**
المقدمة	84
مبيدات الحشرات الكيميوحيوية مايكروبية المصدر التجارية	84
الافيرميكتينات Avermectins	84

الموضوع	الصفحة
اباماكتين Abamectin	85
ليبمكتين Lepimectin	86
ايبريتومكتين Eprinomectin	87
الفاعلية الحيوية للافيرمكتينات	89
التأثيرات السامة للافيرمكتينات	90
الية التأثير السام للافيرمكتينات	91
الاسبينوسينات Spinosyns	91
سبينوساد Spinosad	93
سبنيتورام Spinetoram	94
الية التاثير السام للاسبينوسينات	94
ملبايسين Milbemycin	96
بولي ناكتين Polynactins	96
الية التأثير السام لـ Polynactins	97
مبيدات الحشرات الكيموحيوية مايكروبية المصدر غير التجارية	97
مضادات الحشرات الكيموحيوية بكتيرية المصدر	99
ثورجنسين Thuringiensin	99
بافيلوماسينز Bafilomycins	100
كونكانامايسنز Concanamycins	101
نيكومايسينز Nikkomycins	101
البيريسيدينات Piericidins	102
الراسيمومايسينات Racemomycins	103
فالينومايسين Valinomycin	104
مضادات الحشرات الكيموحيوية فطرية المصدر	106

الموضوع	الصفحة
الفينولات Phenols	106
اشباه التربين Terpenoids	107
الافلاتوكسينات Aflatoxins	108
سكليروتاميد Sclerotiamide	109
اوكراتوكسينات Ochratoxins	110
باتولين Patulin	110
بيوفيريسين Beavericin	111
اي – 64 E-64	112
سترينين Citrini	112
باكسيلينات Paxillines	113
البروتينات المايكروبية المضادة للحشرات	115
المضادات الحيوية العامة	116
الفصل الخامس **مبيدات الحشرات الكيموحيوية حيوانية المصدر**	**157-121**
المقدمة	122
منظمات نمو الحشرات	123
التنظيم الهرموني في الحشرات	124
هرمون الحداثة	125
هرمون الانسلاخ	126
الية التأثير السام لمنظمات النمو الحشرية	127
الفيرمونات	129
الفيرمونات الجنسية	130
فيرمونات التجمع	147

الموضوع	الصفحة
فيرمونات التحذير	155
السموم الحيوانية غير الحشرية	157
الفصل السادس **مبيدات الحشرات المايكروبية**	**193-158**
المقدمة	195
المكافحة المايكروبية، مفهومها وتاريخها	160
مميزات المسببات المرضية الناجحة	161
فوائد المبيدات المايكروبية	162
الأسس المعتمدة في تقسيم المبيدات المايكروبية	164
مبيدات الحشرات الفايروسية	165
فايروسات البولي هيدروسيز	166
الفايروسات الحبيبية	167
الفايروسات عارية الغلاف	167
مبيدات الحشرات البكتيرية	173
ممرضات الحشرات البكتيرية كمبيدات	174
مبيدات الحشرات الفطرية	180
مبيدات الحشرات الفطرية في الاستخدام	181
مبيدات الحشرات الأولية	185
مبيدات الحشرات النيماتودية	186
تقسيم النيماتودا الحشرية	187
مبيدات الحشرات النيماتودية التجارية	188
الفصل السابع **مبيدات الحشرات الجينية**	**223-194**

الموضوع	الصفحة
المقدمة	195
مبيدات الحشرات الجينية، مفهومها ومجاميعها	195
المحاصيل السامة للحشرات	199
مصدر السم في المحاصيل السامة للحشرات	201
اين توجد البكتريا *Bacillus thuringiensis*	202
خواص البكتريا *B.t.* والية عملها	202
طريقة إدخال سم البكتريا *B.t.* في نبات القطن	203
مستقبل استخدام المحاصيل السامة للحشرات	207
المحاصيل المقاومة للحشرات	208
فوائد استخدام المحاصيل المقاومة في مكافحة الحشرات	209
الحشرات المعاقة	210
عدم التوافق السايتوبلازمي	210
عقم الهجائن	211
إعادة تنظيم الكروموسومات	211
أعداء حيوية حشرية مقاومة للحشرات	212
الية مقاومة الأعداء الحيوية للمبيدات	213
محددات تطور المقاومة للمبيدات في الاعداء الحيوية	214
الفايروسات معادة التشكيل	215
عملية إقحام الجين او الجينات	216
اهم الجينات المستخدمة في إنتاج الفايروسات معادة التشكيل	217
جينات السموم العصبية	217
جينات الهرمونات الحشرية	219
جينات الإنزيمات الحشرية	221

الموضوع	الصفحة
جينات السموم المايكروبية	223
الفصل الثامن **مقاومة الحشرات للمبيدات الحيوية وطرائق ادارتها**	**257-224**
المقدمة	225
تطور المقاومة الحشرية لمبيدات الحشرات الحيوية	226
العوامل المؤثرة في تطور المقاومة	228
اليات مقاومة الحشرات للمبيدات الحيوية	231
مقاومة الحشرات للمبيدات الكيوحياتية	232
مقاومة الحشرات للمبيدات المايكروبية	237
المقاومة السلوكية	237
المقاومة الفسلجية	237
اختراق الحواجز الخارجية	238
اجتياح الدفاعات الخلوية	238
كفاءة الدفاعات الخلوية الحشرية	242
مقاومة الحشرات لمبيدات الحشرات الجينية	244
الية مقاومة الحشرات لتوكسينات الـ *B.t.*	245
إدارة المقاومة لمبيدات الحشرات الحيوية	246
الستراتيجية الأولى :- تقليل التعرض للمبيد	247
ادخال الحشرات الحساسة الى العشيرة المعرضة للمبيد	247
الملأجي او الأكمنة	247
الرش البقعي او الشريطي	249
دورات المبيدات	249
التخصص النسيجي والزمني للمبيد الحيوي	249

الموضوع	الصفحة
الستراتيجية الثانية : تكامل طرائق المكافحة	250
طريقة مخاليط المبيدات	250
طريقة التراكم الجيني	251
التكامل بين المبيد الحيوي والاعداء الحيوية	251
طريقة الجرعات العالية	252
الستراتيجية الثالثة : المصائد النباتية	252
ارشادات مهمة في إدارة مقاومة الحشرات للمبيدات الحيوية	253
تقييم مخاطر تطور المقاومة	254
المصادر العربية	262-258
المصادر الاجنبية	298-262

المقدمة

تشكل مبيدات الحشرات الحيوية بمجاميعها المختلفة (الكيموحيوية والمايكروبية والجينية) مجموعة حديثة من المبيدات التي تمتاز بالعديد من المواصفات الفريدة التي جعلت منها المبيدات الأكثر أماناً وصداقة للبيئة والأكثر استخدماً في مجال الزراعة العضوية، هذه المجموعة من المبيدات أصبحت اليوم محط أنظار العاملين في مجال مكافحة الآفات الحشرية والباحثين الذين يعملون ليل نهار من اجل تقييم هذه المجموعة من المبيدات ومحاولة التعرف على أهم نقاط الضعف والقوة فيها من اجل تحسينها وتطويرها لتحقيق مكافحة حشرية امينة على البيئة والإنسان.

ان تحقيق عملية مكافحة جيدة باستخدام مبيدات الحشرات الحيوية يتطلب الإلمام بمواصفات ومميزات هذه المجموعة من المبيدات، لذا فان إحدى المهام الرئيسة لتأليف هذا الكتاب هو تغطية هذا الجانب بشكل جيد من خلال الفصول الثمانية التي ضمها هذا الكتاب، حيث تطرق الفصل الأول إلى مفهوم المبيدات الحيوية وواقع ومستقبل هذه المبيدات في مجال مكافحة الحشرات، أما الفصل الثاني فقد تناول موضوع المبيدات الكيموحيوية المستخلصة من النباتات، أما الفصل الثالث فكان عنوانه المبيدات الكيموحيوية النباتية المثبطة والمحورة لسلوك الحشرات، أما الفصل الرابع فقد تناول بالشرح أهم مبيدات الحشرات الكيموحيوية مايكروبية المصدر المتوفرة على المستوى التجاري وتلك التي لا زالت في مرحلة البحث والتطوير. وكان لمبيدات الحشرات الكيموحيوية حيوانية المصدر نصيباً جيداً في هذا الكتاب حيث احتل هذا الموضوع مضمون الفصل الخامس من الكتاب. أما الفصل السادس فقد تناول مجموعة مهمة من المبيدات الحيوية وهي المبيدات المايكروبية بمجاميعها الفايروسية والبكتيرية والفطرية والنيماتودية وكان الفصل السابع ساحة عرض لمفهوم مجموعة جديدة من المبيدات الحيوية تلك هي مبيدات الحشرات الجينية حيث تطرق هذا الفصل إلى مفهوم المبيدات الجينية وكيفية استخدام الجينات في مكافحة

الحشرات إضافة إلى الإشارة إلى أهم الجينات المستعملة في مجال المبيدات الحيوية، وكان موضوع مقاومة الحشرات للمبيدات الحيوية هو عنوان الفصل الثامن والاخير الذي تطرق إلى كيفية ظهور المقاومة لهذه المجموعة الحديثة من المبيدات واساليب ادارتها.

ان هذا الكتاب بفصوله الثمانية يشكل لبنه ومرجعاً يسد فراغاً في المكتبة العربية عامة والعراقية خاصة. وهو نتاج جهد وعمل لم يكن ليتحقق لو لا مساعدة المخلصين والمحبين للعلم، وهنا يجب ان أشير بالشكر والعرفان للأستاذ الدكتور أياد يوسف إسماعيل لتوفيره العديد من المراجع المهمة في مجال المبيدات الحيوية من خلال مكتبته الالكترونية والشكر موصول ايضاً للأستاذ الدكتور نبيل عزيز قاسم لما بذله من جهد في سبيل انجاز الفصل السابع من الكتاب، شكري وتقديري للسيد أحمد صلاح عمر لجهوده وصبره في طباعة هذا الكتاب.

والله الموفق

المؤلف

الفصل الأول
المبيدات الحيوية
المفهوم والحاضر والمستقبل

- المقدمة
- المبيدات الحيوية مفهومها ومجاميعها
- واقع المبيدات الحيوية
- طرائق استعمال المبيدات الحيوية
- مستقبل المبيدات الحيوية

المقدمة :

لاشك ان الاستعمال الواسع والمكثف لمبيدات الآفات الكيميائية أدى إلى تفاقم وتعاظم المشاكل البيئية والصحية، فضلاً عن مشاكل مقاومة الآفات لمبيدات الآفات وما يترتب على ذلك من خلل في المردودات الاقتصادية وقلق المنتجين والمستهلكين على حد سواء، هذه المشاكل والمعوقات أدت بشكل أو بأخر إلى حدوث انخفاض في معدلات استهلاك هذه الكيميائيات خاصة على المحاصيل الرئيسة مثل الفواكه والخضراوات ونباتات الزينة، هذا التناقص في استعمال المبيدات الكيميائية معناه الاعتماد على البدائل التي يمكن ان تكون اكثر امانا على البيئة وعلى صحة الإنسان. لذا فان من المتوقع ان تكون المبيدات الحيوية هي البديل الأكثر احتمالاً لتحل ولو جزيئاً عن مبيدات الآفات الكيميائية خاصة وان المبيدات الحيوية هي منتجات من مواد طبيعية غالبيتها ذات أصل نباتي أو مايكروبي أو حيواني، لذلك فان موضوعة هذا الفصل تهدف إلى تسليط الضوء على مفهوم المبيدات الحيوية واقسامها فضلاً عن تناول واقع حال هذه المجموعة من المبيدات في الوقت الحاضر والأفاق المستقبلية التي تنتظر هذه المجموعة من المبيدات.

المبيدات الحيوية، مفهومها ومجاميعها :-

لقد وردت العديد من التعريفات للمبيدات الحيوية في العديد من المراجع وتتفق جميع هذه التعريفات على ان المبيدات الحيوية هي منتجات حيوية أو جسيمات أو اجزاء تكاثرية لكائنات حية أو كائنات حية مجهزة أو معدة للاستعمال في مكافحة الآفات المختلفة. وعلى ضوء التعريف فان المبيدات الحيوية تقع في ثلاثة مجاميع رئيسة هي:-

اولاً) المبيدات الكيموحيوية Biochemical Pesticides :- وهي مجموعة المركبات الكيميائية المنتجة والمستخلصة من النباتات والكائنات الدقيقة

والحيوان والتي تعمل على قتل الآفات بشكل مباشر أو تؤثر في سلوكها بما يؤدي إلى خفض اعدادها بشكل غير مباشر.

ثانياً) المبيدات المايكروبية Microbial Pesticides :- هي منتجات حيوية مادتها الفعالة كائنات دقيقة أو اجزاءها التكاثرية والمجهزة بطريقة مشابهه لصور تجهيز مبيدات الآفات الكيميائية والمستعملة في مكافحة الآفات المختلفة.

ثالثاً) المبيدات الجينية Genetic Pesticides :- ويقصد بها مجموعة الجينات المسؤولة عن إنتاج السموم والمركبات الدفاعية واليات مقاومة الكائنات الحية للآفات أو بعبارة اخرى هي الجينات المسؤولة عن مواد واليات الحماية في الكائنات والتي يتم دمجها في الكائنات المطلوب حمايتها من الإصابة بالآفات والتي يطلق عليها بالكائنات المعدلة وراثياً Genetically Modified Organisms (GMOS).

لماذا المبيدات الحيوية :-

اشرنا في مقدمة الفصل إلى ان الخسائر الناجمة عن استعمال المبيدات الكيميائية يتطلب ايجاد البديل المناسب، وان ظهور المبيدات الحيوية يمكن ان يجعل منها البديل المناسب، خاصة وانها تتفوق على المبيدات الكيميائية من حيث السلامة والأمان تجاه اللبائن والبيئة بشكل عام، فضلاً عن الحاجة اليها فيما يأتي:-

1- معاملة البيئات الطبيعية وشبه الطبيعية التي تعطى فيها الاولوية للحافظ على التنوع الحيوي Biological diversity مثل اراضي المراعي والمحميات الطبيعية والغابات.

2- الاستجابة للضغوط العامة ومواثيق ومتطلبات التجارة الدولية في إنتاج محاصيل ذات مواصفات قياسية عالية فيما يتعلق بالنواحي البيئية والسمية ومنها محاصيل الزراعة العضوية وخفض مستويات متبقيات المبيدات.

3- استبدال التطبيقات الكيميائية غير الجيدة لمنع ظهور الآفات المقاومة للمبيدات.

4- الحالات التي تتطلب استعمال مواد ذات سمية منخفضة تجاه اللبائن.

5- المبيدات الحيوية تشكل مكون مهم ضمن برامج إدارة الآفات وذلك لانخفاض تأثيرها في الاعداء الحيوية المهمة.

واقع المبيدات الحيوية :-

إن واقع المبيدات الحيوية يمكن أن يناقش من خلال المحاور الاتية:

اولاً) المحفزات والمعوقات : -

في الفقرة السابقة اشرنا إلى ان المبيدات الحيوية تشكل البديل المناسب أو المكمل للمبيدات الكيميائية التقليدية وان هناك حاجة ماسة لاستعمالها في العديد من المجالات وذلك لما تمتلكه من مواصفات ومميزات جيدة. الا ان الواقع الفعلي يشير إلى ان المبيدات الحيوية تواجه اليوم العديد من التحديات المحددة لها بالرغم من وجود العديد من الايجابيات والتي من اهمها : -

1- صيانة المصادر الوراثية.

2- تأثيرها منخفض على الكائنات النافعة.

3- ثباتها البيئي قصير.

4- تأثيرها قليل على صحة الإنسان.

5- ذات نظام متجدد.

هذه الايجابيات تواجه بالعديد من السلبيات المتوقعة وغير المتوقعة وعلى المدى القصير فان أهم هذه السلبيات تتمثل في الاتي :-

1- تحتاج لمتطلبات إدارية :- ان حداثة المبيدات الحيوية يتطلب العديد من التشريعات والقوانين والتنظيمات الإدارية الجديدة التي تتعلق بعملية إنتاج وتسويق وتداول هذه المجموعة.

2- تحتاج إلى خبرة فنية عالية في المراحل الأولى :- ان حداثة هذه المجموعة من المبيدات واختلاف موادها الفعالة عن المبيدات الكيميائية التقليدية يجعل من إنتاجها وتطبيقها خاصة في مجال تحديد الموازنة بين معدلات أو مستويات المكافحة ومستويات الضرر مع التغير الحاصل في أعداد مجتمعات عشائر الآفات، عملية تحتاج إلى خبرات فنية عالية قد لا تتوفر عند جميع الدول.

3- الحاجة إلى إعادة تقدير أو قياس مستويات الضرر المقبولة :- ان حداثه هذه المجموعة من المبيدات وبطيء فعاليتها أو تأثيرها في الآفات المستهدفة بالمكافحة مقارنة بالمبيدات الكيميائية التقليدية، يتطلب تدعيمها بأساليب افضل للرصد ومستويات حديثة للحدود الحرجة وتنبوء أفضل بالعوامل الجوية لكي يمكن استعمال هذه المجموعة في برامج إدارة الآفات التي تعتمد على المبيدات الحيوية.

4- تطور المقاومة مع غياب أو سوء الإدارة :- يمكن للافات المستهدفة بالمبيدات الحيوية ان تظهر مقاومة لتلك المبيدات كما هو الحال مع المبيدات التقليدية ويتوقع ظهور مثل هذه المقاومة في حالة الاستعمال الكثيف لتلك المبيدات مع سوء الادارة والاستعمال وهذا يتطلب استعمال استراتيجيات جديدة لإدارة المقاومة للمبيدات الحيوية.

5- فقد بعض الجينات الحساسة :- قد تتعرض المبيدات الحيوية وخاصة المايكروبية منها والجينية إلى فقد الجين المسؤول عن فاعليتها في مكافحة افة معينة وذلك نتيجة سوء الاستعمال أو سوء الادارة في عمليات الإنتاج والتطبيق.

ثانياً) تسويق المبيدات الحيوية :-

لاشك ان نسبة المبيعات من المبيدات الحيوية يمكن ان تعتمد كمعيار لدرجة قبول المبيدات الحيوية من قبل المزارعين والعاملين في مجال المكافحة حيث تشير احصائيات صناعة المبيدات الحيوية على المستوى العالمي إلى ان هذه الصناعة تشكل 2.5 % من مجموع المنتج والمسوق من المواد المستعملة في وقاية النبات عام 2005 وان هذه النسبة وصلت إلى 4.25 % في عام 2010 وذلك حسب احصائيات وكالة حماية البيئة الامريكية. ومن المتوقع ان يبلغ معدل النمو السنوي في صناعة المبيدات الحيوية حوالي 10 %، كما يلاحظ اليوم وجود تطور سريع في عدد المواد الحيوية الفعالة والمنتجات المجهزة منها ويؤكد ذلك التقارير الصادرة عن وكالة حماية البيئة الأمريكية، ففي عام 2001 فقط تم تسجيل حوالي 195 مادة حيوية فعالة وان هناك ما يقرب من 780 منتجاً حيوياً يسوق تجارياً للاستعمال الحقلي، اما اليوم فهناك ما يزيد عن 217 مادة حيوية فعالة يجهز منها اكثر من1057 منتجاً تجارياً.

مما سبق يتبين ان هناك تطور محدود وبطيء في عمليات انتاج وتسويق المبيدات الحيوية مقارنة بما يشهده سوق المبيدات الكيميائية المصنعة وقد يرجع ذلك للعديد من الاسباب والتي من اهمها :-

1- عدم وضوح الإرشادات المتعلقة بالمبيدات الحيوية.

2- زيادة تكاليف تقييم الفعالية وجودة المنتج.

3- التطوير الملائم لتقنيات تجهيز المستحضرات.

4- التطوير الملائم لتقنيات التطبيق الحقلي.

5- تطوير القواعد المنظمة المعمول بها بطريقة مناسبة.

6- تغيير ممارسات المزارعين من التركيز على المبيدات الكيميائية إلى مفاهيم ادارة الآفات واستعمال المبيدات الحيوية.

ثالثاً) قبول المزارعين للمبيدات الحيوية :-

ان قبول المزارعين للمبيدات الحيوية يعتبر احد اهم محددات استعمالها ويعتمد على درجة ثقافة الفلاح والعادات والتقاليد السائدة في مجتمعه والتي تلعب دوراً هاماً في قرارات المزارعين وتوجهاتهم، يضاف إلى ذلك خوف المستهلكين من المواد المايكروبية والتي يمكن ان تشكل حاجزاً لقبول التقنيات الحديثة خاصة تلك المرتبطة بانتاج المحاصيل السامة للحشرات. والاكثر اهمية من ذلك هو الجدوى أو المردود الاقتصادي من استعمال المبيدات الحيوية التي لاتظهر معظمها فاعلية سريعة ضد الآفات المستهدفة كما هو الحال في حالة المبيدات الكيميائية المصنعة.

مما سبق يتضح ان هناك عوامل مختلفة تؤثر في عملية تبني المزارعين للمبيدات الحيوية والتي يمكن اجمالها في ما يأتي :-

1- الحافز المادي :- يجب ان يكون الربح الذي يجنيه المزارع من استعمال المبيدات الحيوية مساوياً أو يزيد عن الربح الذي سيحصلون عليه من استعمال المبيدات التقليدية.

2- فاعلية المنتج الحيوي :- يجب ان لا تقل فاعلية المبيدات الحيوية عن المبيدات الكيميائية التقليدية وذلك لتغطيه كلفها، حيث تزداد فاعليتها كلما زادت الجدوى من استعمالها.

3- انتشار الافة المستهدفة :- ان مميزات المبيدات الحيوية هو تخصصها لمكافحة نوع معين وعليه فان ظهور ذلك النوع من الآفات بشكل وبائي قد يشجع المزارعين على استعمالها للقضاء على تلك الافة، الا ان المزارعين قد يواجهون احياناً عدة افات في نفس الوقت، أو قد تحدث حالات وبائية لبعض الآفات قد يجعل من عملية استعمال مبيدات حيوية متخصصة قليل الجدوى، لذلك فان تطوير مبيدات حيوية ذات مدى تأثير واسع يمكن ان يزيد من جدوى استعمالها.

4- سعر المحصول :- ان ارتفاع قيمة المحصول يدفع المزارع في الغالب إلى استعمال المبيدات الكيميائية التقليدية للحصول على نتائج سريعة ومضمونة وعليه فان المزارعين يكونون اقل قبولاً لاستعمال المبيدات الحيوية الأكثر كلفة وتخصصاً إذا لم يكن ادائها مطابقاً أو أفضل من المبيدات الكيميائية. وذلك بالرغم من قلة متبقيات المبيدات الحيوية وتأخر مقاومة الآفات لها.

5- سعر المبيد الحيوي :- لاشك ان طرح المبيدات الحيوية بأسعار منخفضة فضلاً عن مميزاتها من انخفاض سميتها للإنسان والبيئة وتطوير القوانين التي تنظم استعمال هذه المبيدات بما يضمن جودة الغذاء هذه العوامل مجتمعه ستزيد من اقبال المزارعين على استعمال هذه المبيدات حتى لو ارتفعت اسعارها.

6- تنوع الأداء :- ان تخصص المبيدات الحيوية وانخفاض فترة بقاءها في البيئة تشكل احد الأسباب المهمة لعزوف المزارعين عن استعمالها وذلك لان المزارعين يبحثون دائماً عن المبيدات التي تكافح مدى واسع من الآفات وتمتاز بثباتها النسبي الطويل في البيئة.

7- كلفة اليد العاملة :- هي قيمة أو كلفة تضاف إلى سعر المبيد الحيوي. وتشمل الوقت والعمالة والادارة عند استعمال أدوات والآلات الرش وان اي كلفة اضافية عن استعمال المبيدات التقليدية ستجعل المزارع يعزف عن استعمال المبيدات الحيوية.

رابعاً) إنتاج وتطوير مستحضرات المبيدات الحيوية :-

ان مهمة انتاج وتطوير مستحضرات المبيدات الحيوية هي عملية تكفلت بها الشركات الكبرى في البداية، الا ان رغبة تلك الشركات في خفض تكاليف إنتاج المبيدات الحيوية من اجل توفيرها للمزارعين باسعار منافسه للمبيدات الكيميائية التقليدية، دفع تلك الشركات إلى تشجيع الدول النامية على تطوير وإنتاج مستحضرات المبيدات الحيوية حيث تكاليف العمالة المنخفضة في تلك البلدان، فضلاً عن المساعدات التقنية ومساندة المؤسسات الحكومية والمنظمات الدولية مما شجع العديد من الدول ومنها الصين والبرازيل ومصر والهند والمكسيك وتايلاند على انتاج المبيدات الحيوية والعمل على الحد من الاستعمال المكثف للمبيدات الكيميائية. ان انتاج وتجهيز المبيدات الحيوية في هذه الدول قد تركزت في الغالب على انتاج مبيدات حشرات حيوية من بكتريا *Bacillus thuringiensis* والفطريات وخاصة فطر *Beauveria bassiana* والفايروسات. ان منتجات المبيدات الحيوية في تلك الدول قد تطورت كما ونوعاً ويتم حالياً تداول العديد من مستحضراتها التجارية بالاسواق العالمية، ان العوامل التي شجعت تلك الدول لانتاج المبيدات الحيوية يمكن اجمالها في النقاط الاتية :-

1- توفر المواد الاولية والسلالات المحلية من الكائنات الممرضة مما ساعد على تحضير منتجاتها.

2- توفر اليد العاملة الرخيصة.

3- رغبة الدول النامية على نقل التكنولوجيا وضمان الجودة.

4- دعم ومساندة المنظمات الدولية في مجالات التدريب والتطبيق السليم لهذه المنتجات.

5- ان استعمال المبيدات الحيوية سيشجع على تقبل المنتجات الزراعية لعدم وجود المتبقيات الكيميائية عليها.

وبالرغم من العوامل المشجعة السابقة الا ان هناك بعض المعوقات التي تقف امام عملية تطوير منتجات المبيدات الحيوية خاصة المبيدات المايكروبية والجينية والتي من اهمها.

1- التقدم البطيء في الأبحاث الخاصة بتجهيز المبيدات الحيوية لكي تتناسب والانواع المختلفة من الكائنات المستعملة في المبيدات الحيوية فضلاً عن ملائمتها للبيئات المختلفة التي ستستعمل بها تلك المبيدات.

2- ضرورة تجهيز المبيدات الحيوية بصور تجهيز تتوافق مع الآلات واجراءات عملية الإدارة المزرعية الاعتيادية، حيث ان المزارعين غير مستعدين لاستعمال وشراء الآلات جديدة لتطبيق المنتجات الحيوية.

3- حساسية المبيدات الحيوية وخاصة المايكروبية منها للأشعة فوق البنفسجية والجفاف وحاجتها لرطوبة عالية.

4- الفعالية المتخصصة للمبيدات الحيوية والمايكروبية منها خاصة تحت الظروف البيئية الواسعة.

5- مدى قابلية المبيدات الحيوية للخلط والرش بالتوافق مع المبيدات الكيميائية التقليدية المستعملة في نظام الإدارة المتكاملة للآفات.

6- ضمان الحيوية والكفاءة لوحدات التكاثر في حالة المبيدات المايكروبية لفترات طويلة.

7- ضرورة تطوير الثبات الملائم للمنتجات الحيوية Shelf- life اثناء النقل والتخزين.

8- الوقت الذي تستغرقه عملية انتاج وتطوير مستحضرات المبيدات الحيوية والمشاكل المصاحبة لها، ولكي تصبح الصورة واضحة فسوف نتطرق باختصار إلى المراحل الأساسية لهذه العملية :-

المرحلة الاولى : وتشمل ثلاثة محاور هي :-

محور البحث العلمي : ويهتم بدراسة ما يأتي :-

أ) دراسة العلاقة بين الافة والمسبب المرضي.
ب) تعريف السلالة الممرضة وعزلها وغربلتها من أجل انتخاب الأفضل.
ج) توصيف العزلة الممرضة ودراسة الية احداث المرض.
د) ثبات المستحضر تحت الظروف الحقلية.

محور التطبيق العملي :- ويهتم بالموضوعات الاتية :-

أ) دراسة طرائق الانتاج المبكرة للنموذج الأصلي للمستحضر.
ب) اختبار طرائق التطبيق معملياً أو مختبرياً.
ج) الاختبارات قبل الحقلية على المدى المحدود.
د) اختبار الجرعات الحقلية على المدى الواسع.

محور تطوير المنتج :- ويهتم بالدرجة الأساس على اختبارات التخزين الاولية لعناصر المبيدات الحيوية وخاصة المايكروبات.

المرحلة الثانية :- وتشمل ايضاً

محور البحث العملي :- في هذه المرحلة يهتم المحور بمايأتي :-

أ) دراسة امكانية التوسع في انتاج واستعمال المبيدات الحيوية.
ب) الدراسات البيئية الخاصة بدرجة امان المبيدات الحيوية على عناصر البيئة المختلفة.
ج) بناء نماذج للعلاقة بين متبقيات المبيدات الحيوية وفاعليتها والعوامل الجوية المختلفة.

محور تطوير المنتج :- في هذه المرحلة يهتم هذا المحور بدراسة مايأتي :-

أ) اختبارات الامان تجاه اللبائن.
ب) انجاز المزيد من الدراسات لتطوير مستحضرات المبيدات الحيوية.
ج) دراسة اوضاع السوق وتداول المنتجات الحيوية.
د) دراسة التكامل مابين المبيدات الحيوية وطرائق المكافحة الاخرى.

المرحلة الثالثة :- وتشمل ايضاً:

- محور البحث العلمي :- في هذه المرحلة يتركز محور البحث العلمي على ايجاد استعمالات اضافية أو جديدة للمبيدات الحيوية مثل استعمالها ضد افات جديدة أو ايجاد عوامل حيوية جديدة تؤثر في افات جديدة.
- محور التطبيق العملي :- وتتركز اهتمامات هذا المحور في المرحلة الثالثة على انجاز الاختبارات الحقلية لتقييم كفاءة المبيدات الحيوية على المستوى الحقلي الواسع فضلاً عن انجاز الدراسات البيئية الخاصة بنتائج الاستعمال الواسع للمبيدات الحيوية.
- محور تطوير المنتج : في هذا المحور يكون لمحور تطوير المنتج العديد من المهام وهي : -

أ) إنتاج المستحضر النهائي على نطاق واسع.
ب) التأكيد على معدلات التطبيق الحقلي لتحقيق افضل مكافحة.
ج) انجاز الاختبارات الكاملة للامان على اللبائن والمستوى الشخصي.
د) اجراء الاختبارات الارشادية للمتدربين.
هـ) متابعة عمليات ومتطلبات التسجيل للمبيدات الحيوية.
و) أعمال التسويق التجاري.

مما سبق يتبين ان واقع المبيدات الحيوية اليوم يتطلب من المؤسسات والمنظمات الدولية العاملة في مجال حماية البيئية العمل على دعم مراكز البحث

العلمي العاملة في مجال تطوير المبيدات الحيوية وزيادة كفاءة منتجاتها وتقليل المعوقات التي تحد من استعمالها لتكون البديل المستقبلي القريب للمبيدات الكيميائية التقليدية. كما يتضح ايضاً ان اغلب المعوقات التي تجابه المبيدات الحيوية هو أن مادتها الفعالة هي كائنات حية دقيقة أو تراكيبها التكاثرية.

طرائق استعمال المبيدات الحيوية :

ان انتاج المبيدات الحيوية بنفس صور تجهيز المبيدات الكيميائية التقليدية ادى إلى ان تكون طرائق استعمالها مشابهه إلى حد قريب للمبيدات الكيميائية التقليدية مع بعض الخصوصية لمجموعة المبيدات المايكروبية، ويمكن اجمال طرائق استعمال المبيدات الحيوية فيما يأتي : -

اولاً) معاملة البذور :

1-) بالنسبة للمبيدات الكيموحيوية :- هذه المبيدات لا تختلف كثيرا عن المبيدات الكيميائية التقليدية من حيث صور التجهيز وطرائق استعمالها في معاملة البذور حيث يمكن استعمالها من خلال تعفير البذور في حالة توفرها بشكل مساحيق تعفير أو عن طريق نقع البذور بها قبل الزراعة في حالة توفرها بشكل مساحيق قابلة للبلل أو بشكل مركزات قابلة للاستحلاب أو غيرها من صور التجهيز السائلة.

2-) بالنسبة للمبيدات المايكروبية : - مع هذه المجموعة من المبيدات فان حماية البذور من الآفات يعتمد على إيصال المبيدات المايكروبية بطريقة تسمح للكائن الحي الممرض الموجود في المبيد المايكروبي باستعمار المنطقة الجذرية النامية بتركيز كافي لإخماد الآفة ويتم تحقيق ذلك باحدى الطرائق الاتية :-

أ- تغليف البذور :- ويتم تغليف البذور بالمبيدات المايكروبية المخلوطة بمواد لاصقة مثل صمغ الزانثان Zanthan والصمغ العربي لزيادة التصاق المبيد المايكروبي بالبذور كما يمكن اضافة بعض العناصر الصغرى المتوفرة في

صورة جيلاتين حيث تعمل هذه المواد على اطالة فترة بقاء المبيدات المايكروبية على البذور وتتوفر اليوم منتجات شائعة لتغليف البذور منها Cont– Gel وهو عبارة عن تركيبة هيدروجيلاتينية لايصال النيماتودا الممرضة للحشرات في حالة مهاجمة الاخيرة للبذور المغلفة بها. ان لعملية تغليف البذور العديد من المميزات وهي : –

- درجة امان عالية للمستخدم.
- ضررها البيئي محدود جداً.
- خلط المبيدات المايكروبية مع البذور أثناء الزراعة.
- وضع المبيدات المايكروبية في اخاديد أو حفر زراعة البذور.

ثانياً) معاملة التربة :–

يتم اللجوء عادة إلى معاملة التربة وذلك في حالة كون معاملة البذور يعد اجراء غير عملي أو اذا كان التلقيح المباشر للبذور بالمبيدات المايكروبية ضار بالمبيد المايكروبي بسبب الجفاف أو نتيجة لوجود مركبات مثبطة في التربة.

1– بالنسبة للمبيدات الكيموحيوية :– يمكن استعمالها رشا أو تعفيراً على التربة أو حقناً في التربة وهي بذلك تشبه المبيدات التقليدية المستعملة في معاملة التربة.

2– بالنسبة للمبيدات المايكروبية :– ان معاملة التربة بالمبيدات المايكروبية تكون اكثر فاعلية بعد معاملة التربة بالتدخين أو التبخير، حيث في التربة المعقمة تعمل كائنات المبيد المايكروبي على استعمار التربة بسرعة لعدم وجود الكائنات الضارة أو المثبطة، وتتم عملية معاملة التربة بالمبيدات المايكروبية من خلال مايأتي :–

أ) خلط التربة بمستحضرات المبيدات المايكروبية : مثال ذلك فان منتج Contans وهو مستحضر قابل للانتشار بالماء مجهز من الفطر *Conithyrium minitans* يتم خلطه بالتربة لتقليل أعداد الأجسام الحجرية لفطر *Sclerotinia sclerotiorum* في التربة.

ب) الحقن المباشر بأنظمة الري :- وهي طريقة جيدة للمكافحة الدقيقة باستعمال التركيزات والأحجام الكلية للمعلق المايكروبي الذي يتم تطبيقه، هذه الطريقة تستعمل بنجاح في البيوت البلاستيكية.

ت) استعمار متبقيات المحاصيل بالمبيدات المايكروبية لتكون جاهزة لمكافحة الآفات في الموسم القادم. وفي هذه الحالة ينبغي اضافة مواد الحماية من الأشعة فوق البنفسجية ومضادات الجفاف للمستحضر.

ثالثاً) معاملة النباتات :- يمكن معاملة النباتات بالمبيدات الحيوية بنفس الطرائق المستعملة في حالة المبيدات الكيميائية التقليدية وباستعمال نفس الآلات الرش والتعفير الارضية والجوية. كما يمكن استعمال طريقة الغمر للعقل والشتلات والجذور والدرنات بمحاليل المبيدات الحيوية.

مستقبل المبيدات الحيوية :-

أن ظهور المبيدات الحيوية بمجاميعها المختلفة، تعد البديل المناسب للمبيدات الكيميائية التقليدية واحد مكونات أنظمة إدارة الآفات. الا ان الواقع يشير إلى انها لا تزال تشكل جزءاً صغيراً من سوق المبيدات العالمي، حيث تشير إحصائيات عام 1995 إلى ان حجم سوق المبيدات العالمي بلغ 29 بليون دولار وان مساهمة المبيدات الحيوية في سوق المبيدات العالمي بلغ 380 مليون دولار فقط. وهو يمثل 1.3 % من مجموع مبيعات المبيدات لعام 1995. وان مبيدات الحشرات الحيوية تشكل 4.5 % من مجمل المبيدات المستعملة في مكافحة الحشرات على مستوى العالم، كما أشارت الإحصائيات إلى ان نسبة النمو في مبيعات المبيدات

الحيوية في السنوات العشرة القادمة ستصل إلى 10–15 % مقارنة بـ 2% للمبيدات الكيميائية التقليدية. ان هذا النمو المتسارع لسوق المبيدات الحيوية يعتمد على العديد من التنبؤات المرتبطة بنجاح أو فشل العديد من التقنيات الحديثة التي دخلت إلى عالم المبيدات الحيوية مثل تقنيات المحاصيل والكائنات المعدلة وراثياً عن طريق نقل جينات بكتريا *Bacillus thuringienesis* المسؤولة عن إنتاج التوكسينات السامة ليرقات حرشفية الأجنحة، يقابل ذلك قيام الشركات المنتجة للمبيدات الكيميائية التقليدية بانتاج مبيدات حشرات متخصصة جداً لنوع أو انواع محددة من الآفات الحشرية ومع ذلك فان الملاحظ هو ان هناك تطوراً ملحوظاً في سوق المبيدات الحيوية كونها تشكل اداة مهمة في برامج ادارة الآفات.

ان العوامل المؤثرة معنوياً في مستقبل المبيدات الحيوية يمكن ايجازها في النقاط الاتية : –

1– التشريعات والقوانين المنظمة لتسجيل وتداول استعمال المبيدات الحيوية حيث ان تبسيط اجراءات التسجيل والقوانين المنظمة لتداولها سيساعد كثيراً في تطور المبيدات الحيوية.

2– سياسات الدول المتقدمة الضاغطة باستمرار من اجل انتاج مواد اكثر اماناً من المبيدات الكيميائية التقليدية.

3– الاهتمام الكبير من قبل المصنع نحو انتاج مواد اقل خطراً على الانسان والبيئة.

4– الخبرة الصناعية القائمة على فهم العلاقة بين الآفات وعناصر البيئة ادى إلى عدم الاعتماد على المبيدات التقليدية وان استعمال المبيدات الحيوية المتخصصة اصبح امراً ضرورياً للحفاظ على التوازن البيئي.

5– ضرورة الاستمرار في تقنية الكائنات المعدلة وراثياً وتحديد مدى قوة هذه التقنية في مجال الزراعة المستدامة.

6- قناعة المصنعين ان العامل الحاكم في قوة المبيدات الحيوية وخاصة المايكروبية منها هو كيفية ايصالها إلى الافة المستهدفة بالمكافحة.

7- الاستمرار في الدعوة إلى الحفاظ على البيئة وخفض عوامل التسمم البيئي تشكل عامل ضغط مستمر على قبول وتسجيل المبيدات الحيوية.

مما سبق يتبين ان مستقبل المبيدات الحيوية هو مستقبل واعد في مجال مكافحة الآفات وان التطور العلمي في علم الحياة الجزيئي والهندسة الوراثية والتقنيات الحياتية ستجعل من المبيدات الحيوية سمة القرن الحادي والعشرين في مجال مكافحة الآفات.

الفصل الثاني
مبيدات الحشرات الكيموحيوية
نباتية المصدر

- المقدمة
- مبيدات الحشرات الكيموحيوية
- مبيـدات الحشـرات الكيموحيويـة نباتيـة المصدر
  - مبيـــدات حشـــرات كيموحيويـــة تجارية
  - مبيـدات حشـرات كيموحيويـة غيـر تجارية

المقدمة:-

تشكل مبيدات الحشرات الحيوية المجموعة الأكبر من مجموعة المبيدات الحيوية للآفات لما تضمه مبيدات الحشرات الحيوية من مركبات كيموحيوية نباتية ومايكروبية وحيوانية المصدر فضلاً عن مبيدات الحشرات المايكروبية بأنواعها المختلفة مضافاً لها مبيدات الحشرات الجينية، هذه المجاميع من مبيدات الحشرات الحيوية احتلت اليوم موقعاً متميزاً في السوق التجارية العالمية حيث نجد ان مركب الازادراختين Azadirachtine المستخلص من اشجار النيم المعروف بتأثيره كمبيد للحشرات وكمنظم نمو ومانع تغذية في نفس الوقت، أما المركبات المنتجة من البكتريا مثل Avermectins والـ Spinosyns فقد احتلت هي الاخرى موقعاً اقتصادياً مهماً اليوم في عالم المبيدات الحيوية . أما بكتريا الـ *Bacillus thuringiensis* فقد احتلت انواعها وسلالاتها وجيناتها دوراً مهماً في مجال المكافحة الحيوية للآفات الحشرية، وتشكل تكنولوجيا الـ *B.t.* في مجال إنتاج المحاصيل السامة للحشرات منتجاً جديداً في مجال السيطرة على الآفات لذا سنسعى في هذا الفصل والفصول اللاحقة إلى تناول موضوعة مبيدات الحشرات الحيوية بشيء من التفصيل.

مبيدات الحشرات الكيموحيوية Biochemical Insecticides

وهي مجموعة المركبات العضوية الاساسية أو نواتج الايض الثانوية المستخرجة من الكائنات الحية أو التي تنتجها تلك الكائنات وتعمل على قتل الحشرات أو احداث تغيرات حيوية أو سلوكية فيها تؤدي في النهاية إلى خفض اعدادها والقضاء عليها. ويمكن تقسيم مبيدات الحشرات الكيموحيوية بحسب المصدر الذي اشتقت منه إلى:-

اولاً: مبيدات الحشرات الكيموحيوية نباتية المصدر.

ثانياً: مبيدات الحشرات الكيموحيوية مايكروبية المصدر.

ثالثاً: مبيدات الحشرات الكيموحيوية حيوانية المصدر.

مبيدات الحشرات الكيموحيوية نباتية المصدر

Plant Origin Biochemical Insecticides

من المعروف ان الانسان ومنذ فترة بعيدة استخدم بعض انواع النباتات كمواد طاردة أو قاتلة للحشرات الضارة بالتقاوي المخزونة، وذلك بعد تجفيفها، هذا الاستخدام البدائي دفع الباحثين بعد التطور العلمي الذي شهده العالم إلى محاولة استخلاص وتشخيص المواد الفعالة الموجودة في تلك النباتات والتي يعزى اليها التأثير الطارد أو القاتل للحشرات. فكانت البداية لاكتشاف العديد من مبيدات الحشرات النباتية التي اظهرت كفاءة جيدة في مكافحة الآفات الحشرية المختلفة علاوة على العديد من المميزات الجيدة التي اتسمت بها هذه المجموعة من المبيدات حيث انها ذات سمية منخفضة للثديات اضافة إلى انها لاتحدث ضرراً للنباتات المعاملة بها كذلك فانه لم يحصل ان ظهرت صفة المقاومة Resistance في الحشرات المعاملة بها كما هو عليه الحال الان مع استخدام المبيدات المحضرة صناعياً.

وعلى الرغم من المميزات المشار اليها الا ان هناك العديد من المشاكل التي تجابه عملية انتاج هذه المبيدات منها:

1- صعوبة الحصول على النباتات التي تستخلص منها تلك المبيدات بكميات كبيرة لتغطية حاجة السوق اليها.

2- ان عمليات استخلاص المادة الفعالة من النباتات هي في الغالب عمليات معقدة ومكلفة.

3- صعوبة اجراء عمليات المعايرة والتوحيد القياسي والحفاظ على جودة المنتج النهائي.

4- عدم توفر الظروف البيئية المناسبة لزراعة تلك النباتات في جميع مناطق العالم بل قد تقتصر زراعتها على بلدان معينة.

5- اصابة النبات بالعديد من الآفات الزراعية التي لاتتأثر بما تحوية من مواد سامة.

6- صعوبة اجراء التسجيل بالمنظمات الدولية لإتاحة استعمالها على المستوى الرسمي.

7- ان المواد الفعالة المستخلصة من هذه النباتات هي في الغالب مواد حساسة سرعان ما تتأثر بالحرارة والضوء وتفقد فاعليتها نتيجة لذلك مما يتطلب ظروف خزن خاصة ومكلفة.

8- صعوبة استمرار الحفاظ على توافر المصادر الطبيعية لهذه النباتات.

تضم مبيدات الحشرات الكيموحيوية نباتية المصدر اليوم مجموعة كبيرة جدا من المركبات الكيموحيوية التي اختبر تأثيرها القاتل للحشرات، ففي إحصائية انجزت عام 1989 وجد ان هناك 1005 نوع نباتي تحوي مركبات ذات تأثير سام للحشرات و279 نوع نباتي تحوي مركبات طاردة للحشرات و31 نوع نباتي تحوي مركبات تعمل كمثبطات نمو للحشرات وخمسة انواع نباتية احتوت مركبات عاقمة للحشرات، مما سبق يمكن ان نستنتج كم هي عدد الأنواع النباتية التي تم اختبارها ودراسة التأثيرات الحيوية للمركبات التي تحويها تلك الانواع لحد ألان.

إن هذا الكم الكبير من المركبات الكيموحيوية نباتية المصدر لا تستعمل جميعها على المستوى التجاري، وعليه فانه يمكن تقسيم هذه المركبات إلى مجموعتين.

المجموعة الأولى:- مبيدات حشرات كيموحيوية تجارية.

المجموعة الثانية:- مبيدات حشرات كيميوحيوية غير تجارية.

المجموعة الأولى) مبيدات حشرات كيميوحيوية تجارية

ويقصد بها مجموعة مبيدات الحشرات الكيميوحيوية التي تم استخلاصها من النباتات وتجهيزها وتسويقها على المستوى التجاري، ومن اهمها ما يأتي:-

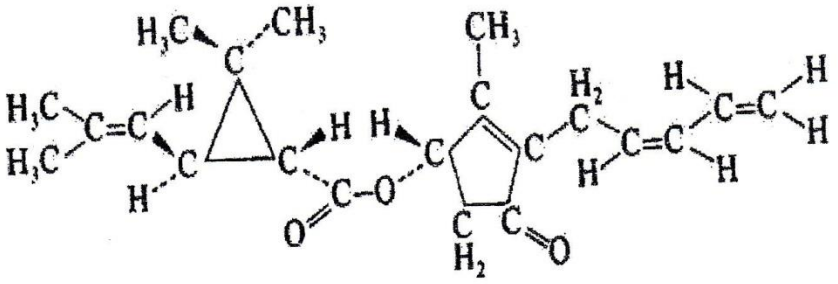
1-) **البيرثرم Pyrethrum:-**

مبيد حشرات يؤثر بالملامسة، مادته الفعالة تستخلص من ازهار نبات البيرثرم *Chrysanthemum cineriaefolium* وهي نباتات عشبية تتراوح نسبة المادة الفعالة في ازهارها بين 0.5 – 1.5 % تقريباً. وتكثر زراعتها في اليابان والاكوادور وكينيا الجديدة. وقد عرف استخدامه كمبيد حشرات من عام 1854 واستمر استخدامه حتى ظهور وتطور المبيدات العضوية المصنعة. وقد بلغت الكمية المنتجة منه عام 1965 عشرين ألف طن. ترجع اهمية البيرثرم إلى كونه مبيداً فعالاً يقتل الحشرات خلال ثوان معدودة وذلك بإحداث صدمه قوية لها Knockdown خاصة للحشرات الطيارة، إضافة إلى انخفاض سميته على الثدييات حيث يتحطم في أجسامها إلى مواد غير سامة. وهو لا يترك متبقيات لفترة طويلة بعد الاستعمال لتحلله السريع وهذا بدوره يفسر عدم حصول ظاهرة المقاومة (Resistance) في الحشرات. الا ان من عيوبه عند استخدامه في مكافحة الحشرات في الحقول هو تحلله السريع عند تعرضه للهواء وضوء الشمس وتحوله إلى مواد غير فعالة لذلك فهو يخلط دائماً مع مركبات أو مبيدات اخرى للتغلب على هذه المشكلة ومن المفضل استخدامه لمكافحة الحشرات المخزنية والمنزلية.

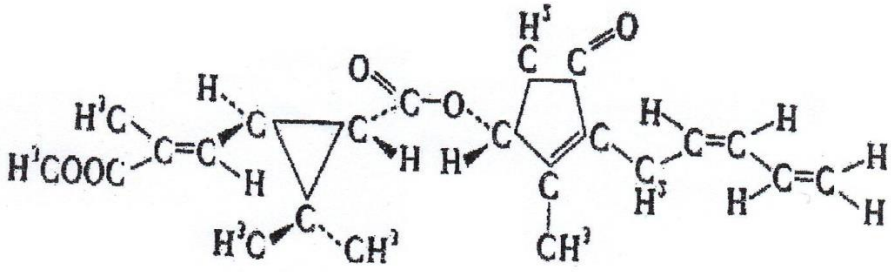
يستخلص البيرثم من أزهار نبات البيرثرم بعد تجففيها وطحنها واذابتها بالكيروسين أو ثاني كلوريد الاثلين، والمستخلص الناتج يتم تركيزه بالتقطير الفراغي. في عام 1924 تم تعريف المادة الفعالة للبيرثرم ووجد بأنها خليط يضم ستة انواع من الاسترات الفعالة وهي:

Pyrethrin I& II
Cinerin I& II
Jasmolin I &II

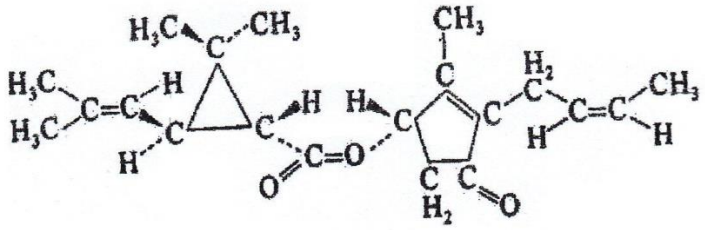
وتركيبها الكيميائي كما يأتي:



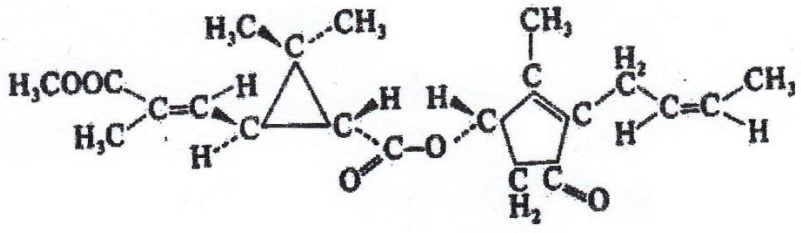
Pyrethrin I



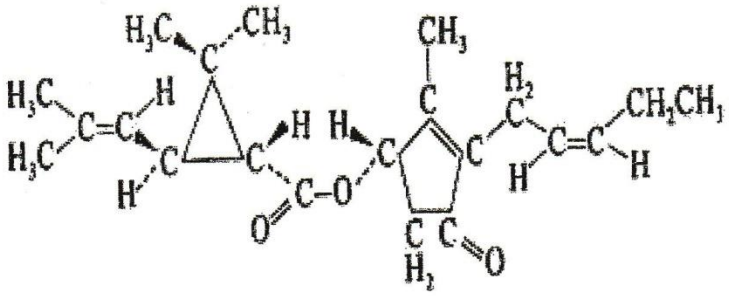
Pyrethrin II



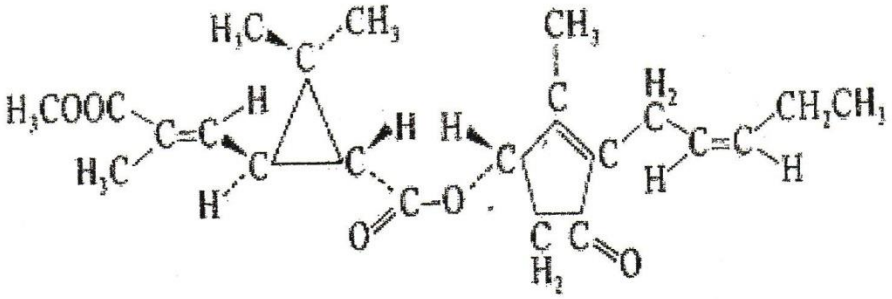
Cinerin I



Cinerin II



Jasmolin I



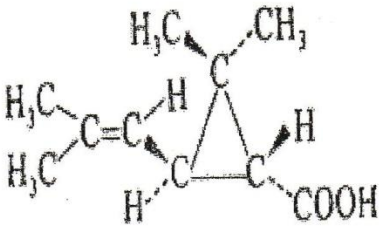
Jasmolin II

ان الاسترات الستة السابقة هي استرات معقدة وعند تحليلها وجد انها تتكون من نوعين من الأحماض العضوية هي:

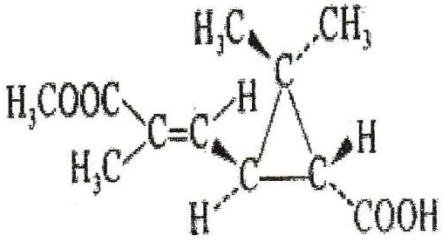
1- Chrysanthemic acid
2- Pyrethric acid

و ثلاثة أنواع من الكحولات هي:

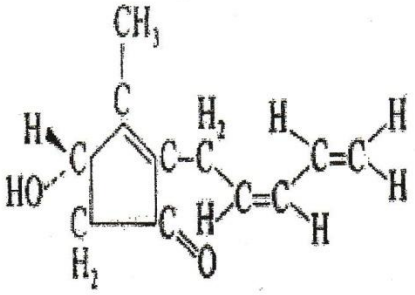
1- Pyrethrolone
2- Cinerolone
3- Jasmolone



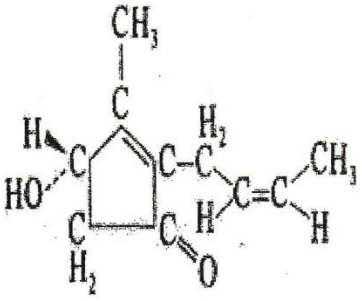
(+)-trans-Chrysanthemic acid (I)



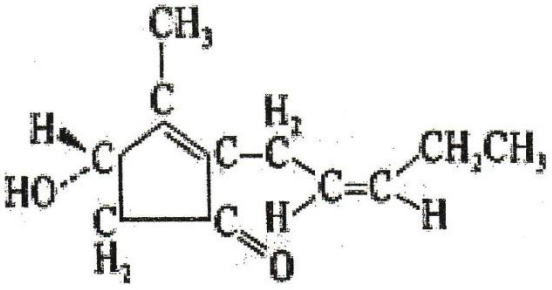
(+)-trans-Pyrethric acid (II)



(+)- Pyrethrolone



(+)- Cinerolone



(+)-Jasmolone

ترجع سمية الاسترات إلى نوع الكحول المرتبط وكما في الجدول (2–1) والذي يبين نسبة الاسترات في مستخلص الببرثرم.

الجدول (2-1) نسبة الاسترات في مستخلص الببرثرم.

الكحول	الحامض	
	Chrysanthemic	Pyrethric
Pyrethrolone	Pyrethrin I (35%)	Pyrethrin II (32%)
Cinerolone	Cinerin I (10%)	Cinerin II (14%)
Jasmolone	Jasmoline I (50%)	Jasmoline II (4%)

يستخدم الببرثرم أما عن طريق طحن الازهار بشكل مسحوق تعفير مباشرة أو بعد تخفيفه مع بعض المواد الحاملة كالكبريت أو التالك. ويفضل استخدام المواد الحاملة ذات الدرجة العالية للامتصاص مثل البنتونايت Bentonite لكونه يعمل على حفظ المادة الفعالة عند استخدامها بالمذيبات العضوية. كما تضاف اليه مادة مانعة للأكسدة تساعد على الثبات الكيميائي للمادة الفعالة مثل حامض التانيك وتضاف احيانا أخرى مواد مؤازره Synergists لزيادة الفعالية والتقليل من الكميات المستعملة منها ومن اهم المواد المؤازرة والمستخدمة بنجاح مادة Sesamin و Piperonyl Butoxide كما تستخدم المادة الفعالة للببرثرم وبصورتها النقية في تحضير عبوات الايروسول وذلك بعد خلطها بمادة مخففة مثل البترول النقي وإضافة مادة مؤازرة وغاز الفريون حيث تستخدم عبوات الايروسول لمكافحة الحشرات المنزلية.

آلية التأثير السام للبايرثرم

Mechanism of Toxic Action of Pyrethrum

يؤثر البيرثرم بشكل مباشر على الأعصاب مما يسبب شللاً سريعاً للحشرات المعرضة له. وقد وجد بان تأثيره يتركيز على العصب الموصل بين الخلايا العصبية لذلك يدعى بالسم المحوري Axonic Poison ويمنع ذلك نقل المنبهات العصبية من هذه الخلايا. وقد يحدث في بعض الاحيان ان تسترجع الحشرات المعاملة قواها وذلك في حالة كون الجرعة المستخدمة غير كافية لقتل الحشرات. إن لمبيد البيرثرم معاملاً حرارياً سالباً Negative Temperature Coefficient بمعنى ان سميته

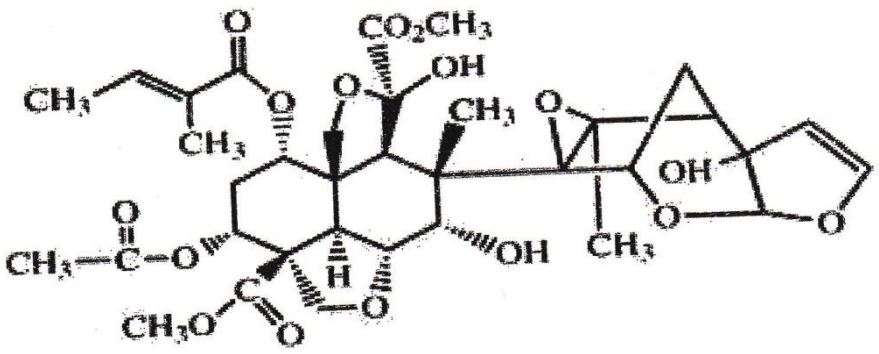
تزداد بانخفاض درجة الحرارة. كذلك يمتاز البيرثرم بانخفاض سميته على الثدييات والطيور. ويرجع ذلك إلى درجة حرارة الجسم العالية لتلك الحيوانات حيث يسمح للانزيمات بتحليل البيرثرم بمعدلات كافية تفقده المفعول السام للجرعات تحت المميته وعليه فان حساسية الحشرات للبيرثرم لا ترجع إلى صغر حجمها بل إلى انها من ذوات الدم البارد.

2-) الازادراختين Azadirachtin

مبيد حشرات حيوي تم استخلاصه من ثمار شجرة النيم *Azadirachta indica A.juss* وكذلك ثمار شجرة السبحبح *Melia azedarach* حيث توجد المادة الفعالة بالدرجة الاساس في البذور وبدرجة اقل في الاوراق واللحاء. وتتميز شجرة النيم بانها شجرة معمرة تعطي مبيداتها بصورة مستمرة كما ان احتياجاتها من الماء والمتطلبات الاخرى قليلة حيث تتركز المادة الفعالة في الثمار التي لا يتطلب جمعها بذل اي مجهود لأنها تتساقط طبيعيا عند نضجها. كذلك فان شجرة النيم لا تصاب بالحشرات الضارة التي يمكن ان تنتقل إلى المحاصيل الاخرى. ان الموطن الاصلي لهذه الشجرة هو جنوب شرق اسيا ثم ادخلت إلى السودان وهناك محاولات لإدخالها إلى دول اخرى ومنها العراق.

وتقوم الطريقة البلدية في استخدام الازادراختين على جمع ثمار النيم الناضجة والمتساقطة على الأرض خلال أشهر حزيران وتموز واب ثم تنقع الثمار في الماء لازالة القشرة والحصول على البذور وتترك بعدها في الظل لتجف ثم تخزن لحين الاستعمال، حيث يأخذ 1 كغم من البذور وتطحن إلى مسحوق ناعم ثم يضاف للمسحوق 40 لتر من الماء ثم يقلب جيدا لحين الذوبان ويترك لليوم الثاني حيث يضاف له كوب من الماء يحوي 3غم من الصابون وبذلك يصبح المحلول جاهزاً للاستعمال في مكافحة الحشرات.

في السنوات الاخيرة اجريت دراسات حول تحديد ماهية المركبات ذات التأثير السام في اشجار النيم، كما تم تحديد تركيبها الكيميائي حيث اظهرت الدراسات ان مادة الازادراختين هي المبيد الرئيس في البذور حيث بلغت نسبته 1.5 –4.8 % اي حوالي 10 غرامات / كغم من البذور وتركيبها الكيميائي: –



فضلاً عن ذلك اظهرت الدراسات وجود مواد فعالة اخرى مثل Salanin و Salannol و Salannolacetate والقيدونين Gadunin والنيمبينين Nimbinen.

ان استخدام الازادراختين اظهر تأثيراً طارداً ومانعاً للتغذية فضلاً عن تأثيره القاتل للحشرات حيث استخدم بنجاح في مكافحة العديد من الحشرات ذات الأهمية الاقتصادية فضلا عن الاكاروسات وبالرغم من سمية الازادراختين العالية للحشرات الا انه يمتاز بانخفاض سميته للانسان والحيوان إذ تبلغ الجرعة القاتلة للفئران اكثر من 8750 ملغم / كغم. يتوفر الازادراختين في الوقت الحاضر تجاريا تحت اسماء مختلفة منها Nemosan و Supernemic حيث استخدمت في العراق بنجاح في مكافحة حفار اوراق الحمضيات والذبابة البيضاء على القطن والعناكب الحمراء على الطماطة ومن الاسماء التجارية لهذا المبيد ايضاً Margosan و Nimasal و Nimazal وكذلك Neemark.

الية التأثير السام للازادراختين

Mechanism of Toxic Action of Azadirachtin

بالرغم من الكفاءة العالية التي أظهرتها مادة الازادراختين في مكافحة الحشرات الا ان الية أو طريقة التأثير السام لم تتضح بشكل جيد ويبدو ان السبب في ذلك قد يرجع إلى ان الازادراختين يؤثر باكثر من طريقة ومنها:

1- العمل كمثبط نمو للحشرات: إذ اظهرت العديد من الدراسات ان معاملة الاطوار غير الكاملة بالازادراختين يعمل على تثبيط عملية الانسلاخ وذلك نتيجة تأثيره في الانسجة والخلايا المختلفة للحشرات فضلاً عن تأثيره في الاجسام الكروية Corpora allata.

2- العمل كمادة طاردة: تشير الكثير من المراجع إلى تجنب الحشرات للنباتات المعاملة بالازادراختين.

3- العمل كمانعات تغذية: العديد من الدراسات الحديثة اشارت إلى ان للازادراختين تاثير مانع للتغذية ففي احدى الدراسات لوحظ ان حشرات خنفساء الحبوب الشعرية امتنعت عن التغذية على حبوب حنطة معاملة بالازادراختين.

4- العمل كمواد عاقمة: في دراسة عن تاثير الازادرختين في الكفاءة التناسلية لدودة البنجر السكري *Spodoptera exigua* وجد ان الغذاء الحاوي على الازادراختين ادى إلى خفض عدد البيض الذي تضعه الانثى فضلاً عن فشل البيض الموضوع في الفقس.

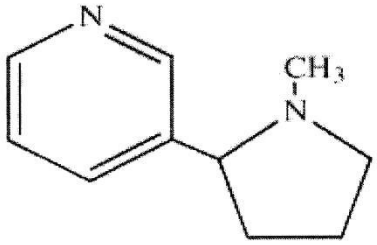
3- النيكوتين Nicotine:

أدخل النيكوتين إلى اوربا عام 1560 وفي عام 1690 تم تحضير مستخلص مائي من أوراق التبغ لاستخدامه في مكافحة الحشرات الماصة في الحدائق تلا ذلك عزل مادة النيكوتين من نوعين من التبغ هما:

أ- *Nicotiana tabaccum*

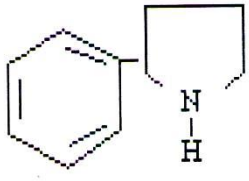
ب – *Nicoitana rustica*

حيث بلغت نسبة النيكوتين في النوع الاول 4 – 15% فيما تراوحت بين 7–14% في النوع الثاني. وبالرغم من وجود مادة النيكوتين في جميع اجزاء نبات التبغ الا انها تتركز في الأوراق بنسبة اكبر من بقية الاجزاء. ان المادة الفعالة في نبات التبغ هي من أشباه القلويدات Alkaloid nicotine وتركيبها الكيميائي هو:

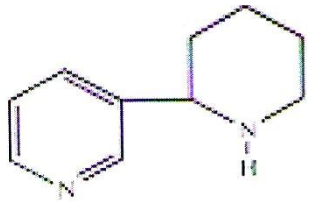


3-1-(Methyl-2-Pyrrolidyl) Pyridine

إن المادة الفعالة تتكون من حلقة سداسية Pyridine وحلقة خماسية Pyrolidine مرتبطتين في ذرات الكاربون 2 و3 على التوالي وهذا الارتباط له تأثير في فاعلية المركب، كما تحتوي مستخلصات اوراق التبغ على مركبات قريبة الشبه بالنيكوتين في تركيبها ولكنها اقل فاعلية كمبيد حشرات ومنها Nornicotine و Anabasine.



Anabasine



Nornicotin

وتوجد مادة النيكوتين في نبات التبغ عادة بشكل أملاح الماليك Malic acid وحامض الستريك Citric acid والتي يسهل فصلها من انسجة النبات بالتقطير البخاري المستمر Steam Distillation بعد ان تعامل بمحلول قلوي. وفي

عـام 1904 امكـن تحضـير مـادة النيكـوتين صـناعيا الا ان كفائتهـا فـي مكافحـة الحشرات كانت اقل بحدود 50% من كفاءة النيكوتين المستخلص من نبات التبغ، تباع المادة التجارية للنيكوتين تحت اسم Black Leaf 40 حيث تحتوي 40% مادة فعالـة مـن سلفات النيكـوتين Nicotin Sulphate مضـافاً اليهـا بعـض المركبـات القلوية المنشطة كالصابون. ويمكن استخدام النيكوتين رشاً أو بشكل مسحوق تعفير. وقد أظهر النيكوتين فعالية جيدة في مكافحة الحشرات الرهيفة كالمنْ والثربس. إضافة إلى انخفاض تأثيره على النباتات لكونه سريع التبخر شرط استخدامه بتراكيز غير عالية.

ألية التأثير السام للنيكوتين

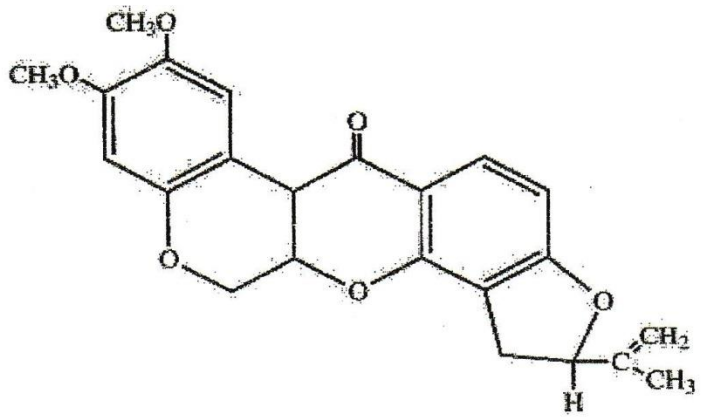
Mechanism of Toxic Action of Nicotine

يحتل تأثير النيكوتين اهتماماً كبيراً لوجود تشابه في تأثيره مع بعض التأثيرات الناتجة عن الاسيتايل كولين المسئول عن نقل الرسائل العصبية من مراكز التشابك العصبي، ولكن لازال من غير المعروف فيما إذ كان للنيكوتين تأثير على انزيمات النسـيج العصـبي، فقـد وجـد انـه لا يـؤثر علـى نشـاط انزيمـات Dehydrogenase Catalase المستخرجة من الجهاز العصبي المركزي. ويقال ان النيكـوتين يـدخل فـي نظـام الاكسـدة والاختـزال فـي الخليـة العصـبية كمـا لـوحظ ان النيكـوتين يـؤثر علـى معـدل اسـتهلاك الاوكسـجين فـي الحشـرات. الا ان مـن اكثـر النظريـات قبـولاً لميكانيكيـة التـأثير السـام للنيكوتين هو انـه يعمـل علـى قتـل الحشـرات والحيوانات واللافقريات وذلك بسبب تشابه تركيبه مع مادة الاستايل كولين وذلك لكون ابعاده الجزيئية Molecular Dimension مشابهة للابعاد الجزيئية لمادة الاستايل كـولين والتـي تعـد الاسـاس فـي نقـل المنبهـات العصـبية فـي منـاطق الفـراغ العصـبي Synapse Gap حيث يتحد النيكوتين مع مستقبلات الاستايل كولين في نقاط التقاء الاعصـاب بالعضـلات Neuromuscular Junction مسـبباً ارتعاشـات مسـتمرة يعقبهـا الشـلل والمـوت نتيجـة تـراكم مـادة الاسـتايل كـولين فـي منـاطق التشـابك

العصبي.وقد أظهرت الدراسات ان سمية النيكوتين للحشرات تزداد في درجات الحرارة المرتفعة وذلك لقدرة هذا المركب على التطاير ودخوله من خلال الفتحات التنفسية للحشرات.

4- الروتينون Rotenone or Derris

لقد استخدمت النباتات الحاوية على مركبات الروتينون كسموم للأسماك منذ زمن بعيد في بعض دول امريكا الجنوبية وجزر الملايو والهند الشرقية وذلك بتجفيف جذور بعض انواع النباتات البقولية للجنس .*Derris* spp ويلقون بها في الماء حيث تتواجد الاسماك فيؤدي إلى شللها وتطفو على سطح الماء ليجمعها الصيادون. ومن اهم النباتات التي تحتوي على الروتيون هو النوع *Derris elliptica* والذي لم يعرف استخدامه كمبيد حشرات الا في عام 1911 حيث كانت تطحن البذور بعد تجفيفها ويضاف اليها مسحوق الطين وتستخدم كمسحوق تعفير. وحالياً تستخلص مادة الروتينون بمعاملة مسحوق الجذور بمذيبات عضوية مثل الايثر ورابع كلوريد الكاربون ثم تقطير المحلول للحصول على الروتينون الذي يكون 30-40% من المستخلص. وقد تم تحديد تركيبه الكيميائي عام 1932، والروتينون عبارة عن بلورات بيضاء صلبة عديمة الذوبان بالماء الا انها قابلة للذوبان بالمذيبات العضوية مثل الكلورفورم ومن عيوبه تحلله السريع عند تعرضه للضوء والهواء حيث يتأكسد إلى مركبات غير سامة للحشرات. لذلك تضاف اليه بعض المواد المؤكسدة لمنع تحلله عند رشه على النباتات. كذلك لاينصح بخلطه مع مبيدات قلوية التأثير لان ذلك يساعد على تحلله بسرعة، يستخدم الروتينون بنجاح في احواض تغطيس الماشية لمكافحة الطفيليات الخارجية عليها. كما يمكن استخدامه رشاً أو تعفيراً لمكافحة العديد من الحشرات على أشجار الفاكهة كالمنْ علاوة على تأثيره في الاكاروسات وهو يعمل كسم معدي وبالملامسة، وتركيبه الكيميائي:



أعراض التسمم بالروتينون Rotenone Toxicity Symptoms

أظهرت الدراسات انه عند تسمم الحيوانات بالروتينون تظهر عليه حالات الاثارة وزيادة التنفس يعقب ذلك حدوث هبوط أو انخفاض في التنفس ثم تظهر اعراض التخلج والتشنج ثم الموت بسبب توقف عمليات التنفس. أما أعراض التسمم المزمن على الحيوانات، فقد لوحظ ان الروتينون يتسبب في احداث تعفن خلايا الكبد وحدوث تتكرز Necrosis في المنطقة الوسطية لفصوص الكبد.

الية التاثير السام للروتينون Rotenone Mechanism of Toxic Action

الروتينون من السموم ذات الأثر البطيء على الحشرات وهو يعمل كسم بالملامسة وسم معدي وهو سم عصبي ايضا، ولا تعرف الية تأثيره السام بالضبط وذلك لتعقد تركيبه الكيميائي، وفيما يلي عرض لاهم اليات تأثيره السام المحتملة:

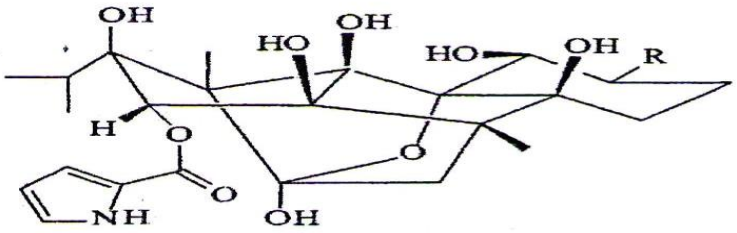
أ- يعتقد الكثير من الباحثين ان الفعل التخديري على الأعصاب يرجع الى قدرة الروتينون على ايقاف سلسلة النقل الالكتروني في المايتوكندريا Mitochondria عن طريق تثبيط الاكسدة المرتبطة بالمرافق الانزيمي ($NADH_2$) مما يؤدي إلى ايقاف التوصيل العصبي.

ب- ان حدوث حالات التنكرز في المنطقة الوسطية لفصوص الكبد يرجع إلى تدخل الروتينون في تصنيع وحدات الطاقة (ATP) التي ترتبط بعملية الاكسدة والاختزال.

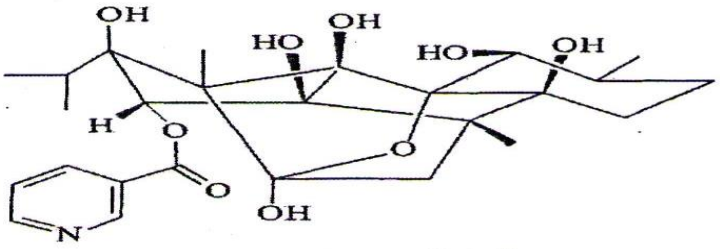
ج- يعمل الروتينون على تثبيط انزيمات Glutamic dehydrogenase و Succinic dehyrogenase و Succinic oxidase و Cytochrome oxidase وتكون نتيجته منع تحرر الاوكسجين مما يؤثر على عملية الفسفرة التأكسدية.

5- الرايانوديناتRyanodines

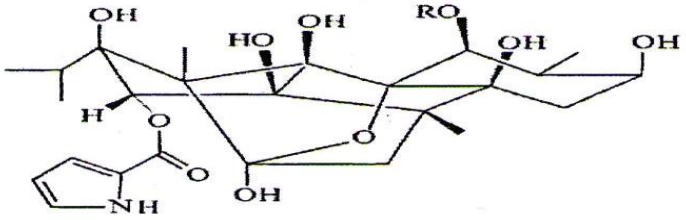
هذه المركبات تستخلص من سيقان الاشجار *Ryania speriosa* من عائلة Flacourtiaceae وقد أظهرت فاعلية جيدة في مكافحة الحشرات (حيث عرفت باسم بيد الحشرات) Ryania منذُ ما يزيد عن ستة عقود من الزمن، حيث استعمل لمكافحة يرقات حرشفية الاجنحة وبواقع 3-16 غم/ أكر، مما جعلها من أكثر مبيدات الحشرات نباتية الأصل فاعلية. دراسات حديثة أشارت إلى وجود ما يقرب من عشرة مركبات ريانودينية أظهرت جميعها فاعلية جيدة في مكافحة العديد من الانواع الحشرية الضارة تركيبها الكيميائي:-



Ryanodine R = CH_3
Dehydroryanodine R = CH_2
18-Hydroxyryanodine R = CH_3 , 18-OH
Ryanodine C_1 R = CH_3, 10(axial)



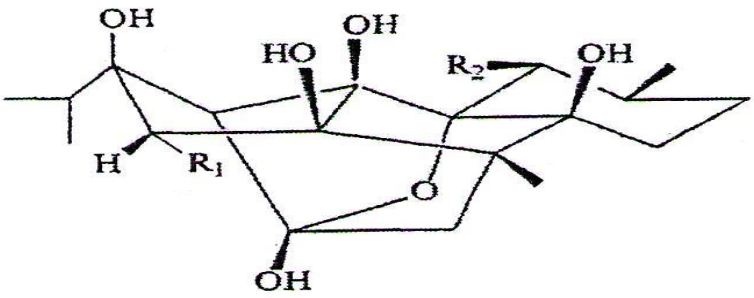
194. Ryanodine G



Ryanodine A R_1 = CH_3
Ryanodine D R_1 = CH_3 ,9,21=CH_2
Ryanodine F R_1 = H, 9,21=CH_2
Ryanodine E R_1 = CH_3, 18 = OH

6- الريانودولات Ryanodol:

هـذه المركبـات تسـمى ايضـاً بالريانوديـنـات الحديثـة أو الجديـدة New Ryanodine التي استخلصت وشخصت من نبات *Persia indica* وأظهـرت سـميه جيـدة ضـد الحشـرات *Macaronesia diterpenes* و *Helicoverpa amrigera* اطلق عليها اسم Ryanodol وهناك مركب اخر قريب هو الـ Ryanodol Monoacetate وتركيبه الكيميائي.



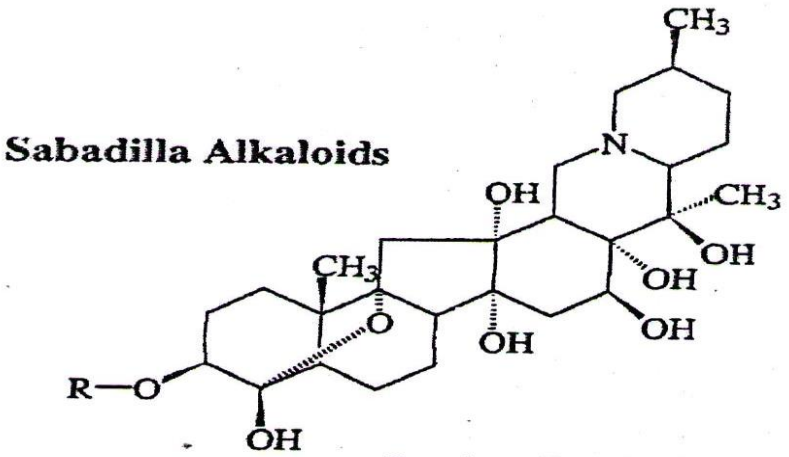
Ryanodol $R_1 = R_2 = OH$

Ryanodol monoacetate $R_1 = OAc, R_2 = OH$

7- سابادیلا Sabadiella:

مركبات مستخرجة من مسحوق نبات *Schoenocaulon officinale* والمواد الفعالة مجموعة مركبات قلوية يطلق عليها Veratrin ومن أمثلتها Veratidine و Cevadine، واستخدمت لمكافحة حشرات رتبة نصفية الأجنحة ويرقات حرشفية الأجنحة.

و تركيبها الكيميائي:-



R = Angelic acid: Cevadine

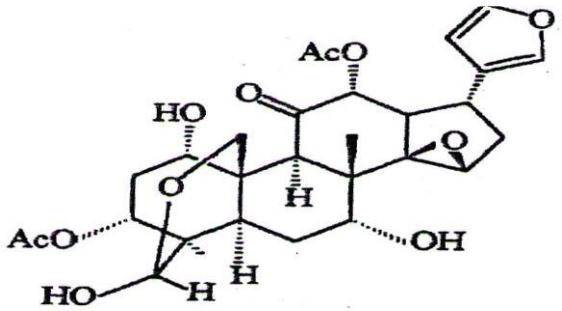
R = Veratric acid: Veratridine

8- الهلبور Helbore:-

مركبات مستخرجة من رايزومات نبات الجنس *Veratrum* وهو على نوعين الهلبور الاخضر *Veratrum viridi* والهلبور الابيض *Veratrum album* والمواد الفعالة تتبع مجموعة اشباه القلويدات السامة Veratrin ومنها Pseudojervine و Protoveratridine.

9- توسيندانين Toosendanin:-

مبيد حشرات كيموحيوي يستخلص من قلف أشجار الـ *Melia toosendan* التي تنتشر زراعتها في الصين واليابان وبالرغم من ان علماء النبات الصينين يعتقدون ان هذا النوع هو نوع متميز الا ان اليابانيين يعتقدون انه سلالة لشجرة النيم *Melia azedarach* هذا المبيد ينتج ويسوق تجاريا تحت اسم Toosendanin Ec. في جمهورية الصين الشعبية وان مادته الفعالة خليط من Azadirachtin والـ Toosendanin ويمتاز هذا المبيد بإنخفاض سميته للبائن، فضلاً عن تأثيره التأزري لمبيد الملاثيون في سميته لدودة التبغ وتركيبه الكيميائي.



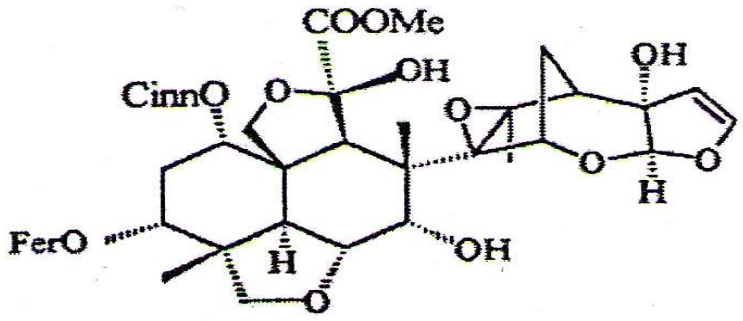
Toosendanin

المجموعة الثانية:- مبيدات حشرات كيموحيوية غير تجارية

وتضم مجموعة كبيرة من المركبات الكيموحيوية التي يتوقع ان يكون لها مستقبلا واعداً في سوق تجارة المواد الحيوية ومن هذه المركبات مايأتي:-

1-) مارانجين Marrangin:-

مبيد حشرات مستخلص من اشجار تعود لنفس جنس اشجار النيم الهندية تسمى باشجار النيم الماليزية أو الفلبينية واسمها العلمي *Azadirchta excelsa* هذا النوع من الاشجار يكثر في غابات المناطق المنخفضة الممطرة وهي اقل انتشار من اشجار النيم المعروفة حاليا تزرع على نطاق واسع في ماليزيا وتايلاند وغيرها من دول جنوب شرق اسيا، وتمتاز هذه الاشجار بحجم بذورها الكبيرة التي يصل حجمها إلى ضعف حجم بذور النيم المادة الفعالة تسمى Marrangin وذلك نسبة إلى اسم الشجرة Marrango الذي يطلقه اهالي الفلبين على هذه الشجرة التي تسمى في ماليزيا بالـ Sentang. كما تسمى مادته الفعالة بالازادراختين Azadirachtin وذلك للتشابه الكبير بين التركيب الكيميائي للمادتين. مادة المارانجين وجدت في البذور وخشب الساق واظهرت هذه المادة فاعلية جيدة ضد دودة التبغ الجياشة *Spodoptera litura*. حاليا هناك فكرة لاستعمال متبقيات الخشب ونشارته كمصدر طبيعي لاستخراج هذه المادة وفيما يلي تركيبها واسمها الكيميائي.

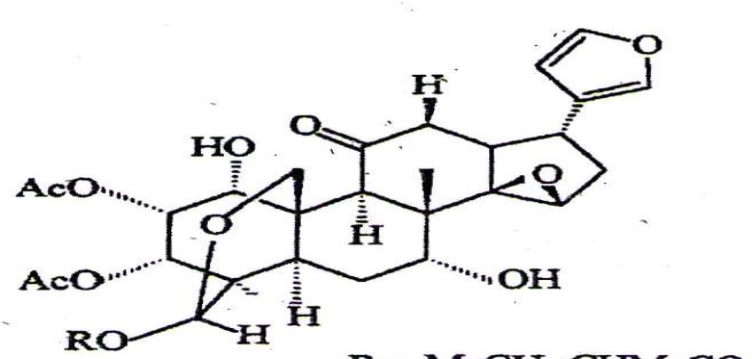


1-Cinnamoyl-3-feruoyl-11-hydroxymeliacarpin

2- ميلياتوكسين Meliatoxin:-

مبيد حشرات كيموحيوي يستخلص من بذور وقلف أشجار السبحبح أو الكرز الصيني Chinaberry والمسماة كذلك شجرة الليلاك الفارسي Persian lilac tree. تمتاز هذه الشجرة بتحملها للاجواء الباردة وعليه فان هذه

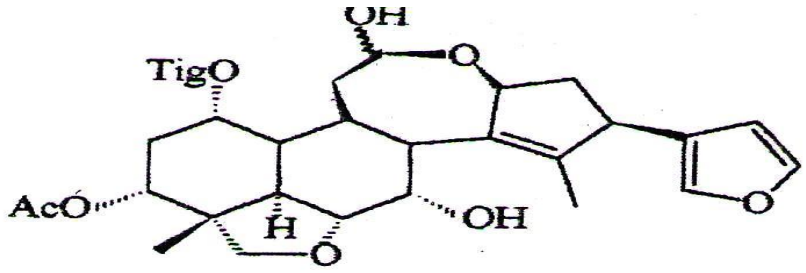
الشجرة تستطيع النمو في المناطق التي لايمكن زراعة اشجار النيم فيها.ان مادة الـMeliatoxin والتي تسمى ايضاً Meliacarpins عبارة عن تربين ثلاثي Triterpenoids وهي مادة سامة للحشرات ولكنها تفتقر إلى التأثير المانع للتغذية المميز لمادة الازادراختين وتمتاز هذه المادة بسميتها للبائن والطيور وتركيبها الكيميائي:-



Meliatoxin A 1

3-) فولكينسين Volkensin:-

مبيد حشرات كيموحيوي يستخلص من ثمار أشجار النوع *Melia volkensii* وهو نوع مميز موجود في شرق افريقيا مادته الفعالة الـ Volkensin من مجموعة الـ Limonods وهو تربين ثلاثي قريب الشبه بمادة الـ Nimbilin الموجودة في النيم ومادة الـ Salanin وهي من مركبات الـ Limonoids وهي المكون الرئيسي لمستخلصات بذور النيم. لمادة الـ Volkensin تأثير كمنظم نمو حشري اضافة إلى تأثيرها الجيد في مكافحة دودة ثمار الطماطة *Heliocoverpa zea* والجراد الصحراوي *Schistocerca gregaria* وتركيبه الكيميائي:-



Volkensin

4- الاسيتوجينين Acetogenins:-

هي عبارة عن مشتقات من احماض دهنية طويلة السلسلة تم استخلاصها من بعض نباتات عائلة Annanaceae وهي مبيدات حشرات فعالة وقد اشارت الدراسات إلى ان العديد من الانواع النباتية التابعة لهذه العائلة تنتج خليط معقد من الاسيتوجينين ومن اهم مركبات الاسيتوجينين التي تم تشخيصها مايأتي:-

أ -) **الاسميسين Asimicin:-** هذا المركب تم استخلاصه وتشخيصه من اشجار باوباو Pawpaw واسمها العلمي *Asimina triloba* توجد هذه الاشجار في المناطق المعتدلة من امريكا الشمالية. ان مادة الـ Asimicin توجد بنسبة جيدة في قلف اشجار الباوباو وقد اظهرت هذه المادة فاعلية جيدة في العديد من الآفات الحشرية.

ب-) انوناسين Annoacin: هذه المادة تستخلص من أشجار العديد من أشجار الجنس Annona التي تزرع في المناطق الاستوائية من اهم هذه الأنواع.

Annona muricata (Soursop , guanabana)

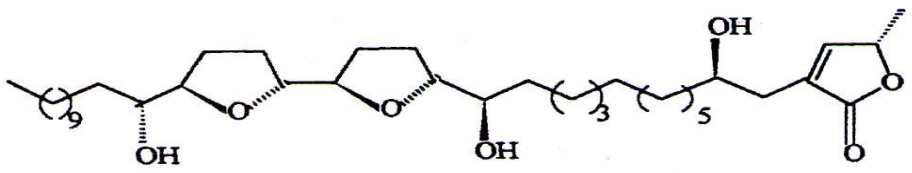
A. squamosa (Sweetsop , Sugar apple)

A. reticulate (Castard apple)

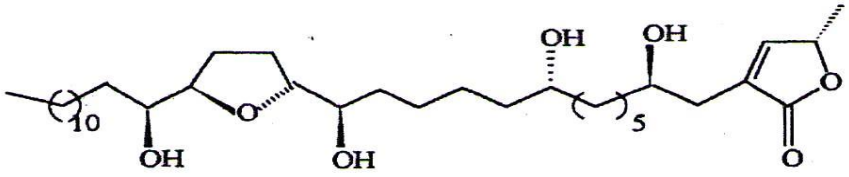
A. cherimolia (Cherimoya)

هذه الأنواع تنتج فواكه تستعمل للأكل وعمل العصير وقد وجد انه باستعمال مذيبات عضوية متوسطة القوة لمعاملة المتبقيات الصلبة لنواتج العصير يمكن الحصول على الـ Annonacin القاتل للحشرات.

ان المركبين السابقين هما سموم جيدة للمايتوكندريا Mitochonderia وهما بذلك يشتركان مع الروتينون Rotenone بنفس طريقة التأثير السام ويعدان بذلك سموم للاسماك ايضاً وتركيبهما الكيميائي هو:-



Asimicin



Annonacin

لقد أظهرت التجارب والدراسات الحقلية ان لكلا المركبين فاعلية جيدة في مكافحة العديد من الآفات الحشرية، فضلاً عن تأثيرها المؤازر للعديد من مبيدات الحشرات الكيموحيوية نباتية المصدر مثل Pyrethrum والـ Neem. كما أكدت الدراسات المختبرية ان سمية الاسيتوجينين هي سمية متخصصة لحيوانات المختبر عند استعمالها بالجرع والتراكيز المناسبة لمكافحة الآفات الحشرية، الا ان تعقد تركيبها الكيميائي حال دون تسجيلها في الولايات المتحدة والدول الصناعية الاخرى.

ان دول جنوب شرق اسيا والتي تمتلك أعداد كبيرة من معامل العصير تقوم بانتاج هذه المركبات على المستوى المحلي.

5- روكاكلاميد Rocaglamide:-

مبيد حشرات كيموحيوي هو عبارة عن مشتق من الـ Benzofuran تم عزله وتشخيصه في البداية كعامل مضاد لفقر الدم من اشجار الـ *Agalia elliptica* من عائلة الـ Meliaccae واخيرا تم عزله من نبات الـ *Agalia adorata* حيث عرف تأثيره القاتل للحشرات، اعقب ذلك عزل اكثر من عشرين مركب قريبة الشبه بالـ Rocaglamide التي تم عزلها من الانواع.

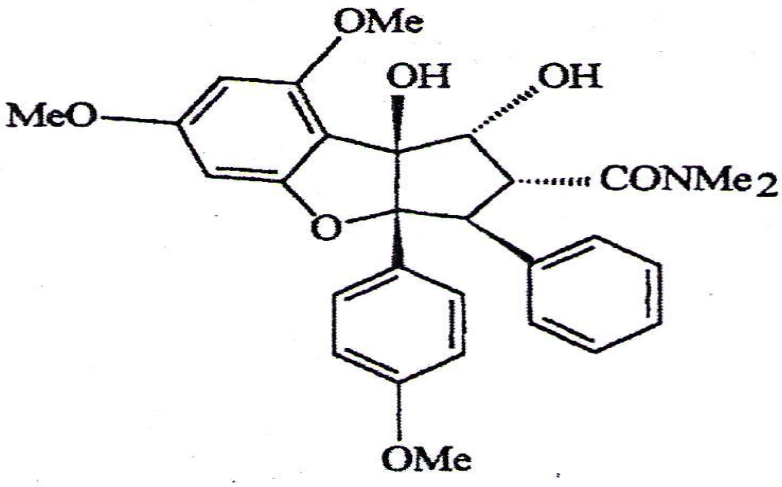
Agalia adorata

A. dupperceana

A. elliptica

A. harmisana

جميع هذه المركبات اظهرت تأثيرا قاتلا للحشرات وخاصة دودة ورق القطن *Spodoptera littoralis* وقد وجد ان مركب الـ Rocaglamide يعمل كمثبط لتصنيع البروتين، تركيبه الكيميائي:-



Rocaglamide

6- بايبرسايد Pipercide:-

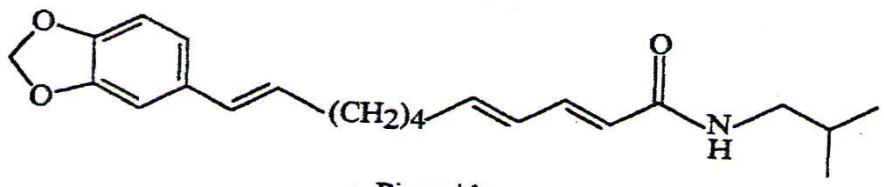
هذا المركب تم عزله وتشخيصه من نبات الفلفل الأسود *Piper nigrum* من عائلة Piperaccae أو العائلة الفلفلية، هذا المركب عرف منذ فترة طويلة بتأثيره القاتل للحشرات وينتمي إلى مجموعة الـ Isobutylamides، كما تم عزل العديد من الأنواع النباتية التابعة للجنس Piper ووجد ان فيها العديد من المركبات التي اظهرت فاعلية جيدة كمبيدات للحشرات ومن هذه الانواع:

Piper retropractum يزرع في تايلاند

P. guineense يزرع في غرب افريقيا

P. tuberculatum يزرع في اواسط أمريكا

ان التركيب الكيميائي لمادة الـ Pipercide هو:-



Pipercide

7 - التربيين ثلاثي اللاكتون Trilacton terpenes:-

هذا المركب تم عزله من المجموع الخضري لنبات الـ *Ginkgo biloba* من عائلة Ginkgoaccae وقد اظهر فاعلية متخصصة في مكافحة قفاز اوراق الرز البني *Nilaparvata lugens*، فيما لم يكن هذا المركب فعالا في مكافحة الصرصر الألماني ودودة التبغ. حاليا يزرع نبات الـ Ginkgo على المستوى التجاري لاستخلاص بعض المركبات الصيدلانية منه.

8- كرايانوتوكسين Grayanotoxins:-

منذ فترة طويلة استعمل نبات الازاليا الصفراء المسمى *Rhododendrom molle* من عائلة Ericaccae في الصين كمبيد للحشرات وقد وجد بعد ذلك ان المادة الفعالة في هذا النبات هي الـ Grayanoid ثنائي التربين Diterpenes وسميت فيما بعد الـ Grayanotoxins وذلك لما أظهرته من تأثير سام على الجهاز العصبي للحيوانات اللافقرية واللبائن.

9- بيتا اسارون β- Asarone:-

زيت نباتي مستخلص من رايزومات نبات الـ Sweetlflag واسمه العلمي *Aocrus calamus* من عائلة Araceae والذي عرف منذ فترة طويلة بتأثيره القاتل للحشرات فضلاً عن تسببه في حالات الهلوسة Hallucination للأشخاص الذين يتناولون هذا الزيت. استعمل هذا الزيت أيضاً في المشروبات الغازية والكحولية كمادة منكهة، الدراسات الحديثة اشارت ان هذه المواصفات سببها مكون رئيس وجد في مستخلص رايزومات نبات الـ *A. calamus* هو عبارة عن مركب بسيط من الـ Phenylpropanoid يطلق عليه اسم β-Asarone، دراسات اخرى اشارت إلى سمية هذا المركب للديدان القارضة والعديد من الآفات الحشرية الاخرى فضلاً عن عمله كمبيد للبيض Ovicide.

10- مركبات التفروسيا Tephrosia:-

وهي مجموعة مركبات كيموحيوية ذات فاعلية حيوية ضد الحشرات تستخلص من بعض أنواع الجنس Tephrosia الذي يضم 30 نوع، هذه المركبات تشبه في تركيبها الكيمائي الروتينون ولذلك سميت بمشتقات الروتينون ومن اهم الانواع الغنية بهذه المركبات.

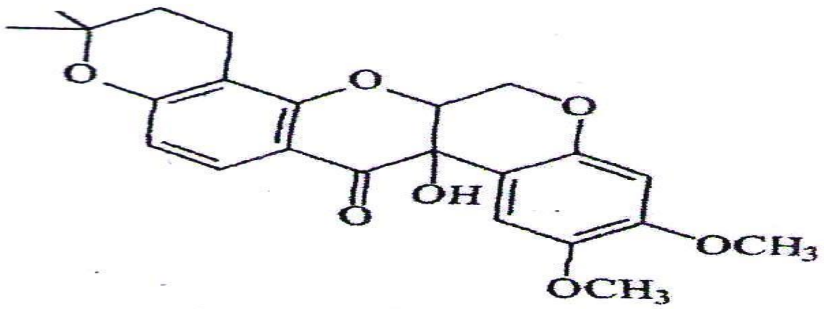
Tephrosia candida
T. toxicaria
T. villosa

T. purpurea

T.elliptica

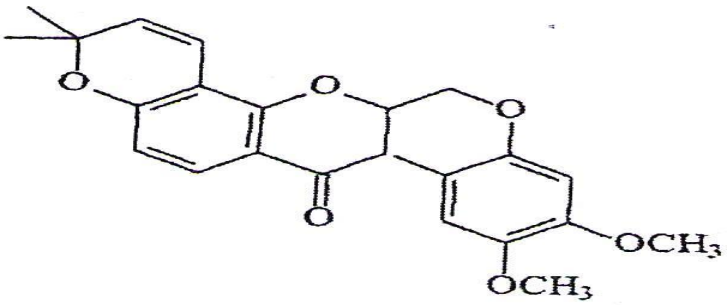
ومن أهم المركبات التي وجدت في هذه الانواع.

أ – التفروسين Tephrosin:– وتركيبه الكيميائي:–



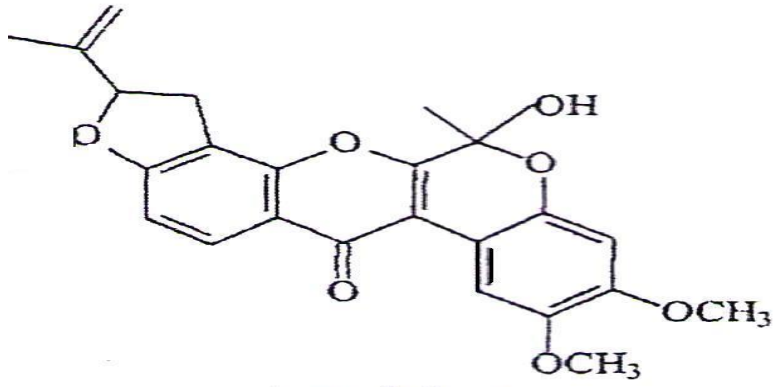
Tephrosin

ب – ديكولين Digulin:– وتركيبه الكيميائي:–



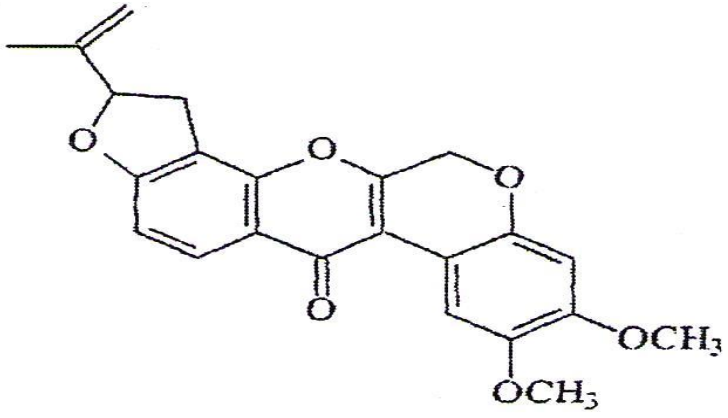
Deguelin

ت – امورفولون Amorpholone:– وقد بلغت قيمة LD50 له على يرقات دودة ورق القطن *Spodoptera litura* 0.3 مايكرغرام / غم من وزن الجسم وتركيبه الكيميائي:–



Amorpholone

ث – ديهايدروروتينون Dehydrorotenone: وتركيبه الكيميائي:



Dehydrorotenone

11 – استرات السكر Sugar Esters:-

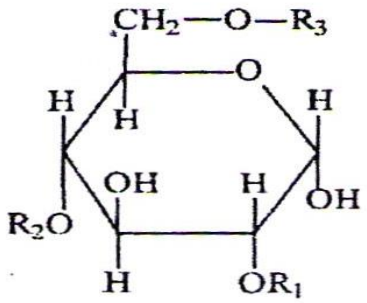
وجد ان مقاومة بعض انواع التبغ .spp *Nicotiana* والطماطة البرية *Lycopersicon hirsutum* وانواع من البطاطا .spp *Solanum* وغيرها من النباتات للاصابة ببعض الحشرات يرجع إلى امتلاك تلك النباتات لشعيرات غدية Glandular trichomes التي تطلق استرات سكرية وهذه الاسترات توجد طبيعيا في النبات. ان سكروز النبات أو كلوكوز النبات تتكون من أحماض دهنية واطئة من نوع (C -2-2-15) وقد وجد ان لهذه الاسترات السكرية العديد من المميزات

الحيوية حيث وجد مثلا انها تقف وراء مقاومة الطماطة والبطاطا البرية للإصابة بحشرة المنْ وذلك لان افرازات الشعيرات الغدية الموجودة على أوراق الطماطة والحاوية على استرات السكر التي تعمل على قتل حشرة المنْ من خلال تأثيرها في كيوتكل الحشرة. هذه الظاهرة سجلت ايضا على التبغ البري *Nicotiana gossei* حيث اظهر هذا النبات تأثيرا ساماً للذبابة البيضاء وذلك لاحتوائه على استرات السكر ومن اهم استرات السكر المشخصة هي:-

أ-) السيبارين Cibarin

ب -) كورونارايان Coronarian

ت -) كراكين Karakin وتركيبهم الكيميائي:-



Cibarian $R_1 = R_3 = COCH_2CH_2NO_2$
Coronarian $R_1 = R_2 = COCH_2CH_2NO_2$
Karakin $R_1 = R_2 = R_3 = COCH_2CH_2NO_2$

12 - مركبات الكواسين والنيوكواسين Quassin & Neoquassin:-

توجد هذه المركبات في مستخلصات الخشب والقلف الخاص باشجار *Quassia amera* ولقد أظهرت هذه المركبات كفاءة ضد ذبابة الرمل.

13- مركبات الايزوبيوتيل اميدات غير المشبعة

Unsaturated Isobutylamide

تم عزل عدد من المبيدات من نباتات العائلة المركبة ولقد وجد أن تركيبها الكيميائي عبارة عن ايزوبيوتيل اميد غير مشبعة للاحماض الاليفاتية والمتشبعة ذات ذرات الكاربون من 10-18 وتم تعريف بعضها وهي تتميز بصفتين رئيسيتين هما: التأثير القاتل والتأثير الصارع السريع على الحشرات الطائرة ولكنها غير ثابتة تحت الظروف البيئية ومن اهم مركبات هذه المجموعة مركب Pellitorine ويوجد في جذور نبات طبي هو *Anacyclus pyrethrum* الذي يكثر في شمال افريقيا وخاصة الجزائر. حيث يستخدم في معالجة أمراض الأسنان وتنشيط افراز اللعاب والمركب عديم الطعم، غير نشط ضوئيا ويذوب في معظم المذيبات العضوية ولايذوب في الماء ولكنه يحدث تهيج في الاغشية المخاطية للانف والبلعوم في الانسان ونظرا لعدم ثباته خارج المذيبات العضوية فان مستقبل استخدامه كمبيد حشرات محدود للغاية ولكنه امكن التغلب على ذلك جزئياً بتحضير مستحضرات منه في صورة محاليل هيدروكاربونية.

ان المركبات التي تم الإشارة اليها كونها مركبات لم تطلق على المستوى التجاري لحد الان هي فيض من غيض وقد تم الاشارة فقط إلى اهم المركبات التي يتوقع لها مستقبلاً واعداً على المستوى التجاري، إذ ان هناك مركبات اخرى ذات تأثير سام للحشرات وجدت في العديد من النباتات مثل Affinin الذي وجد في جذور نبات بري وحيد في المكسيك هو *Heliopsis longipes* ومركب Scarbin في جذور نبات *Heliopsis scabra* ومركب Echinacein المستخلص من جذور نبات *Echinacea anguistifolia* ومركب Sanshool الموجود في ثمار وقلف اشجار الـ *Zanthoxylum pipertum* وغيرها كثير.

الفصل الثالث
المبيدات الكيموحيوية النباتية المثبطة والمحورة لسلوك الحشرات

- المقدمة
- المركبات الطاردة الكيموحيوية
- المركبات الجاذبة الكيموحيوية
- المركبات الكيموحيوية المانعة للتغذية
- المركبات الكيموحيوية العاقمة

المقدمة:-

يقصد بالمبيدات الكيموحيوية النباتية المحورة لسلوك الحشرات والمثبطة او المعيقة لنموها وتكاثرها، تلك المركبات المستخلصة من النباتات والتي تعمل على طرد او جذب او منع تغذية الحشرات وتعمل أيضاً على تثبيط نمو الحشرات من خلال عملها كمشابهات لمنظمات نمو الحشرات مثل هرمون الشباب Juvenil hormone او هرمون الانسلاخ Ecdyson hormone او تأثيرها من خلال تثبيط عملية تصنيع الكايتين Chitin Inhibitors او العمل كمواد عاقمة للحشرات وبما يؤدي في النهاية الى خفض أعداد الآفات الحشرية والحد من أضرارها.

ان ما يميز المبيدات الكيموحيوية نباتية المصدر هو تنوع تأثيرها في الحشرات، فمثلاً يعمل الازادراختين Azadirachtin المستخلص من بذور ثمار أشجار النيم كمادة سامة ومانعة للتغذية وكمنظم نمو للحشرات في نفس الوقت وكذلك الحال مع المستخلصات النباتية الأخرى المستعملة في مكافحة الحشرات. هذا التنوع في التأثير دفع الباحثين الى الاتجاه لأجراء المزيد من الدراسات لفصل هذه المركبات عن بعضها وتحديد الية تأثيرها بدقة، لذلك فان مهمة هذا الفصل هو بيان اهم هذه المركبات ونوع تأثيرها.

المركبات الطاردة الكيموحيوية Biochemical Repellant Compounds

وهي مجموعة المركبات الكيموحيوية الموجودة في بعض النباتات والتي تعمل أبخرتها على بقاء الحشرات بعيدة عنها من خلال تأثيرها في أعضاء الشم في الحشرات المتأثرة بها، وهي في الغالب مواد غير سامة تعمل على وقاية المحاصيل الزراعية والمواد المخزونة والإثاث والافراد من مهاجمة الحشرات والتغذية على العوائل المعاملة بتلك المواد بما يؤدي في النهاية الى خفض اعداد الحشرات نتيجة عدم توفر الغذاء الكافي والمناسب لها.

لقد بدأ الاهتمام بالمواد الطاردة خلال الحرب العالمية الثانية حيث سعت الدول المتحاربة الى ايجاد مواد طاردة للحشرات الناقلة للمسببات المرضية لاستعمالها في المعسكرات وثكنات الجيش لمنع انتشار الاوبئة والأمراض التي تنقلها الحشرات.

لقد تم لحد الان عزل مجموعة كبيرة جدا من المركبات الكيموحيوية المستخلصة من النباتات خاصة تلك النباتات التي لا تهاجمها الحشرات لتحديد تأثيرها الطارد على انواع مختلفة من الحشرات، وعلى الرغم من اكتشاف عدد كبير من المواد الطاردة للحشرات الا ان المستعمل منها في المجال التطبيقي مازال قليلاً وذلك لضرورة توفر المواصفات التالية فيها:

1- لا يسبب استعمالها حساسية لجلد الإنسان والحيوان.

2- غير سامة للإنسان او الحيوان.

3- ان توفر وقاية كافية للمواد المعاملة ولا طول فترة ممكنة.

4- ان تعطي اكبر درجة من الوقاية باقل كمية ممكنة.

5- ليس لها رائحة كريهة او طعم غير مقبول وان لا يكون لها تأثير ضار على الملابس.

6- الا تكون هناك ضرورة ملحة لمعاملة السطح المراد وقايته بأكمله.

7- ان لا تكون ثابته نسبياً فلا تتأثر بعملية غسل الملابس او العرق او حك الجلد عند استخدامها للإنسان.

8- يفضل ان تؤثر على عدة انواع من الآفات الحشرية.

9- ان تكون رخيصة الثمن.

خواص المواد الطاردة Properties of Repellant Compounds

1- لبعض المواد الطاردة تأثير تنشيطي حيث ان خلط عدة مواد طاردة تكون ذات تأثير قوي في طرد عدد كبير من الحشرات مقارنة باستخدام احد هذه المكونات بمفرده. وقد يرجع ذلك الى التأثير الإضافي الناتج عن كل من المواد المخلوطة مع بعضها او قد تنخفض فاعلية بعض المركبات عند خلطها مع بعضها وهو ما يعرف بالتضاد.

2- لا توجد علاقة بين التركيب الكيميائي والخواص الطبيعية حيث نجد مثلاً ان هناك العديد من المواد التي قد تكون مقبولة من الانسان الا ان لها تأثيراً طارداً بالنسبة للحشرات.

3- تختلف قوة الطرد للمواد الطاردة وذلك بحسب المجموعة الكيميائية التي تنتمي اليها المادة الطاردة حيث وجد ان أفضل المواد الطاردة لنحل العسل هي التي تطرد النحل فقط عن المحاصيل المعاملة بالمبيدات.

4- تعتمد درجة الاستجابة للمواد الطاردة على تركيزها وعمر الحشرة وحالتها الفسيولوجية والغذائية والنظم الحسية المتأثرة علاوة على درجة نفاذ المواد الطاردة خلال السطوح والانسجة المعاملة.

المواد الطاردة نباتية المصدر Plant Origin Repellants

لقد سجل وجود العديد من المواد الطاردة للحشرات في العديد من الأنواع النباتية وهي عبارة عن زيوت نباتية، وهي على نوعين:

أ) زيوت نباتية ثابتة Fixed oils

وهي عبارة عن كليسيريدات تمتاز بسهولة تصنيفها عند تفاعلها مع القلويات مكونة كليسيرنات أي صابون، مثال ذلك زيت الخروع، وزيت جوز الهند وزيت الزيتون وغيرها.

ب) الزيوت الطيارة Volatile or Ethereal Oils:- وهي زيوت غير شحمية يصعب تصنيعها وتستخرج من غدد نباتية خاصة لها رائحة النبات المنتج او المفرز لها وان معظم الزيوت الطاردة او الجاذبة للحشرات تنتمي لهذه المجموعة.

أن معظم الزيوت النباتية المستعملة في مكافحة الحشرات تم الحصول عليها من الاعشاب ونباتات التوابل، حيث استعملت هذه الزيوت لعقود عديدة كمواد منكهة في الاغذية والمشروبات كما استعملت في مواد التجميل، في السنوات الاخيرة وجد ان لهذه الزيوت تأثيراً في الحشرات، وقد وجد ان المكون الرئيس الموجود في هذه الزيوت عبارة عن تربينات احادية Monoterpenes قريبة الصلة بالفينول ومن اهم هذه الزيوت التي أظهرت تأثيرا طارداً للحشرات مايأتي:-

1-) زيت إبوجينول Eugnol:- هذا الزيت عبارة عن فينايل بروبين Phenylpropen مستخلص من نبات القرنفل المسمى *Eugenia caryophyllus* من عائلة Myrtaceae، و عند خلط هذا الزيت مع مادة الـ Phenthyl Propinet فان الخليط يصبح مادة جاذبة لذكور الخنفساء اليابانية.

2-) زيت بوليكون Pulegon:- هو زيت احادي التربين يستخلص من نبات الـ Pennyroyal وهو نوع ينتمي لجنس النعناع واسمه العلمي *Mentha pulegiam* من العائلة الشفوية Labiaceae.

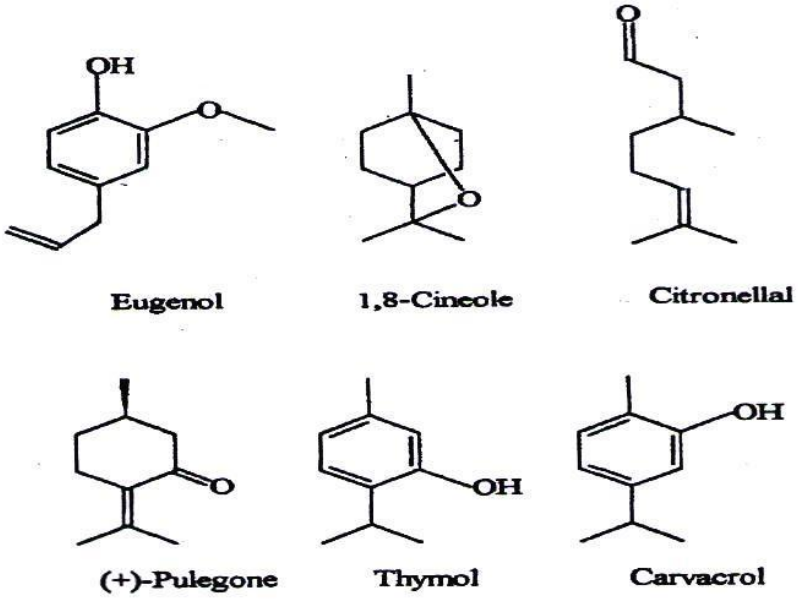
3-) زيت الثايمول Thymol.

4-) زيت كارفاكرول Carvacrol، تم عزل زيت الثايمول والكارفاكرول من نبات الـ Thyme واسمه العلمي *Thymus vulgaris* من العائلة الشفوية.

5-) زيت السنيول Cineole: زيت احادي التربين تم استخلاصه وتشخيصه من اشجار اليوكالبتوس *Euclyptus globules*.

6-) زيت السترونيلال Citronellal:- هو عبارة عن تربين احادي غير حلقي Acyclic Monoterpen يستخلص من نبات الـ Lemongrass اسمه العلمي *Cymbopogon nardus* من عائلة Poaceae.

ان التأثير الرئيس لهذه الزيوت هو طرد مدى واسع من الانواع الحشرية والحلم، كما اظهرت هذه الزيوت تأثيرا ساماً للحشرات عند تقديمها للحشرات عن طريق الملامسة او الفم حيث تسبب لها حالات من التلوي والتشنج العضلي نتيجة عملها او تداخلها مع الـ Octopamine وهذا يفسر سبب سميتها للحشرات وليس للبائن كما ان لهذه الزيوت تاثيراً مانعا للتغذية ومثبطاً لنمو اليرقات وتركيبها الكيميائي:-



المركبات الجاذبة الكيموحيوية Biochemical Attractants Compounds

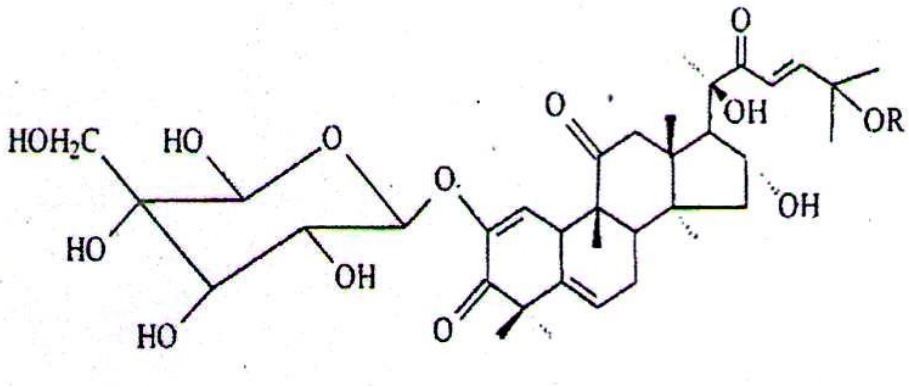
هي مجموعة المركبات الكيموحيوية نباتية المصدر التي تعمل على جذب الحشرات، هذه المركبات تمتاز بتخصصها وفاعليتها التي تمتد لمسافات متباينة. ان المواد الجاذبة النباتية هي كايرومونات في الغالب يستفيد منها المستلم وذلك اعتماداً على طبيعة الاستجابة التي حفزها الـ Kairomon في الكائن المستلم، مثال ذلك وجد ان العديد من النباتات التابعة للعائلة الصليبية Brassicaceae مثل اللهانة والقرنابيط تنتج معقد كيميائي يسمى بزيت الخردل الكلوكوسيدي Mustard Oil Glucoside، هذا الزيت يعطي رائحة مميزة لهذه العائلة النباتية ووجود هذه الرائحة يفسر سبب انجذاب فراشة اللهانة *Pireis rapae* والعديد من الحشرات الأخرى التي تتغذى على محاصيل هذه العائلة حيث يكون النبات هو المصدر الباعث لهذه الرائحة والتي تستعمل لصالح الكائن المستلم الذي بواسطتها يجد العائل ويتغذى عليه، كذلك فان زيت الخردل الذي كان جاذباً لحشرات العائلة الصليبية هو في نفس الوقت مادة طاردة لحشرات اخرى، وعليه فان هذه المادة يمكن ان تكون كايرومون مرة وفي أخرى تعمل كألمون Allomones وهي كما معلوم مركبات تعود بالفائدة على الكائن المنتج او المفرز لها تستعمل كمادة طاردة لحمايته من الاصابة وعليه فان المركبات الطاردة والجاذبة هما وجهان لعملة واحدة.

ان من أهم المركبات الكيموحيوية الجاذبة التي سجل وجودها وعزلها وتشخيصها من النباتات مايأتي:-

1-) القرعين Cucurbitacin:- هي من مشتقات اللانوستان Lanostane وهي عبارة عن تربين رباعي الحلقة Tetracyclic terpenoids وجدت في نباتات العائلة القرعية Cucurbitaceae، كما سجل وجودها في نباتات العديد من العوائل النباتية والتي من اهمها:

Brassicaceae – Begnoniaceae – Datisceae – Euphorbiaceae – Rosaceae – Labiaceae.

كما ان هناك على الأقل 16 نوع نباتي يعود للجنس Ibris تنتج هذا النوع من المركبات وان 12 نوع وجد فيها المركبين Cucurbitacin I , Cucurbitacin π. إن مادة القرعين أظهرت فاعلية جيدة في إنجذاب العديد من الحشرات التي تتغذى على نباتات العائلة القرعية وكذلك وجد ان أنواع خنافس جذور الذرة الأوربية *Diabrotica* spp تنجذب الى أزهار نباتات هذه العائلة بمجرد ان تتذوق مادة القرعين المرة Cucurbitacin التي تحفزها للتغذية بشدة الى درجة انه يمكن ان تتناول السليكا المعاملة بمادة القرعين، هذه المعلومات شجعت المزارعين في امريكا الجنوبية على جمع القرع العسلي وقطعها الى نصفين ومعاملتها باحد مبيدات الحشرات وتركها في الحقول حيث لوحظ انجذاب الآلاف من خنافس الجنس Diabrotica وموتها على الثمار المعاملة بالمبيد. دراسات حديثة أشارت الى وجود مستوى عالي من مادة القرعين في جذور نبات قرع الجاموس البري Wild Buffalo Gourd Roots.



2-) حامض كابرويك Caproic acid:- يستخلص هذا الحامض من العديد من النباتات، وله نفس تأثير وقوة الجاذبات الجنسية لذكور الدودة السلكية *Limonius canua*.

وان هذا الحامض شجع الذكور لتأخذ وضع التزاوج والقيام بعملية التلقيح.

3-) فينايل اسيتالدهايد Phenylacetaldehyde:- هذه المادة تم عزلها من خيوط عرانيص الذرة ووجد انها وراء انجذاب حفار ساق الذرة ودودة عرانيص الذرة الى نباتات الذرة.

4-) زيت الخردل الكلوكوسيدي Mustard Oil Glucoside:-

زيت مستخلص من العديد من الانواع النباتية التابعة للعائلة الصليبية Brassicaceae مثل اللهانة والقرنابيط وغيرها وهو عبارة عن معقد كيميائي يسمى بزيت الخردل الكلوكوسيدي، هذا الزيت يعطي رائحة تفسر سبب انجذاب فراشة اللهانة والعديد من الحشرات الاخرى التي تتغذى على محاصيل هذه العائلة.

5-) الكومارين Coumarin:- تم استخلاصها من المجموع الخضري لنبات البرسيم الحلو ووجد انها تلعب دوراً مهماً في انجذاب سوسة البرسيم الحلو للبرسيم.

6-) داي بروبايل ثنائي الكبريت Dipropyldisulfide:-

هذه المادة تم استخلاصها من البصل ووجد انها تلعب دورا مهماً في انجذاب ذبابة البصل لمحصول البصل في الحقل.

7-) السناميل Cinnamyl:- مركب تم استخلاصه من قداح الخيار واظهر فاعلية في جذب ديدان الجذور لنبات الخيار نفس الظاهرة سجلت بالنسبة لمركب Cinammaldehyde.

8-) اسيتات التربينول Terpineol acetate:- هذه المادة تم استخلاصها من اشجار وثمار الخروع ووجد انها تلعب دور مهم في جذب عثه الفاكهة الشرقية Oriental Fruit Moth

ان المركبات السابقة هي امثلة لمجموعة من المركبات التي تعمل كـ Kairomones او Allomones، الا ان هناك مجموعة من المركبات المسماة بالساينومون Sinomone هذه المركبات الكيموحيوية تحدث استجابة سلوكية في النوع المستلم تكون نافعة او مفيدة لكل من المرسل او الباعث والمستلم، مثال ذلك

رائحة الزهور التي تجذب النحل والملقحات الاخرى لتلقيح النبات وبذلك تحصل الملقحات على الرحيق ويتم في نفس الوقت تلقيح النبات لضمان استمرار نوعه.

المركبات الكيموحيوية المانعة للتغذية

Biochemical Antifeedants Compound

هي مجموعة المركبات الكيموحيوية المستخلصة من النبات والتي تعمل على منع الحشرة من التغذية ولكنها لن تؤدي الى قتلها فمانعات التغذية هي ليست مواد طاردة وانما هي مركبات كيميائية ترش على النباتات والمواد الأخرى لمنع الحشرات من التغذية عليها بما يؤدي في النهاية الى ضعف الحشرات وخفض أعدادها. ولضمان نجاح مانعات التغذية في عمليات المكافحة لابد من مراعاة النقاط الآتية:

1- ضرورة تغطية النباتات المعاملة بهذه المركبات تغطية تامة لان الحشرات ستنتقل بين اجزاء النبات باحثه عن مناطق غير معاملة لتتغذى عليها.

2- أظهرت مانعات التغذية نجاحاً (جيداً) ضد الحشرات ذات أجزاء الفم القارضة الا انها لم تنجح مع الحشرات ذات اجزاء الفم الثاقبة الماصة وكذلك مع حفارات الثمار والافرع والسيقان.

3- لمانعات التغذية تأثير ضعيف على الحشرات سريعة الحركة والتي تستطيع ترك الحقل المعامل الى حقل اخر غير معامل للتغذى عليه.

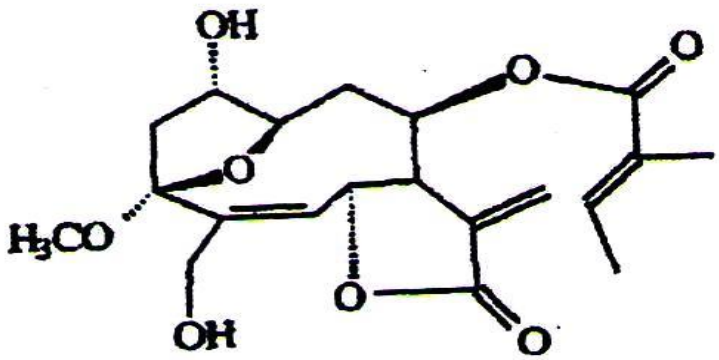
4- لا تجد النموات الحديثة الحماية الكافية وقد تمثل هذه النموات مصدراً لانتشار الحشرات الى اماكن اخرى، لاسيما انه لا تتوفر لحد الان مانعات تغذية جهازية.

ومن أهم مانعات التغذية التي تم عزلها من النباتات والتي يتوقع ان يكون لها مستقبلاً واعدا في مكافحة الآفات الحشرية ما يأتي:

اولاً) المركبات ثنائية التربين وذات التربين ونصف Sesquiterpenes and Diterpen: ان العديد من المركبات الكيموحيوية نباتية

المصدر الحاوية على التربينات الثنائية Diterpenes والتربين ونصف Sesquiterpenes قد اظهرت فاعلية حيوية ضد الحشرات تراوحت بين منعها للتغذية الى السمية، ولعل من اهم مركبات هذه المجموعة التي اظهرت تأثيرا مانعاً لتغذية الحشرات ما يأتي:

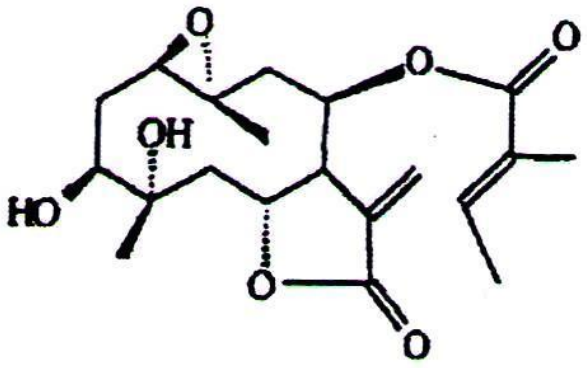
1-) نيفيوسين Niveusin: تم عزله من نبات زهرة الشمس وتشخيصه على انه 3.0- methyl niveusin A وتركيبه الكيميائي:



3-O-Methyl niveusin-A

وقد اظهر هذا المركب فاعلية عالية في منع تغذية خنفساء جذور الذرة الغربية *Diabrotica virgifera*

2-) اركوفيلين أ: A- Argophyllin:- هذا المركب تم عزله من نبات زهرة الشمس وهو عبارة عن لاكتون ذو تربين ونصف التربين Sesquiterpene lactone وتركيبه الكيميائي:-

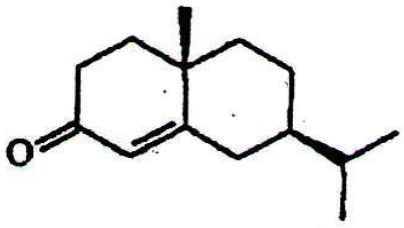


Argophyllin-A

و قد اظهر هذا المركب تأثيرا جيد كمانع تغذية Antifeedants في حماية محصول الذرة من الإصابة بخنفساء جذور الذرة الغربية.

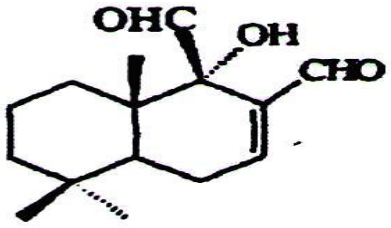
3-) الفا-سيبرون α – Cyperone:-

هو عبارة عن Sesquiterene 4,11 – Selinadien -3- one واسمه الشائع α-Cyperone تم استخلاصه من رايزومات او درنات دغل العكيدة Nutgrass وقد اظهر هذا المركب تأثيراً مانعاً للتغذية اضافة الى تأثيره المضاد للفطريات وعمله كمنظم نمو للنبات وتأثيره في البكتريا والرخويات تركيبه الكيميائي:



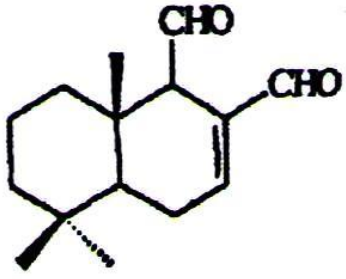
α-Cyperone

4 –) واربوركانال Warburganal: هذا المركب تم استخلاصه من الأنواع النباتية التابعة للجنس *Warburgia* spp وقد اعطى تأثيراً مانعاً لتغذية مدى واسع من الافات الحشرية وحيدة العائل او متعددة العوائل الغذائية تركيبه الكيميائي:



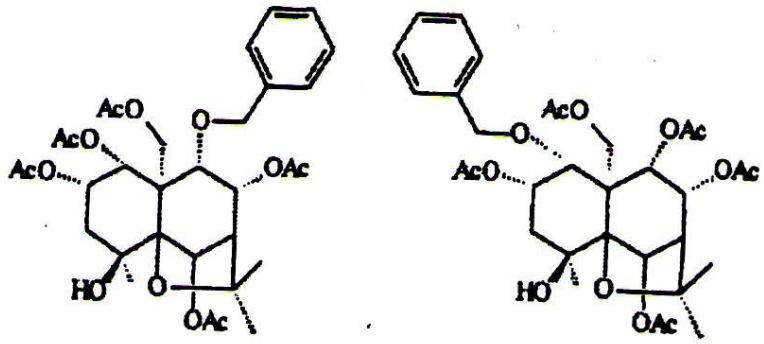
Warburganal

5–) بولي كوديال Polygodial: مركب مستخلص من نبات Marsh pepper واسمه العلمي *Polygonum hydropiper*، وقد اظهر فاعلية جيدة كمانع تغذية للعديد من الحشرات، تركيبه الكيميائي:



Poligodial

6–) كالانكيولين Calangulin: مستخلص من مسحوق قلف جذور نبات صيني يعرف باسم Bethersweet اسمه العلمي *Celastrus angulatus* يستعمل هذا المركب في الصين لحماية النباتات من الحشرات، هذا المركب غير قلوي وهو عبارة عن Sesquiterpen polyol ester وتركيبه الكيميائي المحتمل:

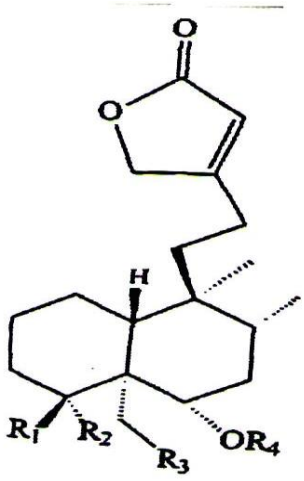


إضافة لما سبق فان هناك مركبات عديدة جدا تعود للـ Diterpen والـ Sesquiterpene تعمل كمانعات تغذية للحشرات الا اننا حاولنا الاشارة الى الاكثر شيوعاً منها.

ثانياً) مركبات الكليرودان المانعة للتغذية Clerodane Antifeedants: ان مركبات هذه المجموعة وكذلك مركبات Neo-Clerodane قد اظهرت فاعلية حيوية جيدة ضد الحشرات، خاصة التأثير المانع للتغذية، ومن المركبات التابعة لهذه المجموعة مايأتي:

1-) الاجوكارينات Ajugrarines:- تعد الاجوكارينات من اوائل مانعات التغذية التي تم عزلها وتشخيصها من نبات الـ *Ajuga remota* من قبل الباحث Kubo وفريق عمله الذي شخص ثلاثة أنواع من الـ Ajugarins هي:

Ajugrain I , Ajugrain II , Ajagarin III تلا ذلك عزل وتشخيص الـ Ajugrain IV و Ajugrain V وتركيبه الكيميائي:

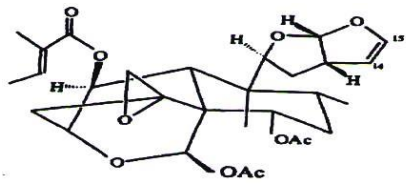


	R_1	R_2	R_3	R_4
Ajugarin I	CH_2	O	OAc	Ac
Ajugarin II	CH_2	O	OAc	H
Ajugarin III	CH_2OH	OH	OAc	Ac
Ajugarin IV	H	COOMe	H	Ac
Ajugarin V	CH_2	O	H	Ac

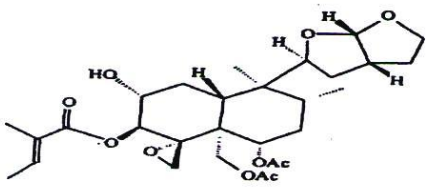
وقد أظهرت نتائج التقييم الحيوي ان الـ Ajugarin I كان غير فعالا مع الحشرات ولكنه اظهر فاعلية في منع تغذية العثة ذات الظهر الماسي *Plutella xylolstella* عند استعماله بتركيز 200 جزء بالمليون فيما اظهرت بقية المركبات فاعلية متباينة كالمنعات تغذية ضد الانواع المختلفة من الحشرات.

2-) الجودريلين Jodrellin: تم عزله من الاجزاء الخضرية لنبات *Scutellaria golericulata* وقد وجد انه يحتوي على ثلاثة مركبات هي:

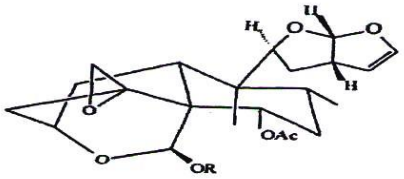
Jodrellin –T و Dihydrojodrellin – T و Galerieulin كما تم عزل المركب Jodrellin – B من نبات الـ *Seutellaria woeonowii* وهو المركب الأكثر فاعلية في منع تغذية دودة ورق القطن *Sopdoptera littoralis* وتركيبهم الكيميائي:



Jodrellin-T
14,15-Dihydrojodrellin-T



Galericulin



Jodrellin-A R = Ac
Jodrellin-B R = $COCH(CH_3)_2$

3-) سكوتالبين Scutalpin: وهي ثلاثة مركبات مانعة للتغذية هي Scutalpin B و Scutalpin – C و Scutalpin – D وقد تم عزلها من نبات *Scutellaria* javalambronsis *alpine* هذه المركبات الثلاثة اظهرت فاعلية جيدة في منع تغذية دودة ورق القطن وكذلك يرقات العديد من حرشفية الأجنحة.

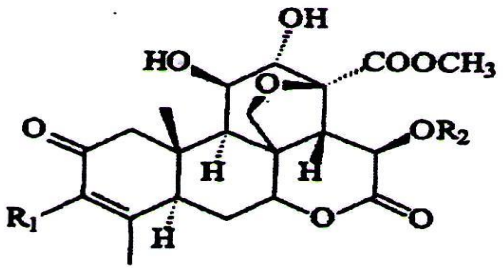
ثالثاً) مركبات أشباه الكواسين Quassinoids: ان مركبات أشباه الكواسين معروفة جيداً بتأثيرها المضاد لتهيج الجلد والمضاد للخلايا والقاتل للاميبا Amoebicidal والحشرات والادغال والمانع لتغذية الحشرات.

وقد اظهرت الدراسات انه تم عزل وتشخيص 31 مركب من أشباه الكواسين من نبات الـ *Picrasia ailanthoids* من عائلة Simaroubaceae، جميع هذه المركبات اظهرت فاعلية مانعة لتغذية الحشرات خاصة يرقات العمر الثالث للعثة ذات الظهر الماسي *Plutella xylostella*:-

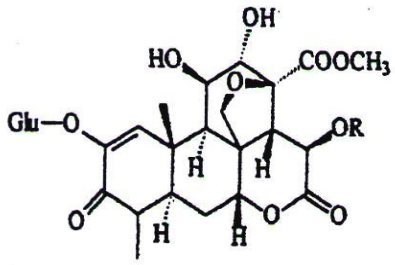
من اهم المركبات التابعة لهذه المجموعة مايأتي:-

(1-	Isobrucein	من نبات	*Brucia antidysenterica*
(2-	Bruceanal – A	من نبات	*Brucia antidysenterica*
(3-	Bruceoside – A	من نبات	*Brucia javanica*
(4-	Bruceoside – B	من نبات	*Brucia javanica*
(5-	Brucein – E	من نبات	*Brucia javanica*
(6-	Yadanzioside – A	من نبات	*Brucia javanica*
(7-	Yadanzioside –B	من نبات	*Brucia javanica*
(8-	Yadanzioside- C	من نبات	*Brucia javanica*
(9-	Yadanzioside- F	من نبات	*Brucia javanica*
(10-	Yadanzioside- G	من نبات	*Brucia javanica*
(11-	Yadanzioside- L	من نبات	*Brucia javanica*
(12-	Picrasin- B	من نبات	*Picrasia ailanthoides*
(13-	Picrasin – D	من نبات	*Picrasia ailanthoides*
(14-	Picrasin –G	من نبات	*Picrasia ailanthoides*

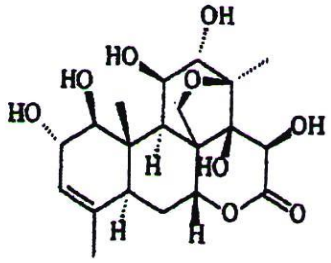
و فيما يأتي التركيب الكيميائي لهذه المركبات:



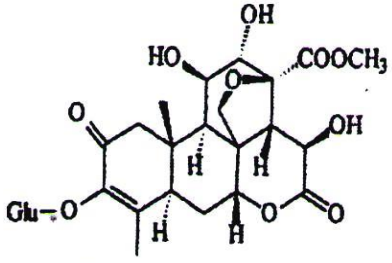
Bruceantin R_1 =OH, R_2 = COCH=C(CH_3)C(CH_3)$_2$
Isobrucein-B R_1 =H, R_2 =$COCH_3$
Bruceanol-A R_1 =H, R_2 =COC_6H_5



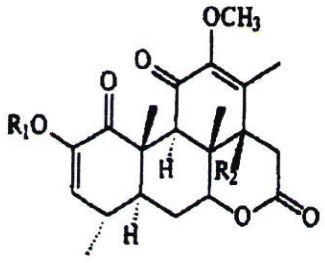
Bruceoside R = $COCH=C(CH_3)_2$
Yadanzioside-A R=$COCH_2CH(CH_3)_2$
Yadanzioside-C R= $COCH=C(CH_3)C(OH)(CH_3)_2$
Yadanzioside-F R= $COCH_3$
Yadanzioside-G R= $COCH=C(CH_3)C(OAc)(CH_3)_2$



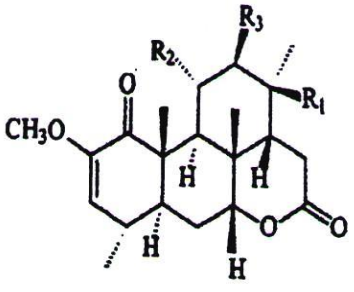
Brucein-E



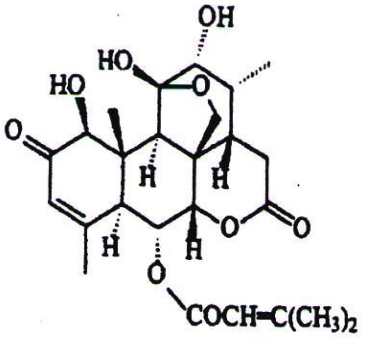
Bruceoside B R = $COCH=C(CH_3)_2$
Yadanzioside-B R = $COCH_2CH(CH_3)_2$
Yadanzioside-L R = $COCH=C(CH_3)C(OH)(CH_3)_2$



Quassin $R_1=CH_3$, $R_2=H$
Picrasin-B $R_1=R_2=H$
Picrasin-G $R_1=H$, $R_2=OH$



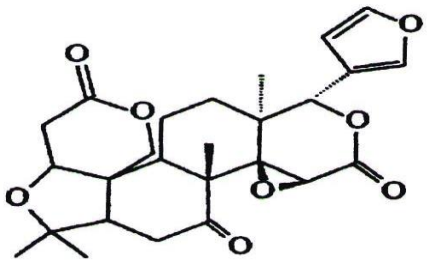
Picrasin-D $R_1=H$, R_2, R_3 = $-OCH_2O-$
Nigakilactone-E $R_1=OH$, $R_2=OAc$, $R_3=OCH_3$



6α-Senecioloxychaparrinone

رابعاً) مركبات اشباه الليمون Limonoids: هي مركبات مرة المذاق عبارة عن Tetranortriterpene توجد في انواع النباتات التابعة لعائلة Rutaceae و Meliaceae ومن اهم مركبات هذه المجموعة مايأتي:

1-) الليمونين Limonin: مركب كيموحيوي يمثل المكون الرئيسي لبذور الحمضيات، وهو ذو تأثير مانع لتغذية العديد من الحشرات منها يرقات العمر الخامس للعثة ذات الظهر الماسي *Plutella xylostella* وتركيبه الكيميائي:



Limonin

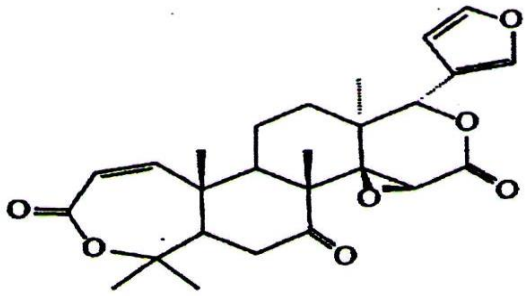
2-) أوباكيونون Obacunone: مركب من اشباه الليمون Limonoides تم عزله مع ثلاثة مركبات اخرى من نبات الـ *Phellodendron amurense* والـ Obacunone هو المركب الاكثر منعاً لتغذية الحشرات مقارنة بالـ Nomilin. دراسة حديثة اكدت ان الـ Obacunone و Limonin و Nomilin اظهرت تأثيراً مانعاً لتغذية حشرة الارضة، فضلاً عن تأثيرها المانع لتغذية الحشرات الاتية:

خنفساء كولورادو البطاطا *Leptinotarsa decemlineata*

دودة ثمار الطماطة *Helicoverpa zea*

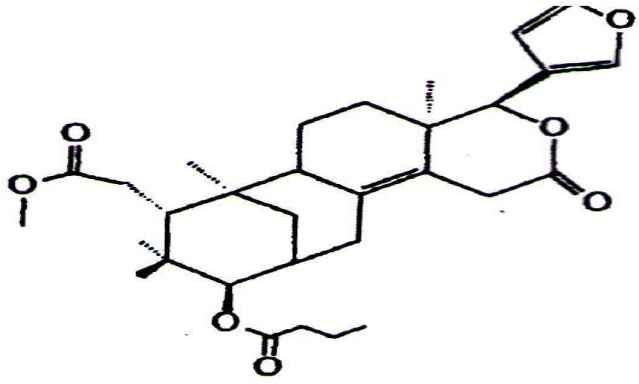
دودة الخريف الجياشة *Spodoptera frugiperda*

و التركيب الكيميائي لـ Obacunone:



Obacunone

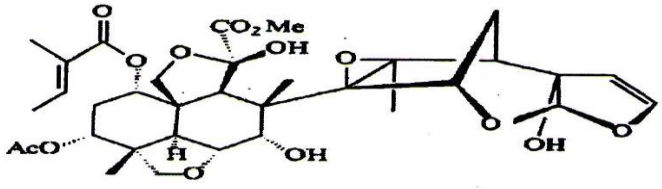
3-) بروسيرانولايد Proceranolide: هذا المركب تم عزله من بذور نبات *Khaya ivorensis* التي اظهرت تأثيرا مانعاً لتغذية الحشرات وتركيبه الكيميائي:



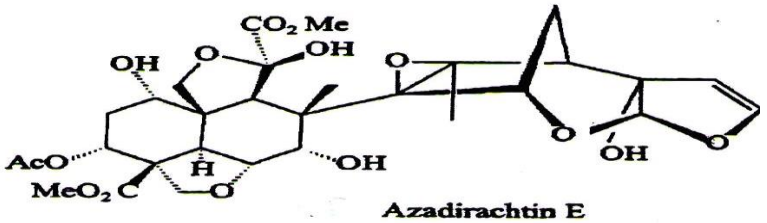
Proceranolide

خامساً) مركبات الميلياسين Meliacins:- هذه المركبات سميت بالميلياسين نسبة الى عائلة Meliaceae التي تضم انواعاً عديدة وجدت فيها هذه المركبات ومنها شجرة النيم *Melia azaderach* وشخصت مادة الازادراختين على انها المادة الفعالة حيوياً بعد استخلاصها من بذور النيم ان التقييم الحيوي المختبري اظهر وجود اكثر من تأثير حيوي لمادة الازادراختين حيث أظهرت سمية جيدة لما يقرب من 400

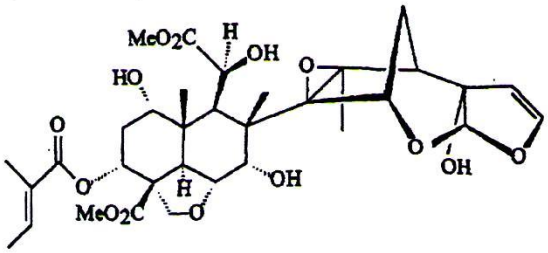
نوع حشري، فضلاً عن عملها كمانعات تغذية ومثبطات نمو حشرية، هذا التنوع في التأثير اكد للباحثين وجود اكثر من مركب مرافق للازادراختين، ومع تطور عمليات الاستخلاص والتشخيص تم عزل 11 مركب قريبة الشبه بالازادراختين اطلق عليها Azadiractlin A وB وC وD وE وF وG وH وI وK و L، وفضلاً عن مركبين اخرين هما الـ Vepaol والـ Isovepaol، كما اشارت الدراسات ان مستخلص بذور النيم اكثر فعالية من الازادراختين النقي، مما يشير ايضا الى ان الازادراختين ليس هو المادة الفعالة حيوياً الوحيدة في المستخلص. دراسات لاحقة اظهرت ان لمركبات الازادراختين D وE وF وG وH وI فضلاً عن Vepaol والـ Isovepaol تأثيراً مانعاً لتغذية الحشرات وتركيبهم الكيميائي:



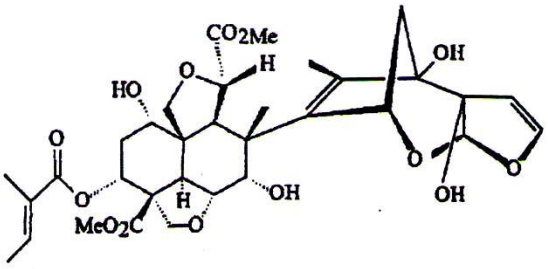
Azadirachtin D



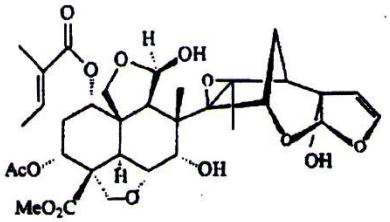
Azadirachtin E



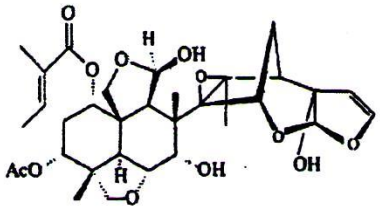
Azadirachtin F



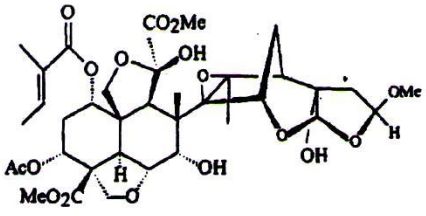
Azadirachtin G



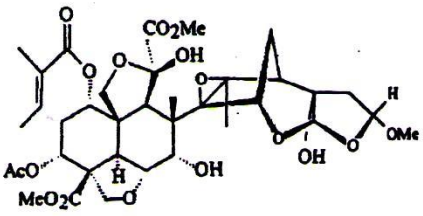
Azadirachtin H



Azadirachtin I



Vepaol



Isovepaol

أن محتوى اشجار النيم من الازادراختين ونسب المواد الفعالة فيه تتباين تبعاً للعديد من العوامل منها. المجين الوراثي Genome للشجرة، الأصل الجغرافي للشجرة، التباين السنوي للعوامل الجوية، نوع التربة، درجة الحرارة والرطوبة ومرحلة نضج البذور اثناء عملية الجني، وسرعة انجاز عملية الاستخلاص هذه العوامل جميعاً يمكن ان تؤثر في نوعية وفاعلية الازادراختين فضلاً عن دورها في تحديد نوعية التأثير الذي يمكن ان يحدثه الازادراختين في الحشرة.

ان ما تم الاشارة اليه من مركبات مانعة للتغذية هي غيض من فيض كبير من المركبات الكيموحيوية التي تمكن الباحثون في دول العالم المختلفة من عزلها وتشخيصها والتي لا يتسع المجال لذكرها جميعاً وانما اكتفينا بذكر عدد قليل منها والتي أصبحت في مرحلة متقدمة لتقديمها على المستوى التجاري.

إن كفاءة مانعات التغذية في مكافحة بعض الآفات الحشرية دفع الباحثين الى البحث عن مزيد من المركبات التي تؤدي الى منع تغذية الحشرات وذلك للمميزات الجيدة التي تمتلكها هذه المجموعة من المركبات والتي من اهمها.

1- ليس لها تأثير ضار على الأعداء الحيوية او النحل وذلك لان تأثيرها اختياري.
2- انخفاض سميتها للإنسان والحيوان مقارنة بمبيدات الحشرات.
3- تتميز عن مبيدات الحشرات بانها تمنع تغذية الافة على السطح المعامل فوراً وبالتالي تقلل من مستوى الضرر الذي يلحق بالنبات المعامل.
4- إمكانية خلطها مع بعض مبيدات الحشرات حيث يزيد من الفعل السام للمبيد الكيميائي بالإضافة الى فعلها العاقم على المدى البعيد.
5- أظهرت الدراسات ان الحشرات تبدي مقاومة لفعل مانعات التغذية على فترات اطول بالمقارنة بالمبيدات.

ألية عمل مانعات التغذية Mode of Action of Antifeedents

ان طريقة عمل مانعات التغذية مازال لحد الان غير مؤكد الا ان هناك العديد من النظريات التي تفسر ميكانيكية عمل مانعات التغذية حيث من المعروف ان تغذية الحشرات تتم وفق المراحل الأتية:

1- الاتجاه والانجذاب للمادة الغذائية.

2- عملية القضم.

3- الابتلاع والاستمرار في التغذية.

وقد وجد إن إعطاء الحشرات فرصة الاختيار بين نوعين من الغذاء، احدهما معامل بمادة مانعة للتغذية والاخر غير معامل فإننا نجد ان الحشرات تتجه في البداية لكلا النوعين وباعداد تكاد تكون متساوية ومع بدء المرحلة الثانية اي مرحلة قضم الغذاء يبدأ الاختلاف حيث تتوقف الحشرات عن التغذية على الغذاء المعامل فيما تستمر الحشرات الاخرى بالتغذية على الغذاء غير المعامل. ولتفسير طريقة عمل مانعات التغذية يمكن اعتماد احدى الفرضيات التالية:

1-) حدوث شلل في المعدة Stomach Paralysis:

حيث تقول هذه الفرضية ان سبب توقف الحشرات عن التغذية يعود الى حدوث شلل في المعدة لا تستطيع معه الحشرات الاستمرار في التغذية ولكن هذا غير صحيح بدليل ان اليرقة او الحشرة بعد ان تتذوق المركب في المادة المعاملة تستمر في البحث عن غذاء غير معامل ثم تتغذى عليه بصورة طبيعية.

2-) العمل كمواد مضادة للتمثيل Antimetabolites:

ويقول هذا الاقتراح بان مانعات التغذية تعمل على تثبيط عملية التمثيل الغذائي مما يؤدي الى توقف الحشرة عن التغذية الا انه لم يثبت هذا الاقتراح لحد الأن لان النقص الغذائي لايظهر خلال ثواني.

3-) التأثير على المستقبلات الحسية Effect on Sensory Receptors:

حيث تؤثر مانعات التغذية على المستقبلات الحسية للفم مما يؤدي الى توقف تغذية الحشرة عن طريق تثبيطها لعملية القضم او البلع ولكن وجد ان ازالة بعض هذه المستقبلات من الحشرات ادى الى رفضها للغذاء سواء المعامل منه او غير المعامل لذلك لم يكن بالإمكان اثبات صحة هذا الاقتراح.

إضافة لما سبق فان لمانعات التغذية تأثيرات اخرى منها:

1-) التأثير عل معدل استهلاك الأوكسجين: أظهرت العديد من التجارب ان استخدام مانع التغذية Du-tur ضد العمر اليرقي الرابع والخامس والسادس وطور ماقبل العذراء لدودة ورق القطن ادى الى انخفاض معدل التنفس مقارنة باليرقات غير المعاملة.

2-) التأثير على المحتوى البروتيني: اظهرت التجارب التي اجريت على الحشرات الكاملة لدودة ورق القطن باستخدام مركب Du-tur حدوث انخفاض واضح في المحتوى البروتيني لكل من الاناث والذكور بلغ حوالي 67 % في الاناث و55 % في الذكور وقد ينعكس ذلك على التاثير العام لهذه المركبات على كلا الجنسين.

3-) التأثير على تمثيل الكاربوهيدرات: لوحظ ان معاملة القواقع المائية بمركب Du-tur ينبه عمليات تحلل الكلوكوز Glycolysis الى حامض اللاكتيك كما يخفض محتوى الكلايكوجين ويعمل هذا المركب على تثبيط عمليات الاكسدة الهوائية في دورة كريب Kreb Cycle كما وجد ان هذا المركب يعمل على خفض كمية السكريات المختزلة في يرقات وعذارى ذبابة الفاكهة.

4-) التأثير على مصادر إنتاج الطاقة: أظهرت التجارب ان التأثير الكيميائي الحيوي لمانعات التغذية يرجع بالدرجة الأساس الى قدرة هذه المواد على ايقاف عملية الفسفرة للـ ADP او ما يسمى بـ Oxidative Phosphorylation. حيث توقف تدخل الفسفور غير العضوي في تكوين وحدات الطاقة ATP.

المركبات الكيموحيوية المثبطة لنمو الحشرات

Biochemical Insects Growth Inhibitors:

تمتاز مثبطات نمو الحشرات بتخصصها مما يجعلها امينة الاستعمال على الإنسان واللبائن لاسيما وان دورها لا يتعدى سوى الإخلال بالعمليات الفسيولوجية والكيموحيوية للحشرات والمرتبطة بعملية الانسلاخ وتكوين الكايتين وهي أهداف توجد في مفصليات الارجل والديدان الثعبانية وبعض الكائنات الدقيقة فقط ولاتوجد في اللبائن.

ان البحث عن المركبات الكيموحيوية المثبطة لنمو الحشرات نباتية المصدر بدأت مع اكتشاف العامل الورقي Paper Factor وعن طريق المصادفة من قبل سلاما ووليامز اللذان لاحظا ان البقة الاوربية *Pyrrhocoris apterus* من عائلة Pyrchocoridae التي جلبت من جيكوسلوفاكيا فشلت في التطور بشكل طبيعي في مختبرات علم الحياة لجامعة هارفارد، حيث انها كانت تنمو بانسلاخ حوري اضافي لتكون حورية عمر سادس عملاقة بدلا من ان تتحول الى بالغات ناضجة جنسياً، وقد تم تعقب العنصر الفعال المسؤول عن هذا التأثير الفسيولوجي وذلك من خلال عزل وتشخيص المركبات الموجودة في المناديل الورقية المستعملة في اواني تربية الحشرة وتم التوصل الى ان هذا الورق مصنوع من اشجار التنوب *Abies balsamea*، وقد شخص باورز وجماعته المركب الفعال على انه الجوفابيون Jovabione وقام الباحثون الجيكوسلوفاكيون بعد ذلك بعزل مركب ثاني هو الجوفابيون منزوع الهيدروجين Dehydrojuabione من شجرة التنوب له نفس تأثير هرمون الشباب وان هذا النجاح فتح الابواب واسعة امام الباحثين للبحث عن مركبات كيموحيوية نباتية المصدر تعمل كمثبطات نمو للحشرات، وكانت النتيجة اكتشاف عدد كبير من هذه المركبات وفيما يأتي عرض لبعض المركبات التي يعتقد ان لها مستقبلاً واعداً في عالم مكافحة الافات الحشرية.

اولاً) ستيرويدات الانسلاخ النباتية :Pytoecdysteriods

هي مجموعة من المركبات الكيميائية التي يشبه تركيبها الكيميائي تركيب هرمون الانسلاخ وجدت في العديد من النباتات وخاصة في السرخسيات Ferns واشجار الطقسوس Yews من الصنوبريات.وقد تم عزل اول ستيرويد انسلاخ نباتي Phytocedysteriods ponasterne A من نبات اسمه العلمي *Podacarpus nakaii*، تلا ذلك اكتشاف اكثر من مركب من ستيرويدات الانسلاخ النباتية والتي اظهرت فاعلية جيدة ضد الحشرات والديدان الثعبانية في العديد من الانواع النباتية المختلفة.

ان مستوى ستيرويدات الانسلاخ في الحشرات بحدود واحد جزء بالمليون وهو اقل مما موجود في النباتات وان من اهم ستيرويدات الانسلاخ الموجودة في النباتات مايأتي:-

1- 20-OH ecdysterone
2- Ponasterone A
3- Polypodine B
4- Ecdysone
5- Ptecosterone

وقد أظهرت الدراسات ان النباتات الحاوية على مستويات عالية من ستيرويدات الانسلاخ تقل عن 100 جزء بالمليون كانت تتجنبها الحشرات ونادراً ما تقوم بزيارتها.هذه المركبات لم يتم تسويقها على المستنوى التجاري وذلك للاسباب الاتية:

1- تعقد نواة الستيرويد Steroid Nucleus
2- ضعف تأثيرها القاتل للحشرات.
3- سرعة تأييضها في الحشرات.
4- للستيرويدات تأثيرات ضارة للإنسان واللبائن.

ثانياً) مشابهات هرمون الصبا النباتية Phyto Juvenil Hormone Mimics

من المعروف ان اول استعمال لهرمون الصبا JH في مكافحة الحشرات تم من قبل Wigglesworth عام 1935. تلا ذلك عزل العديد من هرمونات الصبا في العديد من الانواع الحشرية. تم بعد ذلك عزل العديد من مشابهات هرمون الصبا من العديد من النباتات والتي اظهرت فاعلية جيدة في تثبيط او اعاقة التحول في الحشرات فضلاً عن تاثيرها في عملية الانسلاخ والتكاثر في الحشرات وفيما يلي عرض لاهم مشابهات هرمونات الصبا النباتية:

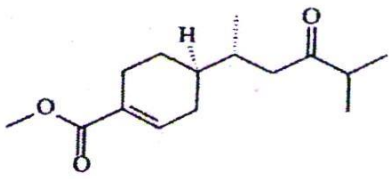
1-) فارنيسول وفارنيسال Farnesol & Farnesal: وتم استخلاصهم من بعض الزيوت النباتية

2-) الجوفابيونات Juvabiones: وهي على عدة انواع Juvabione و Dehydrojuvabione و Juvacimene I و Juvacimene Π حيث تم استخلاص المركبين الاول والثاني من اشجار التنوب *Abies balasma* فيما تم استخلاص Juvacimene I و Π من اشجار الـ *Ocimum basilicum*.

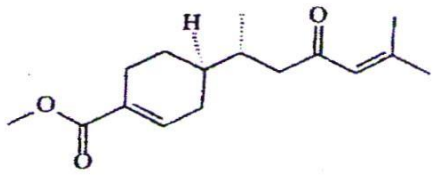
3-) باكوشيول Bakuchiol: مشابه لهرمون الصبا تم استخلاصه من نبات *Psaralea corylifolia*، كما اظهر المركب المشتق منه المسمى Pyropyl bakuchiol Epoxide فاعلية جيدة كمشابه لهرمون الصبا.

إضافة لما سبق فقد أظهرت العديد من المركبات الكيموحيوية نباتية المصدر تاثيراً مشابهاً لهرمون الصبا منها مثلاً: Sesamin و Sesamolin و Sterulic acid و Tagetone و Echnolone و Thujic acid.

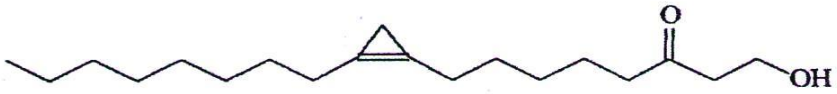
وبالرغم من عدم تسويق هذه المركبات على المستوى التجاري لحد الان، الا انها استعملت كنموذج لتطوير العديد من مشابهات هرمون الصبا الصناعية مثل Methoprene و Kinoprene و Hydroprene وغيرها.



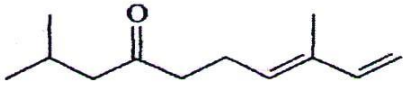
Juvabione



Dehydrojuvabione

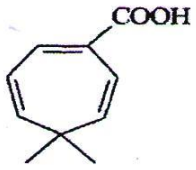


Sterculic acid

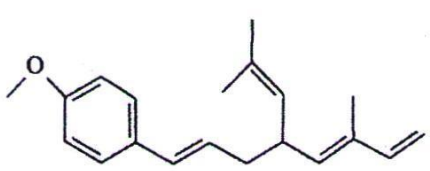


Tagetone

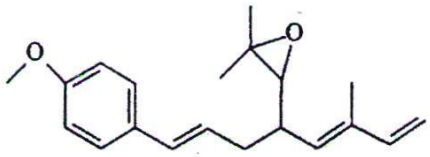
Echinolone



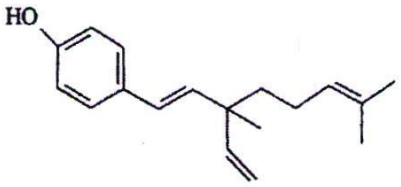
Thujic acid



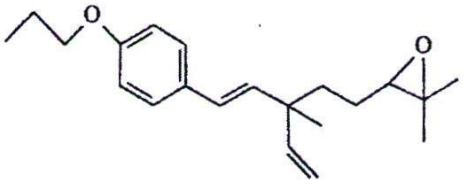
Juvocimene I



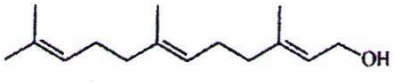
Juvocimene II



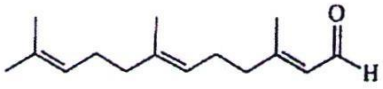
Bakuchiol



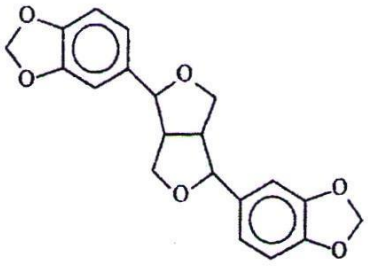
Propyl bakuchiol epoxide



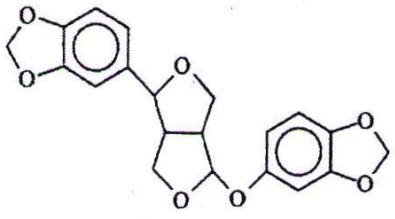
Farnesol



Farnesal



Sesamin



Sesamolin

ثالثاً) مضادات هرمون الصبا النباتية Phyto JHs Antagonists

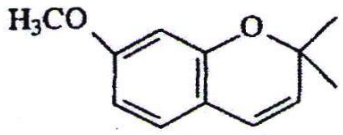
ان وجود مشابهات هرمون الصبا Juvoneids في الملكة النباتية دفع الباحث Bawers الى البحث عن مركبات مضادة لهرمون الصبا JH Antagonists وذلك على اساس انه مادام هرمون الصبا هو هرمون ضروري

في المراحل الأولى لنمو الحشرات فان اي مركب يثبط عملية افراز هذا الهرمون سيكون اداة مهمة لمكافحة الحشرات، وقد تمكن بورز Bowers وجماعته عام 1979 من عزل مركبات الكرومينات Chromenes من المستخلص الاسيتوني لنبات الزينة *Ageratum boustonianum* وقد لوحظ ان هذه المركبات ادت الى النمو المبكر للحشرات Percocious development وعلى هذا الاساس سميت الـ Precocenes، ومن اهم مضادات هرمون الصبا:-

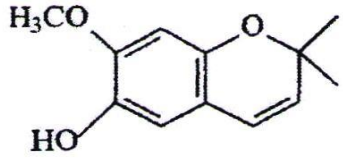
1- بريكوسين I Precocene I

2- بريكوسين II Precocene II

هذان المركبان تم عزلهما لاحقا من نبات الـ *Ageratum conyzoides* من العائلة المركبة، وتركيبها الكيميائي:



. Precocene I



. Precocene II

و تتمثل الية عمل الـ Precocens بمهاجمتها للاجسام الجناحية Corpora allata في اليرقات حيث تعمل كوسط Substrate لانزيمات الاكسدة وخاصة للسايتوكروم P450 المرتبط بانتاج هرمون الصبا في الاجسام الجناحية وتثبيط عملها.

رابعاً) الاحماض الامينية غير البروتينية Non- Protein Amino Acids

وتسمى ايضاً Imino acid نباتية الاصل، حيث اظهرت العديد من هذه الاحماض تأثيراً مثبطاً لنمو الحشرات ومن اهم هذه الاحماض ما يأتي:

1-) ميموسين Mimosine:- حامض اميني نباتي المصدر مثبط نمو لحشرة خنفساء الطحين الصدئية *Tribolium castaneum* ومنع تصنيع الانزيمات.

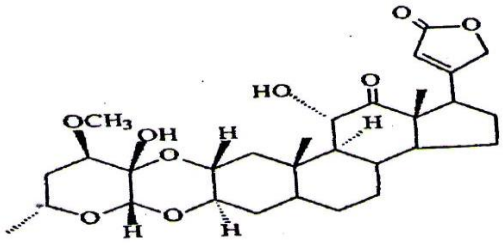
2-) كانافينين Canavinine:- حامض اميني نباتي ذو فاعلية جيدة كمثبط لنمو الحشرات.

خامساً) الكلايكوسيدات الكاردينولية Cardenolide Clycosides:

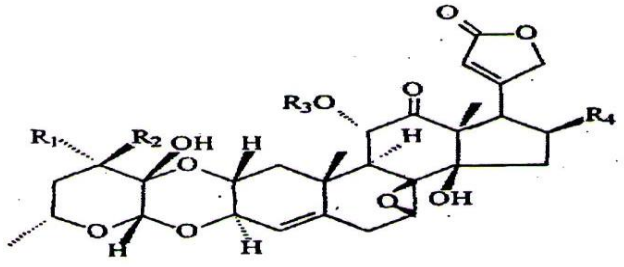
أظهرت دراسات التقييم الحيوي ان مستخلصات الميثانول Methanol لقلف سيقان اشجار *Anadendron affine* أدت الى تثبيط نمو يرقات فراشة الحرير *Bombyx mori* وقد تم عزل ثلاثة مركبات فعالة هي عبارة عن كلايكوسيدات كاردينولية من مستخلص القلف وقد تم تشخيصها كما يأتي:-

1-) افينوسايد (E) Affinosidc- E:- واسمه الكيميائي وتركيبه:

4,5-dehydro-12 – oxo –affinoside



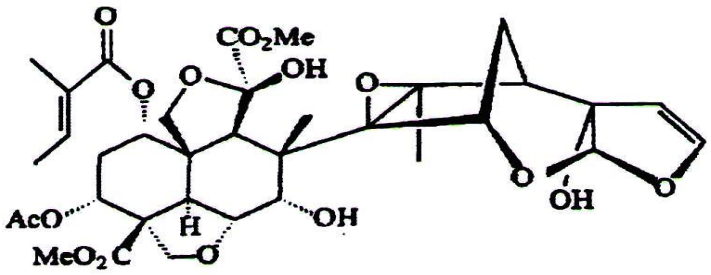
2-) افينوسايد B و M: Affinosidc B and M وتركيبه الكيميائي



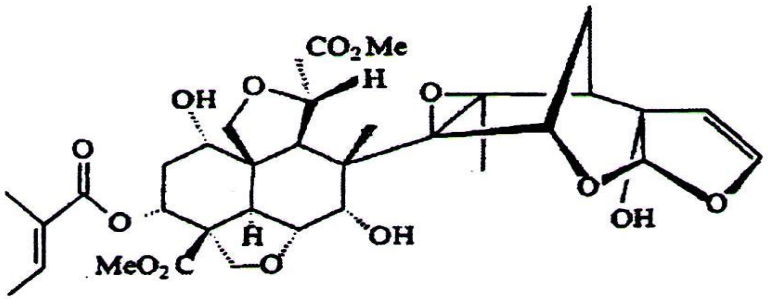
$R_1 = R_3 = R_4 = H$, $R_2 = OCH_3$

سادساً) الميلياسنات Meliacines

تطلق على مجموعة المركبات الكيموحيوية المستخلصة من نبات عائلة Meliaceae وفي مقدمة هذه المركبات تلك المستخلصة من بذور اشجار النيم والتي لاحظنا تنوع تاثير مادة الازادراختين فيها مابين تاثير قاتل ومانع للتغذية ومثبط للنمو، وقد اظهرت الدراسات الحديثة ان هناك العديد من المركبات المشابهة او المشتقة من الازادراختين والتي اظهرت تاثيرا أكثر تخصصاً من الازادراختين الخام وقد وجد فعلا ان الـ Azadirachtin A والـ Azadirachtin B قد اظهرا تأثيراً مثبطا لنمو الحشرات وتركيبهما الكيميائي:-



Azadirachtin A



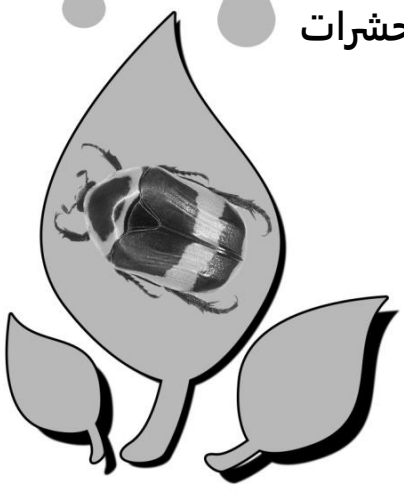
Azadirachtin B

المركبات الكيموحيوية العاقمة Sterilant Biochemical Compounds

لايوجد لحد الان مركب كيموحيوي نباتي المصدر يحدث العقم في ذكور واناث الحشرات، الا ان العديد من المواد الطاردة والمانعة للتغذية والمثبطة لنمو الحشرات والتي سبق الاشارة اليها في هذا الفصل عملت على خفض انتاجية الحشرات نتيجة عدم التغذية وبشكل غير مباشر ومنها مركبات الازادراختين.

الفصل الرابع
مبيدات الحشرات الكيموحيوية
مايكروبية المصدر

- المقدمة
- مبيدات الحشرات الكيموحيوية مايكروبية المصدر التجارية
- الافيرمكتينات
- الاسيينوسات
- ملبي مايسين
- بولي ناكتين
- مبيدات الحشرات الكيموحيوية مايكروبية المصدر غير التجارية
- مضادات الحشرات الكيموحيوية بكتيرية المصدر
- مضادات الحشرات الكيميوحيوية فطرية المصدر
- البروتينات المايكروبية المضادة للحشرات
- المضادات الحيوية العامة



المقدمة:

ان ظهـور هـذه المجموعـة مـن المبيـدات بـدأت مـع اسـتخدام بكتريـا *Bacillus thuringiensis* فـي المكافحـة المايكروبيـة للحشرات، ومحاولـة معرفـة ميكانيكيـة التاثير السام لهذه البكتريا فـي الحشرات، حيث أظهرت الدراسات ان هذه البكتريا تنتج موادً اخرى سامة إضـافة الـى الأجسام البلوريـة وان هذه المواد السامة تتكون بصورة منفصلة عن البلورة البروتينية وانزيم Lethieinase الذي تفرزه تلك البكتريا وعند حقن الحشرات بها فانها تموت في الحال. هذه النتائج شجعت العاملين فـي مجـال المبيـدات الـى البحـث عـن منتجـات بكتريـة او فطريـة ذات تـأثير سـام للحشـرات والاكاروسـات وأدت عمليـة البحـث الـى ظهـور المبيـدات الكيموحيويـة مايكروبيـة المصـدر ومـن اهـم هـذه المبيـدات التـي اصـبحت فـي متنـاول المـزارعين والعاملين في مجال مكافحة الافات الحشرية والأكاروسية مايأتي:

- **مجموعة مبيدات الحشرات الكيموحيوية مايكروبية المصدر التجارية:**

وتضم تلك المركبات التي تم إنتاجها من المايكروبات وتجهيزها وتسويقها على المستوى التجاري وهي كما يأتي:

اولاً) الافيرمكتينات Avermectins:

وهـي مجموعـة جديدة من المركبات التـي امكن عزلها من التخمرات التـي أحـــدثتها احـــد أنـــواع البكتريـــا الموجـــودة بالتربـــة والتـــي تســـمى *Streptomycis avermtlis* وان هذه المركبات تضم ثمانية مشابهات وجميعها لها صفة طرد لديدان الأمعاء بالإضافة الـى فاعليتها كمبيدات حشرات، ومن الناحية الكيميائية فهي مركبات حلقية خماسية تتبع مجموعة اللاكتونات، وقد أمكن فصل وتنقية الجزء الفعال من مستخلص تلك البكتريا باستخدام المذيبات العضوية ومن ثم اجراء عمليات التنقية بهدف تجهيزه للحقن في جهاز الكروماتوغرافي عالي الاداء (HPLC) والذي تم من نتائجه الاستدلال على مدى تقارب المجاميع الكيميائية

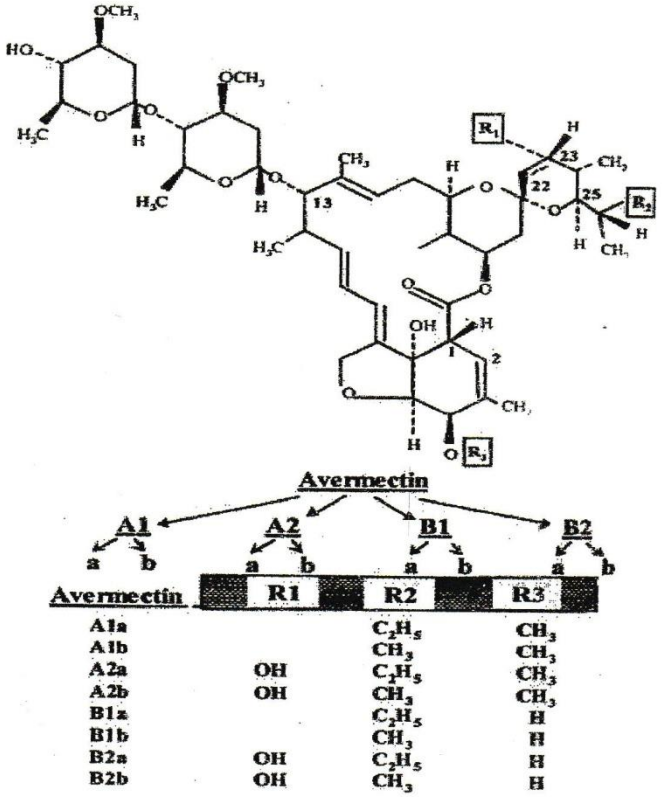
المكونة لذلك المستخلص وعموماً فقد تم اطلاق اسم الافيرميكتينات على تلك المركبات التي تم عزلها من المستخلص على أساس اسم مزرعة البكترية *Streptomycis avermitilis* والتي أنتجت تلك المركبات، اما فيما يتعلق بالتركيب الكيميائي لهذه المجموعة من المركبات، فقد اتضح انها مركبات حلقية كبيرة ومتفرعة وتتبع مجموعة اللاكتونات المحتوية على اماكن عديدة للاستبدال والذي من خلاله تتكون المشتقات المختلفة للافيرميكتينات الناتجة عن الاستبدالات المختلفة على تركيبها الأساس، لذلك فان هذه المجموعة بما تحويه من مشتقات امكن تقسيمها الى اربعة وحدات كبيرة وثمانية وحدات اصغر والتي تم تقسيمها بأسلوب مبسط حيث يتضح من التركيب الكيميائي للافيرميكتينات وجود عدد من حلقات اللاكتون المتصلة ببعضها في نظام ملتوي والتي من خلالها يلاحظ ان مجاميع الميثوكسي ترتبط بالحلقات في الوضع (cis) إضافة الى ذلك فان الافيرميكتين يحتوي على وحدتين متماثلتين من السكر α-L- oleandrose واللتان ترتبطان ببقية التركيب الكيميائي للجزيء من خلال ذرة الكاربون رقم 13.

ومن أهم المنتجات التجارية للافرميكتينات المتوفرة في العراق ما يلي:-

1-) المبيد ابامكتين Abamectin:

مبيد حشرات واكاروسات مادته الفعالة قليلة الذوبان في الماء ولكنها تذوب بدرجات متباينة في المذيبات العضوية وهي حساسة للحوامض والمواد القلوية القوية، وتتحلل بفعل الاشعة فوق البنفسجية. الجرعة النصفية القاتلة للجرذان عن طريق الفم 300 ملغم / كغم من وزن الجسم. المستحضر التجاري للمبيد مجهز بشكل مركز قابل للاستحلاب يحتوي على 1.8% مادة فعالة. في العراق استخدم هذا المبيد بنجاح في مكافحة حفار اوراق الحمضيات والذبابة البيضاء على الباذنجان وحفار الاوراق على الطماطة والحلم على الحمضيات والحلم الاحمر الكاذب على العنب والحلم الاريوفي على الباذنجان والحلم الاحمر ذو البقعتين على الطماطة ويستخدم بمعدل 0.25-0.5 مل/لتر. ويباع تجارياً تحت اسماء مختلفة منها Abamectin

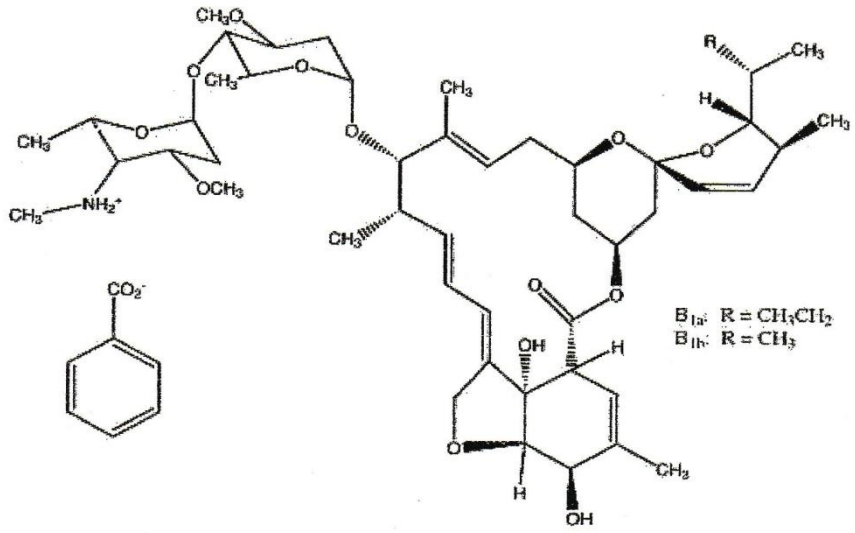
وAffirm وAvermectin وAvid وDynamec وMedamec وVapcomic وVertimec وZephyr.



Where R_1 is absent، the double bond (=) is present sugars are α-L-oleandrose

2-) المبيد ايمامكتين بنزويت Emamectin Benzoate:

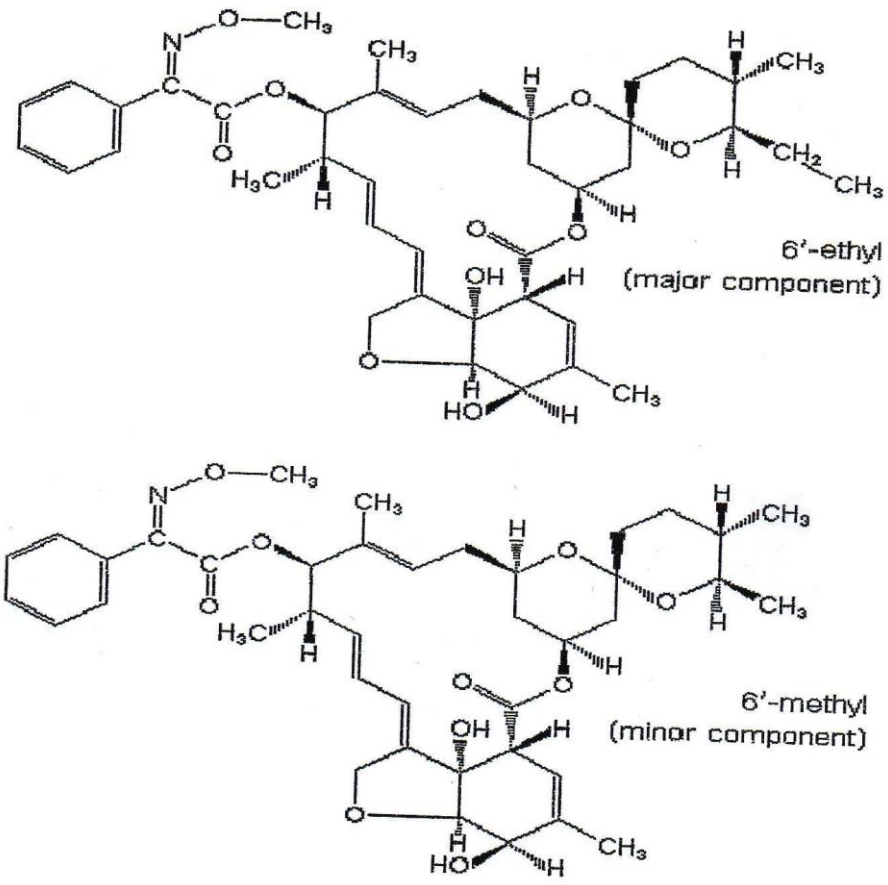
يباع هذا المبيد تجارياً تحت اسم Proclaim مادته الفعالة هي Avermectin مع Benzoate لتزيد من قابليته للذوبان في الماء وبذلك أصبح للمبيد القدرة على النفاذ والانتقال داخل النبات على العكس من مبيد الابامكتين الذي لا يمتلك صفة الجهازية هذا المبيد اظهر فاعلية جيدة، وهو يحتوي على 1.9% مادة فعالة ويستخدم بمعدل 0.75 مل/لتر، اسمه وتركيبه الكيميائي:-



4-epi-methylamino-4-deoxyavermecrin B1 benzoate (a mixture of minimum of 90% 4-methylamino-4-deoxyavermectin B_{1a} and a maximum of 10% 4-epimethlyamino-4-deoxyavermectin B_{1b} benzoate

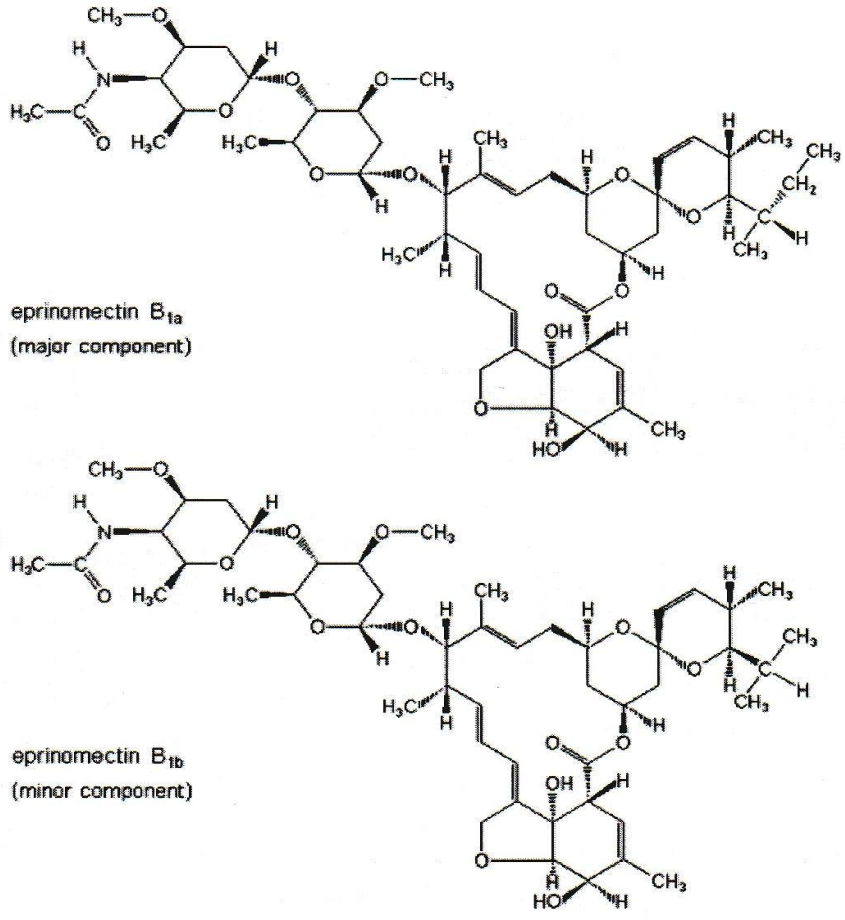
3- **المبيد ليبمكتين Lepimectin**: مبيد حشرات حديث استخدم بنجاح لمكافحة العديد من الحشرات، من إنتاج شركه Sankyo Agro.Co اسمه الكيميائي وتركيبه:

C41H53NO10 (6-ethyl) and C40H61NO10(6- methyl) Mixture: (6R, 13R, 25R) -5-O-demethyl -28-deoxy – 6,28 epoxy – 13-[(Z)-[(Methoxyimino) phenylacetyl] -25- methylmilbemycin B& (6R, 13R,25R) -5-O-demethyl – 28- deoxy – 6,28-epoxy -25-ethyl-13 - [(Z) - [(methoxyimino) phenylactyacetyl] milbemycin B CAS)



4- المبيد ايبرينومكتين Eprinomectin:

من المبيدات الفعالة جداً استعمل بنجاح في مكافحة مدى واسع من الطفيليات الداخلية والخارجية على حيوانات المزرعة مثل الديدان الشريطية والكبدية وحلم الجرب والقمل ويمتاز بانخفاض متبقياته وسميته للبائن، وينتمي هذا المبيد الى مجموعة الافيرمكتينات Avermectin ويتوفر في العيادات البيطرية بشكل امبولات حقن، هذا المبيد هو مزيج من Eprinomectin B1a + Eprinomectin B 1b وتركيبها:



الفاعلية الحيوية للافيرمكتينات Avermectin Bioactivity

أظهرت نتائج الدراسات المختبرية والحقلية ان للافيرميكتينات قدرة عالية على ان تكون وسيلة فعالة لمكافحة الآفات الحشرية والاكاروسية، فضلاً عن فاعليتها في مكافحة الديدان الثعبانية وخاصة نيماتودا تعقد الجذور، إن الفاعلية الحيوية للافيرمكتينات ترجع اساساً الى المشابه افيرميكتين (B_1) والذي اشارت نتائج الأبحاث الى كفاءته العالية كمبيد بالملامسة حيث أظهرت أن قيم التركيز القاتلة لـ 90% (LC_{90}) على العديد من انواع الحلم نباتي التغذية قد تراوحت ما بين 0.02 الى 0.24 جزء في المليون مما يشير الى مقدار الفاعلية الكبيرة لهذه المركبات دون سائر المبيدات الأخرى التقليدية الخاصة بمكافحة الاكاروسات، كما وجد ايضاً ان

للافيرميكتين (B1) فاعلية كبيرة ضد العديد من الآفات الحشرية وذلك من خلال الدراسات الخاصة بتقدير وتقييم المتبقيات من هذا المركب على الاوراق حيث كانت قيم التراكيز المميتة لـ (90%) (LC_{90}) تتراوح مابين 0.02-6 جزء بالمليون، وبناءاً على ذلك فقد أمكن استخدامه على المستوى التجاري بشكل مستحضرات تحتوي على خليط من 80% من الافيرميكتين (B_{1a}) و20% من الافيرميكتين (B_{1b}).

التأثيرات السمية للأفيرمكتينات Avermectins Toxicity

للافيرمكتينات العديد من التاثيرات السامة والتي يمكن إدراجها فيما يلي:-

1-) السمية الحادة Acute Toxicity: اظهرت العديد من الدراسات ان الافيرميكتينات قليلة السمية على اللبائن، الا ان مستحضراتها الموجودة على هيئة مركزات قابلة للاستحلاب قد تسبب تهيجات من الدرجة المتوسطة في العين والجلد،وعن اعراض التسمم الحاد التي تمت ملاحظتها على حيوانات التجارب كانت متمثلة باتساع حدقه العين وحدوث تقيء مع تقلصات وتشنجات يعقبها حدوث غيبوبة وذلك عند الجرعات العالية حيث تتمكن من النفاذ والمرور عبر حاجر الدم الدماغ Blood Brain Barrier من جهة أخرى فان هذه المركبات غير قابلة للامتصاص من خلال الجلد (فقط اقل من 1% هي التي تنفذ من الجلد) ومع ذلك فان هذه المركبات لا تسبب حساسية للجلد. وقد قدرت الجرعة الحادة المميتة النصفية لفئران التجارب عن طريق الفم (Acute Oral LD_{50}) بحوالي 11ملغم /كغم من وزن الجسم على اساس المادة الفعالة.اما بالنسبة لسمية المستحضرات التجارية فقد تبين ان المنتج التجاري Affirm والمحتوي على 0.11% مادة فعالة والمجهز على هيئة طعم لمكافحة نملة النار كانت سميته على الفئران عن طريق الفم قد تجاوزت 5000 ملغم/كغم، اما المستحضر القابل للاستحلاب والمحتوي على 1.8% مادة فعالة فقد وصلت سميته الحادة على الفئران الى 300ملغم/كغم عن طريق الفم.

2-) السمية المزمنة Chronic Toxicity: أشارت نتائج دراسات السمية المزمنة للافيرميكتينات والتي تم اجراؤها على الكلاب لمدة عام والفئران لمدة عامين الى ان الجرعة 0.25 ملغم /كغم/ يوم لم تحدث اي تأثير ملحوظ، بالإضافة الى عدم وجود اي تغييرات على الأنسجة العصبية والعضلية عند المعاملة بهذه الجرعة كذلك لم تثبت الدراسات الى ما يشير الى ان الافيرميكتينات تسبب التشوهات او الطفرات او الاورام السرطانية.

آلية التأثير السام للافيرميكتينات

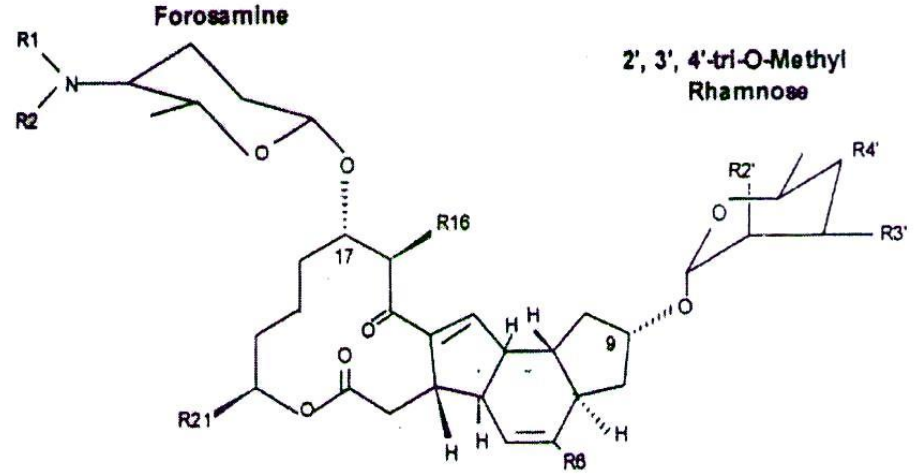
Mechanism of Toxic Effect of Avermectines

أشارت العديد من الدراسات الى ان الافيرميكتينات (B1) يعمل على ازالة المرحلة الوسطية الخاصة بدور الحامض Gama- Amino Butyric (GABA) Acid والتي تعمل على تثبيط الجهد العصبي في منطقة الاشتباك العصبي، هذا بالإضافة الى انه يعمل على اثارة منطقة ما بعد الاشتباك العصبي عند مكان اتصال الأعصاب بالعضلات Neuromuscular Junctions في جراد البحر. وهكذا يتضح ان الافيرميكتينات تؤدي فعلها كمبيدات للآفات من خلال تثبيطها لعمليات توصيل الإشارات العصبية عند مناطق اتصال الأعصاب في مفصليات الأرجل ولكن من جهة اخرى فقد لوحظ ان ليس للافيرميكتينات اية تأثيرات على الجهاز العصبي الكوليني.

ثانياً-) الاسبينوسات Spinosyns:-

تم اكتشاف هذه المجموعة من المركبات من قبل شركة Lilly من خلال برنامجها الهادف الى ايجاد منتجات طبيعة جديدة لاستخدامها في مجال صناعة العقاقير وانتاج المركبات الحيوية في مجال الزراعة حيث تم تجميع عينات من التربة من جميع انحاء العالم وتم تخمير هذه العينات وبعدها تمت عمليات الغربلة لنواتج هذه التخمرات بإتباع انظمة التقييم الحيوي حيث استخدمت يرقات البعوض ككائن

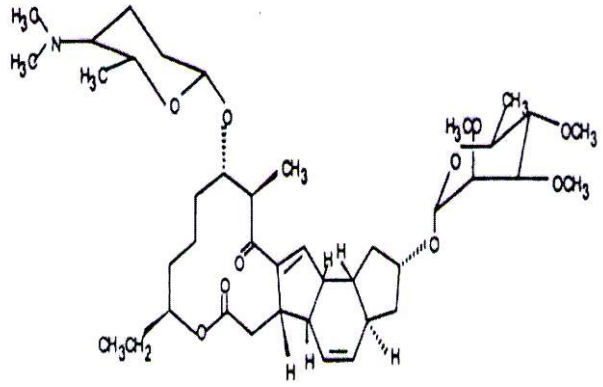
اختبار واثناء عمليات الغربلة لنواتج ومستخلصات التخمرات لإحدى عينات التربة التي كانت تأخذ الرمز A83543 والتي تم جمعها عام 1982 من احدى جزر الكاريبي حيث وجد ان المواد المستخلصة من نواتج تخمر هذه العينة كان لها نشاط ابادي في يرقات البعوض والاكثر اهمية من ذلك هو اكتشاف ان تلك المستخلصات كانت فعالة على الدودة القارضة *Spodoptera eridania* وبناءاً على ذلك فقد امكن عزل وتعريف الكائن الدقيق واتضح انه يتبع مجموعة الـActinomycetes والذي ينتمي الى الجنس *Saccharopolyspora* spp وبعدها أمكن تعريف النوع *S. spinosa* واتضح بعدها ان هذا الكائن ينتج نوع من المنتجات الجديدة التابعة لعائلة الماكروليدات Macrolides والتي اطلق عليها اسم الاسبينوسات وهي عبارة عن تركيب حلقي مكون من 12 جزءاً عطرياً كجزء من النظام الحلقي الرباعي النادر حيث من خلاله يتم التصاق نوعين مختلفين من السكريات، الاول هو سكر اميني Forosamine والثاني هو سكر متعادل (2,-3,-4,- tri – O- methylrhamnose) وهذا يثبت ان الاسبينوسينات عبارة عن مجموعة منفصلة عن المركبات العطرية الاخرى مثل Erythromycin A والتي تتكون من 14 حلقة عطرية والتي لا تحتوي على السكريات.



Tetracyclic Ring

من اهم المبيدات النابعة لهذه المجموعة والتي استخدمت في العراق:

1-) مبيد سبينوساد Spinosad: الذي عرف في العراق بالأسم التجاري Tracer واستخدم بنجاح لمكافحة حفارات الاوراق ودودة ثمار الطماطة فضلاً عن مكافحة العديد من يرقات حرشفية الأجنحة ويتركب من Spinosyn A و Spinosyn D اسمه وتركيبه الكيميائي:



Spinosyn A

Spinosyn A

2-((6-deoxy-2,3,4-tri-o-methyl-alpha-L-mannopyranosyl)oxy)-13-((5-dimethyiamino)tetrahydro-6-methyl-II-pyran-2-yl)oxy)-9-ethyl-2,3,3a,5a,5b,6,9,10,11,12,13,14,16a,16b-tetra-decahydro-14-methyl-IIIas-indaceno(3,2-d) oxacyelododecin-7,15,dione.

Spinosyn D

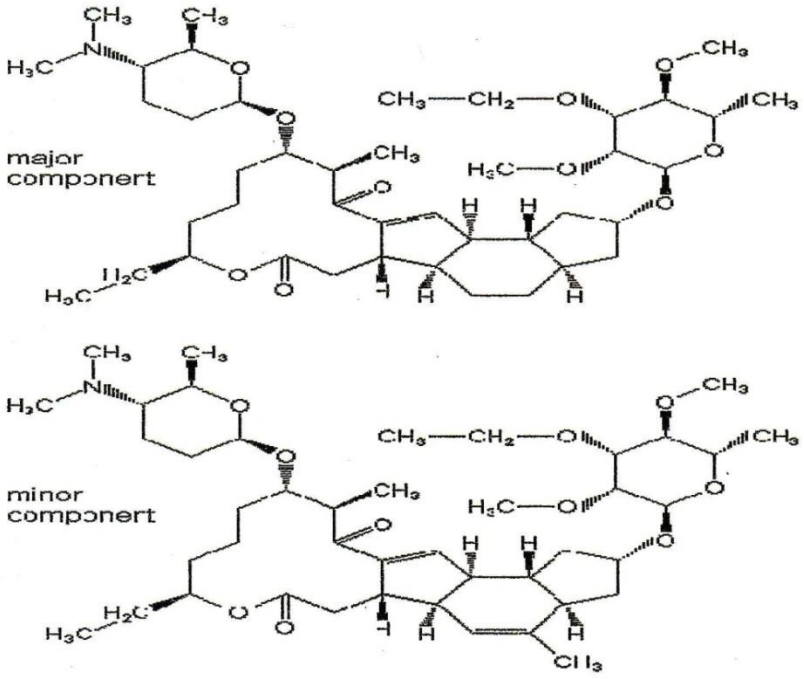
2-((6-deoxy-2,3,4-tri-o-methyl-alpha-L-mannopyranosyl)oxy)-13-((5-(dimethyiamino)tetrahydro-6-methyl-2II-pyran-2-yl)oxy)-9-ethyl-2,3,3a,5a,5b,6,9,10,11,12,13,14,16a,16b-tetradecahydro-4,14-dimethyl-1IIas-indaceno(3,2-d) oxacyelododecin-7,15-dione.

كما وجد ان الـ Spinosad اقل سمية من المبيد Cypermethin على حشرات نحل العسل وطفيل الذبابة البيضاء كما تبين انه غير سام للحشرات النافعة التابعة لرتب نصفية وغمدية وشبكية الأجنحة وعليه فان الاختيارية الكبيرة للـ Spinosad للتميز بين الآفات الحشرية والحشرات النافعة يجعله من المبيدات

المفضلة في برامج المكافحة المتكاملة. فضلاً عن ذلك فقد أظهرت دراسات السمية انه ذو سمية منخفضة للثدييات.

2-) سبينتورام Spinetorm:- مبيد ظهر حديثاً واظهر فاعلية جيدة في مكافحة العثة الغجرية، كما استخدم بنجاح في مكافحة ناخرات الاوراق على الخضراوات. وتركيبه الكيميائي:-

$C_{42}H_{69}NO_{10}+C_{43}H_{69}NO_{10}$



ألية التأثير السام للاسبينوسات

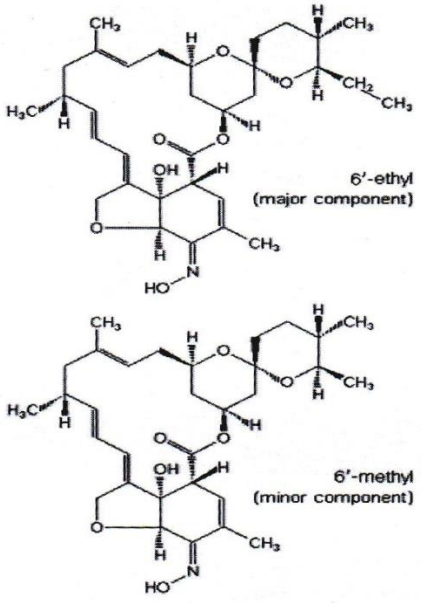
Machanism of Toxic Effect of Spinosyns

اظهرت الدراسات الكهروفسيولوجية ان Spinosyn A يعمل على الجهاز العصبي المركزي للحشرات مسبباً زيادة في نشاطه الذاتي مما يؤدي الى انقباضات عضلية لا ارادية وارتعاشات ان ذلك التزايد في الاثارة العصبية يكون راجعاً الى

الاطالة في استجابة مستقبلات الاستيل كولين نتيجة ثبات درجة نشاط مستقبلات الاستيل كولين النيكوتينية، إضافة الى ذلك فان الاسبينوسينات يمكنها احداث تغييرات في وظيفة جزيئات Gama-amino Butyric Acid التي تتحكم في قنوات الكلورايد وعلى اية حال، فهناك علاقة اكيدة ما بين طبيعة التركيب الكيميائي والفاعلية البيولوجية لمشابهات او مشتقات الاسبينوسينات، فقد لوحظ ان اية تغييرات طفيفه في تركيب هذه المواد يؤدي الى حدوث تغييرات في فاعليتها تجاه بعض الافات.

ثالثاً) ملبي مايسين Milbemycin

مبيد عناكب وحشرات تم انتاجه من تخمير بكتريا التربة من مجموعة Actinomycetes المسماة *Sterptomycis hygroscopicus* Subp. Aureolacrimosus. استعمل بنجاح لمكافحة الاكاروسات على اشجار الحمضيات، كما استعمل لمكافحة الحشرات على العديد من محاصيل الخضر والفاكهة، وتركيبه الكيميائي:



يتوفر هذا المبيد تجارياً بشكل مركز قابل للاستحلاب تحت الأسماء التجارية Milbemectin وMilbeknock و Moxidectin.

ويستعمل في الحقل بمعدل 5.6 – 28 غم مادة فعالة/هكتار ويمكن زيادة فاعلية المبيد عن طريق إضافة الزيوت البرافينية الى خزان الرش. المبيد غير جهازي ولكنه قادر على الانتقال بين سطحي الورقة، وهو قابل للخلط مع الكيميائيات المستعملة في مجال وقاية النبات، كما يمتاز بانخفاض سميته للبائن وقد اظهرت دراسات السمية عدم تسبب هذا المبيد في اي حالة سرطان او تشوه او طفرات.

آلية التأثير السام لـ Milbemycin

Milbemycin Toxic Action Mechanism

أظهرت الدراسات الخاصة في هذا المجال، ان الهدف الذي يعمل عليه هذا المبيد في الاكاروسات والحشرات هو مستقبل Gama-aminobutyric acid (GABA)) في الجهاز العصبي المحيطي، حيث يعمل المبيد على تنبيه إطلاق الحامض (GABA). عند نهايات العصب وتشجيع عملية ارتباط الـ (GABA) بمواقع المستقبلات الموجودة في منطقة ما بعد التشابك العصبي Post- synaptic على غشاء مثبط العصب المحرك، ان تشجيع عملية ارتباط الـ GABA هذه تؤدي الى زيادة سريان ايونات الكلور الى داخل الخلية العصبية مما يؤدي الى حدوث استقطاب عالي Hyperpolarization ومنع توصيل الإشارة او الرسالة العصبية مما يودي الى تثبيط عملية نقل الرسائل العصبية.

رابعاً) بولي ناكتين Polynactins:

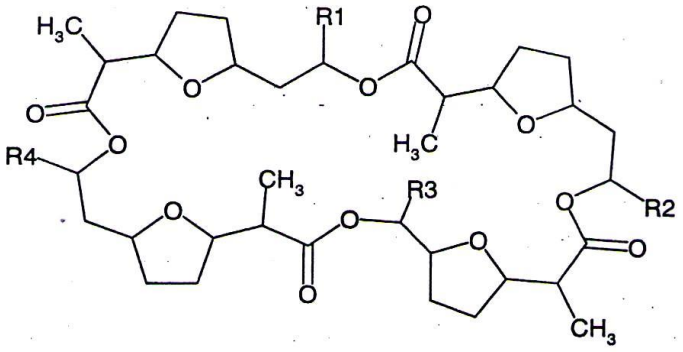
مبيد اكاروسات وحشرات كيموحيوي هو عبارة عن ناتج ايض ثانوي تم عزله من بكتريا *Streptomyces aureus* السلالة s-3466 Strain التابعة لـ Actinomycetes. ويتوفر هذا المبيد حالياً على المستوى التجاري بشكل مركز

قابل للاستحلاب وقد يخلط مع بعض مبيدات الاكاروسات ومن الأسماء التجارية التي عرف بها هذا المبيد هي:

Mitecidin: وهو خليط من Fenabucarb + Polynactins

Mite down: وهو خليط Fenbutatin oxide + Polynactins

وقد أظهرت التجاري الحقلية ان هذا المبيد يكون اكثر فاعلية في الأجواء الرطبة من الجافة وهو فعال في مكافحة الآفات الحشرية والاكاروسية على اشجار الفاكهة ذو سمية منخفضة للبائن وللحشرات النافعة ولكنه سام للأسماك وهو قابل للخلط مع معظم مبيدات الحشرات والاكاروسات العضوية المصنعة وتركيبه الكيميائي:



ألية التأثير السام للـ Polynactins

Polynactins Toxic Action Mechanism

ان زيادة فاعلية هذا المبيد في مكافحة الاكاروسات والحشرات في ظروف الاجواء الرطبة،قاد الباحثين الى الاعتقاد ان الية التأثير السام لهذا المبيد تتم من خلال نضوح الكاتيونات الاساسية مثل ايونات البوتاسيوم من خلال الطبقة الشمعية لاغشية المايتوكوندريا ومنع انتاج الطاقة.

- **مجموعة مبيدات الحشرات الكيموحيوية مايكروبية المصدر غير التجارية:**

إن النجاح الواسع الذي حققته المبيدات التابعة للمجموعة السابقة، دفعت الشركات المنتجة للمبيدات ومراكز البحث العلمي الى البحث عن المزيد من

المركبات التي يمكن عزلها من الكائنات الدقيقة لاستعمالها في مكافحة الحشرات والاكاروسات ومسببات أمراض النبات والذي يساعد في ذلك هو العالم الواسع والغريب للكائنات الدقيقة اولا وتطور الهندسة الوراثية وعلم الحياة الجزيئي وعلم التقنيات الحياتية التي تعد الاساس لتطور هذه المجموعة من المركبات ثانياً.

ان التوسع الكبير في هذا المجال، أدى الى اكتشاف مجموعة كبيرة من المركبات الكيموحيوية المايكروبية ذات التأثير المضاد للحشرات والتي يتوقع ان تحتل مركزاً متميزاً في سوق المبيدات العالمي في السنوات القليلة القادمة بعد انجاز البحوث والدراسات الخاصة بتسجيلها لدى الجهات ذات العلاقة.

ان مبيدات الحشرات الكيموحيوية مايكروبية المصدر، ماهي في الحقيقة الا مضادات حيوية Antibiotics، ويطلق على تلك المؤثرة في الحشرات بمضادات الحشرات Antiinsectan، إذ من المعروف ان المضادات الحيوية هي عبارة عن مواد كيموحيوية تنتجها الكائنات الدقيقة خاصة البكتريا والفطريات ولها القدرة على قتل الكائنات الحية.ان من اهم مميزات المضادات الحيوية ما يأتي:

1-) ذوبانها النسبي في الماء عالي.

2-) للعديد منها خواص جهازية.

3-) تركيبها الكيميائي معقد.

4-) سريعة التحلل بعد الاستعمال.

5-) تنوع ميكانيكية التأثير السام بحسب نوع المضاد الحيوي.

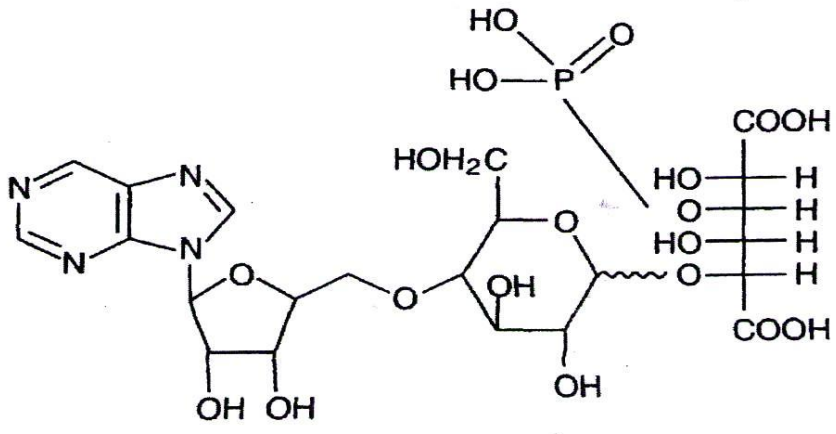
ومن أهم المضادات الحيوية المستعملة في مكافحة الحشرات مايأتي:-

اولاً) مضادات الحشرات الكيموحيوية بكتيرية المصدر

Bacterial Origin Antiinsectan

وهي مجموعة المركبات الكيميوحيوية المنتجة والمستخلصة من بعض انواع البكتريا وتعمل على قتل الحشرات او تثبيط نموها حيث تتوفر اليوم مجموعة كبيرة من هذه المركبات التي تم عزلها وتشخيصها وتحديد تأثيراتها المختلفة في الحشرات وذلك على مستوى البحث والدراسة والتي يتوقع لها مستقبل جيد في مجال مكافحة الافات الحشرية. وسنحاول في مايأتي الاشارة الى اهم هذه المركبات على سبيل المثال وليس الحصر، والتي من اهمها ما يأتي:-

1-) ثورينجنيسين Thuringiensin:- هذا المضاد الحيوي يعرف ايضاً الـ B-exotoxin تنتجه البكتريا *Bacillus thuringiensis* وقد اظهر فاعلية جيدة في مكافحة الاكاروسات والحشرات خاصة تلك التابعة لرتب غمدية الاجنحة وذات الجناحين وغشائية الأجنحة ومتساوية الأجنحة وحرشفية ومستقيمة الأجنحة وقد بلغت قيمة الجرعة النصفية القاتلة LD_{50} عند حقنه في يرقات دودة الشمع 0.5 مايكروليتر /غم من وزن الجسم تركيبه الكيميائي:-



b-Exotoxin

وقد اظهرت الدراسات ان الـ Thuringiensin يحدث تأثيره السام في الحشرات من خلال تأثيره في المرحلة الأخيرة لتصنيع الـ RNA. كما وجد ان المركب المنزوع الفسفور Dephosphorlyated يكون غير سام.

2-) بافيلومايسينز Bafilomycins:

مضاد حيوي تنتجه البكتريا *Streptomyces griseus* وقد وجد ان خلطه مع الغذاء بتركيز 1000 جزء بالمليون اظهر فاعلية جيدة في قتل الحشرات الاتية:

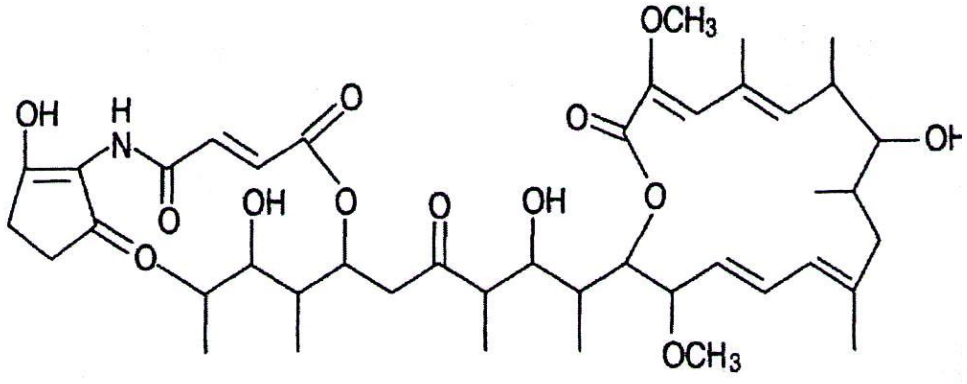
ذبابة البحر المتوسط *Ceratitis capitata*

البقة الحمراء *Dysdercus intermedius*

خنفساء الخردل *Phaedon cochleariae*

العثة ذات الظهر الماسي *Plutella xyllostella*

تركيبه الكيميائي:



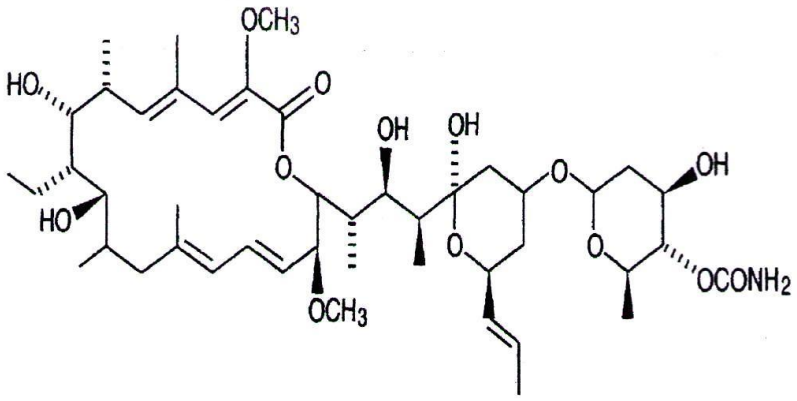
Bafilomycin

دراسات لاحقة اظهرت ان هذا المركب يعمل على منع تكوين حامض البوليك Uric acid في حشرة الدروسوفلا *Drosophila hydei* من خلال تثبيط

انزيم الـ ATP- ase في الفجوات والذي يشترك في تنظيم الايونات في انابيب مالبيجي عند حقنه في جسم الحشرة.

3-) كونكانامايسينز Concanamycins:-

مركبات تنتجها البكتريا *Streptomyces diastatochromoyenes* وقد وجد ان الـA- Concanamycin كان فعالاً ضد العديد من الانواع الحشرية، تركيبه الكيميائي:-

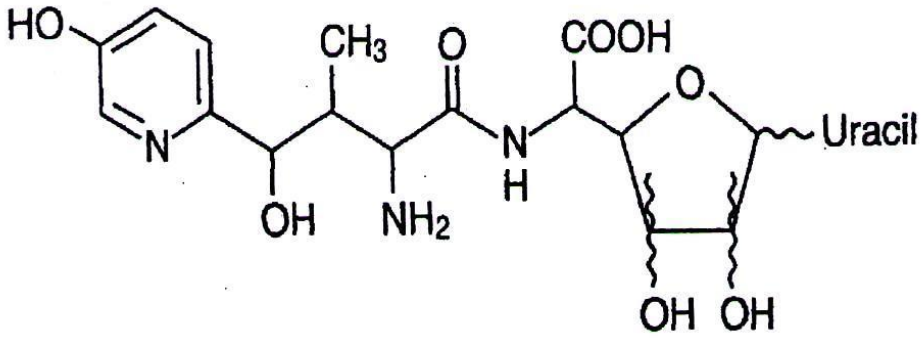


Concanamycin A

ان طريقة تأثير هذا المركب في الحشرات مشابهة لطريقة تأثير الـ Bafilomycins.

4-) نيكومايسنز Nikkomycins:-

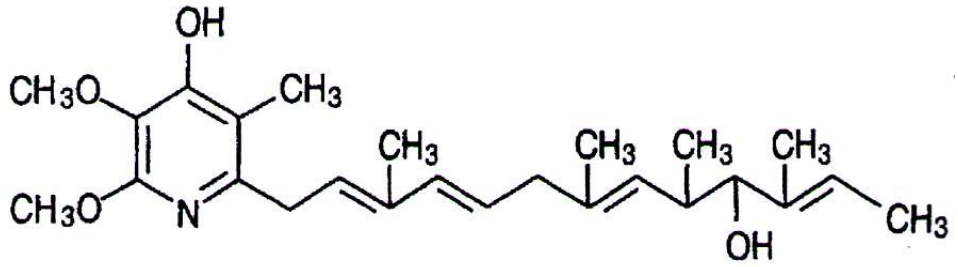
هذا المضاد تنتجه البكتريا *Streptomyces tendae* وقد عرف هذا المركب على انه مثبط قوي لعملية تصنيع الكايتين في حشرة السيركوبيا *Hyalophora cercopia* ولكنه لم يكن موثراً في حشرة الـ *Trichoplusia ni* وتركيبه الكيميائي:-



Nikkomycin

5-) البيريسيدينات Piericidins:-

هـــذه المجموعـــة مـــن المركبـــات تنتجهـــا البكتريـــا *Streptomyces mabaraensis*، وقد اظهرت الدراسات ان هناك نوعين من الـ Piericidin هما B,A وكلاهما ذو سمية جيدة للعديد من الانواع الحشرية، انظر الجدول (4-1).و التركيب الكيميائي للـ Pericidin A.



Piericidin A

ويرجع تأثير البيريسيدينات في الحشرات الى قدرتها على تثبيط عملية نقل الالكترون عن طريق نفس الموقع الذي يرتبط به الروتينون وتثبيطه لعملية التنفس الخلوي.

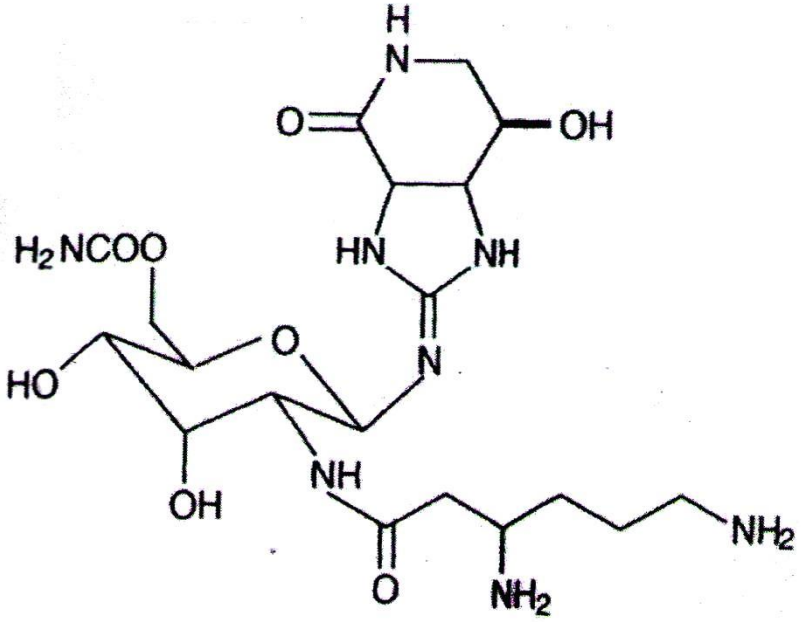
الجدول (4-1):- سمية البريسيدين B,A لبعض انواع الحشرات

نوع الحشرة	التركيز	طريقة المعاملة	% للقتل	
			Piercidin A	Pierciecidin B
Pieris rapae	% 0.2 ppm 24	تغطيس معاملة سطحية	50 06.7	48.3
Bambyx mori	ppm 0.5 ppm 2.04	معاملة سطحية	100 9	-- 88.8
Chilo simplex	64 ppm ppm 24	معاملة سطحية	14.3 56.7	-- 60
Musca domestica	% 0.1 ppm 1	بالملامسة معاملة سطحية	3 5.8	-- 46.3
Blatella germanica	ppm 8	معاملة سطحية	80	30
Myzus persicae	ppm 20	رش	75.8	74.9
Tetranychus urticae	ppm 5	تغطيس	90.2	26

6-) الراسيمومايسينات Racemomycins:-

هذه المضادات الحيوية تنتجها البكتريا *Streptomyces lavendulae* وقد وجد ان فاعلية هذه المضادات ضد الحشرات تزداد مع زيادة الـ lysine – B في المركب كذلك فان غياب حلقة الـ Streptolindine من المركب تقلل كثيراً من سمية المركب للحشرات.وهناك اربعة انواع من الـ

Racemomycin هـي D,C,B,A وان اكثرهـا فاعليـة ضـد الحشـرات هـو الـ (Racemomycin C)، فعند حقن 1000 جزء بالمليون في الذباب فان نسبة الموت بلغت بعد 48 ساعة 30 و50 و80 % لكل من Racemomycin C,B,A على التوالي، وعند اعطائه للصرصر الالماني عن طريق الفم بالتركيز 50 جزء بالمليون، فان نسبة الموت بعد مرور خمسة ايام من المعاملة بلغت 30 و50 و40% لكل من الـ Racemomycin A وB وC على التوالي وتركيبه الكيميائي:-



Racemomycin A

7 -) فالينومايسين Valinomycin:-

مضاد حيوي تنتجه عدة انواع تابعة للجنس Streptomyces هي:

S. fulvissimus الصرصر الأمريكي

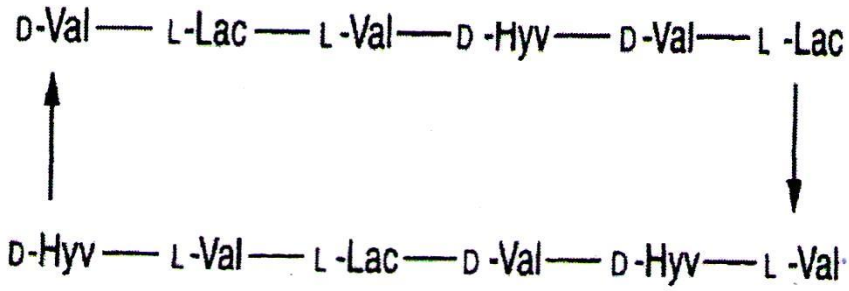
S. raseachromagenes خنفساء اللوبيا المكسيكية

S. griseus Var. flexipertum الحلم العنكبوتي ذو الفلقتين

وقد اختبر تأثير هذا المضاد ضد الذبابة المنزلية وقد بلغت قيم LD50 لذكور واناث الحشرة 0.02 و0.03 مايكروليتر / حشرة على التوالي. وعند تقديم هذا المضاد عن طريق الفم بجرعة مقدارها 2.6 مايكروليتر لكل ذبابة ادت الى موت جميع الحشرات المستخدمة في الاختبار. كما اظهر هذا المضاد فاعلية جيدة ضد الحشرات الاتية:-

Periplaneta americana
Epilachna varivestis
Tetranychus urticae

و التركيب الكيميائي للـ Valinomycin هو:-



Valinomycin

دراسات عديدة اشارت الى ان الـ Valinomycin يؤدي الى عدم انتظام ضربات قلب الصرصر الامريكي. وإنه يعمل كعامل منتخب لايون البوتاسيوم (K+) مسبباً عبور هذا الايون الاغشية الدهنية ويتداخل مع عملية النقل النشط للايونات.

ثانياً) مضادات الحشرات الكيموحيوية فطرية المصدر:

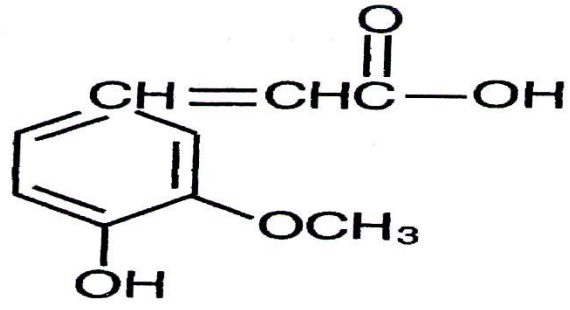
Fungal Origin Antiinsectan

تشكل الفطريات مصدراً لا يقل اهمية عن البكتريا في انتاج مضادات حيوية للحشرات ان لم تتفوق على البكتريا في هذا المجال ولعل من اهم مضادات الحشرات الحيوية فطرية المصدر مايأتي:-

1-) الفينولات Phenolics:-

للعديد من انواع الفطريات القدرة على انتاج المركبات الفينولية المشابهة لتلك التي تنتجها النباتات الراقية،ومن هذه المركبات مايأتي:-

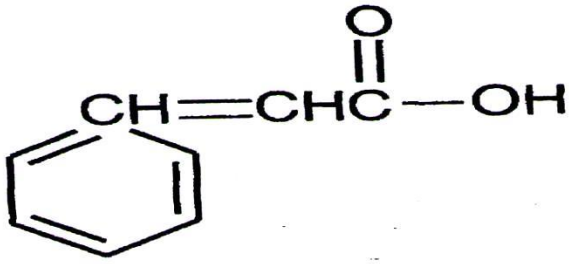
أ-) **حامض فيروليك Ferulic acid:-** تنتجه بعض الانواع التابعة للجنس Rhizoctonia تركيبه الكيميائي:



Ferulic Acid

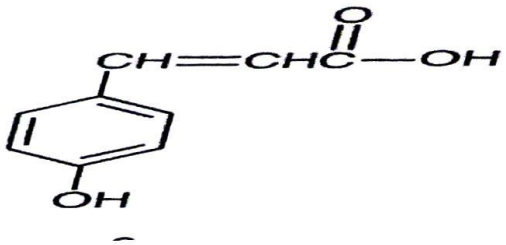
ب -) حامض سناميك Cinnamic acid:- تنتجه العديد من انواع الفطريات التابعة للاجناس

Fusarium , Penicillium , Rhizoctonia , Lentinus , Inocybe , Stereum , Ceratostomella.



Cinnamic Acid

ت –) حامض كوماريك Coumaric acid:– هذا الحامض تنتجه بعض انواع الجنس Rhizoctonia و Eurotium وتركيبه الكيميائي:–

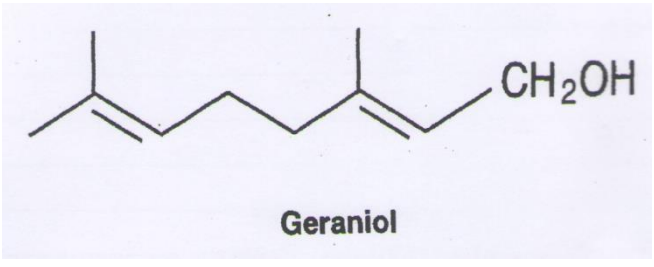


وقد اظهرت جميع الاحماض الفينولية السابقة فاعلية جيدة ضد العديد من الانواع الحشرية.

2–) أشباه التربين Terpenoids:

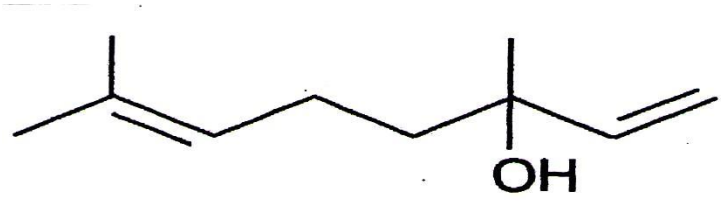
للعديد من انواع الفطريات القدرة على انتاج العديد من أشباه التربينات المشابهة لتلك الموجودة في النباتات الراقية ومن اهم هذه المركبات مايأتي:

ا –) الجيرانيول Geraniol:– وتنتجه العديد من الانواع التابعة للاجناس Ceratocytis و Trichothecium.



Geraniol

ب –) لينالول Linalool:– وتنتجه العديد من انواع الفطريات التابعة للاجناس Agaricus و Beletus و Ceratocystis و Lactarias و Plellinus و Trichothecium وتركيبه الكيميائي:–

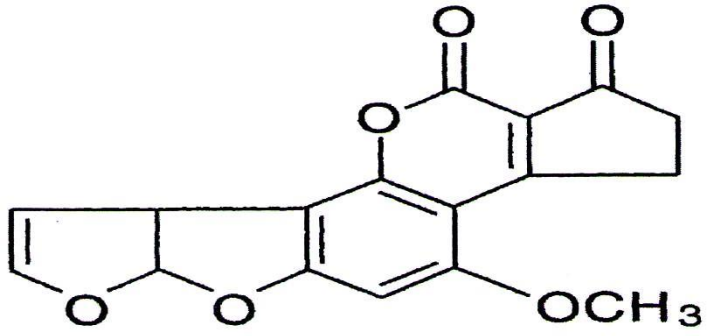


Linalool

ان هذين المركبين اظهرا فاعلية جيدة ضد العديد من الانواع الحشرية.

3–) الافلاتوكسينات Aflatoxins:–

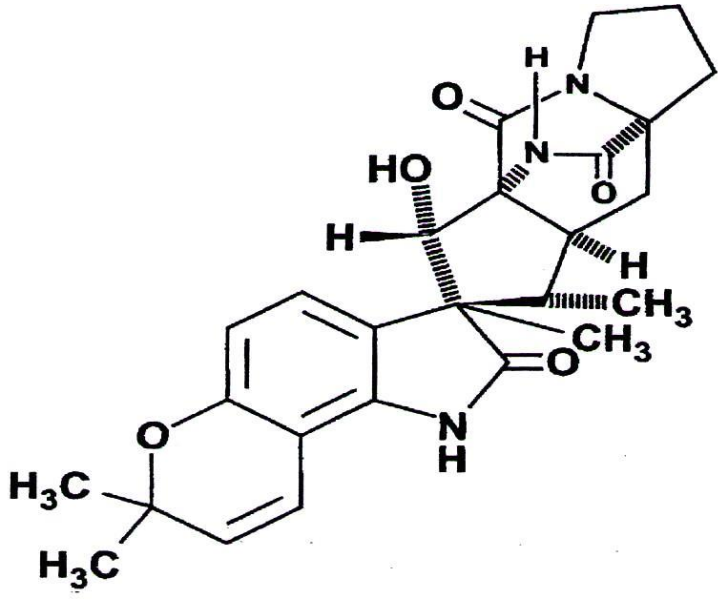
من المعروف ان سموم الافلاتوكسين يتم انتاجها من قبل الفطرين *Aspergillus flavus* و *A. parasitica* لقد دُرس تأثير الافلاتوكسينات في الحشرات بشكل كبير ومعمق وقد اظهرت العديد من الدراسات ان استعمال هذه السموم بتركيز 1000 جزء بالمليون ادى الى احداث نسبة قتل بلغت 100 %.كما اظهرت الافلاتوكسينات تأثيرات في اعاقة عملية التكاثر في الحشرات ولعل من اهم الافلاتوكسينات التي اظهرت فاعلية ضد الحشرات هو الـ Aflatoxin B1 وتركيبه الكيميائي:–



Aflatoxin B_1

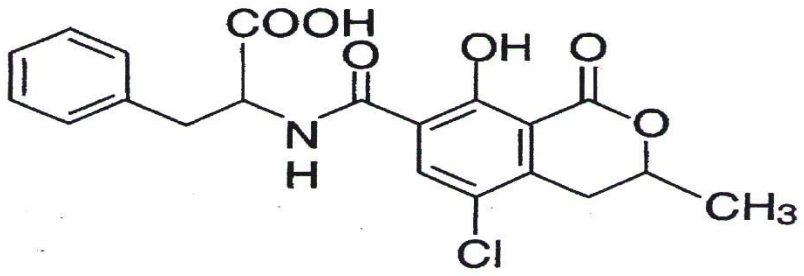
دراسات عديدة اظهرت ان الافلاتوكسينات عند وجودها في الـ DNA تعمل على حدوث خطأ في عملية الاستنساخ وذلك عند تقديمها للحشرات عن طريق الفم.

4-) سكليروتياميد Sclerotiamide:- هذا المركب تم عزله من الاجسام الحجرية Sclerotia للفطر *Aspergillus sclerotiorum* وقد اظهرت دراسات التقييم الحيوي ان هذا المركب أعطى نسبة قتل بلغت 45% في دودة عرانيص الذرة *Heliothis zea* واختزلت نمو اليرقات بنسبة 98 % عند تقديم هذه المادة بتركيز 200 جزء بالمليون عن طريق الفم، كما انها تسببت بحدوث انتفاخ للغشاء بين العقلي عند استعمال هذه المادة بجرعات تحت قاتلة فضلاً عن حدوث تشقق في كيوتكل الحشرات الميته.دراسات اخرى اشارت على ان اعراض التعرض لهذه المادة تشبه الى حد كبير أعراض التعرض لمثبط نمو الحشرات Cyromazine في يرقات الـ *H. zea*. و دودة التبغ *Manduca sexta*، فضلاً عن ذلك وجد ان Sclerotiamide ادت الى خفض خصوبة خنفساء الثمار المجففة بنسبة 40 %.



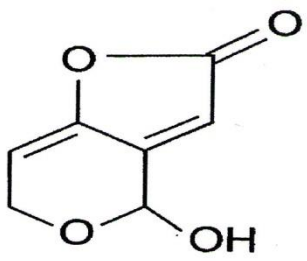
Sclerotiamide

5-) اوكراتوكسينات Ochratoxins:- هناك عدة انواع من الاوكراتوكسينات، الا ان من اهمها هو الـ Ochratoxin A الذي تم عزله من عدة انواع من الفطريات التابعة للاجناس *Penicillium* و *Aspergillus* منها مثلا الجسم الحجري (Sclerotia) للفطر *A.carbonarius* وقد اظهر هذا المضاد الحيوي فاعلية جيدة ضد بعض انواع الحشرات حيث اعطى نسبة قتل بلغت 78% في حشرة الـ *Ephestia kuehniella* عند اعطائه بتركيز 10 جزء بالمليون عن طريق الفم واعطى نسبة قتل 40 % في يرقات دودة القطن *Spodoptera littoralis* عند معاملتها بنفس التركيز والطريقة السابقة. فيما حقق نفس التركيز السابق نسبة قتل بلغت 100 % في عثة الطحين الهندية *Plodia interpunctella*، كما اظهر هذا المركب تأثيراً مانعاً للتغذية Antifeedants. وتركيبه الكيميائي:-



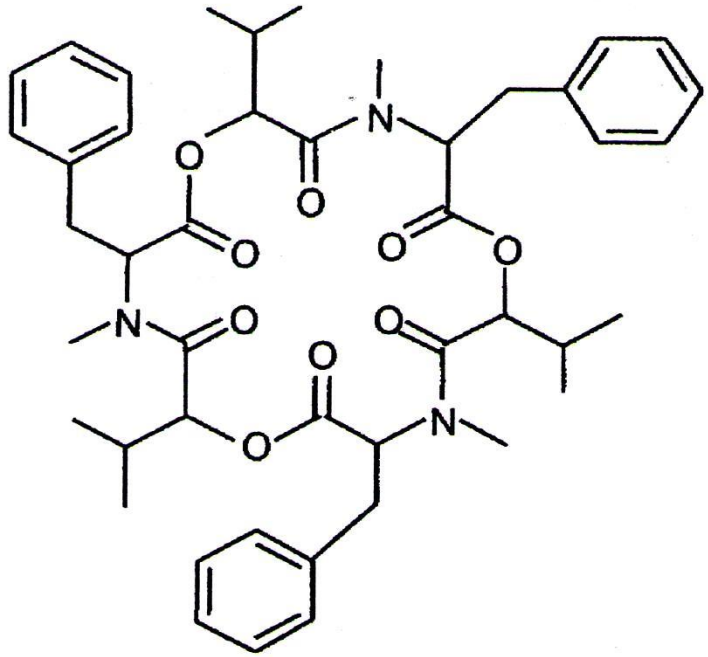
Ochratoxin A

6-) باتولين Patulin:- مضاد حشرات حيوي تم عزله من عدة انواع تابعة للجنس *Penicillium*، وهو سم يؤثر عن طريق الملامسة، حيث تسبب في قتل 95 % من الدروسوفيلا خلال 24 ساعة بتركيز 10 جزء بالمليون كما اظهرت الدراسات انه لم يكن للـ Patulin تأثير مانع للتغذية ولكنه ثبط نمو خنفساء الطحين المتشابهة وخنفساء السكاير وخنفساء السجاد بنسبة 23 و27 و40% على التوالي.كما حقق نسبة قتل بلغت 40 % في حشرة الـ *Ephestia kuehniella* عند استعماله بتركيز 0.1 % تركيبه الكيميائي:-



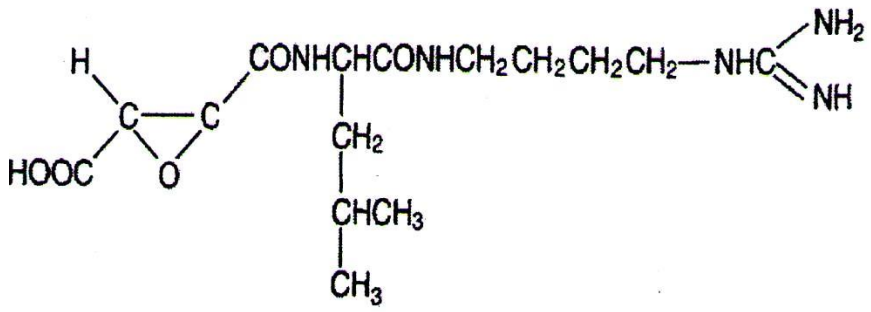
Patulin

7-) **بيوفيريسين Beauvericin**:- مضاد حيوي تنتجه الفطريات *Beauvaria bassiana* و *Paecilemyces fumosa-roseus* و *Polyporus sulphureus* والـ *Fusarium* spp.وقد اظهرت الدراسات ان هذا المضاد سام ليرقات البعوض وتسبب في موت 86% من بعوض الـ *Aedes aegypti* عند استعماله بتركيز 20 جزء بالمليون تركيبه الكيميائي:-



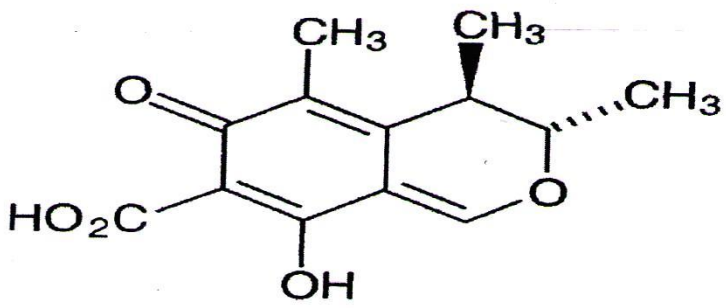
Beauvericin

8-) إي -64 E-64:- هذا المركب تم عزله من الفطر *Aspergillus japonica* وعند استعماله بتركيز 0.01 مخلوطاً مع غذاء يرقات خنفساء اللوبيا الجنوبية *Callosobruchus maculates* اعطى نسبة قتل بلغت 43 % وعندما قدم بتركيز 1 جزء في المليون مخلوطاً مع غذاء يرقات خنفساء الطحين المتشابهة تسبب في موت 60 % من يرقات الحشرات، فضلاً عن اختزال نمو اليرقات بنسبة 65 % كما اظهر هذا المركب فاعلية جيدة في مكافحة يرقات خنفساء كولورادو البطاطا. تركيبه الكيميائي:



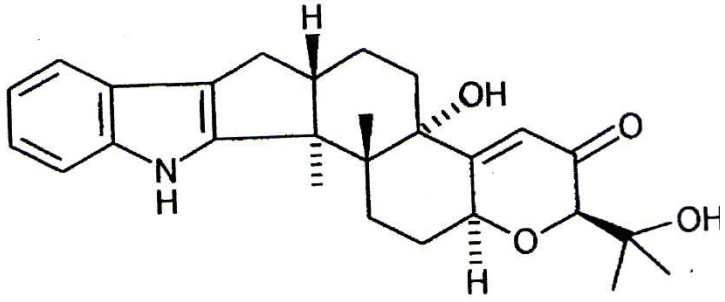
E-64

9 -) ستيرينين Citrinin:- هذا المضاد تم الحصول عليه من الفطر *Crotalaria crispota* والعديد من الانواع التابعة للجنس *Penicillium* وقد اظهر هذا المضاد تأثيرات متباينة في الحشرات، فعند استعماله بتركيز 1000 جزء بالمليون عمل على خفض نسبة نمو خنفساء الطحين المتشابهة وخنفساء السكاير وخنفساء السجاد بنسبة 6 و37 و40 %على التوالي وعند استعماله بتركيز 100 جزء بالمليون ضد يرقات حشرة *Ephestia kuhienella* اعطى نسبة قتل بلغت 78%، كما عمل الـ Citrinin على منع تغذية الدروسوفلا بنسبة 50 %.



Citrinin

10-) باكسيلينات Paxillines:- تم عزلها من الفطر *Penicillium paxill* ومن الـ Ascastromata للفطر *Eupenicillium shearii* وقد اظهرت الدراسات ان الـ Paxillines المعزول من الفطر *E.shearii* اظهر تأثيرات مختلفة في الحشرات وتركيبه الكيميائي:



Paxilline

وقد أظهرت نتائج التقييم الحيوي للـ Paxilline انه يعمل على اختزال نمو الحشرات بنسب مختلفة تبعاً للنوع الحشري والتركيز وطريقة المعاملة. كما انه عمل كمانع للتغذية، فضلاً عن تأثيره القاتل للحشرات.اضافة لما سبق فان هناك مجموعة كبيرة من المضادات الحيوية فطرية المصدر والتي تم عزلها وتشخيصها واظهرت تأثيرات حيوية متباينة في الحشرات تراوحت بين التأثير القاتل والمانع للتغذية والمثبط لنمو الحشرات والخافض للخصوبة، ان تباين التأثيرات التي اظهرها المركب الواحد يعد مؤشراً على وجود اكثر من مركب مرافق للمركب الاصلي وهذا يتطلب اجراء

المزيد من عمليات التنقية والتشخيص لتحديد المركب المسؤول عن كل تاثير حيوي، وفيما يلي عرض لاهم هذه المضادات ومصادرها:-

1-) بيتا افلاتريم β- aflatrem:- ومصدره الفطرين *Aspergillus flavus* و *Aspergillus parasitica*.

2-) افلافازول Aflavazole:- ومصدره الفطر *Aspergillus flavus*.

3-) ارينارين اي Arenarin –A:- ومصدره الفطر *Aspergillus arenarius*

4-) اسبيرنتين Asperentin:- ومصدره العديد من الانواع التابعة للاجناس *Aspergillus* و *Erotium* و *Cladosporium*.

5-) بريفيانايمد Barevianamide:- مصدرها الفطريات *Penicillium brevicompactum* و *P. expansum*.

6-) كاربونارين Carbonarin:- ويستخلص من الفطر *Aspergillus carbonarum*.

7-) كليتوسين Clitocine:- ومصدره نوع من فطريات عش الغراب *Clitocybe inverse*.

8-) كولمورين Culmorin:- ومصدره الفطريات *Fusarium culmorum* و *F. nivale*.

9-) دندرودوشين اي Dendrodochin – A: ومصدره الفطر *Dendrichium foxicum*.

10-) حامض فيوزاريك Fusaric acid:- ومصدره العديد من انواع الجنس *Fusarium*.

11-) حامض كوجيك Kojic acid:- ويتم الحصول عليه من عدة انواع من الفطريات التابعة للاجناس *Aspergillus* و *Penicillium*.

12-) ايزوكوتانين Isokotanin:- وتم عزلها من سكليروشيا Sclerotia فطريات الجنس *Aspergillus* و *Penicillium*.

13-) نيكراجيلين Nigragillin:- وتم عزله من الفطر *Aspergillus niger*.

14-) اوكـارامين اي A Okaramine:- مصـدره الفطـر *Penicllium simplicimum*.

15-) رابراتوكسـينات Rabrotoxins:- ومصـدرها الفطريـات *Penicillium rubrum* و *P. purpuragenum* واهمها الـ Rubratoxin *A* و B.

16-) راكيولوسين Rugulosim:- ومصدره الفطريات

Penicillium spp
Myrothecium verrucaria
Hormonema dematioides

ثالثاً) البروتينات المايكروبية المضادة للحشرات

Antiinsectan Microbial Proteins

هي مجموعة السموم الحيوية Toxins التي تنتجها المايكروبات منها على سبيل المثال توكسينات الـ ***Bacillus thuringiensis*** وتتباين هذه التوكسينات في درجة سميتها للحشرات، كما تتباين في اوزانها الجزيئية ودرجة الـ pH.ان التطور الحاصل في مجال التقنيات الحيوية والهندسة الوراثية دفعت الباحثين الى محاولة تحديد الجينات المسؤولة عن انتاجها ومحاولة نقل تلك الجينات الى كائنات حية اخرى لاستعمالها في المكافحة الحيوية للحشرات وسيتم التطرق الى مثل هذه التوكسينات ضمن المبيدات الجينية للحشرات، ومن اهم التوكسينات المشخصة ما يأتي:-

1-) مثبطات الفاميليز α – amylase inhibitors:- هذا البروتين تم عزله من بكتريا *Streptomyces tendae* .

2-) توكسينات الـ *B.thuringiensis*.

3-) الكلايكوبروتين السام Toxic Glycoprotein: وينتجه الفطر *Beauveria sulfurescens*.

4-) انزيم اكسدة الكوليسترول Cholesterol oxidase: ويتم عزله من بكتريا *Streptomyces*

5-) توكسين كلوستريديم Clostridium toxin: وتم عزله من *Clostridium bifermentans*.

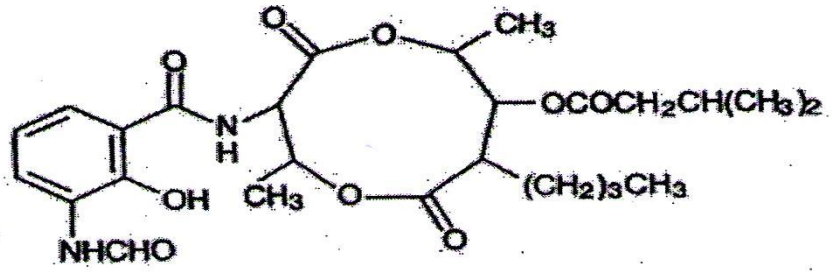
6-) توكسينات البكتريا *Photorhabdus luminescens*: هذه البكتريا مرتبطة بالنيماتودا الممرضة للحشرات من مجموعة الـ Hiterorhabdit لها القدرة على انتاج العديد من التوكسينات السامة للحشرات.

إضافة لما سبق فان هناك العديد من البروتينات والتوكسينات السامة للحشرات والتي يتوقع لها.مستقبلاً واعداً في مجال مكافحة الافات الحشرية بفضل تقنيات الهندسية الوراثية.

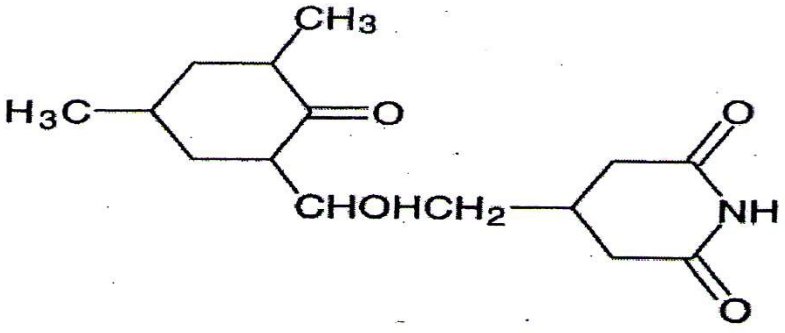
رابعاً) المضادات الحيوية العامة General Antibiotics

لقد تم دراسة تأثير المضادات الحيوية العامة، خاصة تلك التي تنتجها الـ Streptomycestes في الحشرات بشكل مكثف منذ عام 1945 وشملت دراسة تأثيراتها الحيوية في انواع ومجاميع مختلفة من الحشرات وتتوفر اليوم مراجع كثيرة في هذا المجال وقد تم تلخيص نتائج هذه الدراسات في الجدول (4-2) حيث يتضح من الجدول ان المضادات الحيوية الاكثر سمية للحشرات هي الـ Actinomycin A و Cycloheximide والـ Novabiocin. وقد يرجع ذلك الى ان كل من الـ Novabiocin والـ Actinomycin A يعملان على تثبيط عملية

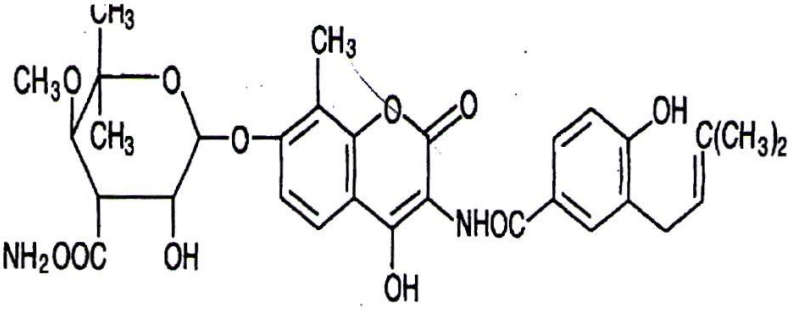
تصنيع الـ RNA، فيما يعمل الـ Cycloheximide على تثبيط تصنيع البروتين وتركيبهم الكيميائي:



Actinomycin A



Cycloheximide



Novobiocin

الجدول (4–2) سمية المضادات الحيوية العامة للحشرات.

المضاد الحيوي	مستوى السمية				
	حرشفية الاجنحة	متشابهة الاجنحة	غمدية الاجنحة	مستقيمة الاجنحة	الحلم
Amphotericin	منخفض	منخفض	-	-	متوسط عالي
Ampicilin	-	منخفض	-	-	متوسط
Anisomycin	-	-	-	منخفض	-
Anthelmycin	-	متوسط	-	-	عالي
Antimycin A	منخفض	منخفض	متوسط	منخفض . عالي	متوسط
Actinobolin	-	-	-	-	منخفض
Bacitracin	منخفض	-	-	-	منخفض
Brervicidin	-	منخفض	-	-	-
Candidicin	منخفض	-	-	منخفض	-
Chloramphenicol	متوسط	-	-	-	-
Chloromycin	-	منخفض	-	-	متوسط
Chlotetracyclin	-	منخفض	-	-	-
Cytavirin	منخفض	منخفض– عالي	-	-	عالي
Cycloheximide	منخفض . عالي	منخفض – عالي	-	-	عالي
Erythromycin	منخفض	-	-	-	متوسط
Flavensomycin	-	-	-	متوسط	-
Fumagillin	منخفض	منخفض	-	-	-
Fungichromin	منخفض	منخفض	-	-	-
Furacin	-	-	-	منخفض	-
Griseoviridin	منخفض	-	-	-	منخفض
Hygromycin	منخفض	منخفض .	-	-	-

المضاد الحيوي	مستوى السمية				
	حرشفية الاجنحة	متشابهة الاجنحة	غمدية الاجنحة	مستقيمة الاجنحة	الحلم
		عالي			
Kanamycin	منخفض	منخفض	-	-	متوسط
Mitomycin	متوسط	-	-	-	متوسط
Neomycin	منخفض	-	-	متوسط . عالي	متوسط
Novobiocin	عالي	منخفض . عالي	-	-	عالي
Nybomycin	منخفض . متوسط	-	-	-	-
Nystatin	-	-	-	منخفض	متوسط
Oleandromycin	-	متوسط	-	-	متوسط
Pactamycin	-	منخفض	-	منخفض	عالي
Penicillin	منخفض	منخفض	-	-	-
Oxytetracyclin	-	منخفض . متوسط	منخفض . متوسط	-	منخفض
Phleomycin	منخفض	-	-	-	-
Phytoactin	متوسط	منخفض	-	-	متوسط
Polymixin	-	-	-	منخفض . عالي	متوسط
Puromycin	-	منخفض	-	-	عالي
Ristocetin	منخفض	-	-	-	-
Sarkomycin	-	منخفض	-	-	متوسط
Streptomycin	-	-	منخفض . متوسط	متوسط	-
Streptovitacin	منخفض	منخفض .	-	-	متوسط

المضاد الحيوي	مستوى السمية				
	حرشفية الاجنحة	متشابهة الاجنحة	غمدية الاجنحة	مستقيمة الاجنحة	الحلم
		عالي			
Tetramycin	-	-	-	منخفض . متوسط	منخفض
Thipyrametin	-	-	-	منخفض	-
Trisulfamic	-	-	-	منخفض	-
Tylosin	منخفض	-	-	-	منخفض
Tyrothricin	منخفض	-	-	-	منخفض
Vancomycin	منخفض	-	-	-	منخفض
Viomycin	-	-	-	منخفض	-
Viridogcisein	-	منخفض	-	-	-
Venturicidin	متوسط	-	-	-	-
Xanthomycin	-	-	-	عالي	-

الفصل الخامس
مبيدات الحشرات الكيموحيوية
حيوانية المصدر

- المقدمة
- مجـــاميع مبيـــدات الحشـــرات الكيموحيوية حيوانية المصدر
- منظمات نمو الحشرات
- الفيرمونات
- الفيرمونات الجنسية
- فيرمونات التجمع
- فيرمونات التحذير
- السموم الحيوانية غير الحشرية

المقدمة:

تمتلك العديد من مجاميع الحيوانات أنواع متباينة من النظم الدفاعية الكيموحيوية، إضافة الى العديد من وسائل الاتصال والهرمونات المنظمة لنموها وتطورها، ويقف على راس تلك المجاميع الحشرات والاكاروسات والعناكب والعقارب والافاعي وعديدات الارجل وغيرها، لذلك فقد سعى العلماء جاهدين الى محاولة فهم القدرات التي تمتلكها تلك الكائنات ومحاولة توظيفها في مجال مكافحة الآفات المختلفة ومنها الآفات الحشرية.

إن توفر العديد من مبيدات الحشرات الكيموحيوية حيوانية المصدر خير مؤشر على النجاحات التي تحققت في هذا المجال فمثبطات نمو الحشرات والفيرمونات بانواعها المختلفة هي امثلة حية لها وزنها في مجال مكافحة الآفات الحشرية باستخدام المبيدات الكيموحيوية حيوانية المصدر الموجودة في متناول العاملين في مجال مكافحة الآفات الحشرية.

مجاميع مبيدات الحشرات الكيموحيوية حيوانية المصدر:-

إن المبيدات أو المركبات الكميوحيوية التي تتبع هذه المجموعة يمكن تقسيمها الى عدد من المجاميع وذلك تبعاً لطريقة تأثيرها الحيوي في الحشرات، حيث تقسم على هذا الاساس الى ما يأتي:-

اولاً) منظمات نمو الحشرات.

ثانياً) الفيرمونات.

ثالثاً) السموم الحيوانية غير الحشرية.

منظمات النمو الحشرية Insect Growth Regulators

وهي مجموعة الكيميائيات المنظمة للعمليات الفسيولوجية الأساسية كالنمو والتطور والانسلاخ والتكاثر في الحشرات وقد بدآ العاملون في مجال مكافحة الآفات الحشرية ومنذ عدة عقود من الزمن بالبحث عن امكانية استخدام هذه الكيميائيات في مكافحة الحشرات خاصة وان المركبات الهرمونية تمتاز بتخصصها مما يجعلها أمينة الاستخدام تماماً على الإنسان والحيوانات الفقرية، خاصة وان دورها لا يتعدى سوى الإخلال بالعمليات الفسيولوجية والكيميائية الحيوية للحشرات وان طريقة تأثيرها في الحشرات لا تتم بنفس الطريقة في الحيوانات الراقية فضلاً عن ان الهرمونات الحشرية المعروفة والتي تتحكم في عمليات الانسلاخ والتطور تختلف في تركيبها الكيميائي عن الهرمونات التي توجد في الفقريات لعدم حدوث مثل تلك العمليات اساساً فيها، ولقد ادى التطور الهائل في كيمياء الهرمونات الحشرية وخلال السنوات الأخيرة الى ظهور بعض الكيميائيات أو المركبات الهرمونية كمبيدات حشرية كما ادى الى التوصل الى الاستخدام الأمثل لمثل تلك المركبات الحيوية الفعالة في المكافحة الكيميائية للحشرات. ولكي تلعب المركبات الهرمونية دورها الفعال في مكافحة الآفات الحشرية في المستقبل لابد من توفر ما يأتي: -

1-) ضرورة توفر المعلومات الأساسية عن العمليات الحيوية التي تتحكم فيها وتنظمها الهرمونات داخل أجسام الحشرات حيث ان ذلك سيؤدي الى معرفة اين وكيف تعمل تلك الهرمونات لتنظيم العمليات الحياتية الاساسية كالنمو والتطور والتكاثر للتعرف على أفضل طريقة لاستغلال تلك الهرمونات في مكافحة الحشرات.

2-) معرفة التركيب الكيميائي للهرمونات الحشرية عن طريق عزلها بصورة نقية لتحديد خصائصها ومن ثم تخليقها لتوفيرها بكميات تجارية كبيرة.

التنظيم الهرموني في الحشرات Insect Hormonal Regulation

من الضروري قبل الكلام عن الهرمونات الحشرية من حيث أنواعها ومصادرها وطريقة عملها، من المرور سريعاً على كيفية قيام الهرمونات بالتحكم في عمليات التطور والتكاثر والسبات في الحشرات، حيث تعتبر عملية الانسلاخ من الملامح الأساسية المميزة للنمو والتطور في الحشرات وتتحكم في عملية الانسلاخ والتطور الهرمونات الآتية:

أولاً) هرمون المخ Brain Hormone.

يفرز هرمون المخ من الخلايا العصبية الموجودة في مخ الحشرة ويعمل على تنبيه العقد العصبية الأولية التي تقوم حينئذ بافراز هرمون الانسلاخ أو الاكدايسون والذي يؤدي الى انسلاخ الحشرة لذلك فان هرمون الانسلاخ هو الهرمون الأساسي الذي يتحكم في عملية الانسلاخ في الحشرات. الا ان عملية الانسلاخ يتحكم بها ايضاً هرمون الحداثة الذي يفرز من الغدد الصماء المعروفة بـ Corpora Allata حيث يعمل الهرمون على ان تبقى اليرقة في اثناء انسلاخها الى يرقة اخرى اكبر حجماً دون ان تتحول الى حشرة بالغة وعليه فان هذا الهرمون يعد منظماً حيوياً مهماً يسمح للنمو ولكنه يمنع البلوغ لذلك فان غياب هذا الهرمون خلال الانسلاخ يجعل التميز يأخذ مجراه وتتحول الحورية الى بالغة واليرقة الى عذراء ثم حشرة بالغة علاوة على ما سبق فان الهرمونات تتحكم ايضاً في تنظيم عملية السبات Diapause والتي تحدث نتيجة اطلاق مؤقت لهرمون معين يعرف بهرمون السبات Diapause Hormone وقد امكن في بعض الحالات كسر دور السبات بإضافة بعض المركبات ذات النشاط الهرموني كهرمون الانسلاخ أو هرمون الحداثة.

وقد تم استخلاص وتنقية بعض هذه الهرمونات من الحشرات حيث توجد بكميات ضئيلة جداً والهدف الاساس من عملية الاستخلاص هو لتحديد مواصفاتها

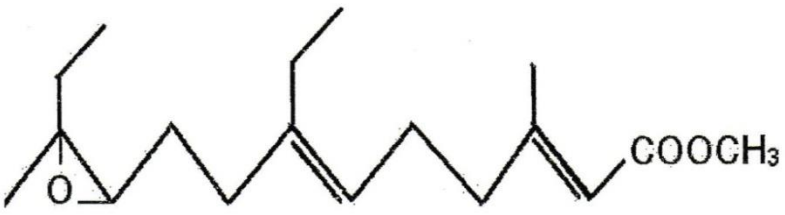
وتركيبها الكيميائي وطريقة تأثيرها لغرض تخليق مركبات مشابهة لها يمكن استخدامها حقلياً في مكافحة الحشرات.

ثانياً) هرمون الحداثة Juvenile Hormone:

في عام 1956 تم تحضير مستخلص يحتوي على هرمون الحداثة وذلك من بطن ذكر فراشة السكروبيا *Hyalophora cecropia* الا ان تركيبه الكيميائي لم يتم تشخيصه الا بعد مرور 11 عاماً تم خلالها استخلاصها وتشخيص العديد من المركبات الشبيهة لـ Terpenoid والتي أظهرت نشاطاً هرمونياً مماثلاً لهرمونات الحداثة وفي عام 1966 تمكن الباحث Roller ومساعده من وصف التركيب الكيميائي لهرمون الحداثة في حشرة السيكروبيا وقد تبين أنها:

Methyl trans , trans , Cis – 10.11. epoxy – 3,7,11 – trimethyl 2,6 tridecadienate

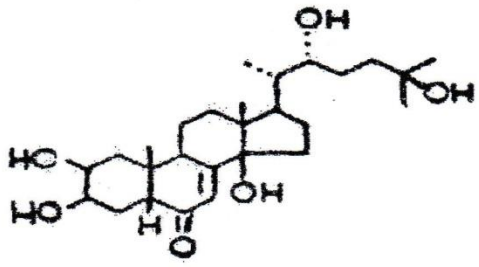
أعقب ذلك تشخيص هرمون ثانوي اخر في نفس الحشرة وهو مشابهه للهرمون الرئيسي لا يختلف عنه الا في وجود مجموعة ميثايل بدلا من ايثايل على ذرة الكاربون رقم 7. وكان تركيبه الكيميائي هو:



Methyl trans، trasns، Cis – 10، 11 epoxy – 7 – ethyl23، – dimethyl 2،6 tridecadienoate 2،6 – tridecadienate.

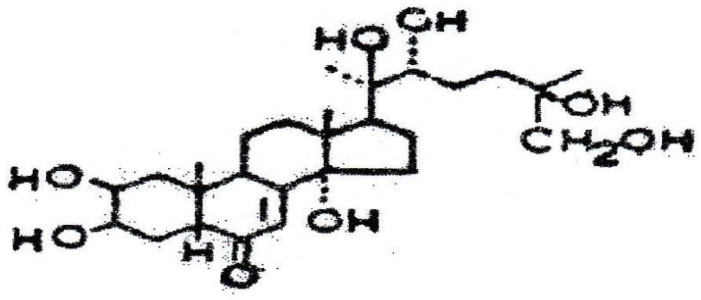
ثالثاً) هرمون الانسلاخ أو الاكدايسون Ecdysone Hormone:-

في عام 1954 عزل أول هرمون انسلاخ حشري في صورة مبلورة هو ألفا اكدايسون α –ecdysone حيث تم تشخيصه وتعريفه كيميائياً بعد ذلك بأحد عشر عاماً باستخدام الدلائل الكيميائية والاشعة السينية حيث ثبت ان تركيبه الكيميائي هو:



2B،3B، 14aR ، 25 – pentahydroxy – 5b Cholest – 7 – en – 6 – one

تم عزل وتشخيص مركب ثاني من عذارى فراشه التبغ *Manduca sexata* L. هو:



20 – 26 Dihydroxy ecdysone

ألية التاثير السام لمنظمات النمو الحشرية

Mechanism of Toxic Effect of Insects Growth Regulators

هناك العديد من النظريات التي تفسر فعل منظمات النمو ومنها:

1- فشل العضلات في الاتصال بالكيوتكل: أظهرت نتائج العديد من الدراسات ان مثبطات النمو الحشرية تعمل على إحداث خلل في نمو الكيوتكل وقد يرجع ذلك الى فشل العضلات في الاتصال بالكيوتكل.

2- تثبيط انزيمات الفينول اوكسيديز: تعتبر انزيمات الفينول اوكسيديز Phenol Oxidase الموجودة بالدم والجلد ضرورية جداً لإنتاج الكينونات المدبوغة من الأحماض الامينية العطرية ويؤدي تثبيط هذه الانزيمات الى فشل عملية تصلب وصبغ الجليد وقد وجد ان لمثبطات النمو من مجموعة Thiourea القدرة على تثبيط هذه الانزيمات خارج جسم الحشرة.

3- تثبيط انزيمات DOPA Decarboxylase: تمثل انزيمات اوكسيديز احد الاهداف التي يمكن مهاجمتها بالإضافة الى تثبيط انزيم DOPA Decarboxylase والذي يحول DOPA الى Dopamine والمؤدي في النهاية الى تكوين الكينونات المدبوغة ومن امثلة مثبطات انزيم DOPA Decarboxylase مركب 3-(3,4- dihydrooxy phenyl) 2- hydrazine 2-methyl – propionic acid , والذي يمنع تصلب غلاف عذراء ذبابة الاسطبلات بتركيز 5 مايكرو غرام / عذراء ويؤدي في النهاية الى حدوث الموت.

4- تحفيز إنتاج بعض المركبات قبل تمام تكوينها: أظهرت بعض الدراسات نماذج لعملية الدبغ المبكر للجليد قبل استكمال الحشرة لانسلاخها وقبل تمام شكلها الجديد وقد لوحظ ذلك عند استخدام مشابهات هرمون الشباب حيث ان تحفيز تخليق المركبات المسؤولة عن دبغ البروتين قبل تمام تكوينه أو إطلاق هرمون

البزوغ Burisicon قبل تمام نضجه يؤدي الى فشل الحشرة في الانسلاخ والموت.

5- تثبيط تخليق الكايتين وتنبيه بعض الانزيمات وقد يعزى ذلك الى التداخل في عملية ترسيب الجليد وفشل الجليد الداخلي وقد اقترح اخيرا ان هذه المركبات تثبط تخليق الكايتين في يرقات حرشفية الأجنحة كما تنبه نشاط انزيمي Chitinase و Phenol Oxidase في يرقات الذباب المنزلي ويؤدي في النهاية الى تكوين جليد رقيق وضعيف، فمثلاً وجد في دراسة عن تأثير Diflubenzuron على الذباب ان للمركب القدرة على تثبيط تخليق DNA في أقراص بلوغ خلايا البشرة ويمنع بالتالي تكوين خلايا البشرة البالغة في منطقة البطن كما يمنع تخليق الكايتين ويمكن القول بان تثبيط تخليق DNA هو اول مرحلة في تأثير Diflubenzuron وان تثبيط تخليق الكايتين هي المرحلة التالية. دراسة اخرى اشارت الى ان مركب Diflubenzuron يثبط فعل استريزات هرمون الشباب في حشرة سوس اللوز مما يؤدي الى تكوين حالة وسطية بين العذارء واليرقة. لذا فان هذا المركب يثبط عدداً من النظم الانزيمية في حشرات مختلفة.

6- التأثير البيوكيميائي في نسبة البروتين – الكايتين: أظهرت الدراسات التي اجريت على يرقات الذباب المنزلي ان زيادة تركيز مثبط النمو الحشري تؤدي الى زيادة خفض كمية كايتين الجليد دون اي تاثير على مستوى بروتين الجليد لذلك ترتفع النسبة بين البروتين والكايتين من 3.04 في يرقات غير معاملة الى 8.97 و6.98 مع المعاملة بتركيز 1000 جزء بالمليون من Triflumeuron و Diflubenzuron على الترتيب.

7- التأثير في ميكانيكية النفاذ للكيوتكل: في دراسة على أجنحة حشرة خنفساء كولورادو والتي تنخفض فيها ميكانيكية النفاذ تدريجياً حتى اليوم العاشر بعد خروج الحشرة الكاملة، لوحظ ان المعاملة بالـ Diflubenzuron خلال هذه الفترة

تؤدي الى حدوث تغير في مستوى النفاذية الى ايقاف خفض ميكانيكية النفاذ ويرجع ذلك الى وقف تكوين الكايتين.

الفيرمونات Pheromones

عبارة عن مركبات كيميائية تفرز خارج جسم الحيوان أو الحشرة وحينما يلتقطها فرد اخر من نفس النوع تحدث استجابة خاصة لهذا الفرد وعليه فان الفيرمونات تختص بتنسيق أداء أفراد النوع الحشري وغالباً ما تكون هامة في السلوك وتنظيم السلوك في الحشرات الاجتماعية والفيرمونات على مجموعتين:

I – فيرمونات فورية Releaser Pheromones:– وتأثيرها يكون مباشر في سلوك الحشرات وهي عبارة عن مركبات تسبب تأثيرات سلوكية فورية للحشرة المستقبلة وهي اساساً مؤثرات خاصة بالرائحة ينحصر تأثيرها على الجهاز العصبي المركزي للحشرات المستقبلة ومن امثلتها:

أ – فيرمونات تتبع الاثر Trial Following Pheromones

ب – فيرمونات التحذير Alarm Pheromones

ت – فيرمونات الاثارة الجنسية Aphrodisiacs

ث – فيرمونات التجمع Aggregation Pheromones

وتشمل فيرمونات التجمع للتزواج Sex Pheromones وفيرمونات التجمع للتغذية Food Pheromones وفيرمونات وضع البيض Oviposition Pheromones.

II – الفيرمونات التمهدية Primer Pheromones: – وهي فيرمونات تسبب تاثيرات فسيولوجية على المدى الطويل للكائن المستقبل وهي غير مهمة في هذا المجال.

أولاً) الفيرمونات الجنسية Sex Pheromones:

ان عملية الجذب القوي الذي تسببه الحشرة الأنثى للذكور الملقحة، أصبحت تعرف اليوم بالفيرمونات الجنسية والتي تعد من أقوى أنواع الفيرمونات المعروفة في مكافحة الحشرات، ففي دراسة حقلية وجد بان انثى واحدة من زنبور الصنوبر المنشاري *Diprion similis* حذبت اكثر من 11 الف ذكر.

وقد اظهرت الدراسات اليوم بان مئات الانواع من الحشرات تمتلك فيرمونات جنسية، وان الكثير سيضاف الى تلك القائمة طالما ان البحث مستمر.ان التشخيص الكيميائي للفيرمونات صعب جداً وذلك لان الامر يتطلب عدد كبيرا جداً من الحشرات للحصول على كمية ضئيلة من الفيرمون، كذلك فان التعامل مع كمية ضئيلة من الفيرمون يجعل من عملية العزل والتشخيص امرا صعباً.

ان التطور الحاصل في التقنيات المستعملة في عمليات فصل المركبات الكيميائية وتشخيصها وبكميات ضئيلة لعب دوراً مهماً في عزل وتشخيص وتصنيع مجموعة جيدة من الفيرمونات الجنسية لاهم الآفات الحشرية في العقدين الاخيرين والتي اصبحت في متناول العاملين في مجال مكافحة الحشرات، ومن اهم هذه الفيرمونات ما يأتي:

1-) الفيرمون الجنسي لعثة التفاح رائقة الاجنحة:-

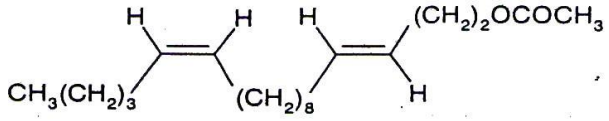
Apple Clearwing Moth Sex Pheromones

هذا الفيرمون تم عزله من الإناث العذراء لعثة التفاح رائقة الاجنحة *Synanthedon myopaeformis* ويستعمل لمكافحة هذه الحشرة في بساتين التفاح. ويعمل هذا الفيرمون على مساعدة ذكور الحشرة في تحديد موقع أو مكان وجود الأنثى والوصول اليها والتزاوج معها وذلك من خلال تعقب الذكور لرائحة الفيرمون الذي تطلقه الإناث العذراء، هذا في حالة الفيرمون الطبيعي، اما عند اطلاق الفيرمون الصناعي فانه يجعل من عملية تعقب الذكور للفيرمون الطبيعي الذي تطلقه الاناث عملية مستحيلة وذلك لتشبع الجو بالفيرمون مما يؤدي الى ارباك عملية

التزاوج نتيجة عدم تمكن الذكور من تحديد اماكن الاناث للتزاوج ووضع البيض اسمه وتركيبه الكيميائي:-

(Z,Z)-3,13-octadecadienyl acetate

Apple clearwing moth sex pheromone



يتوفر هذا الفيرمون تجاريا وبشكل امبولات بلاستيكية يتحرر منها الفيرمون ببطيء، ويباع تحت الاسم التجاري RAK 7- BASF وتستعمل في الحقل بتعليق امبولات الفيرمون على الأشجار وبواقع 500امبولة / هكتار اي ما يعادل 125 امبوله للدونم.هذا الفيرمون لا يسبب الحساسية وليست له اي تأثيرات سمية ضارة على اللبائن والإنسان خاصة.

2-) الفيرمون الجنسي لحفار اشجار الخوخ الصغير:

Lesser Peach Tree Borer Sex Pheromone

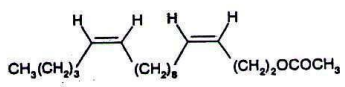
هذا الفيرمون يسمى ايضاً:

Synanthedon pictipes sex pheromone

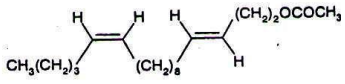
تم الحصول على هذا الفيرمون من اناث الحشرة التي تطلق عدة مكونات متطايرة جاذبة لذكور الحشرة وقد تم استخلاص هذه المكونات من الة وضع البيض للاناث العذراء. يستعمل هذا الفيرمون حالياً لمكافحة حفار اشجار الخوخ الصغير وحفار اشجار الخوخ *Sanninoidea exitiosa* وحفار اشجار الكرز *Synanthedon hectar* وعثة الزبيب رائقة الاجنحة *Synanthedon tipuliformis* في بساتين اشجار فاكهة ذات النواة الحجرية.

ان طريقة عمل هذا الخليط الفيرموني تتمثل في إطلاق الإناث هذا الخليط لكي تتمكن الذكور من تحديد موقعها والتزاوج معها. وعند اطلاق خليط الفيرمون الصناعي يصبح من الصعب على الذكور تحديد مواقع الاناث والتزاوج معها. اسمه وتركيبه الكيميائي:

(*E,Z*)-3,13-octadecadienyl acetate
plus
(*Z,Z*)-3,13-octadecadienyl acetate
Lesser peach tree borer sex pheromone



(*E,Z*)- isomer



(Z,Z)- isomer

يتوفر هذا الفيرمون تجارياً بشكل امبولات بطيئة الإطلاق Slow release وتباع تجارياً تحت الأسماء التجارية: -

Isomate- L – Shin – Etsu

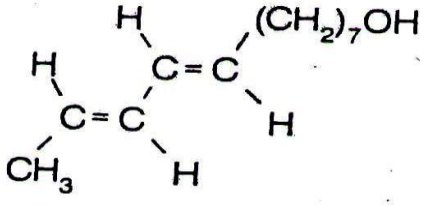
NoMate PTB – Scenty

وتستعمل امبولات الفيرمون عن طريق تعليقها على الاشجار، ان معدل عدد الامبولات لوحدة المساحة تعتمد على نسبة إطلاق الفيرمون من الامبولات. هذا الفيرمون ليس له تأثيرات ضارة على الإنسان وعناصر البيئة المختلفة.

3-) الفيرمون الجنسي لعثة ثمار التفاح Codling Moth Sex Pheromone

تم عزل هذا الفيرمون من الحلقات البطنية الأخيرة للإناث العذراء هذا الفيرمون يسمى ايضاً Codling Moth Pheromone و *Cydia pomonella* Pheromone و(IOBC) E8 – 120 H و 120 H -10 , EE8. هذا الفيرمون يستعمل لمكافحة عثة ثمار التفاح *Cydia pomonella* في بساتين التفاحيات ان إطلاق هذا الفيرمون في بساتين التفاح يعمل على إرباك عملية

التزاوج نتيجة لتشبع الجو برائحة الفيرمون المتطاير وقد أظهرت الدراسات ان هذا الفيرمون يحوي عدد من المكونات، وان المركب (E,E) – 8,10 – dedecadien – 1-01 acetate يزيد من انجذاب الذكور للاناث بينما المركب (E,E) -6-10 –dedecadien -1-01 acetate يقلل من عملية انجذاب الذكور هذا الفيرمون يعمل بتراكيز منخفضة جداً اسمه وتركيبه الكيميائي



(E,E) -6-10 –dedecadien -1-01 acetate

يتوفر تجارياً بشكل ملف Coil أو بشكل امبولات بلاستيكية تطلق بخار الفيرمون ببطيء تحت العديد من الاسماء التجارية:

Codlemone , Isomate – C(mixture) , NoMate CM – RAK2 – BASE , Hercon Disrupt CM.

يتم استعمال الفيرمون بتعليق امبولات الفيرمون على اشجار التفاحيات خلال فترة تفتح البراعم ولحين تكون الثمار الصغيرة، ان عدد الامبولات لكل دونم تتباين تبعاً لنسبة إطلاق الفيرمون من الامبولات ولم يسجل له تاثيرات سمية أو ضارة على الانسان.

4-) الفيرمون الجنسي لحفار اشجار الخوخ

Peach Tree Borer Sex Pheromone

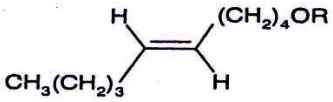
هذا الفيرمون يسمى ايضاً Ae (E) -5-10 و OH (E) -6-10 ويتم استخلاصه من الحلقات البطنية الأخيرة للإناث العذراء لحفار أفرع الخوخ

Anarsia lineatella ويستعمل لمكافحة الحشرة نفسها في بساتين الخوخ.يؤثر هذا الفيمومون من خلال ارباكه لعملية التزاوج

اسمه وتركيبه الكيميائي:

(*E*)-5-decenyl acetate plus
(*E*)-5-decenol

Peach tree borer sex pheromone



R = -H, -$COCH_3$

يتوفر تجارياً بشكل امبولات ذات إطلاق بطيء للفيرمون تحت العديد من الاسماء التجارية RASF – RAK6 وF– Check MATE prb و Disrupt PTB Herocen، هذا الفيرمون يستعمل بمعدل 125 امبولة للدونم.

5-) الفيرمون الجنسي لذبابة الزيتون Olive Fly Sex Pheromone

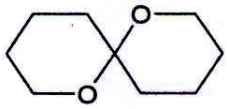
تم عزل هذا الفيرمون من بطون اناث ذبابة الزيتون العذراء *Bactrocera oleae*. ويستعمل لمكافحة ذبابة الزيتون في بساتين الزيتون، ويتم استعمال هذا الفيرمون بشكل امبولات إطلاق بطيء توضع داخل مصائد تعلق على الاشجار لجذب ذكور الحشرة وحجزها داخل المصائد لحين موتها.

كما قد تستعمل هذه المصائد لتحديد أفضل وقت لرش المبيدات لمكافحة ذبابة الزيتون ويتم تسويق هذا الفيرمون بعدة صور منها صورة كبسولات تحوي الفيرمون مخلوط مع المبيد ولهذه الكبسولات فتحات دقيقة جدا تطلق الفيرمون والمبيد حيث تنجذب الحشرات للكبسولات وتتعرض للمبيد، كما يتوفر بشكل مصائد جاهزة للاستعمال الحقلي، كما يجهز بصورة قابلة للرش حيث يمكن رش مساحات معينة

من البستان بالفيرمون بعد ان يتم رشها بالمبيد لجذب الحشرات الى المساحات المعاملة بالمبيد هذا الفيرمون أمين على اللبائن والبيئة واسمه وتركيبه الكيميائي:-

1,7-dioxaspiro[5.5]undecane

Olive fly sex pheromone

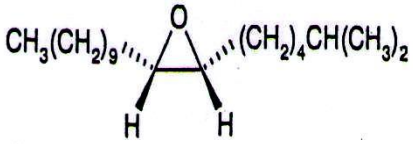


6 -) الفيرمون الجنسي للعثة الغجرية Gypsy Moth Sex Pheromone

هذا الفيرمون تم عزله من نهاية بطن الأنثى العذراء للعثة الغجرية *Lymantria dispar* حيث تطلق هذه الإناث بعض المكونات المتطايرة التي تجذب الذكور. هذا الفيرمون يعرف بالاسم Disparlure.تم تصنيع هذا الفيرمون لمكافحة العثة الغجرية في بساتين الفاكهة وخاصة التفاحيات وذات النواة الحجرية، يمكن استعماله في الحقل بشكل مصائد لجذب ذكور الحشرة الى المصائد لحجزها أو قتلها، أو قد يستعمل لارباك عملية التزاوج عن طريق اشباع جو البستان برائحة الفيرمون وقد وجد ان المشابه الموجب Isomer (+) اكثر فاعلية في عملية الارباك من المشابه السالب Isomer (-).

يتوفر هذا الفيرمون بعبوات وامبولات أو صفائح بلاستيكية مزودة بتقنية الاطلاق البطيء للفيرمون، ويباع تحت العديد من الاسماء التجارية منها: Luretape Disparlure و Disparlure Consep و Herocon Disrupt Π و Herocon Disparlure، اسمه وتركيبه الكيميائي:-

disparlure Gypsy moth sex pheromone

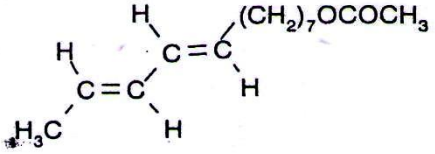


عند التطبيق الحقلي يتم تعليق حاويات الفيرمون أو المصائد على الافرع السفلية للاشجار ،وقبل طيران الحشرات الكاملة، ويبقى الفيرمون فعال لمدة ثلاثة اشهر، امين على اللبائن والبيئة.

7-) الفيرمون الجنسي لعثة البزاليا Pea Moth Sex Pheromone

لهذا الفيرمون اسم أخر هو Pheromone *Cydia nigricana* وقد تم استخلاصه من الحلقات البطنية الاخيرة لإناث عثة البزاليا العذراء وتم تصنيعه لغرض مكافحة عثة البزاليا في حقول البزاليا. يعمل هذا الفيرمون من خلال إرباك عملية التزاوج في الحقل نتيجة تشبع الجو برائحة الفيرمون. كما استعمل هذا الفيرمون في مصائد عديدة الإشكال لرصد النشاط الموسمي للحشرة وتحديد التوقيت المناسب لرش المبيدات، اسمه وتركيبه الكيميائي: -

(*E*,*E*)-8,10-dodecadien-1-yl acetate Pea moth sex pheromone



يباع تجاريا بشكل امبولات اطلاق بطيء، امين الاستعمال على اللبائن والبيئة.

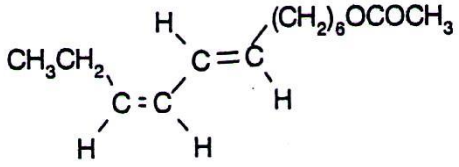
8 -) الفيرمون الجنسي لعثة العنب الاوربية

European Grapevine Moth Sex Pheromone

هذا الفيرمون تم عزله من غدد الفيرمون الموجودة في اناث عثة العنب الاوربية *Lobesia botrana*. وتم تصنيعه واستعماله في مكافحة عثة العنب في بساتين العنب. ويسمى ايضاً *Lobesia botrana* Pheromone. اسمه وتركيبه الكيميائي:

(*E*,*Z*)-7,9-dodecadien-1-yl acetate

European grapevine moth sex pheromone



يباع تجاريا بشكل امبولات اطلاق بطيء Slow Release Ampule

تحت الأسماء التجارية RAK 2- BASF و Quant LB – BASF.

وتستعمل بمعدل 125 امبولة / دونم. أمين على الإنسان والبيئة.

9-) الفيرمون الجنسي لعثة حبات العنب

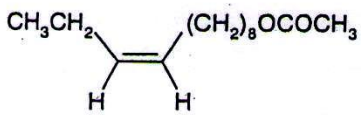
Grape Berry Moth Sex Pheromone

تم عزل هذا الفيرمون من الحلقات البطنية الأخيرة لإناث عثة حبات أو ثمار العنب *Eupaecilia ambiguella* وتم تصنيعه لمكافحة الحشرة في بساتين العنب. يؤثر هذا الفيرمون حيوياً من خلال ارباكه لعملية التزاوج نتيجة تشبع الجو بالفيرمون المصنع. يتوفر هذا الفيرمون تجارياً بشكل امبولات بلاستيكية ذات الاطلاق البطيء للفيرمون وتباع تحت الاسم RAK1 Plus BASF تستعمل امبولات الفيرمون بواقع

125 امبوله / دونم تعلق على الاشجار، امين الاستعمال على اللبائن والبيئة، اسمه وتركيبه الكيميائي: –

(Z)-9-dodecen-1-yl acetate

Grape berry moth sex pheromone



(Z)- isomer

10 –) الفيرمون الجنسي لعثة الثمار الشرقية:

Oriental Fruit Moth Sex Pheromone

ويسمى ايضاً Sex Pheromone *Grapholitha molesta*، تم عزل هذا الفيرمون من الحلقات البطنية الاخيرة للإناث العذراء لعثة الثمار الشرقية حيث تطلق هذه الإناث عدة مركبات متطايرة تعمل كفيرمون جاذب للذكور هذا الفيرمون اظهر فاعلية جذب لذكور عثة الثمار الشرقية اضافة الى حفار بندق مكاداميا *Cryptophebia ambrodelta* ودودة بذور الكوا Koa seedworm واسمها العلمي *C. illrpida*. يستعمل هذا الفيرمون في بساتين الفاكهة لمكافحة الحشرات السابقة الذكر.يوثر الفيرمون الصناعي الجنسي في الحقل عن طريق ارباكه لعملية التزاوج ومنع التقاء الجنسين للتزاوج ان وجود مكونات الفيرمون الثلاثة مجتمعه يزيد من فاعلية الفيرمون.يتوفر هذا الفيرمون تجاريا بشكل امبولات بطيئة الإطلاق وبشكل محلول رش ويباع تجارياً تحت العديد من الأسماء التجارية منها:

Isomate – M –Shin –Etsu وIsomat.OFM Plus – Biocontrol و Cherkate OFM –F-Consep و Hercon Disrupt OFM.

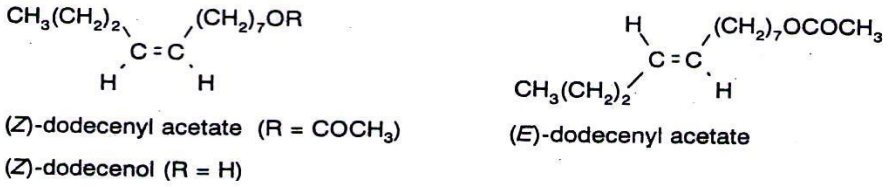
قابل للخلط مع جميع الكيميائيات الزراعية ما عدا المواد الطاردة لعثة الثمار الشرقية، امين الاستعمال على اللبائن والبيئة.

اسمه وتركيبه الكيميائي: -

(Z)-dodec-8-en-1-yl acetate plus
(E)-dodec-8-en-1-yl acetate plus
(Z)-dodec-8-en-1-ol

Oriental fruit moth sex pheromone

The Pesticide Manual - 11th edition: Entry number 262



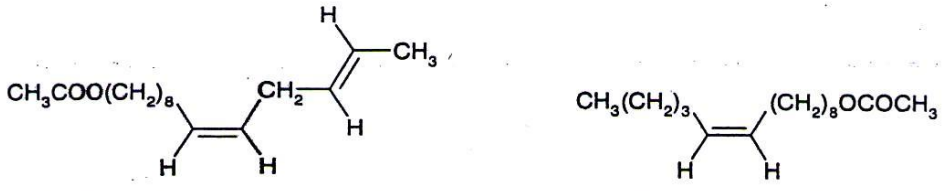
11 -) الفيرمون الجنسي لدودة البنجر الجياشة: -

Bee Armyworm Sex Pheromone

ويسمى ايضاً *Spodoptera exigua* Sex Pheromone. اسمع وتركيبه الكيميائي: -

(Z,E)-9,12-tetradecadienyl acetate
plus (Z)-9-tetradecenyl acetate

Beet armyworm sex pheromone



تم استخلاص هذا الفيرمون الذي يتكون من عدة مكونات متطايرة من اجسام اناث الحشرة. *Spodoptera exigua* وتم تصنيعه لمكافحة الحشرة في حقول الخضراوات، ويستعمل هذا الفيرمون في الحقل اما بشكل مصائد أو بشكل امبولات ذات الاطلاق البطيء للفيرمون حيث تعمل على تشبع جو الحقل بالفيرمون وتربك عملية التزاوج ووضع البيض، يتوفر تجارياً بشكل مصائد أو امبولات بطيئة الاطلاق ويباع تحت الاسماء التجارية الاتية:

Herocon Disrupt BAW و Isomate BAW – Shine – Etsu و NoMate BAW – Scentry Biologicals

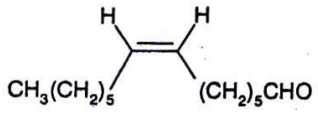
امين على اللبائن والبيئة.

12 –) الفيرمون الجنسي لعثة الزيتون Olive Moth Sex Pheromone

هذا الفيرمون تم عزله من الغدد الانثوية لعثة الزيتون *Prays oleae* وتم تصنيعه لاستعماله في بساتين الزيتون لمكافحة هذه العثة. يستعمل في الحقل اما بشكل مصائد فيرمونية لجذب الذكور وقتلها أو بشكل امبولات الاطلاق البطيء لتشبع الجو بالفيرمون وارباك عملية التزاوج. اسمه وتركيبه الكيميائي: –

(Z)-7-tetradecenal

Olive moth sex pheromone



يتوفر هذا الفيرمون تجارياً بشكل امبولات ذات الاطلاق البطيء. امين الاستعمال على اللبائن والبيئة ولايفضل خلطه مع الكيميائيات المستعملة في وقاية النبات.

13 -) الفيرمون الجنسي لدودة الخريف الجياشة

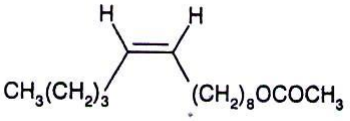
Fall Armyworm Sex Pheromone

ويسمى ايضاً Sex Pheromone *Spodoptera frugiperda*. حيث لوحظ ان اناث الحشرة تطلق عدة مكونات متطايرة من الحلقات البطنية الاخيرة تجذب ذكور الحشرات، حيث تم استخلاصه:

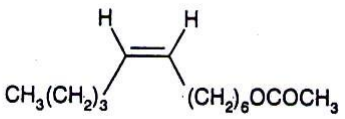
اسمه وتركيبه الكيميائي: -

(Z)-9-tetradecenyl acetate plus
(Z)-7-dodecenyl acetate

Fall armyworm sex pheromone



(Z)-9-tetradecenyl acetate



(Z)-7-dodecenyl acetate

تم تصنيع هذا الفيرمون لاستعماله في مكافحة دودة الخريف الجياشة في حقول القطن والذرة، وذلك عن طريق إطلاق هذا الفيرمون في الحقول لارباك عملية التزاوج وخفض اعداد الحشرة نتيجة عدم وضع البيض. يجهز هذا الفيرمون تجارياً بشكل انابيب بلاستيكية ذات الاطلاق البطيء. أو تجهز بشكل صفائح بلاستيكية وتباع تجارياً تحت الاسماء: -

Herocon Disrupt FAW و Isomate FAW و NoMate FAW

امين الاستعمال للبائن والبيئة.

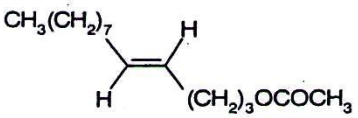
14 -) الفيرمون الجنسي لدودة ثمار الطماطة الدبوسية:

Tomato Pinworm Sex Pheromone

ويسمى ايضاً Pheromone *Keiferia lycopersicella*. اسمه وتركيبه الكيميائي: -

tridec-4-en-1-yl acetate

Tomato pinworm sex pheromone



تم استخلاصه وتصنيعه من الإناث العذراء لحشرات *Keiferia lycopersicella* كافحتها في حقول الطماطة وذلك من خلال اطلاق الفيرمون لارباك عملية التزاوج وخفض أعداد الحشرة نتيجة ذلك، ويجهز هذا الفيرمون تجارياً بشكل كبسولات دقيقة ذات الاطلاق البطيء للفيرمون ويتوفر تحت الاسماء التجارية التالية: NoMate TPW و CheckMate TPW و Isomate TPW. ويستعمل بمعدل 60- 70 كبسولة / دونم. امين على اللبائن والبيئة.

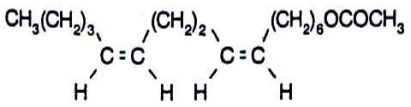
15 -) الفيرمون الجنسي لدودة جوز القطن الوردية:

Pink Bollworm Sex Pheromone

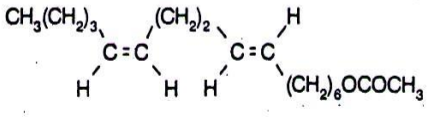
ويسمى ايضاً Gossyplure تم عزل هذا الفيرمون من الحلقات البطنية الاخيرة للاناث العذراء لـ *Pectinophora gossypiella* لمكافحة الحشرة في حقول القطن وذلك عن طريق اطلاق الفيرمون في الحقل وارباك عملية التزاوج اسمه وتركيبه الكيميائي: -

gossyplure

Pink bollworm sex pheromone



(Z,Z)-



(Z,E)-

يتوفر هذا الفيرمون تجارياً بصور تجهيز بطيئة الإطلاق مكونة من الياف مجوفة من راتنجيات البولي اكرايليت Polyacrylate resin تحتوي على الفيرمون، وكذلك تجهز بشكل كبسولات دقيقة تحتوي على الفيرمون وغيرها من صور التجهيز، يتوفر هذا الفيرمون تحت العديد من الأسماء التجارية منها: Nemate PRW و PBW Repel و Frustrate PBW و Check Mate PBW – F و Lost Flight – Troy و Disrupt PBW و Sirene – PBW.

يستعمل هذا الفيرمون بالحقل بمعدل 10–15 غم/ دونم بالنسبة لصور التجهيز القابلة للرش، كما يتم تعليق امبولات الفيرمون على نباتات القطن. امين على اللبائن والبيئة.

16–) الفيرمون الجنسي لدودة براعم التبغ

Tobacco Budworm Sex Pheromone

استعمل هذا الفيرمون في الحقل لإرباك عملية التزاوج ومنع التقاء الجنسين للتزاوج ووضع البيض يتوفر هذا الفيرمون بشكل انابيب بلاستيكية ذات الاطلاق البطيء للفيرمون ويباع بالاسم التجاري:

Isomate TBW ليس له تأثيرات جانبية على الانسان والبيئة.

17 -) الفيرمون الجنسي للعثة ذات الظهر الماسي:

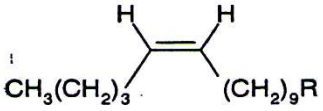
Diamondback Moth Sex Pheromone

ويسمى ايضاً Diamond back Moth Pheromone و *Plutella xylostella* Sex Pheromone. هذا الفيرمون تم استخلاصه من أجسام الإناث العذراء، وتم تصنيعه لمكافحة الحشرة في حقول الخضراوات خاصة نباتات العائلة الصليبية.

اسمه وتركيبه الكيميائي: -

(Z)-11-hexadecenal plus
(Z)-11-hexadecenyl acetate

Diamondback moth pheromone



R = -CHO, $-CH_2OCOCH_3$

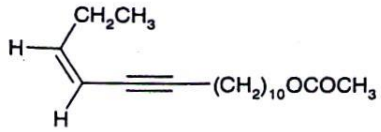
الفيرمون الصناعي تم استعماله في الحقل لارباك عملية التزاوج ومنع الحشرة من التكاثر حيث يتوفر تجارياً بتجهيزات مختلفة تعتمد مبداً الاطلاق البطيء للفيرمون والتي يفضل وضعها في الحقل على ارتفاع 20سم فوق سطح التربة، وليس للفيرمون تاثيرات جانبية على الانسان والبيئة.

18 -) الفيرمون الجنسي لعثة الصنوبر الجرارة

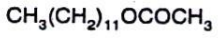
Pine Proecessionary Moth Sex Pheromone

هذا الفيرمون تم عزله من بطون الإناث العذراء لعثة الصنوبر الجرارة *Thaumetopoea pityocampa*. وتم تصنيعه لاستعماله لمكافحة العثة في غابات الصنوبر. اسمه وتركيبه الكيميائي:-

(∠)-13-hexadecen-11-yn-1-ol
acetate plus dodecan-1-ol acetate
Pine processionary moth sex pheromone



(Z)-13-hexadecen-11-yn-1-ol acetate



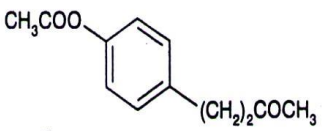
dodecan-1-ol acetate

هذا الفيرمون استعمل في المصائد لصيد ذكور الحشرة في الغابات ومنعها من التزاوج ويمتاز هذا الفيرمون بفاعليته العالية في جذب الذكور حيث ان مصيده واحدة تعلق على أشجار بمستوى الصدر تكفي للهكتار الواحد ويتوفر الفيرمون تجارياً تحت العديد من الاسماء التجارية منها Pityolure Monitoring Dispenser و Pityolure Mass Trapping Dispenser. ليس له تأثيرات جانبية على الانسان والبيئة.

19 –) الفيرمون الجنسي لذبابة الرقي Melon Fly Pheromone

تعد ذبابة الرقي *Dacus cucurbitae*. من أهم أفات زراعة الرقي في العراق وذلك لصعوبة مكافحتها، الا ان اكتشاف الفيرمون الجنسي لهذه الحشرة سهل كثيراً من عملية مكافحتها عن طريق استخدام المصائد الفيرمونية. اسمه وتركيبه الكيميائي:

4-(4-hydroxyphenyl)-2-butanone
. acetate *Melon fly pheromone*



هذا الفيرمون يسمى ايضاً بالـ Cuelure Melon Fly. وتطلقه ذكور الحشرة وتنجذب اليه الاناث، وقد استخدم بنجاح لمكافحة ذبابة الرقي في حقول الرقي والقرعيات عن طريق وضع الفيرمون في مصائد جاذبة، ويتوفر هذا الفيرمون تجارياً على شكل مصائد تباع تحت الاسم التجاري Cuelure، تحوي كبسولات ذات اطلاق بطيء للفيرمون كما تحوي مصائد على مادة لاصقة تلتصق فيها اناث الحشرة بعد انجذابها للفيرمون.

اضافة لما سبق فان هناك فيرمونات جنسية اخرى مثل:-

1- الفيرمون الجنسي لناخرة اوراق الطماطة	*Tuta absoluta* Sex Pheromone
2- الفيرمون الجنسي لعثة ثمار الخوخ	Peach Fruit Moth Sex Pheromone
3- الفيرمون الجنسي لسوسة الجوز	Boll Weevil Sex Pheromone
4- الفيرمون الجنسي لعثة الخرشوف	Artichoke Moth Sex Pheromone
5- الفيرمون الجنسي لحفار ساق الرز	Rice Stem Borer Sex Pheromone
6- فيرمون خنفساء قلف الدردار الاوربي	European Elmbark Beetle Pheromone
7- الفيرمون الجنسي لتورتركس الشاي	Tea Tortrix Sex Pheromone
8- الفيرمون الجنسي لحفار الذرة الاوربي	European Corn Borer Sex Pheromone
9- الفيرمون الجنسي للخنفساء اليابانية	Japanese Beetle Sex Pheromone

هذا ومن المتوقع ان تشهد السنوات القليلة القادمة اضافة قائمة جديدة من الفيرمونات للحشرات الضارة الاخرى تتناسب مع الدعوات المستمرة للتوجه الى الزراعة العضوية.

ثانياً) فيرمونات التجمع Aggregation Pheromone:

وهي مركبات تطلقها افراد نوع معين وتجذب افراد اخرى من نفس النوع للافراد المطلقة للفيرمون، مثال ذلك البق النتن الذي يطلق فيرمون تجمع يجذب الذكور واناث الحشرة للتزاوج، وخنافس القلف من عائلة خنافس القلف Scolytidae ومن اهم فيرمونات التجمع المتوفرة على المستوى التجاري ما يأتي:

1-) فيرمون تجمع خنفساء جوز الهند

Rhinoceros Beetle Aggregation Pheromone

ان مصدر هذا الفيرمون هو ذكور خنفساء جوز الهند حيث يعمل هذا الفيرمون على جذب اناث وذكور الحشرة، تم تصنيع هذا الفيرمون لمكافحة الحشرة في اشجار نخيل الزيت الصغيرة، ان اطلاق هذا الفيرمون في الحقل يعمل على تجمع ذكور واناث الحشرة عند موقع اطلاق الفيرمون والذي يكون عبارة عن مصيدة تسمح بدخول الحشرات وتمنع خروجها لتموت داخل المصيدة. ويتوفر هذا الفيرمون تجارياً بشكل مصائد تحوي امبولات اطلاق بطيء للفيرمون، وتعلق هذه المصائد على ارتفاع مترين وبواقع 2 مصيدة / هكتار اسمه وتركيبه الكيميائي:-

oryctalure

Rhinoceros beetle aggregation pheromone

$CH_3(CH_2)_3CH(CH_3)(CH_2)_2COOCH_2CH_3$

(Ethyl 4 –methyloctanoate)

هذا الفيرمون يتوفر تجارياً تحت الاسماء الأتية: Oryctalure و Coconut Rhinoceros Beetle Attract and Kill Dispensors ليس لهذا الفيرمون تأثيرات جانبية على الانسان والبيئة.

2-) فيرمون تجمع سوسة النخيل الامريكية:-

American Palm Weevil Aggregation Pheromone

ويسمى ايضاً Rhyncolure. هذا الفيرمون تطلقه ذكور حشرة *Rhynchophorus palmarum* وتنجذب اليه اناث وذكور الحشرة وقد تم تصنيعه لمكافحة سوسة النخيل الامريكية في بساتين نخيل الزيت الكبيرة، اسمه وتركيبه الكيميائي:-

rhyncolure

American palm weevil aggregation pheromone

$(CH_3)_2CHCH_2CH(OH)CH{=}CHCH_3$

(6 – methyl/ hept -2-en-4-01)

يتوفر هذا الفيرمون تجارياً بشكل تجهيزات اطلاق بطيئة مثل الامبولات أو الانابيب البلاستيكية تحوي الفيرمون السائل هذه الامبولات أو الأنابيب توضع في مصائد تعلق على الأشجار وبواقع مصيدة واحدة لكل خمسة هكتارات. الفيرمون غير سام للانسان والبيئة.

3-) فيرمون تجمع سوسة النخيل الحمراء

Red Palm Weevil Aggregation Pheromone

أو يسمى ايضاً Ferrolure. هذا الفيرمون تطلقه ذكور سوسة النخيل الحمراء *Rhynchophorus ferrugineus* ويحوي مكونات متطايرة وهو يجذب بالغات الحشرة، حيث يستعمل لمكافحة الحشرة في مزارع جوز الهند وبساتين النخيل، اسمه وتركيبه الكيميائي:-

ferrolure+

Red palm weevil aggregation pheromone

$CH_3(CH_2)_2CH(CH_3)CH(OH)(CH_2)_3CH_3$

+

$CH_3(CH_2)_2CH(CH_3)C(O)(CH_2)_3CH_3$

(4- methyl -5 – Nonanol plus -4- methyl -5-nonanone)

يتوفر هذا الفيرمون تجارياً بشكل تجهيزات بطيئة الإطلاق توضع في مصائد لجذب سوسة النخيل للمصائد حيث تحجز أو تقتل باستعمال احد المبيدات ويفضل وضع قطع من النخيل داخل المصائد التي تستعمل بمعدل مصيدة / ثلاثة هكتارات. المصائد تدفن في التربة قرب النخيل. ليس للفيرمون تأثيرات جانبية على الانسان والبيئة.

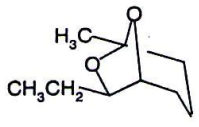
4-) فيرمون تجمع خنفساء الصنوبر الجبلي:-

Mountain Pine Beetle Aggregation Pheromone

هذا الفيرمون تطلقه ذكور *Dendroctonus ponderosa* والمسماة بخنفساء الصنوبر الجبلي والذي يجذب الحشرات البالغة، تم عزله من القناة الهضمية الخلفية لذكور الحشرة. اسمه وتركيبه الكيميائي:-

exo-brevicomin plus
trans-verbenol

Mountain pine beetle aggregation pheromone



exo-brevicomin

هذا الفيرمون تم تصنيعه واستعماله لمكافحة خنفساء الصنوبر الجبلي في غابات الصنوبر حيث يتوفر هذا الفيرمون تجارياً بشكل امبولات إطلاق بطيء

للفيرمون أو قد يجهز بشكل أكياس بلاستيكية. يتم تعليق امبولة أو كيس الفيرمون على اشجار الصنوبر بارتفاع مستوى الصدر وبمعدل أربعة أشجار لكل هكتار حيث يعمل الفيرمون ورائحة العائل (الصنوبر) على جذب أعداد كبيرة من الحشرات لمهاجمة العائل ويتم قطع الاشجار المصابة وحرقها قبل خروج الحشرات الكاملة من الحضنة ليس لهذا الفيرمون تأثيرات جانبية على الانسان والبيئة.

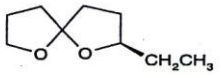
5-) فيرمون تجمع خنفساء قلف البيسيه ذات الاسنان الستة:

Six Toothed Spruce Bark Beetle Aggregation Pheromone

ويسمى ايضاً Chalcoagran. هذا الفيرمون تم عزله من ذكور الحشرة *Pityagenes chalcographus* وهو مركب متطاير يجذب ذكور وإناث الحشرة. تم تصنيع هذا الفيرمون لاستعماله في مكافحة الحشرة في غابات أشجار البيسيه Spruce. وتعتمد عملية مكافحة الحشرة على أساس ان ذكور وإناث الحشرة تنجذب الى رائحة العائل Spruce إضافة الى رائحة فيرمون التجمع وعليه فانه يتم تعليق امبولات الفيرمون على أشجار يتم اختيارها وبواقع أربعة أشجار لكل هكتار حيث تهاجم الحشرات تلك الأشجار بشدة وتتغذى عليها وتتكاثر،حيث يتم قطع الاشجار وحرقها قبل خروج الحشرات الكاملة من الحضنة مما يؤدي الى خفض اعداد الحشرة.يباع هذا الفيرمون تجارياً تحت الاسم Linoprax، اسمه وتركيبه الكيميائي:

(2*R*',5*R*')-ethyl-1,6-dioxaspiro-[4.4]nonane plus (2*R*',5*S*')-ethyl-1,6-dioxaspiro[4.4]nonane

Six-toothed spruce bark beetle aggregation pheromone



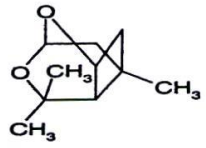
6-) فيرمون تجمع خنفساء الاميروزيا:

Ambrosia Beetle Aggregation Pheromone

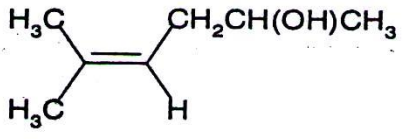
هـذا الفيرمـون تـم عزلـه مـن بـراز خنفسـاء الامبروزيـا المسـماة *Trypodendron lineatum*، لذلك فان هذا الفيرمون يسمى Lineatin ايضاً، تم تصنيعه لمكافحة خنفساء الامبروزيا في غابات أشجار الصنوبر والتنوب. وذلك بوضع امبولات الفيرمون في مصائد خاصة تسمح بدخول الحشرات وتمنع خروجها حيث تموت داخل المصائد لوجود مبيد أو مواد لاصقة داخل المصيدة. هذا الفيرمون متخصص لجذب خنفساء الامبروزيا نوع *T.lineatum*. ويفضل تعليق المصائد على الاشجار على ارتفاع متر واحد مع ترك مسافة 50 متر بين مصيدة واخرى. اسمه وتركيبه الكيميائي:

lineatin

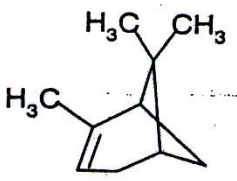
Ambrosia beetle aggregation pheromone



lineatin



sulcatol



α-pinene

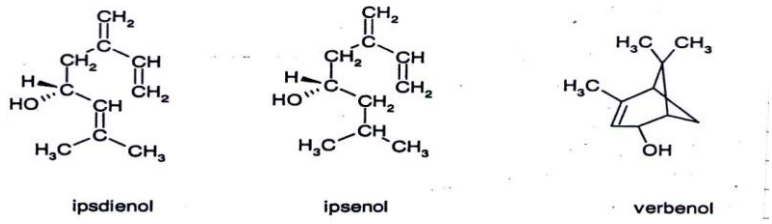
ولزيادة مدى تأثير هذا الفيرمون فانه يمكن خلطه مع مادة الـ Sulcatol وهو فيرمون تجمع خنفساء الأمبروزيا نوع *Gnathotriuchus sulcatus* و *G.retusus* وكايرومون العائل (الصنوبر) α-Pinene قيصبح هذا الخليط الفيرموني اكثر فاعلية في جذب خنافس الامبروزيا:

7 –) فيرمون تجمع خنفساء قلف البيسيه:

Spruce Bark Beetle Aggregation Pheromone

ان المركبات الأربعة المكونة لهذا الفيرمون تم عزلها من القناة الهضمية الخلفية لذكور خنفساء القلف *Ips typographus* تعد جميعها فيرمونات تجمع مهمة. هذه المركبات تم تصنيعها لمكافحة خنفساء قلف البيسية على أشجار البيسية.وذلك لان اناث وذكور الحشرة تستعمل هذا الفيرمون لتحديد العائل المناسب وهو أشجار البيسية، لذلك فان وضع امبولات هذا الفيرمون على بعض أشجار البيسية سيؤدي الى تجمع اعداد كبيرة من الحشرات على الأشجار المعاملة بالفيرمون وتنخفض أعدادها على الأشجار التي لم تعلق عليها المصائد الفيرمونية وقد اظهرت الدراسات ان معاملة أربعة أشجار تكون كافية للهكتار الواحد. ان الأشجار التي تتجمع عليها الحشرات يمكن معاملتها بالمبيد أو قطعها وحرقها قبل خروج الحشرات الكاملة من الحضنة. يتوفر هذا الفيرمون بتجهيزات مختلفة للاطلاق البطيء للفيرمون كالامبولات والاكياس والانابيب البلاستيكية وغيرها. ليس للفيرمون تأثيرات جانبية على الانسان والبيئة.

ipsdienol plus ipsenol plus
(*Z*)-verbenol plus (*E*)-verbenol
Spruce bark beetle aggregation pheromone



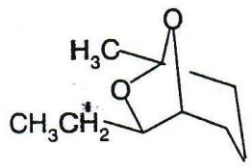
8-) فيرمون تجمع خنفساء قلف اشجار البلسم الغربية:

Western Balsam Bark Beetle Aggregation Pheromone

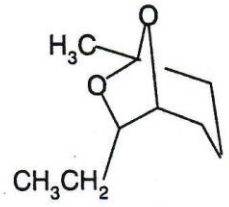
هذا الفيرمون يتكون من مكونات متطايرة تم عزلها من مستخلص أجسام ذكور خنافس قلف البلسم الغربية *Dryocotes confuses* وتم تصنيعه لمكافحة الحشرة نفسها في غابات أشجار التنوب Fir trees.

ان ذكور واناث خنفساء قلف البلسم الغربية يتمكنان من تحديد العائل الغذائي عن طريق تعقب رائحة العائل وفيرمون التجمع الموضوع على اشجار الطعم حيث تتجمع عليها اعداد كبيرة من ذكور واناث الحشرة والتي يمكن معاملتها بالمبيد أو قطعها وحرقها قبل خروج الحشرات الكاملة من الحضنة. يتوفر هذا الفيرمون بشكل امبولات أو أنابيب أو اكياس تعمل بتقنية الاطلاق البطيء للفيرمون، حيث تعلق هذه الامبولات على الاشجار بمستوى الصدر وبواقع اربعة اشجار للهكتار.يتوفر الفيرمون تجارياً تحت الاسم:- Western Balsam Bark Beetle Treebait

Western balsam bark beetle aggregation pheromone



exo-brevicomin



endo-brevicomin

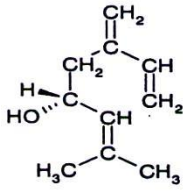
9-) فيرمون تجمع خنافس إبس ذات الاشواك الستة:

Six – Spined Ips Aggregation Pheromone

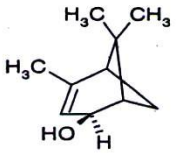
تم عزل مكونات هذا الفيرمون من القناة الهضمية الخلفية لخنافس القلف *Ips sexdentatus* المرباة على اشجار الصنوبر. اسمه وتركيبه الكيميائي:

ipsdienol plus *cis*-verbenol plus α-pinene

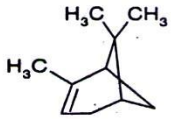
Six-spined ips aggregation pheromone



ipsdienol



cis-verbenol

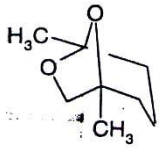


α-pinene

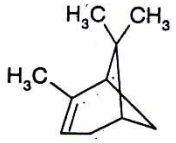
ان خنافس هذه الحشرة تتمكن من تحديد موقع أشجار الصنوبر الجديدة عن طريق تعقب رائحة العائل الغذائي والفيرمون وعليه فان وضع حاويات الفيرمون على بعض الأشجار سيؤدي الى انجذاب أعداد كبيرة من الخنافس الى تلك الأشجار وبذلك تنخفض اعداد كبيرة من الخنافس على الاشجار غير المعاملة بالفيرمون. حيث يتم قطع الاشجار المعاملة قبل خروج الحشرات الكاملة من الحضنة وحرقها. تباع امبولات الاطلاق البطيء لهذا الفيرمون تحت الاسم التجاري Stenopax.

frontalin plus α-pinene

Spruce beetle aggregation pheromone and host kairomone



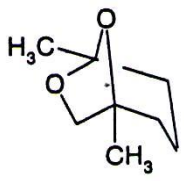
frontalin



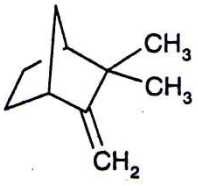
α-pinene

frontalin plus camphene

Douglas fir beetle aggregation pheromone



frontalin

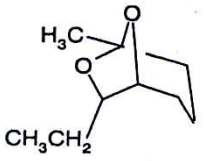


camphene

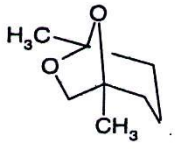
امـــا اذا اضـــفنا لفيرمـــون تجمـــع خنفســـاء البيســـية Spruce الفيرمـــون brevicomin endo فسيصـبح فيرمـون تجمـع لخنفسـاء الصـنوبر الجنوبيـة Southern Pine Beetle المعروف بالاسم العلمي *Dendroctonus frontalis*. الذي يشبه في تأثيره الفيرمونات السابقة. هذه الفيرمونات لم تسجل لها اي تأثيرات ضارة على الانسان والبيئة، اسمه وتركيبه الكيميائي:-

frontalin plus *endo*-brevicomin plus 3-carene plus α-pinene

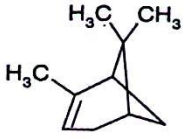
Southern pine beetle aggregation pheromone



endo-brevicomin



frontalin



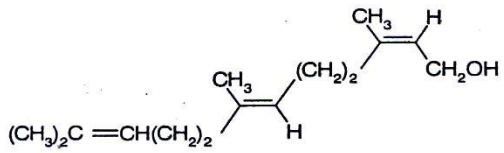
α-pinene

ثالثاً) فيرمونات التحذير: Alarm Pheromone: هذه الفيرمونات تساعد على الهرب كنوع من السلوك الدفاعي، وهي مركبات ذات وزن جزيئي منخفض تنتشر بسرعة، كما هو الحال في بعض انواع المنْ التي تطلق الفيرمون التحذيري عند وجود المفترس لتحذير بقية افراد المنْ التي تبدأ بالهرب بعيداً عن الورقة أو الجزء النباتي الذي توجد عليه. ان هذه المجموعة من الفيرمونات لازالت في مرحلة البحث

لذلك لانجد اليوم الكثير من هذه الفيرمونات على المستوى التجاري. وخير مثال لهذه المجموعة هو فيرمون التحذير للحلم العنكبوتي Spider Mite Alarm Pheromone هذا الفيرمون يسمى ايضاً Farnesol وقد تم استخلاصه من المستخلص الخام لحوريات العمر الثاني لاناث الحلم العنكوبتي *Tetranychus urticae*. هذا الفيرمون استعمل لمكافحة الحلم العنكوبتي على جميع المحاصيل التي يهاجمها هذا الحلم. ويتم اطلاق هذا الفيرمون المجهز بشكل سوائل مركزة مسيطر على اطلاقها وقد لوحظ ان الحلم حساس لهذا الفيرمون الذي يجعله يهرب ويتحرك بسرعة على النبات، وقد اظهرت الدراسات ان خلط هذا الفيرمون مع مبيدات الحلم ادى الى زيادة نسبة القتل مقارنة بنسب قتل متحصل عليها عند استعمال المبيدات لوحدها وسبب ذلك يرجع الى ان الفيرمون يعمل على تحرك الحلم بسرعة على النباتات المعاملة والتقاط اكبر كمية من المبيد. ويتوفر هذا الفيرمون تجارياً تحت الاسم Stirrup M، Stirrup Mylox اسمه وتركيبه الكيميائي:

farnesol with nerolidol

Spider mite alarm pheromone



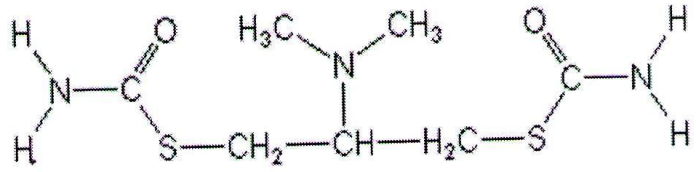
farnesol

اضافة لما سبق فان هناك مجموعة كبيرة من المركبات الكيميائية المصنعة اظهرت تأثيراً جاذباً للحشرات استعملت كفيرمونات ايضاً، الا اننا لم نتطرق اليها في هذا الفصل لان مصدرها غير حيواني أو حشري.

السموم الحيوانية غير الحشرية Non –Insect Animal Poison

تمتلك العديد من انواع الحيوانات انواع مختلفة من السموم التي تستخدمها للدفاع عن نفسها ضد اعداءها الحيوية، وقد تمكن الباحثون من عزل هذه السموم وتشخيصها ودراسة تأثيرها السام في الكائنات الحية المختلفة ومنها الحشرات.وقد حاول العاملون في مجال مكافحة الآفات الاستفادة منها في مجال مكافحة الحشرات، وقد اخذت هذه المحاولات اتجاهين، الاتجاه الاول تمثل في تحديد الجين أو الجينات المسؤولة عن انتاج هذه السموم ومحاولة استخدام هذه الجينات كمبيدات للحشرات عن طريق تجهيزها بشكل محاصيل سامة للحشرات أو فايروسات معادة التشكيل (انظر الفصل السابع). اما الاتجاه الثاني فقد ركز على محاولة تشخيص هذه السموم وتحديد تركيبها الكيميائي لتصنيعها كيميائياً ومحاولة تجهيزها واستخدامها كالمبيدات التقليدية، وقد انتج هذا الاتجاه مبيد حشري جيد استخدم في مكافحة الآفات الحشرية وهو:-

المبيد كارتاب Cartap:- الذي استخدم بنجاح في مكافحة العديد من الآفات الحشرية، مادته الفعالة هي الـ Nereistoxin، وتركيبها الكيميائي:-



وهي مادة سامة تم عزلها وتشخيصها من بعض انواع الديدان الحلقية البحرية واهمها النوعان:-

Lumbrineris heteropoda
Lumbrineris berevicirra

وقد امكن تحضير المركب Nereistoxin صناعياً ويتوفر حالياً بشكل املاح اهمها ملح الـ Cartap hydrochloride.

الفصل السادس
مبيدات الحشرات المايكروبية

- المقدمة
- المكافحة المايكروبية،مفهومها وتاريخها
- مميزات المسببات المرضية الناجحة
- فوائد المبيدات المايكروبية
- الاسس المعتمدة في تقسيم المبيدات المايكروبية
- مبيدات الحشرات الفايروسية
- مبيدات الحشرات البكتيرية
- مبيدات الحشرات الفطرية
- مبيدات الحشرات الأولية
- مبيدات الحشرات النيماتودية

المقدمة:

مبيدات الحشرات المايكروبية، هي مبيدات مشتقة من الممرضات المايكروبية للآفات الحشرية خاصة، وان عمل هذه المبيدات يقوم على أساس قدرة المايكروب على إحداث المرض والتكاثر داخل العائل وان هذه المايكروبات تمتلك تراكيب تكاثرية قادرة على إحداث العدوى ايضاً. تعد متنجات البكتريا *Bacillus thuringiensis* من أشهر وأكثر المبيدات التي تم تسويقها على مستوى العالم اما اليوم فهناك العديد من انواع البكتريا والفطريات والفايروسات والديدان الثعبانية المستخدمة كمبيدات حشرات مايكروبية. ان ما كتب عن المبيدات المايكروبية وعن فاعلية هذه المبيدات في مكافحة الحشرات يكاد وزنه يزيد عن وزن الكميات التي تم تسويقها من هذه المنتجات.

إن من العوامل المشجعة على استعمال هذه المبيدات في مكافحة الآفات الحشرية هو ان العديد من المايكروبات التي تهاجم اللافقريات قادرة على الانتشار بشكل وبائي بين افراد النوع الواحد تحت الظروف الطبيعة، وكذلك فان الكثير من هذه الممرضات غير قادرة على اصابة الحيوانات الفقرية ولذلك فهي تعتبر امينة الاستعمال فضلاً عن التخصص العالي لبعضها في مدى إصابته للحشرات مما يشجع على استعمالها كمبيدات متخصصة جداً وهو مايميزها عن المبيدات الكيميائية ويجعلها أكثر اماناً على الانسان والبيئة.واخيراً فان إمكانية انتاجها الواسع بطريقة التخمر زاد من إمكانية إنتاجها بشكل اقتصادي مع توفر التقنيات الخاصة بانتاجها.

في هذا الفصل سنسعى جاهدين الى تسليط الضوء على تاريخ المكافحة المايكروبية ومميزاتها، فضلاً عن بيان مميزات كل مجموعة من المجاميع المايكروبية المستعملة كمبيدات مايكروبية فضلاً عن الإشارة الى أهم المبيدات المايكروبية أو الجرثومية المتوفرة تجارياً واليات تأثيرها في الحشرات المستهدفة بالمكافحة.

المكافحة المايكروبية مفهومها وتاريخها:

المكافحة الميكروبية هي عملية دراسة واستعمال ممرضات الحشرات مثل الفايروسات والبكتريا والفطريات والبروتوزوا والنيماتودا في مكافحة الحشرات. ان تطور هذا النوع من المكافحة تزامن مع تطور معرفة الانسان بالأمراض التي تصيب الحشرات والتي بدأت منذ زمن ارسطو حيث عرفت معاناة نحل العسل جراء الإصابة بالأمراض، كما عرفت الأمراض التي تصيب يرقات دودة الحرير وخاصة المرض المعروف بمرض النحول Maladies خلال فترة العصور الوسطى، وبالرغم من اهتمام الانسان بالأمراض التي تصيب الحشرات النافعة انذاك الا انها بقيت مجرد ملاحظات وذلك لصعوبة عزل المسببات المرضية ومشاهدتها تحت المجهر الذي لم يعرف بعد في ذلك الوقت.

يعتبر الفطر Cordyceps اول تسجيل معروف لمسببات الأمراض التي تصيب الحشرات، خاصة تلك التي تتبع العائلة Noctuidae من حرشفية الأجنحة، حيث تم وصفه من قبل الباحث Reaumer سنة 1726، وفي سنة 1826 كتب Kirby فصلاً كاملاً عن امراض الحشرات في كتابه الموسوم المدخل الى علم الحشرات An Introduction to Entomology، وفي عام 1835 نشر العالم Agostino Bassi الذي يعتبر ابأ لعلم أمراض الحشرات، وذلك لانجازاته الكبيرة دراسته عن الامراض التي تصيب دودة الحرير، ويعتبر عالم الكيمياء الفرنسي لويس باستور من الذين اسهموا بشكل كبير في دراسة أمراض دودة الحرير وطرائق علاجها حيث انقذ صناعة الحرير الفرنسية من الدمار انذاك.

ان الانجازات السابقة دفعت الباحثين الى الانتباه الى اهمية استعمال المسببات المرضية في مكافحة الافات الحشرية خلال القرن التاسع عشر خاصة من قبل عالم الاحياء المجهرية الروسي Eli Metchnikoff في سنة 1880، كما اكتشف زميله Krassilstschik الفطر *Metarrhizium anisoplia* حيث استعمل بنجاح واسع في مكافحة حشرة *Cleonus punctiventris* التي تصيب

البنجر السكري. في سنة 1933 اصدر Psillot اول كتاب له عن علم امراض الحشرات ثم اضاف العديد من الباحثين الأوائل معلومات قيمة عن الأمراض التي تصيب الحشرات منهم Walch و LeConte و Magen و Forbes و Snow وغيرهم، الا ان الكثير من معلوماتنا الحالية حول طبيعة وخواص المسببات المرضية التي تصيب الحشرات جاءت من قبل مجموعة قليلة من العلماء خلال الفترة التي سبقت الحرب العالمية الثانية منهم d,Herelle و Metalnikov و White و Paillot و Masera و Glaser، غير ان القفزة النوعية في علم أمراض الحشرات كانت على يد العالم Edward A. Steinhous حيث قام بجمع وتنسيق كل ماكتب عن امراض الحشرات وضمها في كتاب واحد سماه مايكروبايولوجيا الحشرات Insect Microbiology وفي عام 1949 اصدر كتاباً قيماً هو أساسيات علم أمراض الحشرات Principles of Insect Pathology.

في السنوات الاخيرة من القرن الحادي والعشرين يمكن القول ان علم امراض الحشرات وانتاج المبيدات المايكروبية وتسويقها قد قطع شوطاً كبيراً ومتقدماً جداً مقارنة بما عهدناه في بدايات واواخر القرن العشرين وذلك نتيجة التطور الحاصل في مجال التقنيات الحياتية والهندسة الوراثية.

مميزات المسببات المرضية الناجحة: يمكن القول انه ليس بالإمكان استعمال اي مسبب مرضي حشري كمبيد مايكروبي مالم تتوفر فيه الضمانات الآتية:-

1-) الفعالية العالية High Efficincy

من الضروري ان يمتلك المسبب المرضي كفاءة عالية في خفض اعداد الافة الحشرية خلال فترة زمنية قصيرة.

2-) التخصص Specifity

يعتبر التخصص من الشروط الأساسية الواجب توفرها بالمسبب المرضي الذي يستعمل كمبيد مايكروبي، بحيث لا تتعدى إصابته نوع واحد أو نواعاً قريبة الصلة من النوع المقصود بالمكافحة.

3-) سهولة الانتاج Ease of Production

من أهم الأسباب التي تشجع على استعمال المسبب المرضي كمبيد مايكروبي هو سهولة تربيته واكثاره على بيئات صناعية بسيطة ورخيصة الثمن.

4-) تحمل ظروف الخزن Storage Tolerance

ان تحمل ظروف الخزن غير الملائمة يعد مسألة مهمة والتي قد تتسبب في فقدان حيوية وكفاءة، الممرض لذلك فان المسبب المرضي الذي نهدف اليه هو الذي يتمتع بقدرة عالية على تحمل ظروف الخزن المختلفة ولفترات طويلة، وقد وجد فعلاً ان البكتريا المكونة للابواغ أو السبورات يمكنها مقاومة ظروف الطبيعة القاسية لفترة قد تمتد لاكثر من 70 سنة.

5-) سهولة تجهيز المستعمرات Ease of Formulation

ان نجاح المسبب المرضي كمبيد مايكروبي يتطلب عدم تأثره بأشكال المستحضرات الصناعية سواء كانت مساحيق قابلة للذوبان ام مستحضرات زيتيه أو عند خلطه مع بعض المبيدات الكيميائية، كما يشترط عدم تأثيره باجهزة ومعدات الرش المختلفة.

فوائد المبيدات المايكروبية:-

ان من أهم العوامل المشجعة لاستعمال المبيدات المايكروبية مايأتي:-

1- لا تترك متبقيات سامة في الطبيعة.

2- لها قدرة عالية على التخصص ضد الحشرات المطلوب مكافحتها وبذلك يمكن الحد من انتشار الحشرة المستهدفة خلال فترة زمنية قصيرة نسبياً.

3- يمكن استعمالها بجرع وتراكيز منخفضة وبذلك تكون كلفتها منخفضة.

4- مناعة العائل ضدها بطيئة عادة.

5- تتوافق الكثير من المسببات المرضية للخلط مع المبيدات الكيميائية دون ان تتأثر حيويتها.

ان الفوائد أو الايجابيات السابقة لا يمكن ان يلغي وجود الحقائق التي يمكن ان تمثل نقاط الضعف في المبيدات المايكروبية وهي:-

1) حاجتها الى عناية فائقة مع ضرورة اختيار الوقت الملائم للرش خاصة وان بعضها يحتاج الى فترة حضانه Incubation Period.

2) ان بعض المسببات المرضية تكون على درجة عالية من التخصص ضد طور من اطوار العائل مما يجعل الأطوار الأخرى محصنة من الإصابة.

3) ان لكل مسبب مرضي حد عددي حرج من افراد العائل Population Threshold، دونه لا يمكن للمسبب ان ينتشر ضمن أعداد الآفة التي يجب ان تكون اكبر من ذلك الحد لكي تظهر المسببات الممرضة دورها المؤثر في برامج المكافحة.

4) قد تفقد بعض المسببات المرضية فعلها الممرض اثناء عمليات التصنيع المختلفة.

5) العديد من المسببات الممرضة تحتاج الى ظروف مناخية باردة نوعاً ما ورطبة لكي تنتشر بكفاءة خلال سكان الحشرة المطلوب مكافحتها، وكما يتأثر البعض منها كالبكتريا والفايروسات بأشعة الشمس فوق البنفسجية.

6) ان المسببات الممرضة لا يمكنها ان تنتشر وحدها في الطبيعة بل تعتمد على الإنسان في توزيع الرشة الاولى في الحقل على الأقل كما تعتمد ايضاً على حركة عائلها وسرعة انتشاره في الطبيعة لكي تنتقل العدوى من عائل لاخر.

7) بالرغم من عدم سميتها للمستهلك، الا ان رائحة أجسام الحشرات المصابة بها قد تكون كريهة مما يجعل النباتات التي توجد عليها غير مستساغة من قبل حيوانات الرعي.

8) ان التوسع باستعمال المبيدات المايكروبية بكميات كبيرة في العالم وبالرغم من عدم ثبوت مخاطرها على الانسان أو ممتلكاته في الوقت الراهن، الا انها لا تخلو من المخاطر في المستقبل، خاصة إذا اخذنا بنظر الاعتبار سرعة تكاثرها وامكانية حدوث الطفرات الوراثية التي تؤدي الى انتاج سلالات جديدة قد تصبح خطر على الإنسان.

الأسس المعتمدة في تقسيم المبيدات المايكروبية:-

يمكن تقسيم المبيدات المايكروبية وفق الأسس الآتية:-

اولاً: بحسب طريقة دخولها الى جسم الحشرة:- وعلى هذا الأساس تقسم الى مجموعتين هما:-

1- مبيدات مايكروبية معدية Stomach Microbial Insecticides

وهي المبيدات الحاوية على مايكروبات تدخل جسم الحشرة عن طريق الفم اثناء تناول الحشرة الطعام الملوث بها خاصة عند رش الأطوار المقاومة منها للجفاف على النباتات، ومثل هذه المسببات تكون في الغالب قليلة الاعتماد على الرطوبة الجوية مثل البكتريا والفايروسات والنيماتودا.

2- مبيدات مايكروبية بالملامسة Contact Microbial Insecticides

وهي المبيدات الحاوية على مايكروبات تدخل الجسم عند الملامسة للسطوح المعاملة بها، حيث تخترق جدار جسم الحشرة من الخارج وهي من صفات الفطريات عادة، خاصة الأنواع التي تعود للجنس *Beauvaria* والتي تهاجم العديد من يرقات الحشرات وكذلك الفطريات التابعة للجنس *Entomopthora* التي تتطفل على المنْ والحشرات الصغيرة الأخرى.وتحتاج الفطريات عادة الى رطوبة عالية نوعاً ما قبل مرحلة تكوين وانتشار الابواغ الفطرية.

ثانياً: بحسب نوع المسبب المرضي:- وعلى هذا الأساس تقسم المبيدات المايكروبية الى المجاميع الاتية:-

1- مبيدات حشرات فايروسية Viral Insecticides

2- مبيدات حشرات بكتيرية Bacterial Insecticides

3 – مبيدات حشرات فطرية Fungal Insecticides

4- مبيدات حشرات اوالية Protozoan Insecticides

5- مبيدات حشرات نيماتودية Nematode Insecticides

اولاً: مبيدات الحشرات الفايروسية

الفايروسات هي مسببات مرضية لا تنمو الا في الأنسجة الحية وهي اصغر حجماً من البكتريا وتتكون من البروتين وحامض نووي واحد اما ان يكون RNA وDNA وليس الاثنان معاً . هذا باستثناء بعض الفايروسات التي توجد بشكل حامض نووي عار اي بدون غلاف بروتيني والتي يطلق عليها اسم الفايرويد Viroid وتمييزاً لها عن الفايروسات الاعتيادية. يكون موقع الحامض النووي داخل جسيمة الفايرس محاطاً من جميع جوانبه بالغلاف البروتيني الذي يعتقد بانه الغطاء الواقي للحامض النووي من تأثير الانزيمات خاصة الانزيمات المحللة للاحماض النووية مثل انزيم Nuclease وقد يتكون الفايرس من جسيمة واحدة أو عدة جسيمات حسب نوع الفايرس ويطلق على جسيمة الفايرس الكاملة بالفيريون Virion.

تصنف الفايروسات التي تصيب الحشرات في الطبيعة تبعاً للصفات الاتية:-

1- وجود أو عدم وجود غطاء واق لجسيمة الفايروس.

2- شكل جسم الفايروس المحدد.

3- نوع الحامض النووي الذي يتكون منه.

4- المنطقة التي ينمو ويتطور فيها الفايروس داخل العائل.

على ضوء ما سبق فقد وجد ان الفايروسات التي تصيب الحشرات في الطبيعة والمسماة بالفايروسات العصوية Baculoviruses تقع في احد الأشكال الاتية:-

1-) فايروسات البولي هيدروسيز Polyhydrosis Viruse

وتتكون من اجسام حبيبية ذات شكل بلوري متعدد الاوجه Polyhedron وتكون جسيمة الفايروس عصوية Rod أو كروية Spherical الشكل ويوجد نوعان من هذه الفايروسات.

أ-) فايروسات بولي هيدروسيز النووية Nuclear Polyhedrosis Virus

يتكاثر هذا النوع في نوى الخلايا المصابة للعائل خاصة خلايا البشرة والقصبات الهوائية وخلايا الدم والخلايا الدهنية وفي بعض الأحيان قد تصيب خلايا القناة الوسطى، جسيمة الفايروس ذات شكل عصوي قطره يتراوح بين 30-50 مليمايكرون، تحتوي جسيمة الفايرس على حامض الـ DNA، ويمكن لهذا الفايرس ان يحتفظ بحيويته لمدة تصل الى 25 سنة حيث يوفر الجدار البروتيني للفايرس الحماية الكافية من فعل المواد الكيميائية والجفاف واشعة الشمس والحرارة المرتفعة وكذلك من فعل الانزيمات الضارة تعد هذه المجموعة من الفايروسات الاكثر شيوعاً، إذ يوجد منها اكثر من 170 نوعاً تصيب الافات الحشرية خاصة يرقات حرشفية الاجنحة.

ب-) فايروسات البولي هيدروسيز السايتوبلازمية:

Cytoplasmic Polyhedrosis Viruses

تصيب هذه المجموعة من الفايروسات سايتولازم خلايا الطبقة الطلائية للقناة الوسطى، هذا النوع اقل شهرة وتفشياً من النوع السابق، إذ عرف منها لحد الان 30 نوعاً تصيب عدد محدود من الحشرات. جسيمة الفايرس كروية الشكل قطرها حوالي 20-70 مليمايكرون وحامضها النووي من نوع RNA.

2-) الفايروسات الحبيبية Granulosis Viruses:

لا يزال هناك نوع من عدم الاتفاق فيما إذا كانت تصيب نوى أو سايتوبلازم الخلايا ويعتقد البعض الاخر إنها تصيب الاثنين معاً ولذلك يطلق عليها احياناً الفايروسات حبيبية النووية أو الفايروسات حبيبية السايتوبلازم. طول جسيمة الفايرس يتراوح بين 200 – 300 مليمايكرون وعرضها بحدود 40–80 مليمايكرون.

3–) الفايروسات عارية الغلاف Non Inclusion Viruses:

تتكاثر هذه الفايروسات المجففة وتنمو في سايتوبلازم الخلايا الدهنية فيما تأخذ جسيمة الفايرس المجففة الشكل السداسي من الخارج، يختلف حجم جسيمة الفايروس باختلاف نوع العائل فقطرها حوالي 25 مليمايكرون في الديدان القارضة وبين 40–50 مليمايكرون في ذبابة الدروسوفلا.

تتوفر اليوم مجموعة جيدة من مبيدات الحشرات الفايروسية على المستوى التجاري والمستعملة في مكافحة الآفات الحشرية.

مبيدات حشرات فايروسية في الاستخدام:–

1–) المبيد *Adoxophyes orana granulovirus* :

هو الاسم التجاري للفايرس الحبيبي لحشرة *Adoxophyes orana* ويسمى ايضاً .Ao GV، تم عزل هذا الفايرس من يرقات الحشرة *A.orana* المصابة وتم انتاجه تجارياً على يرقات نفس الحشرة لمكافحة الحشرة على اشجار الفاكهة الصيفية. ان الية تأثير هذا الفايرس تحدث بعد تناول اليرقة لاوراق النبات المعاملة بالفايرس حيث يذوب الغلاف البروتيني الذي يحمي الفايرس في القناة الوسطى ذات الـ pH القاعدي وينطلق الفايرس خلال الغشاء حول الغذائي ليجتاح خلايا القناة الوسطى عن طريق اتحاده مع المذنبات Microvilli حيث يجتاج الفايرس بعد ذلك نوى الخلايا ويبدأ بالتضاعف Multiplication ان الفترة التي يستغرقها الفايرس من لحظة دخوله جسم اليرقة ولحين البدء بالتضاعف تتباين تبعاً لدرجة الحرارة والعمر اليرقي وان موت اليرقات يحدث عادة خلال 6–12 يوم من المعاملة وقد اظهرت الدراسات ان فاعلية المبيد تكون عالية عند رشه بعد ظهور بالغات الحشرة أو بعد

وضع البيض مباشرة. يتوفر هذا المبيد تجارياً بشكل مركز معلق تحت الاسم التجاري Capex-z وهو قابل للخلط مع جميع المبيدات الكيميائية التي لا تحتوي في تركيبها على النحاس له درجة امان عالية للبائن وللبيئة.

2-) المبيد *Anagrapha falcifera Nucleopolyhedrovirus*:

هذا المبيد يحوي الـ Nucleopolyhedrovirus من مجموعة فايروسات الـ Baculovirus التابع لعائلة Baculoviridae، ويسمى ايضاً AFNPV, AFMNPV. تم عزل هذا الفايرس من الديدان القياسة على الجت لحشرة *Anagraph falcifera*. تم انتاج هذا الفايرس تجارياً عن طريق تنمية الفايرس على يرقات تحت ظروف مسيطر عليها. هذا المبيد فعال ضد يرقات حرشفية الاجنحة على محاصيل الخضر والفاكهة ونباتات الزينة. ان طريقة تأثير هذا الفايرس في اليرقات يعتمد على تناول اليرقات للاجزاء النباتية المعاملة بالفايرس، حيث تعمل عصارة القناة الوسطى القاعدية على اذابة الغلاف البروتيني المحيط بجسيمات الفايرس التي تجتاز جدار المعدة الى هيموليمف الحشرة. هذا الفايرس يستطيع اجتياح جميع انواع الخلايا والتضاعف داخلها مما يؤدي الى موت اليرقة. بعد فترة قصيرة من موت اليرقة يحدث تشقق للكيوتكل حيث ينطلق من هذه التشققات كمية كبيرة من جسيمات الفايرس القادرة على احداث العدوى. هنا الفايرس قادر على اصابة اكثر من نوع من حشرات حرشفية الاجنحة. ان تحقيق مكافحة ناجحة يتطلب تغطية النباتات بمحلول المبيد بشكل جيد. قابل للخلط مع مبيدات الحشرات التي لبس لها تأثير طارد للحشرات يتوفر تجارياً بشكل سائل مركز، ليس له تأثيرات جانبية على الانسان والبيئة.

3-) المبيد *Anticarsia gemmatalis Nucleopolyhedro virus*

هذا الفايرس يعود لعائلة Baculoviridae ويسمى ايضاً AgmNPV وAgNPV وتم عزل هذا الفايرس من يرقات الفاصوليا القطيفية لحشرة الـ*Anticarsia gemmatalis* الموجودة على محصول فول الصويا في أمريكا، وقد

ادخل الى البرازيل لمكافحة الحشرة نفسها، في الاونة الأخيرة تم تشخيص سلالة من الـ AgNpv والتي أظهرت فاعلية في مكافحة حفار قصب السكر *Diatreae saccharalis* مع احتفاضها بفاعليتها ضد *A.gemmatalis*. حالياً تم انتاج هذا الفايرس تجارياً بتنميته على يرقات حية من *A. gemmatalis* فيما يتم انتاج السلالة الجديدة من على يرقات حفار قصب السكر والتي تعد تربيتها اسهل من حشرة *A. gemmatalis* يستعمل هذا المبيد لمكافحة الحشرتين على فول الصويا وقصب السكر. ان طريقة تأثير هذا الفايرس تشبه طريقة تأثير الفايرس السابق المعروف بـ AFNPV. يتوفر هذا المبيد تجارياً بشكل مسحوق مكون من اجسام اليرقات المصابة المجففة.وان رشة واحدة لحقول فول الصويا تكفي لمكافحة الحشرة خلال الموسم. لا ينصح بخلطه مع المبيدات شديدة الحامضية أو القاعدية كما لا ينصح بخلطه مع الماء المعامل بالكلور.يتوفر تجارياً تحت الأسماء Polygen و Multigen. ليس للمبيد تاثيرات ضارة على اللبائن والبيئة.

4 –) المبيد *Cydia pomonella Granulovirus*:– من الفايروسات العصوية التابعة لعائلة Baculoviridae ويسمى ايضاً Codling moth granulovirus (CmGv) تم عزل هذا الفايرس من يرقات دودة ثمار التفاح وتم انتاجه تجارياً عن طريق عدوى يرقات دودة ثمار التفاح ثم استخلاص جسيمات الفايرس من اليرقات المصابة بواسطة الطرد المركزي. ان هذه الطريقة تتطلب توفير اعداد كبيرة من اليرقات وهو مايجعلها طريقة مكلفة، لذلك تم إنتاجه عن طريق زراعة الانسجة الحشرية. يستعمل هذه المبيد لمكافحة دودة ثمار التفاح في بساتين التفاحيات والجوز. ان نجاح عملية المكافحة تعتمد على تحديد اوقات ظهور الحشرات البالغة ووضع البيض وذلك لان الفايرس يكون اكثر فاعلية في مكافحة يرقات العمر الأول مقارنة ببقية الأعمار. ان طريقة تأثير هذا الفايرس لاتختلف عن طريق تأثير الـ granulvirus *Adoxophyes orana* (AgGv). يتوفر المبيد تجاريا بشكل مركز معلق ويباع تحت العديد من الأسماء التجارية مثل

3 Madex و Granupom و Carpovirusine و Calliope و CVD-X، قابل للخلط مع معظم الكيميائيات الزراعة عدا الطاردة منها للحشرات، ليس للمبيد تاثيرات جانبية على الانسان والبيئة.

5-) المبيد *Heliocoverpa zea* Nucleopolyhedrovirus:- من عائلة Baculoviridae، ويسمى ايضاً HzSNPV و HzNPV و Heliothis و Helicoverpa. تم إنتاج الفايرس تجارياً من مزرعة حشرية ليرقات مصابة للـ *Heliocoverpa zea* تحت ظروف مسيطر عليها حيث تم استخلاص جسيمات الفايرس من أجسام اليرقات الميتة ثم تجهيزه بشكل سائل مركز. يستعمل هذا المبيد لمكافحة يرقات الأنواع التابعة لجنسي *Heliothis* و *Helicoverpa* في حقول الخضروات والطماطة والقطن. ان طريقة تأثير هذا الفايرس هي نفس طريقة تأثير الفايرس Nucleopolyhedrovirus *Anagrapha falcifera* يتوفر هذا المبيد تجارياً بشكل سائل مركز تحت الاسم GemStar ليس للفايرس تأثيرات جانبية على الإنسان والبيئة.

6 -) المبيد *Lymantria dispar Nuclropolyhedrovirus*:- من عائلة Baculoviridae وتسمى ايضاً Gypsy moth virus و LdMNPV و LdNPV، وتم عزل وإنتاج هذا الفايرس من يرقات الفراشة الغجرية المصابة، والمرباة تحت الظروف المسيطر عليها. استعمل هذا الفايرس لمكافحة الفراشة الغجرية في الغابات. ان طريقة تأثير هذا الفايرس في الحشرات هو نفس طريقة تأثير فايرس الـ(AFNPV) يتوفر المبيد تجاريا بشكل معلق مركز تحت الاسم Gypcheck يفضل عدم خلطه مع مبيدات الحشرات وليس له تاثيرات جانبية ضارة للانسان والبيئة.

7-) *Mamestra brassica* Nucleopolyhedrovirus:- من عائلة Baculoviridae ويسمى ايضاً MbMNPV. تم عزله من يرقات عثة اللهانة *M*

brassicae، لهذا الفايرس القدرة على إصابة أنواع أخرى من حرشفية الاجنحة. وتم إنتاجه تجارياً عن طريق إكثاره على يرقات عثة اللهانة وعزله من اليرقات بتقنيات الطرد المركزي ثم تجهيزه بشكل معلق. يستعمل هذا المبيد لمكافحة عثة اللهانة وحشرة *Helicoverpa armigera* وعثة درنات البطاطا *Phthorimaea operculella* والعثة ذات الظهر الماسي *Plutella xyllostella* على محاصيل الخضر والبطاطا ونباتات الزينة. ان طريقة تأثير هذا الفايرس تشبه طريقة تأثير الفايرس (AFNPV). تبدأ الأعمار اليرقية الأولى والثانية والثالثة بالموت خلال اليوم السابع من المعاملة. يتوفر هذا المبيد بشكل سائل مركز تحت الاسم التجاري Mamestein قابل للخلط مع اغلب الكيميائيات الزراعية عدا مبيدات الفطريات الحاوية على النحاس والمياه الحاوية على الكلور، ليس للمبيد تأثيرات ضارة على الإنسان والبيئة.

8 - Neodiprion sertifer / N.lecontei Nucleopolyhedrovirus (-:
من عائلة Baculoviridae كما يسمى ايضاً Sawfly virus و NsMNPV و NiMNPV و NsNPV و NiNPV و NeSeNPV و NeleNPV. تم عزل هذا الفايرس من 25 نوع من الزنابير المنشارية وتم انتاجه تجارياً عن طريق اكثار الزنابير المنشارية في الحقل حيث تعامل أعداد كبيرة منها بالفايرس وبعد عدة ايام تجمع الحشرات المريضة ويتم تجميدها وحفظها لحين الاستعمال حيث يتم تجفيف اليرقات وطحنها. يستعمل هذا المبيد لمكافحة الزنابير المنشارية في الغابات. ان طريقة تأثير هذا الفايرس هو نفس طريقة تأثير الـ (AFNPV). هذا المبيد متوفر بشكل مسحوق تحت الاسم التجاري Neochek و Leconteivirus و Monisarmiovirus و Virox. لا ينصح بخلطه مع المبيدات الكيميائية. ليس للفايرس تأثيرات جانبية ضارة على الانسان والبيئة.

9 –) *Sopdoptera exigua* Nucleopolyhedrovirus:– يعود لعائلة Baculoviridaeويسمى ايضاً SeNPV و SeMNPV. هذا الفايرس تم عزله من دودة البنجر السكري *Sopdoptera exigua*. يتم انتاجه تجارياً في يرقات دودة البنجر السكري تحت الظروف المسيطر عليها ويتم استخلاص جسيمات المبيد بالطرد المركزي. ويستعمل لمكافحة دودة البنجر السكري على المحاصيل المختلفة مثل الخضراوات والقطن والقصب ونباتات الزينة هذا الفايرس يؤثر بنفس طريقة تأثير الـ (AFNPV) يتوفر تجارياً بشكل مسحوق قابل للبلل أو بشكل سائل مركز تحت الاسماء التجارية Spo-x- و Ness –A- و Ness –E-. ولتحقيق مكافحة ناجحة ينبغي رشه بعد وضع البيض لأنه يكون اكثر فاعلية على الاعمار اليرقية الصغيرة. ليس للمبيد اثار على الانسان والبيئة.

10–) *Syngrapha falcifera* Nucleopolyhedrovirus:– ويسمى ايضاً فايروس الـ *Syngrapha falcifera* ويمتاز هذا الفايرس بمداه العائلي الواسع وبقاءه لفترة طويلة على الأوراق. تم انتاجه تجارياً عن طريق اليرقات الميتة بالطرد المركزي وتجهيزه للاستعمال الحقلي أن طريقة تأثيره كما في (AFNPV). يستعمل هذا الفايرس لمكافحة يرقات الانواع التابعة للاجناس *Heliothis* و *Helicoverpa* في حقول القطن والطماطة ومحاصيل الخضر المختلفة. يمكن خلطه مع مبيدات الحشرات ولكنه لا يخلط مع المواد المؤكسدة والحامضية والقاعدية ان تجهيز هذا الفايرس لازال قيد التطوير من قبل شركة Syngenta ان المبيدات الفايروسية المشار اليها سابقاً لازالت جميعها تحتاج الى المزيد من الدراسة والتطوير لزيادة فاعليتها وتحملها لظروف الخزن حيث تحتاج اغلبها الى درجات حرارة منخفضة للحفاظ على حيويتها.

ثانياً) مبيدات الحشرات البكتيرية:

البكتريا هي كائنات حية وحيدة الخلية، ولو ان خليتين أو اكثر يمكن ان تشاهد مرتبطة مع بعضها تحت المجهر الا ان كلا منها يعتمد حياة مستقلة عن الأخرى، وتمتاز البكتريا بصغر حجمها الذي لا يتعدى قطره واحد مايكرون، بعضها يتحرك بواسطة الاسواط Flagella والاخر غير متحرك عديم الاسواط.

تقع البكتريا ضمن مجموعة الأحياء بدائية النواة Prokaryotes بسبب افتقار النواة فيها الى الغلاف النووي الذي يعزلها عن بقية محتويات سايتوبلازم الخلية، كما لا تحتوي على نوية مقارنة بخلايا الاحياء ذات النواة الحقيقية Eukaryotes كالفطريات والبروتوزوا والنباتات والحيوان، تتكاثر البكتريا بواسطة الانقسام الثنائي البسيط Simple Binary Fission عامة وان عملية تكوين الابواغ أو السبورات فيها تعتبر وسيلة من وسائل الحفاظ على النوع عندما تواجه ظروف غير مناسبة وليس طريقة من طرائق التكاثر.

ان البكتريا المكونة للابواغ تعد من افضل الانواع في مجال المبيدات المايكروبية، بسبب امكانية خزنها لفترات طويلة جافة تمتاز بشدة مقاومتها للحرارة والضوء والمواد الكيميائية ويمكنها ان تبقى حرة في الطبيعة لعدة سنوات، وتختلف الابواغ عن الخلية الام ليس قي الصفات التشريحية فحسب وانما في اعتبارات عدة منها:

1- بالرغم من انها أجسام حية الا انها تمتاز بقلة أو انعدام العمليات الحيوية فيها.

2- انخفاض محتواها المائي الذي لا تتجاوز نسبته 5-20 % كما تمتاز بشدة انعكاسها للضوء.

3- احتوائها على حامض Dipicolinic الفريد من نوعه وكذلك على كميات كبيرة من الكالسيوم.

4- تتكون الابواغ باشكال واحجام متباينة ضمن مواقع مختلفة لكنها ثابته حسب نوع البكتريا وينحصر تكوين الابواغ في جنسين من البكتريا العصوية الشكل هما

جنس *Bacillus* و*Clostridium*، كما تتكون في بعض المكورات البكتيرية التابعة للجنس *Sporosarcina*. وبما إنها تتكون داخل السايتوبلازم فقد يطلق عليها احياناً بالابواغ الداخلية Endospores.

ممرضات الحشرات البكتيرية كمبيدات:-

لقد درست امراض الحشرات البكتيرية لأول مرة من قبل العالم الفرنسي لويس باستور عام 1870، حيث تم عزل المسببات البكتيرية المسؤولة عن مرض الفلاجير Flacheric لدودة الحرير كما درس كل من Chesbire و Cheynes سنة 1885 مرض الحضنة الأوربي European Foulbrood، على النحل، وكانت تلك الدراسات بمثابة البداية لمعرفة دور البكتريا في إصابة وقتل الحشرات وامكانية استعمالها في مكافحة الآفات الحشرية، واليوم يتوفر كم هائل من المعلومات في مكافحة الحشرات باستخدام المبيدات البكتيرية والتي كان ثمرتها ظهور مجموعة جيدة من مبيدات الحشرات البكتيرية على المستوى التجاري والاستعمال الحقلي والتي من اهمها مايأتي:

1-) بكتيريا الـ *Bacillus thuringiensis Subsp. Kurstaki*:-

هذه البكترياتعود لعائلة Schizomycetes ولرتبة Eubacteriales وتسمى اختصاراً بالـ (Btk.).ان مصدر هذه البكتريا هو حشرات التربة والمطاحن والمخازن والبيئات الغنية بالحشرات، وان السلالات المستعملة من هذه البكتريا في مكافحة الحشرات المستعملة في الاختبار فضلاً عن مداها العائلي وسهولة نموها وإكثارها بالتخمير Fermentation.ان التأثير القاتل الذي تحدثه هذه البكتريا في الحشرات تم ملاحظته لأول مرة عام 1901 على دودة الحرير اليابانية وكذلك على عثة الطحين عام 1911 في المانيا. يتم إنتاج هذه البكتريا تجارياً اليوم بطريقة التخمير في خزانات عميقة على بيئة مغذية سائلة معقمة تحت ظروف مسيطر عليها. حيث يتم

عزل التوكسينات الداخلية Endotoxins والابواغ من بيئة التخمير لغرض تجهيزها للاستعمال الحقلي.

يستعمل هذا المبيد البكتيري لمكافحة يرقات حرشفية الاجنحة خاصة يرقات العثة ذات الظهر الماسي *Plutella xyllostella* وكذلك فان السلالة *Ecogen* المعروفة بالرمز EG2424 تستعمل لمكافحة خنفساء كولورادو البطاطا *Leptinotarsa decemlineata* اضافة الى يرقات حرشفية الاجنحة. هذا المبيد يمكن استعماله في حقول الخضراوات وبساتين الفاكهة والذرة ومحاصيل الحبوب وفي الغابات.

آلية التأثير السام Mode of Action:- تحدث هذه البكتريا تأثيرها السام عن طريق تكوينها لما يعرف Paraspores والأجسام البلورية خلال عملية التبويغ Sporulation. وعند تناولها من قبل يرقات الحشرات فان البلورات البروتينية تذوب في القناة الهضمية للحشرة حيث تعمل انزيمات الـ Proteases على تحويل التوكسين الأصلي الأولي Original Pro-Toxin الى خليط من أربعة توكسينات صغيرة التي ترتبط بخلايا القناة الهضمية الوسطى في مواقع معينة تكون ذات الفة شديدة للتوكسينات مما يؤدي الى اعاقة عمل قنوات تقل أيونات البوتاسيوم في خلايا جدار القناة الوسطى، هذه الاعاقة تؤدي الى تكوين ثقوب كبيرة ذات انتخابية للكاتيونات والتي تزيد من نفاذية جدر الخلايا للماء مما يؤدي الى إنتفاخ الخلايا وتمزقها. ان تمرق خلايا بطانة القناة الوسطى سيؤدي بالنتيجة الى موت الحشرة جوعاً. ان التخصص الذي تظهره بعض سلالات هذه البكتريا يرجع الى الاختلاف في نوعية السموم أو التوكسينات واختلاف المواقع التي ترتبط بها في القناة الهضمية الوسطى للأنواع الحشرية المختلفة. وقد وجد ان سلالة Kurstaki متخصصة على يرقات حرشفية الاجنحة وان توكسينات هذه السلالة تؤثر في الاعمار اليرقية الصغيرة وتجعلها تتوقف عن التغذية والموت جوعاً وليس الموت نتيجة الاصابة بالبكتريا مباشرة.

هذا المبيد متوفر اليوم تجارياً كخلايا من بلورات التوكسين الداخلي Endotoxin Crystal وابواغ حية مجهزة بعدة صور مثل المعلقات المركزة (SC) Suspension concentrate أو بشكل طعم حبيبي (Granular Bait (GB أو بشكل معلق مستحلب (SE) Suspo-emulsion أو بشكل محببات (GR) Granules أو مركز انسيابي زيتي Oil Miscible Flowable (OF) Concentrote أو بشكل مسحوق قابل للانتشار (DP) أو مسحوق قابل للبلل (W.P.) Wettable Powder) ويباع هذا المبيد تجارياً تحت العديد من الاسماء منها:- Bastespeins و Biobit و Foray و Dipel و Cardolene و Bactucide و Baturad و Condor و Forwacit و Thuricide و Vault وغيرها.

في الحقل يستعمل هذا المبيد بمعدل 25- 75 غم مادة فعالة لكل دونم مع ضرورة التأكد من تغطية المحصول بمحلول الرش بشكل جيد واعادة الرش كل سبعة ايام في حالة الاصابة الشديدة. وهو قابل للخلط مع معظم المبيدات. ليس للمبيد تأثيرات جانبية ضارة للانسان والبيئة.

2-) البكتريا *Bacillus thuringiensis* Subsp. aizawai:- ويسمى ايضاً Bta. هذه السلالة SA2 وجدت طبيعياً في التربة وقد تم أختبار السلالة SA2 لتطويرها كمبيد للحشرات وتم إنتاج هذه السلالة تجاريا بواسطة التخمير وتم حصاد أو عزل السموم الداخلية Endotoxin والسبورات الحية كمركز سائل قابل للانتشار في الماء لاستعماله في التخميرات التجارية للمبيد.

يستعمل هذا المبيد ايضاً لمكافحة يرقات حرشفية الأجنحة. وقد استخدم هذا المبيد لمكافحة الحشرات التي أظهرت مقاومة للسلالة Kurstaki وكذلك لمكافحة الأنواع التابعة للجنس *Spodoptera* والتي لا تتأثر كثيراً بالسلالة Kurstaki. يمكن استعمال هذا المبيد على المحاصيل المختلفة التي تهاجم من قبل حشرات حرشفية الأجنحة. يعتبر هذا المبيد من السموم المعدية وطريقة تأثيره السام كما شرحت في الBtk. يجهز هذا المبيد تجارياً بشكل سائل مركز قابل للانتشار بالماء.

وبشكل مسحوق قابل للبلل ويتوفر تجارياً تحت الأسماء:- XenTari وFlorbar وAgric وDesign. ويستعمل رشاً بواقع 25-75 غم مادة فعالة / دونم. ليس للمبيد تأثيرات ضارة على اللبائن والبيئة.

3-) بكتريا الـ *Bacillus thuringiensis* Sub sp. Israelensis: - ويسمى ايضاً Bti، وتوجد طبيعياً في التربة وقد تم اختيار الـ Serotype H-H والسلالة SA-3 للاستعمال كمبيد حشرات حيث تنتج تجارياً بطريقة التخمير كما في بكتريا الـ *Btk*. لمكافحة حشرات رتبة ذات الجناحين خاصة يرقات البعوض والذباب الأسود الـ *Simulium* spp في المسطحات المائية. ولها نفس التأثير السام للـ *Btk*.

ان ما يميز هذا المبيد عن المبيد *Btk* هوان بلوراته أقل ذوباناً من بقية بلورات الـ *Bt*. وانها تحتاج الى وسط ذو درجة Ph =11، لكي تذوب تماماً وعند ذوبانها تنتج خمسً انواع من البروتينات السامة لحشرات ذات الجناحين وقد وجد ان الأحواض. المليئة بيرقات البعوض يمكن ان تموت وتطفو فوق سطح الماء بعد 20 دقيقة من المعاملة بالـ *Bti* وان اليرقات الحية المتبقية تتغذى على اليرقات المصابة الميتة لتموت نتيجة انتقال العدوى اليها.

يتوفر هذا المبيد تجارياً بشكل محببات ومسحوق قابل للبلل ومركزات انسيابية Flowable Concentrate وبشكل حلقات ذات الإطلاق البطيء Slowrelease Rings. ولها العديد من الأسماء التجارية مثل Bactomos وGnatrol وSkeetal وVectoBac وAquabac وVectocide وTcknar وAcrobe وBactis. ولا ينصح بخلطه مع المبيدات الأخرى والعوامل المؤكسدة، ليس للمبيد تأثيرات جانبية ضارة للبائن والبيئة.

4-) بكتريا الـ *Bacillus thuringiensis* Subsp. Tenebrionis:-

وتسمى ايضاً *Bt* Subsp. Sandiego و*Btt*. توجد هذه البكتريا في الترب الغنية بالحشرات وقد تم عزل السلالة Sa.10 للاستعمال كمبيد للحشرات، وتم انتاجها

تجارياً بالتخمير كما في الـ *Btk*. لمكافحة بعض حشرات غمدية الأجنحة خاصة خنفساء كولورادو البطاطا. على محاصيل العائلة الباذنجانية وخاصة البطاطا.

طريقة تأثير المبيد Mode of Action:- يشبه الى حد كبير طريقة تأثير البكتريا *Btk*، الا ان هذه السلالة تنتج سم بروتيني مفرد وزنه الجزيئي 0.3 كيلو دالتون لا يحتاج الى تنشيط لإظهار فاعليته حيث ان القناة الهضمية الوسطى ليرقات خنفساء كولورادو البطاطا ذات pH قريبة من التعادل pH = 6 مقارنة بيرقات حرشفية الأجنحة. وعليه فان تأثير هذا السم البكتيري يشبه الى حد كبير تأثير الـ Endotoxin في حشرات حرشفية الأجنحة. يتوفر هذا المبيد بشكل سائل قابل للانتشار في الماء ويباع تحت الاسم التجاري Novodo ويستعمل بنفس معدل استعمال الـ *Btk*. يمكن خلطه مع معظم المبيدات، كما لم تسجل له اي تأثيرات ضارة على اللبائن والبيئة.

5-) بكتريا *Bacillus thuringiensis* Subsp. Japonensis strain buibui:-

وتسمى ايضاً *Btj*. هذه السلالة توجد طبيعياً في التربة وقد تم عزلها من التربة اليابانية. ويتم انتاجها تجارياً كما في الـ *Btk* لمكافحة الخنافس التي تعيش في التربة في المساحات الخضراء ولمساحات الغولف. هذه السلالة تؤثر بنفس طريقة تأثير الـ *Btk* تسوق تجارياً بشكل مسحوق تحت الاسم التجاري M. Press يمكن خلطها مع المبيدات المستعملة لمكافحة الحشرات في التربة ولم تسجل على المبيد اي تأثيرات ضارة على اللبائن والبيئة.

6-) بكتريا *Bacillus sphaericus*:- هذه البكتريا توجد في الطبيعة بشكل واسع وقد تم اختيار السلالة 2362 بسبب فاعليتها العالية في مكافحة يرقات البعوض، وتم إنتاجها تجارياً بطريقة التخمير كما في *Btk*. لمكافحة يرقات البعوض وخاصة أنواع الجنس *Culex* spp. هذا المبيد يستعمل كمبيد صحة عامة. تؤثر هذه البكتريا في

يرقات البعوض بنفس طريقة تأثير البكتريا Btk. يتوفر المبيد تجارياً بشكل محببات قابلة للذوبان بالماء تحت الاسم Vectolex CG ليس للمبيد تأثيرات جانبية ضارة على اللبائن والبيئة.

7-) **بكتريا *Serratia entomophila***:- هذه البكتريا تعود لعائلة Enterobacteriaceae من رتبة Eubacteriales. وهي المسبب لمرض العنبر Amber disease هذه البكتريا تعيش في التربة. وهي بكترية هوائية غير مكونة للابواغ وتمتاز بفاعليتها وتخصصها ضد يرقات جعل الحشائش *Castelytra zealandica* تم إنتاجها وتحضيرها تجارياً لمكافحة جعل الحشائش.

طريقة تأثير البكتريا Mode of Action:- بعد دخول البكتريا عن طريق الفم الى القناة الهضمية فإنها تلتصق بالسطح الداخلي للقناة الامامية وتعمل على تثبيط عملية التغذية وكذلك تثبيط عملية التصنيع الحيوي للانزيمات الهاضمة، ثم اجتياح البكتريا لتجويف الجسم بالكامل وبعد موت اليرقات وتحللها في التربة منتجة المزيد من البكتريا التي تصيب المزيد من اليرقات الجعالية. يتوفر هذا المبيد تجارياً بشكل معلق سائل ويباع تحت الأسماء التجارية Invade، ويستعمل بمعدل 250 مل/دونم. يفضل عدم خلطه مع المبيدات الأخرى. ولم يسجل للمبيد اي تأثيرات جانبية ضارة على اللبائن والبيئة.

ان مبيدات الحشرات البكتيرية بالرغم من فاعليتها في مكافحة الحشرات الا انها تحتاج الى ظروف خاصة حيث يفضل حفظها في مخازن باردة بعيدا عن اشعة الشمس.

ثالثاً) مبيدات الحشرات الفطرية

الفطريات كائنات خالية من صبغة الكلوروفيل وتعود الى مملكة الفطريات Fungi، وعليه فان الفطريات يجب ان تحصل على غذائها اما عن طريق التطفل على النباتات والحيوانات أو ان تعيش مترممة على الأجسام الميتة أو المواد العضوية

المتحللة في التربة بعكس النباتات الخضراء التي تصنع غذائها بنفسها عن طريق التركيب الضوئي.

تبدأ الفطريات حياتها بصورة عامة من انبات اجسام ثمرية صغيرة مختلفة حسب نوع الفطر، وهي اما ان تكون ابواغاً أو كونيديا أو حافظات بوغية Sporongia أو ابواغ كلاميدية Clamydospores أو غيرها والتي تنشأ عن التكاثر الجنسي واللاجنسي للفطر وبعد انبات تلك الابواغ أو الكونيديا ينتج عن كل منها نموات خيطية رفيعة تسمى بالهايفات Hyphae حيث تنمو وتتشعب لتكون جسم الفطر الذي يعرف بالغزل الفطري Mycelium والذي يكون فيما بعد الأجسام الثمرية.

ان معظم الفطريات الممرضة للحشرات تهاجم الحشرات من الخارج حيث تخترق جدار الجسم عند الأماكن الضعيفة خاصة منطقة البلورا أو المساحات المحصورة مابين الحلقات البطنية واحياناً عن طريق الثغور التنفسية، ثم تدخل تجويف الجسم حيث تبدأ بمهاجمة انسجته المختلفة وتستمر بالنمو والتكاثر حتى يمتلئ جسم الحشرة المصابة بالهايفات، بعد ذلك يرسل الفطر حوامل كونيدية Conidophores الى خارج جسم الحشرة، يتبعها تكون الأجسام الثمرية التي تمكن الفطر من اصابة حشرات اخرى عند ملامستها لتلك الأجسام ويلاحظ ان اجسام الحشرات المصابة تكون مغطاة بالغزل الفطري الحاملة للكونيدات التي قد تحتوي على الابواغ الساكنة المقاومة للظروف الجوية غير الملائمة عند غياب العائل المناسب.

هناك اليوم اكثر من 70 نوع من الفطريات ومعظمها يعود لفطريات Deuteromycetes تعود لما يقرب من 90 جنس ممرضة للحشرات، وإن من أهم أجناس الفطريات التي تضم انواعاً فطرية قاتلة للحشرات Mycoinsecticides الأجناس: *Hirsutella* و *Vectirillium* و *Metarhizium* و *Beauveria* و *Erynia* و *Aschersenia* و *Nornuraca* و *Paecilomyces* ان الجنس

Beauvria والجنس *Metarhizium* تم عزل أنواعها من 7و 30 نوع حشري على التوالي، وقد استعملا على نطاق واسع في مكافحة الحشرات وتتوفر مراجع كثيرة جداً حول اماكن وجودها وطرائق زراعتها واكثارها.

بالرغم من وجود هذا العدد الكبير من الأنواع الفطرية الممرضة للحشرات، الا ان المتوفر منها كمبيدات للحشرات على المستوى التجاري لازال محدود جداً.

مبيدات الحشرات الفطرية في الاستخدام:

1-) مبيد الحشرات *Beauveria bassiana*: هذا الفطر هو Mitosporitic من الـ Monliales سابقاً كان يعرف بالاسم *Botrytis bassiana* والسلالات المستعملة منه هي Bb147 و GHA و ATCC 74040 الاسم الشائع للفطر هو المسكاردين الابيض White Muscardine، تم عزل هذا الفطر من يرقات حفار الذرة الأوربي *Ostrinia nubilalis* المريضة. يتم انتاجه تجارياً بزراعته بطريقة التخمير على حبيبات من الطين وتستعمل السلالة Bb147 ضد حفار ساق الذرة الاوربي وكذلك حفار ساق الذرة الاسيوي *O.furnacolis*. اما السلالة GHA فتستعمل لمكافحة الذباب الابيض والثربس والمنْ والبق الدقيقي، اما السلالة ATCC 74040 فتستعمل ضد الحشرات ذات الأجسام الرخوة التابعة لرتبة غمدية الاجنحة ونصفية الاجنحة، وان السلالة Bb147 يوصى باستعمالها على الذرة والسلالة GHA تستعمل على الخضراوات ونباتات الزينة فيما تستعمل السلالة ATCC 74040 على المساحات المزروعة بالثيل ونباتات الزينة.

النشاط الحيوي للفطر Biological Activity: بعد ان تلتصق كونيديا الفطر بكيوتكل الحشرة تبدأ بالإنبات ثم تبدأ الهايفات باختراق كيوتكل الحشرة والنمو داخل جسم الحشرة، هذه العملية تحتاج الى رطوبة عالية لكي تبدأ الكونيديا أو جراثيم الفطر بالإنبات وتحدث الإصابة خلال 24-48 ساعة اعتماداً على درجة الحرارة، والحشرات المصابة تعيش لمدة 3-5 ايام. بعد موت الحشرات تبدأ الهايفان بالظهور

خارج جسم الحشرة لتنطلق المزيد من الكونيديا لتجدد الإصابة من جديد، هذا الفطر متخصص للحشرات.

يتوفر هذا المبيد تجاريا بصورة تجهيز هي:-

أ – بشكل حبيبات طينية مايكرونية Clay Microgranular (MG)

ب – بشكل مسحوق قابل للبلل Wettable Powder (WP)

ج – بشكل سائل مركز Soluble Concentrate

يباع هذا المبيد تحت العديد من الاسماء التجارية مثل Ostrinil و Mycotrol و BotaniGard و Corn Guard. يستعمل هذا المبيد رشاً بجميع أنواع اجهزة الرش المتوفرة. معدل الاستعمال يعتمد على نوع الحشرة ونوع المحصول، والمعدل الاعتيادي للاستعمال يتراوح بين 200–250 مل/ دونم. لاينصح بخلطه مع مبيدات الفطريات ويمكن خلطه مع مبيدات الحشرات ومع المواد المضافة للمبيد ليس للمبيد تأثيرات جانبية ضارة على اللبائن والبيئة.

2–) مبيد الحشرات *Beauveria brongniartil*: ويعرف ايضاً بالاسم *Beauveria tenella* والسلالة المستعملة من الفطر هي السلالة Bb96 من العزلة السويسرية هذا الفطر تم عزله في البداية من يرقات الجعال *Hoplochalis marginolis* المريضة التي وجدت في مدغشقر وكانت العزلة من النوع شديدة الضراوة. تم انتاجه واستعماله بنجاح لمكافحة يرقات الجعال البيضاء *Hoplochelis mrginolis*. وكذلك يرقات الجعال *Melolantha melolantha* في حقول قصب السكر والشعير.

النشاط الحيوي للفطر Biological Activity:- كما في الفطر نوع *B. bassiana*. يتوفر هذا النوع تجارياً بشكل محببات طين مايكرونية أو كحبوب شعير ملقحة بسبورات الفطر. يوجد تجارياً تحت الاسم التجاري Betxl ويستعمل في حقول قصب السكر بوضعه على الحافة العليا للمرز أو قرب الجور وبمعدل 15 كغم

/دونم. يمكن خلطه مع الكيميائيات الزراعية عدا مبيدات الفطريات، ليس للمبيد تأثيرات جانبية ضارة على اللبائن والبيئة.

3-) مبيد الحشرات *Metarhizium anisopliae*:- هذا الفطر كان يعرف سابقاً بالاسم *Penicillium anisopliae* وبالاسم *Entomophthora anisopliae*، الاسم الشائع للفطر هو المسكاردين الاخضر Green Muscardine. هذا الفطر تم عزله من الحشرات الميته. ويتم انتاجه تجارياً بطريقة التخمير العميق تحت ظروف مسيطر عليها. وقد اظهر هذا المبيد فاعلية جيدة ضد مدى واسع من حشرات رتبة غمدية الأجنحة وحرشفية الأجنحة. ويستعمل على معظم انواع المحاصيل حتى المزروعة في البيوت البلاستيكية.

النشاط الحيوي للفطر Biological Activity:- بعد رش المبيد على المجموع الخضري للنباتات المصابة بالحشرات فان الفطر يجتاح جسم الحشرة ويعمل على إيقاف أو منع الحشرة من الحركة خلال يومين من المعاملة ثم يحدث الموت بعد سبعة ايام من المعاملة، والحشرات الميته تبقى ملتصقة على النبات حيث تنتج الحشرات الميته المزيد من سبورات الفطر. كما استعمل هذا المبيد بنجاح في مكافحة الارضة. يتوفر هذا المبيد تجارياً بشكل مركز قابل للحقن لمعاملة الارضة أو بشكل معلق سبورات تحت الأسماء التجارية Bioblast و Terminex و Metarhizium Bo. يستعمل هذا المبيد رشاً على المحاصيل عند وجود الحشرات المستهدفة بالمكافحة كما يتم حقنه في انفاق الارضة، لا يمكن خلطه مع المبيدات الاخرى امين الاستعمال على اللبائن والبيئة.

4-) مبيد الحشرات *Metarhizium flavoviride*:- هذا الفطر تم عزله من الحشرات المريضة وتم انتاجه بالتخمير تجارياً لمكافحة الجراد والنطاطات. يجهز هذا المبيد بشكل مستحضر جاهز للرش المتناهي في الصغر UDL ويباع تحت الاسم

التجاري Green Muscle لاينصح بخلطه مع المبيدات الاخرى. ليس له تأثيرات جانبية على اللبائن والبيئة.

5-) مبيد الحشرات *Paecilomyces fumosorosrus*: هذا الفطر تم عزله من مدى واسع من الحشرات المريضة في دول العالم المختلفة وقد أظهرت السلالة Apopka 97 الموجودة على نبات Gynura في منطقة Apopka في ولاية فلوريدا. هذه السلالة تم انتاجها تجارياً بالتخمير وتسوق تجارياً بشكل معلق سبورات لمكافحة الذباب الابيض، كما اظهرت فاعلية ضد حشرات المنْ والثربس والعنكبوت الاحمر على نباتات الزينة ومحاصيل الخضر والفاكهة. ان طريقة تأثير هذا الفطر لا تختلف عن الفطريات السابقة. هذا الفطر لاينتج اي سموم فطرية، يتوفر هذا المبيد تجارياً بشكل محببات قابلة للانتشار بالماء ويباع بالاسم التجاري ProFeRal يرش هذا المبيد بالحجم الكبير وبمعدل 10غم/لتر ماء. ليس للمبيد تأثيرات جانبية ضارة على اللبائن والبيئة.

6-) مبيد الحشرات *Verticillium lecanii*:- ويسمى ايضاً *Cephalosporium lecanii*. يوجد هذا الفطر في الطبيعة وتم عزل سلالتين منه الاولى تم عزلها من المنْ *Macrosiphonella sanborni* فيما تم عزل السلالة الثانية من ذبابة البيوت البلاستيكية البيضاء *Trialeurodes vaparaiorum*. وكلا السلالتين لهما مدى عائلي مختلف تم إنتاج هاتين السلالتين تجارياً بزراعتهما على بيئات معقمة ويتم حصاد السبورات بالتركيز والتخفيف. اطلق الاسم التجاري Mycotal على سلالة الذبابة البيضاء وVertalec على سلالة المنْ حيث استعمل الـ Mycotal لمكافحة الذباب الابيض والثربس والـ Vertalec لمكافحة المنْ. ان طريقة تأثير هذا الفطر يشبه الفطريات السابقة. يتوفر هذا المبيد تجارياً بشكل مسحوق قابل للبلل ويرش بالحجم الكبير ويفضل عدم خلطه مع المبيدات الاخرى خاصة مبيدات الفطريات. ليس للمبيد تأثيرات سلبية على اللبائن والبيئة.

مما سبق يتبين ان مبيدات الحشرات الفطرية تكون فعالة ومؤثرة في الاجواء الرطبة والباردة وهو ما يفسر سبب انخفاض فاعليتها في البيئة العراقية لارتفاع درجات الحرارة وانخفاض مستوى الرطوبة.

رابعاً) مبيدات الحشرات الاوالية:

ان البروتوزوا Protozoan أو الاوالي تم تشخيصها منذ فترة على انها من الكائنات الممرضة للحشرات والتي تلعب دوراً مهماً في تنظيم اعداد الحشرات في الطبيعة، وان اغلب أنواع الاوالي الممرضة للحشرات هي تلك التي تعود لرتبة Microsporidia. هذه المجموعة لم تستغل بشكل جيد في مكافحة الحشرات بسبب بطيء تأثيرها، ويعتقد الكثير من الباحثين بضرورة اجراء المزيد من الدراسات المتعلقة بعلم الحياة الجزيئي والهندسة الوراثية من اجل زيادة فاعلية هذه المجموعة في مكافحة الحشرات. ان المبيد الوحيد التابع لهذه المجموعة والمتوفر تجارياً هو:

مبيد الحشرات *Nosema locusta*: يعود لرتبة Microsporidia ولعائلة Nosematicae. تم عزله من نطاطات الحشائش في الولايات المتحدة الامريكية.

طريقة التأثير Mode of Action: لكي تحدث الـ Nosema تأثيرها الضار لابد من ان يتم اخذها عن طريق الفم وقد وجد ان العمر الحوري الثاني والثالث هي الاعمار الاكثر حساسية للإصابة بعد ابتلاع الحشرة لسبورات الـ Nosema تبدأ بالانبات في القناة الهضمية الوسطى للحشرة ثم تبدأ باجتياح جسم الحشرة مؤدية الى موت الحشرة في النهاية ان استجابة لنطاطات للبروتوزوا تتباين بين استجابة ضعيفة الى استجابة قوية تتمثل في موت الحشرة. لقد سجل ان هذا النوع من الـ Nosema يصيب اكثر من 60 نوع من نطاطات الحشائش. هذا البروتوزوا تم انتاجه تجاريا بتربيته على النطاطات تحت ظروف مسيطر عليها. يتوفر تجارياً بشكل طعم جاهز تحت الاسم التجاري NoloBait و Grasshoper Control Semaspore Bait ويستعمل عن طريق نثر الطعم على المحاصيل المطلوب حمايتها من النطاطات،

لايمكن خلطه مع الكيميائيات الزراعية وليس للمبيد تأثيرات جانبية ضارة على اللبائن والبيئة.

خامساً) مبيدات الحشرات النيماتودية:

النيماتودا أو الديدان الثعبانية، وهي ديدان اسطوانية الشكل، القليل منها يعيش بصورة حرة اما الغالبية العظمى منها فتعيش في الطبيعة بشكل متطفل، لذلك فانه ليس من الغريب ان نجد بعضها متطفلاً على الحشرات مسببا لها الموت أو العقم أو الضعف، وإذ سجل إصابتها للبعوض والذباب الأسود والهاموش والجراد وخنافس القلف والنمل وانواع الفراشات والثربس والبراغيث والنحل البري وغيرها.

يقدر عدد انواع النيماتودا التي تصيب الحشرات حوالي 1500 نوع يهاجم على الاقل 16 رتبة من رتب الحشرات. تنتمي الديدان الثعبانية الى شعبة Nemathelminthes التي تضم ثلاثة صفوف تتطفل على الحشرات هي:

1- Class: Nematoda
2- Class: Nematophora
3- Class: Acanthocephala

تتشابه الأنواع الطفيلية مع بعضها البعض من حيث مظهر الجسم الخارجي الاسطواني الشكل والمستدق الطرفين والخالي من التقسيم الحلقي Unsegmented، الا ان حجم الجسم يتباين كثيرا بين انواع الصفوف الثلاثة، كذلك فان بعض أنواع النيماتودا الحشرية يحمل بكتريا داخل جسمه ثم يطلقها في السائل الدموي للعائل مما يتسبب في تسمم الدم وموت العائل وقد ثبت في الاونة الاخيرة ايضاً ان بعض أنواع النيماتودا يحمل أنواع الفايروسات التي تصيب الحشرات.

تتمثل دورة حياة النيماتودا المتطفلة على الحشرات بوجود ثلاثة أطوار رئيسية هي البيضة واليرقة Juvenile والطور البالغ Adult. ولليرقة أربعة أعمار تعيش الصغيرة فيها بصورة حرة لفترة قصيرة في محيط مائي أو رطب نوعاً ما، اما الأعمار

اليرقية الأخرى واحياناً البالغات فإنها تعيش متطفلة داخل جسم العائل، حيث تهاجم اجزاء الجسم المختلفة كالقناة الهضمية أو تجويف الجسم حيث تحصل على الأحماض الامينية والمواد الغذائية الاخرى مباشرة من هيموليف الحشرة العائل، وتمتاز النيماتودا انها ثنائية الجنس عادة وتنتج الاناث البيض المخصب بعد عملية التزاوج.

تقسيم النيماتودا الحشرية:

تمتلك النيماتودا علاقات حيوية مختلفة مع الحشرات وعلى أساس نوعيه هذه العلاقة يمكن تقسيم النيماتودا الحشرية الى ما يأتي: –

1) النيماتودا التعايشية Commensal Nematodes: وتشمل الأنواع التي تعيش بصورة طبيعية داخل القناة الهضمية للحشرات دون ان تؤثر على حيويتها، حيث قد بكون التعايش من اجل الانتقال من بيئة الى أخرى وتسمى عندئذ بالنيماتودا الانتقالية Phoretic Nematodes، ومثل هذه الانواع ذات تأثير ممرض محدود على الحشرات الناقلة لها.

2) النيماتودا شبه الطفيلية Semi –Parastic Nematodes: وتشمل أنواع النيماتودا ذات العادات الطفيلية والمترممة ومن أشهر أنواعها تلك التي تعود للجنس *Neoplectana* وخاصة النوع *N.glaseri* الذي يصيب يرقات الخنافس اليابانية *Popillia japonica* وغيرها من يرقات الخنافس المختلفة. اما النوع الثاني فهو *N.jutki* فهو من النيماتودا الناقلة للبكتريا الممرضة ويعتبر عمره اليرقي الثاني المغلف هو الطور الممرض.

3) النيماتودا اجبارية التطفل Obligatory Parasitic Nematodes:

وتضم الانواع التي تعيش في تجويف جسم الحشرة وتتطفل على انسجتها الحية المختلفة، لذلك فهي تبحث بنشاط عن عوائلها المفضلة سواء كانت يرقات أو عذارى أو بالغات وبمساعدة اجزاء فمها الرمحية تتمكن من اختراق جسم العائل خلال

دقائق محدودة ويساعدها في ذلك بعض الإفرازات الانزيمية الغزيرة من غدتها البلعومية المتضخمة وحال دخول النيماتودا تجويف جسم العائل فانها تبدا بالحصول على موادها الغذائية من السائل الدموي عن طريق الانتشار عبر جليد جسمها أو عن طريق المذيلات Microvilli. وتستعمل النيماتودا الطفيلية نفس الاحماض الامينية واسترات الستيرول التي تنتجها الحشرات لغرض تكوين بيضها ونضجه مما يتسبب في خفض انتاجية الحشرة من البيض وقد تسبب لها العقم احياناً.

مما سبق يتبن ان النيماتودا المتطفلة على الحشرات تشكل مجموعة مهمة في مجال المكافحة الحيوية للحشرات من خلال عدد الأنواع الممرضة للحشرات، الا ان المستعمل منها كمبيدات حشرات مايكروبية لازال قليلاً.

مبيدات الحشرات النيماتودية التجارية:

في السنوات الاخيرة تم تطوير عدد من مبيدات الحشرات النيماتودية التي استعملت على المستوى التجاري. وهي كما يأتي:

1) مبيد الحشرات النيماتودي *Heterorhabditis bacteriophora*: يعود الى رتبة Rhabditida وعائلة *Heterorhabditidae* هذا النوع من النيماتودا يوجد عادة في التربة وتم انتاجه تجارياً بطريقة التخمير على غذاء سائل ويباع تجارياً على شكل يرقات عمر ثالث وهو فعال ضد مدى واسع من الحشرات، إلا انه يستعمل بالدرجة الاساس لمكافحة الخنفساء اليابانية.

الفعالية الحيوية Biological Activity: بعد رش المبيد تقوم يرقات العمر الثالث وهو الطور الوحيد الذي يستطيع ان يعيش خارج جسم الحشرة لأنه يتغذى. حيث يجتاح هذا الطور جسم الحشرة من خلال الفتحات الطبيعية الموجودة على الجسم أو من خلال الجليد وبعد دخول يرقة العمر الثالث لجسم الحشرة تبدأ باطلاق البكتريا *Photorhobdus luminescens* داخل جسم الحشرة التي تقوم باطلاق السموم Toxins التي تعمل على قتل الحشرة خلال 48 ساعة، ثم تقوم البكتريا بهضم

محتويات جسم الحشرة وتحويله الى مواد تصلح لتغذية النيماتودا حيث تنسلخ يرقة العمر الثالث الى العمر الرابع التي تستمر بالنمو داخل هيكل جسم الحشرة ثم تحول هذا العمر الى حيوان بالغ خنثى*Hermophrodite*، حيث تضع مايقرب من 1500 بيضة هذا البيض يفقس وينمو ذكوراً واناثاً اللذان يتكاثران جنسياً حيث تموت الذكور بعد التزاوج فيما تقوم الإناث بوضع البيض داخل جسم الحشرة الميته إذا كان هناك غذاء كافي اما في حالة عدم وجود غذاء كافي داخل جسم الحشرة الميته فان العمر اليرقي الاول والثاني ينمو ويتطور داخل جسم الأنثى وحال تحول العمر اليرقي الثاني إلى الثالث فإنه يغادر جسم الحشرة الميته باحثاً عن عائل اخر. ان فترة تطور النيماتودا تعتمد بشكل كبير على درجة الحرارة وتوفر الغذاء. هذا المبيد كفوء جداً في مكافحة الخنافس والحشرات الأخرى وخاصة حشرات نباتية التغذية الموجودة في التربة.يتوفر هذا المبيد تجارياً بشكل محببات طين قابلة للانتشار في الماء تحت الأسماء التجارية Heteromask و Crusier و Lawn Patrol و Nema –Top و Nema – Green.

هذا المبيد يكون فعال جدا عندما تتراوح درجة حرارة التربة مابين 12–30مْ ويفضل خزن المبيد في الثلاجة عند درجة حرارة 3–5 مْ ليس للمبيد تأثيرات جانبية على اللبائن والبيئة.

2) مبيد الحشرات النيماتودي *Heterhabditis megidis*:

هذه النيماتودا منتشرة. في مناطق العالم المختلفة ومن اشهر سلالاتها UK 211 البريطانية HW79 الهولندية. تم إنتاجها تجارياً بواسطه التخمير على غذاء سائل، كما تم تربيتها في التربة على الخنافس وتسوق تجارياً بشكل يرقات العمر الثالث. لمكافحة حشرات التربة كيرقات وعذارى سوسة العنب الأسود *Otiorhynchus sulcatus* ويمكن استعمال المبيد على نباتات الزينة وعلى الخضراوات في البيوت الزجاجية.

الفعالية الحيوية Biological Activity: كما سبق. يتوفر هذا المبيد تجارياً بشكل يرقات العمر الثالث تحت الأسماء التجارية Larvanew و Nemasys H. يستعمل هذا المبيد عن طريق حقنه في التربة الموبوءة بالحشرة. هذا المبيد غير قابل للخلط مع مبيدات الحشرات التي تضاف للتربة ليس للمبيد تأثيرات ضارة على اللبائن والبيئة.

3) مبيد الحشرات النيماتودي *Steinernema carpocapsae*:

هذا النوع ينتمي لرتبة Nematoda ولعائلة Steinernematidae وتسمى *Neoplectana carpocaspsae* هذا النوع من النيماتودا منتشر على مستوى العالم ويتم انتاجه تجارياً بالتخمير بشكل يرقات عمر ثالث. ويستعمل لمكافحة سوسة العنب الاسود *Otiohynchus sulcatus*. وحشرات التربة الأخرى مثل الديدان القارضة *Agrotis* spp والكاروب *Gryllotapla gryllotapla* والـ *Tipula* spp وخنافس الجذور والبراغيث وحفارات السيقان وغيرها. وتستعمل على محاصيل الخضر والزينة في الزراعة المغطاة، كما ينصح باستعمالها لمكافحة حشرات الثيل.

الفعالية الحيوية Biological Activity: كما سبق، عدا ان هذه النيماتودا تطلق البكتريا *Xenorhabdes* spp داخل الجسم. هذه النيماتودا تكمل دورة حياتها خلال 14–20 يوم عند توفر الحشرات ودرجة الحرارة المناسبة. يجهز هذا المبيد تجارياً بشكل يرقات عمر ثالث مكبسلة داخل حبيبات، يتوفر في السوق تحت الاسماء التجارية Exhibit Sc- WDG و Bio Safe WG و Bio vector Wg و Savior WG و Scan Mask Granden α Law و Biologic يستعمل هذا المبيد رشاً على التربة لمكافحة الحشرات الموجودة في التربة ويصبح المبيد قاتلاً عندما لا تقل درجة حرارة التربة عن 15 مْ ولايفضل استعماله بوجود الاسمدة الحيوانية. ليس للمبيد تأثيرات جانبية ضارة على اللبائن والبيئة.

4) مبيد الحشرات النيماتودي: *Steinernema feltiae*:

وتسمى ايضاً *Neoplectana bibionis* و *N. feltiae* هذا النوع عالمي الانتشار وتم انتاجه تجارياً بالتخمير ويجهز بشكل يرقات عمر ثالث ويستعمل لمكافحة ذباب السيسيارايد Sciard fly و *Bradysia* spp و *Lycoriella* spp و *Sciara* spp وحشرات التربة الأخرى. ويستعمل على الخضراوات ونباتات الزينة في الزراعة المغطاة وكذلك في مزارع فطر عش الغراب Mushrooms.

يتوفر هذا المبيد تجارياً بشكل يرقات عمر ثالث في حبيبات طينية تحت العديد من الأسماء التجارية Magent و Nemasys و Nemasys M و Entonem و Magnet و X-Gnat وغيرها ويستعمل هذا المبيد رشاً على التربة ولايخلط مع الاسمدة الاخرى وان الرطوبة العالية ودرجة الحرارة التي لا تقل عن 15 مْ ضرورية لفاعلية هذا المبيد. ليس للمبيد تأثيرات جانبية ضارة على اللبائن والبيئة.

5) مبيد الحشرات النيماتودي *Steinernema glasrei*:

ويسمى ايضاً White grub Parasitic Nematode. السلالة المستعملة منه هي B- 326. التي تم عزلها من تربة نيوجرسي في امريكا وتم إنتاجها تجارياً بالتخمير في 30–60 الف لتر من بيئة التخمير وتستعمل لمكافحة اليرقات الجعالية في ساحات الثيل.

النشاط الحيوي Biological Activity:- كما سبق. يتوفر هذا المبيد تحت الاسم التجاري *Steinernema glaseri* وان فاعلية هذا المبيد تكون احسن ما يكون عندما تتراوح درجة حرارة التربة بين 25–35 مْ ويمكن استعماله مع انظمة الري وقابل للخلط مع مدى واسع من مبيدات الحشرات الكيميائية والحيوية امين الاستعمال على اللبائن والبيئة.

6) مبيد الحشرات النيماتودي: *Steinernema riobrave*:

ويسمى Soil Insect Parasitic Nematode. وتم عزل هذا النوع من التربة، وتم انتاجه تجارياً بالتخمير في 30–60 الف لتر من بيئة التخمير. يستعمل

لمكافحة حوريات وكاملات صرصر الحقل *Scopteriscus* spp في ساحات الثيل. ومكافحة سوسة الحمضيات *Pachnaeus litus* وحفار جذور قصب السكر *Dioprope abbreviotus*.وحشرات الحمضيات الاخرى.

النشاط الحيوي Biological Activity: كما سبق يتوفر هذا المبيد تجارياً بشكل محببات قابلة للانتشار بالماء تحت الأسماء التجارية Biovector 356 WG و Devur WG و Vector Me WG. ولتحقيق مكافحة فعالة ينبغي استعماله عند درجة حرارة ما بين 22–28 مْ. متوافق للخلط مع اغلب المبيدات الحيوية وبعض مبيدات الحشرات. امين الاستعمال على اللبائن والبيئة.

7) مبيد الحشرات النيماتودي *Steinernema scapterisci*:

ويسمى ايضاً Mole Criket Parasitic Nematode. إن السلالة المستعملة في المبيد هي B-319 وتم عزل هذا النيماتود من صرصر الحقل في امريكا الجنوبية. تم انتاجها تجارياً بالتخمير في بيئة معقمة واستعملت لمكافحة صرصر الحقل في ساحات الثيل.

النشاط الحيوي Biological Activity:– كما سبق. يتوفر هذا المبيد تجارياً محملا على حبيبات من الطين وتحت الاسم التجاري Otinems وتم رشه على التربة الرطبة على ان يتم ري التربة كل 3–4 أيام بعد المعاملة بالمبيد، لا ينصح بخلطه مع المبيدات الكيميائية ولكنه يقبل الخلط مع المبيدات الحيوية. وللحفاظ على فاعلية المبيد ينبغي خزنه عند درجة حرارة 10مْ. ليس للمبيد تأثيرات ضارة على اللبائن والبيئة.

من خلال استعراض مبيدات الحشرات النيماتودية المتوفرة يتبين أنها تحتاج إلى ظروف بيئية معينة مثل الرطوبة العالية ودرجات الحرارة المعتدلة التي تتراوح بين20–35 مْ، وفضلاً عن ضرورة خزن مستحضراتها على درجات حرارة منخفضة

تتراوح بين 3–10 مْ، هذه المتطلبات البيئية لا تتوفر كثيرا في البيئة العراقية وكذلك فان امكانية استعمال مثل هذه المبيدات في العراق لازال محدوداً للأسباب المذكورة آنفاً.

الفصل السابع
مبيدات الحشرات الجينية

- المقدمة
- مبيدات الحشرات الجينية، مفهومها ومجاميعها
- مبيدات الحشرات الجينية بين مندل والهندسية الوراثية
- صور تجهيز مبيدات الحشرات الجينية
- المحاصيل السامة للحشرات
- المحاصيل المقاومة للحشرات
- الحشرات المعاقة
- أعداء حيوية حشرية مقاومة للمبيدات
- الفايروسات معادة التشكيل.

المقدمة:-

ان التطور الذي شهده الربع الأخير من القرن العشرين وما شهده العقد الأول من القرن الواحد والعشرين في مجال علم الحياة الجزيئي Molecular Biology وعلم الكيمياء الحياتية Biochemistry والتطور الحاصل في مجال التقانات الحيوية Biotechnology والهندسة الوراثية Genetic Engineering والتي أحدثت ثورة هائلة في علم الحياة مكنت الإنسان المعاصر من التدخل في التركيب الوراثي للكائنات الحية فينقل اليه ما يرغب من صفات وبحذف منه ما يشاء من الصفات في محاولة لتغيير طبيعة ووظيفة الكائنات التي تحيط به من اجل ان يحقق رفاهيته وان يضمن سيطرته على البيئة التي يعيش فيها من اجل تحقيق سيادته على الأرض وذلك من خلال إنتاجه للمبيدات الجينية المتمثلة بإنتاج المحاصيل المقاومة للآفات والمحاصيل السامة للآفات والعمل على التأثير في القدرات التكاثرية للآفات بجعلها عقيمة أو خفض قدرتها التنافسية مع الإفراد الطبيعية، فضلاً عن تحويره للعديد من صفات النباتات والمحاصيل لجعلها أكثر تحملاً للملوحة والحرارة والرطوبة وغيرها من العوامل البيئية المؤثرة في إنتاجية هذه المحاصيل. لذلك سنسعى في هذا الفصل إلى محاولة بلورة مفهوم مبيدات الحشرات الجينية والية عمل هذه المبيدات مع الإشارة إلى اهم المبيدات الموجودة في التطبيق والمستقبل الذي ينتظر هذه المجموعة من المبيدات الحيوية.

مبيدات الحشرات الجينية، مفهومها ومجاميعها:-

مبيدات الحشرات الجينية هي مجموعة الجينات المسؤولة عن مجموعة الصفات التي تعمل على قتل الحشرات وخفض أعدادها بشكل مباشر أو غير مباشر ومن هذه الجينات تلك المسؤولة عن إنتاج السموم القاتلة للحشرات والجينات المسؤولة عن حالات العوق في الحشرات أو تلك المسؤولة عن مقاومة النبات للحشرات وغيرها والجينات ليست سامة بحد ذاتها، وان عملها يقتصر على توظيف

العمليات الحيوية للكائن الحي لترجمة الصفة المسؤولة عنها إلى واقع مادي يتمثل في اكتساب الكائن لتلك الصفة، وعليه فان المبيدات الجينية لا يمكن تجهيزها واستعمالها بنفس الطريقة التي تستعمل في تجهيز واستعمال المبيدات الكيميائية التقليدية، و انما تتوفر تجارياً بشكل كائنات معدلة وراثياً تنضوي تحت احد المجاميع الآتية:

1- المحاصيل السامة للحشرات Insects Poisoned Crops

2- المحاصيل المقاومة للحشرات Insects Resistance Crops

3- الحشرات المعاقة Handicapped Insect

4- الأعداء الحيوية المقاومة للمبيدات

Pesticide Resistance Biological Control Agents

5- الفايروسات معادة التشكيل Recombinant Virus

مبيدات الحشرات الجينية بين مندل والهندسة الوراثية:

يعد العالم النمساوي كريكور مندل Gregor Mandel هو أول من وضع الأسس العلمية لكيفية انتقال الصفات الوراثية من الآباء إلى الأبناء وذلك عام 1865 عندما نشر نتائج تجاربه في الوراثة والتي أجراها على نبات البزاليا، كما اثبت في تجاربه ان الجينات المسؤولة عن هذه الصفات اما ان تكون متنحية أو سائدة وبذلك يكون مندل هو أول من وضع الأسس العلمية الصحيحة لعلم الوراثة.

لقد تم استعمال قوانين مندل الوراثية لوضع الأسس العلمية لتربية النباتات المقاومة للآفات ومنها الحشرات، حيث تعتمد حاليا الخطوات التالية في إنتاج النباتات المقاومة للآفات وكما يأتي:-

1- تحديد نباتات المحصول المقاومة أو المتحملة من نفس نوع المحصول بالمقارنة مع الأصناف القياسية للمحصول.

2- بعد تحديد مصدر المقاومة يتم نقل الجين المسؤول عن المقاومة إلى الأصناف الحساسة وذلك عن طريق التهجين بين الأصناف الحساسة المرغوبة والنباتات المقاومة.

3- بعد التهجين الأول فان الذرية الناتجة ستحوي 50% من مجين Genome الأبوين و50 % من مجين النبات المقاوم. ان التهجين الناتج قد لا يكون مرغوباً لانتقال بعض صفات النبات المقاوم اليه. لذلك لغرض استعاده الصفات المرغوبة الموجودة في الأصناف الحساسة يتم عمل عدد من التهجينات الرجعية Back Crosses بين الهجين الجديد المقاوم وصنف المحصول الأصلي أو الابوي الحساس والذي يسمى بالاب المتكرر Recurent Parent وخلال عملية التهجين الرجعي لابد من التأكد من بقاء صفة المقاومة في الذرية. ان عدد التهجينات الرجعية. اللازمة لانتاج نباتات مقاومة للحشرة وذات صفات إنتاجية مرغوبة يعتمد على عدة عوامل:-

أ-) عدد الجينات التي تتحكم في المقاومة، إذ كلما زادت عدد جينات المقاومة زادت الفترة اللازمة للحصول على الصنف المقاوم.

ب-) درجة الارتباط بين جينات المقاومة، إذ كلما كان الارتباط قوياً كلما كان ذلك أفضل.

ت-) درجة الارتباط بين جينات المقاومة وجينات الصفات غير المرغوبة . إذ كلما كان الارتباط ضعيفاً كلما كان ذلك أفضل.

ث-) سيادة جينات المقاومة يسرع من عملية الانتخاب.

4-) بعد الحصول على الصنف المقاوم للحشرات، تتم عملية اكثاره واطلاقه تجارياً كمبيد يعمل على خفض أعداد الحشرات التي لا تتمكن من التغذية على العائل فتموت جوعاً.

مما سبق يتبين ان الحصول على صنف مقاوم للحشرات من نبات ما يتطلب الانتظار لعدة أجيال من حياة النبات أو المحصول وقد تستغرق هذه المدة

عدة عقود من الزمن في حالة النباتات المعمرة مثل أشجار الفاكهة، بينما تتمكن الحشرة من كسر هذه المقاومة خلال فترة وجيزة مقارنة بالفترة التي استغرقتها عملية انتاج الصنف المقاوم.

ان العوامل المحددة للطريقة المندلية في انتخاب الأصناف المقاومة للحشرات تتمثل في النقاط الآتية:-

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

2-) تتعامل في الغالب مع صفة واحدة من صفات 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 الحشرة 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.

ان الهندسة الوراثية تعد اليوم احد فروع التقنيات الحيوية المهمة والتي يمكن تعريفها بانها التقنيات التي تستعمل لتحوير التركيب الوراثي لمجين المحصول Genome أو الآفة، اما عن طريق حذف الجين أو عزله أو عن طريق نقل الجينات من كائن لاخر ويطلق على المحاصيل المحورة بطريقة الهندسة الوراثية بالكائنات المعدلة وراثياً Genetically Modified Organisms (GMO) أو الكائنات المعدلة بالهندسة الوراثية (Genetically Engineered Organisms أو (GEO).

ان 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 اخر في مجموعة تصنيفية

لا تمت بصلة للمجموعة الأولى اي امكانية 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 اخر ينتميان ايضاً إلى مجاميع مختلفة والتي أدت إلى حدوث ثورة حقيقية في مجال تحوير وتصميم الكائنات الحية.

صور تجهيز مبيدات الحشرات الجينية:- ذكرت سابقاً ان مبيدات الحشرات الجينية تجهز بطريقة تختلف عن تجهيز المبيدات الكيميائية التقليدية، حيث تسوق مبيدات الحشرات الجينية بشكل كائنات معدلة وراثياً تقع ضمن المجاميع الاتية:-

اولاً:- المحاصيل السامة للحشرات Insects Poisoned Crops

تقوم الشركات الأمريكية في الوقت الحالي بتسويق عدد من المحاصيل الحقلية والخضراوات السامة للحشرات من حرشفية الأجنحة مثل ديدان الجوز التي تصيب القطن وحفارات الذرة وكذلك العديد من الحشرات غمدية الاجنحة مثل خنافس البقول وخنفساء كولورادو التي تصيب البطاطا، وقد تم انتاج هذه المحاصيل باستخدام الهندسة الوراثية، فمثلاً صنف القطن Bollgrad والصنف Nucot N33 يعدان من الاصناف السامة لديدان الجوز وديدان براعم التبغ، كما يعد صنف الذرة Northrup King من الأصناف السامة لحفار ساق الذرة، وصنف البطاطا New Leaf Russet Burbank من الأصناف السامة لخنفساء كولورادو البطاطا.

في عام 1996 تم زراعة 203 مليون دونم بالقطن السام لحشرات حرشفية الأجنحة في الولايات المتحدة الأمريكية والتي شكلت 77% من مساحة الأراضي المزروعة بالقطن وتتوقع الشركة التي أنتجت هذا الصنف ان 80-90 % من الأراضي التي تزرع بالقطن في امريكا سوف تزرع بالقطن المعدل وراثياً في السنوات اللاحقة، وقد اثبتت التجارب ان القطن المعدل وراثياً ادى إلى زيادة الإنتاج بنسبة 8-10% بالإضافة إلى تحسين خواص التيلة من حيث الطول والمتانة، غير ان القطن قد ظهرت فيه بعض الصفات غير المرغوبة مثل صفة الافرع الطويلة قليلة الجوز

والمسماه Buggy Whip. اما صنف الذرة المعدل وراثياً فقد ادى إلى زيادة الانتاج بمعدل 3–9 بوشل للدونم وزادت تكلفة الدونم بحوالي خمسة دولارات فيما تقدر خسارة امريكا بحفار ساق الذرة بحدود 30 % من المحصول.

ان نجاح استخدام جينات البكتريا في إنتاج نباتات قاتلة للحشرات دفع الباحثين إلى محاولة استخدام جينات كائنات اخرى في هذا المجال ومنها الجينات الخاصة بسموم العناكب والعقارب حيث تم نقلها إلى النباتات التي تصبح قاتلة للحشرات التي تتغذى عليها كما تم نقل الجين الخاص بسم الفطر *Beauveria bassiana* إلى نبات القطن ليصبح قاتلاً لسوسة جوز القطن *Anthonomous grandis*.

حالياً يوجد عمل كبير على إنتاج محاصيل سامة للحشرات مشتقة من النبات وان النتائج الاولية لمثل هذه الدراسات تشير إلى امكانية نجاح هذه الأصناف في مكافحة الحشرات، حيث تم اختيار العديد من السموم المشتقه من النباتات وتحديد الجينات المسؤولة ونقلها إلى المحاصيل الحساسة للحشرات، كذلك تم اختيار بعض المواد المثبطة للانزيمات المحللة للبروتين، فضلاً عن اختيار العديد من مركبات الايض الثانوي كالـ Dimboa والنيكوتين والروتينون وغيرها من المركبات، كذلك فقد تمكن العلماء من ادخال جين في نبات البازلاء مسؤول عن انتاج بروتين 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 لادخاله في محاصيل اخرى غنية بالبروتين مثل الفول والفاصوليا واللوبيا والحمص وغيرها.

ان المحاصيل السامة للحشرات المشتقة من النبات لا زالت غير متوفرة على المستوى التجاري. الا ان النتائج الاولية للدراسات تشير إلى احتمالية توفرها في السنوات القليلة القادمة.

مصدر السم في المحاصيل السامة للحشرات

Poison Origin In Crops Poisoned To Insect

لقد استخدمت البكتريا *Bacillus thuringiensis* منذ اكثر من 20 سنة كمبيد مايكروبي امين ذو كفاءة عالية في مكافحة حشرات كثيرة مثل البعوض ودودة ورق القطن وغيرها وذلك برش معلق البكتريا على تلك المحاصيل وإن الحشرات التي تتغذى على تلك المحاصيل المرشوشة سوف تموت، لذلك سعى الباحثين والعاملين في مجال الهندسة الوراثية إلى محاولة نقل عامل الموت للحشرات الموجود في البكتريا *B.t.* إلى المحاصيل والنباتات الاقتصادية وتحويلها بواسطة الهندسة الوراثية إلى محاصيل سامة للحشرات بدلاً من رش البكتريا على تلك النباتات وفي ذلك توفير للنفقات وضمان لعملية المكافحة، ولتحقيق ذلك تم التعرف على العامل الوراثي المسؤول عن انتاج السم Delta toxin وتم عزله واكثاره باستخدام الحامض النووي المعاد تركيبه أو المهجن (rDNA) وادخاله في عدة محاصيل مثل القطن والذرة والبطاطا والطماطة وغيرها ولقد عبر العامل الوراثي عن نفسه في تلك المحاصيل وتم التأكد من توريثه للاجيال الناتجة منه كما تم التأكد من نجاح العامل الوراثي في قتل الحشرات التي تفتك بتلك المحاصيل، كما ثبت ان السم الذي ينتجه العامل الوراثي غير ضار للإنسان والحيوان. إن هذه الطريقة ستوفر بلا شك الكثير من المبيدات المستخدمة في مكافحة الحشرات وخفض التلوث وضمان صحة الانسان والحيوانات الداجنة والكائنات الاخرى فضلاً عن توفر اثمان هذه المبيدات.

أين توجد البكتريا *Bacillus thuringensis* ؟

Where we can Find The *B.t.*?

توجد البكتريا *B.t.* في التربة وهي موجبة لصبغة كرام وتم عزل 500 سلالة منها حتى عام 1983 وبعد ذلك التاريخ ازداد عدد السلالات إلى ان وصل إلى 12000 سلالة حتى عام 1996. ولقد تطورت طرائق عزل سلالات البكتريا *B.t* عن باقي الفطريات والبكتريا الأخرى وذلك بمعاملة العينات بمادة اسيتات الصوديوم Sodium Acetate التي تؤدي إلى انبات الفطر والبكتريا الأخرى والتي يتم التخلص منها بواسطة الحرارة في حين ان سبورات البكتريا *B.t.* لا تنبت وبالتالي لا تتأثر بالحرارة ويتم حمايتها. هذه الطريقة ايضاً سهلت التعرف على وجود البكتريا *B.t.* في البيئة وهي موجودة بكثرة في البيئة التي نعيش فيها وهي ليست من الجراثيم النادرة إذ عن طريق المقطع الكيميائي Chemical Profile المخزن في قاعدة البيانات في الكومبيوتر فانه يمكن التفرقة بين العزلات المختلفة داخل البكتريا *B.t.* والسلالات المرغوبة منها وعزلها عن طريق Subtype اولا وبعد ذلك عن طريق خواص أو تركيب البلورة Crystal structure الخاصة بالسم الداخلي للبكتريا *B.t.* ويسمى Endotoxin ثم يختبر بعد ذلك ضد الحشرات.

خواص البكتريا *B.t.* والية عملها

***B.t.* Characteristic and Mode of Action**

تنتمي البكتريا *B.t.* إلى عائلة Bacillaceae التي توصف خلاياها الخضرية بكونها عصوية الشكل يتراوح قطرها بين 1–1.2 مليمايكرون وتمتاز بقدرتها على تكوين الابواغ أو السبورات وهي اجسام جافة تمتاز بشدة مقاومتها للحرارة والضوء والمواد الكيميائية ويمكنها ان تبقى حرة في الطبيعة لعدة سنوات، وهي ذات أجسام حية قليلة الفعاليات الحيوية ولها أشكال وأحجام متباينة لكنها ثابتة حسب نوع البكتريا، كما انها موجبة لصبغة كرام واغلب سلالتها متحركة في الاطوار الاولى من النمو بواسطة سوط جانبي، تنمو هذه البكتريا جيداً على الوسط الغذائي

الصناعي Nutrient Agar تحت الظروف الهوائية وضمن مدى حراري يتراوح بين 10–40 مْ والحرارة المثلى لنموها 30مْ وعند التجرثم تتكون بلورات بروتينية سامة للحشرات بجوار السبور أو البوغ تسمى Para Sporal Crystal والبلورات هي الصفة المميزة لها وقد صنفت سموم البكتريا *B.t.* إلى اربعة انواع هي: α- Exotoxine و δ -Exotoxine و β –Exotoxine و Endotoxine - – δ واطلق الاسم Thuringiensin على السم β –Exotoxine الذي تفرزه بعض سلالات هذه البكتريا، وقد تم عزل 50 نوع من البروتين السام البلوري وتم عمل تعاقب له وسميت باسم (Cry) اختصاراً لكلمة بلورة Crystal واعطيت لها ارقام من 1–9 مثل Cry 1-1 x وتحت كل نوع منها أُعطيت حروف A و B و C و D وهكذا وايضاً حروف مصغرة للحروف الكبيرة مثل Cry 1A (b) ويعرف الرمز ايضاً بانه الجين المسؤول عن مكافحة الحشرات.

أما بالنسبة لطريقة احداث البروتين تأثيره السام في الحشرات فانه لابد ان يذوب في معدة الحشرة ذات الوسط القلوي بواسطة الانزيمات المعدية وبذلك فان السم لا يعمل في معدة باقي الحيوانات لان معدتها ذات وسط حامضي وتتلخص طريقة عمل السم كونه يؤدي إلى فقدان ايون البوتاسيوم في الخلايا المبطنة لغشاء معدة الحشرات اي خلايا الطبقة الطلائية فتفقد خواصها الازموزية فتمتص كمية كبيرة وتموت الحشرة نتيجة ذلك.

طريقة ادخال سم البكتريا *B.t.* في نبات القطن

Method of Introducing *B.t.* Poison In Cotton

يمكن ادخال سم البكتريا *B.t.* في نباتات القطن باتباع الخطوات الاتية:

أ – عمل عدوى لقطع صغيرة من فلقات بادرات قطن عمرها 12 يوماً وذلك بعد تعقيمها.

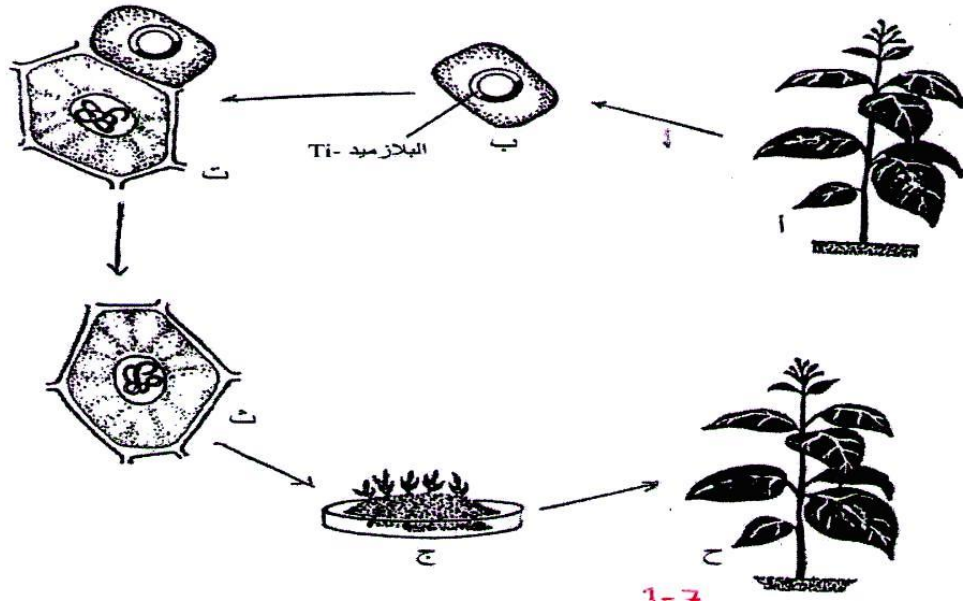
ب – يتم عمل العدوى باستخدام سلالة من بكتريا زراعية هي *Agrobactirum tumefaciens* والتي تستخدم كناقل Vector بعد استيعاد

الجينات التي تسبب الاورام للنباتات التي تصيبها اي ان البلازميد Plasmid يخلو منها ويحتوي بلازميد البكتريا على جين مقاوم للمضاد الحيوي Kanamycin ليسهل عملية الإخصاب وايضاً جين *B.t.* القاتل للحشرات.

ت – بعد ثلاثة ايام من العدوى يتم وضع قطع فلقات بادرات القطن في بيئة مغذية تساعد على إنتاج كالوس Callus وتحتوي البيئة المغذية ايضاً على مضاد حيوي Kanamycin حتى يمكن انتخاب تلك القطع المقاومة للمضاد الحيوي والتي تحتوي في نفس الوقت على الجين *B.t.*.

ث – يتم نقل القطع المرغوبة المحتوية على *B.t.* من الخطوة السابقة إلى بيئة اخرى تساعد على تكوين اجنة جسمية Somatic Embryo بمعدل 80%.

ج – يتم تنمية الاجنة الجسمية للحصول على نباتات قطن محولة وراثياً قادرة على قتل الحشرات التي تتغذى عليها لاحتوائها سم بكتريا *B.t.* (الشكل 7–1).



الشكل (7–1) استخدام الهندسة الوراثية في نقل بعض الصفات.

أ – نبات به صفة مراد ادخالها (مقاومة مثلاً) في صنف تجاري.

ب – بكتريا ناقلة للصفة (*Agrobacterium tumefaciens*) نقلت اليها الصفة المراد ادخالها من نبات (أ) 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 ادخال الصفة بطرائق زراعة الانسجة وتكوين الكالوس.

ح – النبات التجاري الجديد وبه الصفة المدخلة.

التقانات المستخدمة في نقل الجينات:-

Genes Transporting Techniques

إن تحقيق عملية نقل الجينات في الهندسة الوراثية يمكن ان يتحقق من خلال استخدام احد التقنيات الاتية:-

1- نظام النقل الطبيعي Natural Vector System:- من المعروف ان البكتريا *Agrobacterium tumefaciens* تسبب أورام في النباتات التي تصيبها وذلك عن طريق ادخالها (جينات) أو DNA خاص في خلية العائل النباتي والتي تحفز على بدء التكاثر، هذه الجينات يتم تحميلها على قطعة صغيرة حلقية من الـ DNA تسمى بلازميد Plasmid وان لهذه البكتريا القدرة على ادخال البلازميد DNA في خلية العائل وبالتالي تتحد مع DNA خلية العائل. وباستخدام علم الحياة الجزيئي امكن حذف الجينات المسببة للاورام واستبدالها بجينات المقاومة وبذلك تقوم البكتريا بادخال البلازميد الحامل لجينات المقاومة إلى نبات العائل حيث يتحد البلازميد مع مجين Genome العائل. هذه التقنية تستخدم فقط مع النباتات التي تصاب بالمسبب المرضي وخاصة نباتات ذات الفلقتين (الشكل، 7-1).

2- الاتحاد المباشر للبلازميد بالبروتوبلاست Direct Plasmid Fusion Into Protoplast

البروتوبلاست هو عبارة عن خلايا نباتية عارية أو عديمة الجدار نتيجة ازالته انزيمياً يتم ادخال البلازميد الذي يحوي الجينات المرغوبة والذي تم تنميته في البكتريا *Echerichi coli* إلى البروتوبلاست النامي في محلول زرعي يحوي البلازميد، حيث اخذ البلازميد من قبل الخلايا ليتحد بعد ذلك مع مجين Genome الخلية. هذه التقنية استخدمت بنجاح مع محاصيل الحبوب.

3- القصف الجسيمي Particle Bombardment: تعتمد هذه التقنية على الاطلاق المايكروسكوبي للـ DNA المغلف بشكل رصاصة صغيرة معدنية على خلايا النبات وتسمى هذه الطريقة ايضاً 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 والاجنة كذلك.

إلا أن نجاح التقنيات السابقة ساعد في نقل بعض جينات مقاومة النباتات للحشرات لانتاج نباتات سامة للحشرات ومنها:-

1- **الجين المثبط للتربسين في اللوبيا Cowpea Trypsin Inhibitor Gene**:

ويختصر (CPTI gene)، تم عزل هذا الجين من نبات اللوبيا نوع *Vigna unguiculata* 1.Walp. بعد ملاحظة الباحثين ان خنفساء اللوبيا *Callosobruchus maculates* F. فشلت في التغذية على هذا النوع والنمو والتطور مما ادى إلى موتها. يستخدم هذا الجين حالياً لمكافحة العديد من حشرات حرشفية الاجنحة وغمدية الاجنحة على البطاطا والرز والشليك والعديد من المحاصيل الاخرى بعد ان يتم نقل هذا الجين اليها باستخدام بلازميد البكتريا *Agrobacterium tumefaciens*. أن طريقة تأثير هذا الجين في الحشرات يتم من خلال انتاجه مثبط التربسين في النبات وعندما تهاجم الحشرة النبات

يعمل هذا المثبط على ايقاف عملية هضم الغذاء وبالتالي توقف الحشرة عن النمو والتكاثر وذلك لان التربسين إنزيم هاضم للبروتين Protease.

2- **جين إنتاج اللكتين Lectin Gene:** هذا الجين وجد في نبات زهرة اللبن الثلجية Snow –drop واسمه العلمي *Galanthus nivalis L.* لذا يرمز لهذا الجين (GNA) تعد مادة اللكتين التي ينتجها مادة سامة للحشرات والديدان الثعبانية وقد امكن عزل هذا الجين ونقله للعديد من المحاصيل مثل البطاطا والتبغ والطماطة والذرة والرز ومحاصيل الحبوب والفواكه لمكافحة الحشرات ذات أجزاء الفم الثاقبة الماصة مثل المنْ والبسليد وذباب الابيض فضلاً عن الديدان الثعبانية.

مستقبل استخدام المحاصيل السامة للحشرات

The Future of Using Crops Poisoned To Insects

إن الخطر الرئيس الذي يهدد مستقبل المحاصيل السامة للحشرات هو اكتساب بعض الحشرات مقاومة للسم البكتيري، لذلك فإن الأمر يستدعي ان تقوم الشركات المعنية بهذا الموضوع بوضع استراتيجية لتلافي الاثار السلبية والتي يمكن اجمالها فيما يلي:

أ – وضع مستوى اعلى من السم في النباتات بحيث يكون لنوع واحد من البكتريا *B.t.*.

ب– وضع مستوى اعلى من السم لنوعين من البكتريا *B.t.* في النباتات.

ت – خلط النباتات في رقم (أ) و (ب) مع بعضها ومع نباتات تخلو من السم البكتيري *B.t.* وهذه الخطوة تفضلها الشركات.

ث – استعمال مستوى منخفض من السم البكتيري *B.t.* في النباتات مع استخدام الأعداء الطبيعية للحشرات.

ج – الاستمرار في متابعة تعبير السم في النباتات التي تحتويه.

ح – اتباع المكافحة المتكاملة للافات مع الصنف الذي يحتوي على البكتريا *B.t.*

خ – وضع مستوى أعلى من سم البكتريا *B.t.* غير متجانس لاليل المقاومة بافتراض انها تورث كصفة متنحية.

ثانياً: المحاصيل المقاومة للحشرات Insects Crop Resistance:

تقد الخسائر المباشرة التي تسببها الحشرات بنحو 14% من الانتاج العالمي لمختلف المحاصيل الزراعية، وإذا اضفنا إليها الخسائر غير المباشرة من نقل الحشرات للفايروسات والاضرار التي تسببها للحيوانات فربما تزيد على 25% من مجمل الانتاج الزراعي العالمي، وبالرغم من ذلك فإن تربية النباتات المقاومة للحشرات لم تحظى بالقدر الكافي من الإهتمام، وإن غالبية الابحاث التي نشرت حتى عام 1970 لم تتعدى تسجيل الاختلافات بين الأصناف والسلالات المزروعة في مقاومتها للحشرات، ولم ينتج مزارعو الخضر اي صنف مقاوم للحشرات باستثناء صنف البطاطا سيكويا Sequoia المقاوم لكل من الخنفساء البرغوثية ونطاطات الأوراق، الا ان محاصيل الحقل حظيت بعناية اكبر نسبياً حيث انتجت بعض الاصناف المقاومة لحشرات معينة.

إن الجينات المسؤولة عن الصفات التي تجعل المحصول مقاوماً للافات الحشرية تمثل مجموعة مهمة من مبيدات الحشرات الجينية التي يتم نقلها إلى الاصناف الحساسة عن طريق تربية النبات أو الهندسة الوراثية.

إن الاستثمار في مجال انتاج الاصناف المقاومة للحشرات ذو عائد مجز، فمثلاً قدرت تكاليف برامج انتاج اصناف من القمح مقاومة لذبابة الهيشيان Hessian fly وزنبور الحنطة المنشاري Wheat Stem Sawfly، كذلك البرسيم الحجازي المقاوم لمنْ البرسيم الحجازي والمبقع والذرة المقاومة لحفار ساق الذرة الاوربي قدرت بنحو 9.3 مليون دولار، فيما بلغ التوفير الناتج من زراعة هذه الاصناف حوالي 3.8

ملايين دولار سنوياً أو اكثر من ثلاثة بلايين دولار على مدى عشر سنوات وهي نسبة عائد تبلغ نحو 300: 1.

فوائد استخدام المحاصيل المقاومة في مكافحة الحشرات:

Advantages of Using Crop Resistant In Insects Control

إن المحاصيل المقاومة للحشرات والتي تم إنتاجها بالتقنيات الوراثية والمستخدمة حالياً في مكافحة الحشرات يمكن ان تحقق العديد من الفوائد وهي:

1- إن الأصناف المقاومة هي الحل الوحيد والأمثل لمكافحة الآفات الحشرية عندما تكون الأصناف المتوفرة هي اصناف حساسة جداً.
2- تضمن الحماية من الآفات الحشرية على طول الموسم.
3- تأثر الحشرة خلال الطور الأكثر حساسية.
4- إن حماية المحصول من الحشرات لا تعتمد على الطقس.
5- توفر حماية لجميع اجزاء النبات خاصة تلك التي يصعب معاملتها بالمبيدات.
6- إن الآفات الحشرية التي تهاجم المحصول هي التي تتأثر فقط.
7- الأصناف أو المحاصيل المقاومة تتوافق مع بقية طرائق المكافحة.
8- تؤدي الاصناف المقاومة للآفات الحشرية عند احتفاظها بالمقاومة لعدة سنوات إلى خفض اعداد الآفات الحشرية إلى ادنى مستوى لها.
9- إن جين أو عامل المقاومة يكون فعالاً فقط داخل النسيج وبذلك لا يكون له تأثير في البيئة وعليه فإن المحاصيل المقاومة هي صديقة للبيئة.
10- إن جينات أو عوامل المقاومة قابلة للتحلل الحيوي Biodegradable وعليه فهي غير سامة للانسان والحيوانات الاليفة.
11- تجعل الدورة الزراعية اكثر فاعلية في المكافحة.

ثالثاً) الحشرات المعاقة Handicaped Insects:

لا حظنا فيما سبق دور تربية النبات والهندسة الوراثية في انتاج المحاصيل المقاومة والسامة للحشرات والتي اثبتت نجاحات جيدة في عملية مكافحة الآفات الحشرية، هذا النجاح دفع العاملين في مجال الهندسة الوراثية إلى العمل في الجانب الثاني من المعادلة واقصد بذلك الحشرات، وقد تركزت اهتماماتهم والتي لا زالت في طور البحث والتطوير على انتاج سلالات حشرية معاقة من خلال ما يأتي:

أ-) عدم التوافق أو التطابق السايتوبلازمي

Cytoplasmic Incompatibility

وتحدث هذه الظاهرة في حالة تزاوج افراد لنوع ينتميان إلى مجتمعين مختلفين منعزلين جغرافياً مما يؤدي إلى انتاج بيض لا يفقس بسبب عدم تطابق سيتوبلازم البويضة والحيمن. إن الاساس الذي يحكم ظاهرة عدم التطابق السايتوبلازمي درس بشكل جيد في البعوضة .*Culex fatigans* Wied.وقد وجد ان تنفيذ برنامج لمكافحة البعوض يتطلب إطلاق ذكور بعوض فقط من احدى السلالتين أو المجتمعين وعدم اطلاق ذكور وإناث لان ذلك سيؤدي إلى حلول سلالة محل سلالة اخرى. فضلاً عن ان اناث البعوض تكون ماصة للدم وناقلة للمسببات المرضية لذلك فإن اطلاق الاناث يكون غير مرغوباً فيه، إن عملية فرز أو عزل الذكور من المجتمع الطبيعي للبعوض هي عملية صعبة ومعقدة تحول دون التطبيق العملي لظاهرة عدم التوافق الساتوبلازمي.

عقم الهجائن Hybrid Sterility

لوحظ ان بعض السلالات لأنواع معينة من الحشرات اظهرت قابلية عدم التوافق المتبادل وان البيض الناتج عن هذه التزاوجات يكون غير مخصب وقد اظهرت الدراسات ان التضاريب أو تهجين السلالات أو تحت الانواع أو الانواع القريبة عادة تؤدي إلى انتاج جيل هجين عقيم لكنه حيوي وعليه فانه يمكن تربية الهجائن العقيمة واطلاقها وقد اظهرت الدراسات انه امكن تضريب اناث النوع *Heliothis suflexa* Guen. مع ذكور النوع *Heliothis vierscens* (Fab.) وقد وجد ان الذكور الناتجة من التضريب كانت عقيمة فيما كانت الاناث مخصبة وعند اجراء التضريب الرجعي للاناث الهجينة مع ذكور *H. virescens* (Fab.) تظهر صفة الذكور العقيمة خلال الاجيال المتعاقبة المضربة رجعياً وقد اظهرت الدراسة ان فقس البيض قد قل خلال تزاوج الذكور العقيمة وان صفة الذكور العقيمة تغلغلت في مجتمعات النوع *H. virescens* (Fab.) وعليه فإن طريقة اطلاق الهجن العقيمة يمكن ان تكون طريقة فعالة جداً في مكافحة دودة براعم التبغ *H. virescens* (Fab.).

3-) اعادة تنظيم الكروموسومات Chromosomal Rearrangments

يهدف هذا التكنيك إلى محاولة اختيار وتربية الحشرات التي تمتلك بعض حالات العجز الجيني أو قدرات خاصة وقد استخدم في الحالات التالية:

أ- إنتاج سلالات حشرية حساسة للمبيدات، مما يجعل من عملية استخدام المبيدات بتراكيز منخفضة جداً عملية سهلة.

ب-إنتاج سلالات حشرية غير قادرة على تحمل برودة الشتاء فتموت نتيجة عدم قدرتها على التشتية.

ت- إحلال السلالات أو الاشكال غير الضارة: من اكثر الامثلة لهذه الحالة هو احلال سلالات البعوض غير الناقلة للمسببات المرضية محل السلالات الناقلة

لهـــذه المســـببات، فمـــثلاً وجـــد ان احـــدى ســـلالات البعـــوض *Anopheles gambiae* Gles. كانـت منيعـة للاصـابة بـالبلازموديوم *Plasmodium* spp المسبب للملاريا حيث عند دخول هذا المسبب مع وجبة الـدم إلـى البعـوض تعمـل البعوضـة علـى كبسـلة Encapsulating الطـور الممرض لهذا الكائن الدقيق وتعمل على قتله وبذلك تصبح غير قادرة على نقله للانسـان وعليـه فـان اكثـار مثـل هـذه السـلالة واطلاقهـا فـي الحقـل سـيقلل مـن احتمالية نقل الملاريا.

رابعاً) اعداء حيوية حشرية مقاومة للمبيدات

Pesticides Resistance Insect Natural Enemies

ان ظهور حالات المقاومة في الآفات الحشرية لفعل المبيدات، دفع العلماء إلـى التسـاؤل عن امكانيـة حدوث هذه الظـاهرة فـي الأعداء الحيويـة للحشرات والتـي تتعرض لنفس المبيدات لذلك فقد اخضـع البـاحثون هذا التسـاؤل للتجـارب المختبريـة حيث امكن في بداية خمسينيات القرن الماضـي من انتخاب طفيل الـ *Bracon* sp. الذي يتطفل على فراشة الثمار الشرقية *Grapholitha molesta* باستخدام المبيد D.D.T. وذلك بعد سته سنوات من عمليات الضغط الانتخابي ولمدة 70 جيل وذلك من خلال تعريض ثلاثة ملايين حشرة للمبيد ولم يصل مستوى المقاومة إلى اكثر من 12 ضعف. ومع توقف عمليات الضـغط الانتخابي بالـ D.D.T. انعكست المقاومة واستعادت الحشرة حساسيتها الاصلية بعد عدة اجيال.

لقد اعقب فشل زنبور البراكون *Bracon* sp. في إظهـار المقاومـة، فشل العديد من المحـاولات علـى العديد من الطفيليات والمفترسات الحشرية فـي المختبر وذلـك خـلال الفتـرة مـن 1955–1970 – ولا تتـوفر لحـد الان اي نتـائج مؤكـدة إلـى امكانية مقاومة الاعداء الحيوية للمبيدات تحت الظروف الحقلية.

في عام 1970 أشارت بعض التقارير إلى قدرة المفترسات الاكاروسية من عائلة Phytoseiidae وخاصة النوعين *Typhlodromus occidentalis* و*Amblyseius fallacis* على مقاومة المبيدات الفسفورية العضوية وقد تم في السنوات الأخيرة عزل السلالات المقاومة منها واستخدامها في برامج الادارة المتكاملة للحشرات في بساتين الفاكهة.

الية مقاومة الاعداء الحيوية لمبيدات الحشرات:

Insecticides Mechanism Resistance in Natural Enemies:

إن الية المقاومة وتطورها في الأعداء الحيوية الحشرية لا تختلف عن تلك التي تحدث في الآفات الحشرية، حيث أشارت دراسات السمية والمقاومة المشتركة على ان نوعاً واحداً من أصل اربعة أنواع من المفترسات التابعة لعائلة Phytoseiidae اظهرت مقاومة مشتركة تجاه سبعة مركبات كيميائية استخدمت لمكافحة حشرات واكاروسات أشجار الفاكهة وان المفترسات الأربعة اختلفت في مستوى مقاومتها المشتركة للمبيدات السبعة، مما يشير إلى وجود اختلافات تخصصية في الية مقاومتها للمبيدات بالرغم من انتمائها لنفس العائلة.

في دراسة لأليه المقاومة في عشيرتين من المفترس الاكاروسي *Amblyseius fallacis* لفعل المبيد Azinophos methyl وجد ان السلالة المقاومة لهذا المبيد الفسفوري تمتلك آلية تحلل المبيد بمعدل اسرع من السلالة الحساسة كما وجد أن ازالة مجموعة الالكيل Dealkylation من هذا المبيد بلغ 6 اضعاف ما يحدث في السلالة الحساسة، كما زاد نشاط انزيم نقل الكلوتاثيون Glutathion – S- Transferas حوالي 3 مرات في السلالة المقاومة مقارنة بالسلالة الحساسة. كما وجد ان السلالة المقاومة من المفترس *A. fallacis* تمتلك مقاومة مشتركة عالية جداً لمبيدات الفسفور العضوية خاصة تلك التي تحتوي على مجاميع (O- methyl).

محددات تطور المقاومة للمبيدات في الأعداء الحيوية

Natural Enemies Pesticides Resistance Determinates

عوامل كثيرة تلعب دوراً مهماً في التأثير على معدل تطور ظهور المقاومة في الحشرات بشكل عام منها عوامل وراثية وحيوية وعوامل مرتبطة بتطبيق استخدام المبيدات، الا ان هناك عاملان إضافيان يلعبان دوراً مهماً في تأخير عملية تطور المقاومة للمبيدات في الاعداء الحيوية هما:

1-) النقص الغذائي: Food Shortage

اي محدودية الغذاء وهي من العوامل المؤثرة في مقاومة الاعداء الحيوية للمبيدات، حيث من المعروف ان هذه الأعداء تعتمد على فرائسها من الحشرات لكي تعيش وتتكاثر بعد رش المبيد الكيميائي الذي يعمل على انتخاب جين مقاومة يتصف بالتماثل Homogecnous والسيادة Dominance وذلك لكل من الافة الحشرية وعدوها الحيوي. ان الحشرات التي تنجو من المبيد يكون عددها قليل وهذا يعني نقص الغذاء للعدو الحيوي الذي يؤدي بدوره إلى موت العدو الحيوي جوعاً ولا يتمكن من إنتاج ذرية جديدة. أو قد يهاجر إلى خارج المنطقة المعاملة بالمبيد ليتزاوج ويتعايش مع أفراد اخرى غير مقاومة وبذلك ينخفض مستوى الضغط الانتخابي على العدو الحيوي وتتأثر عملية ظهور السلالة المقاومة.

2-) الاختلاف في الحساسية: Susceptibility Variation

ان مستوى الحساسية لمبيد ما يختلفان في الآفات الحشرية واعدائها الحيوية. ويرجع ذلك إلى قدرة الآفات الحشرية على التأقلم المسبق Pre –adaptation تجاه المبيدات المستخدمة عند مقارنتها بالأعداء الحيوية، وذلك لان الحشرات خاصة المتعددة العوائل الغذائية تتعرض اثناء تغذيتها إلى تناول العديد من مركبات النبات الثانوية مثل التانينات والروتينويدات والقلويات والفينولات وغيرها وهي مركبات سامة تحفز الدفاعات الكيموحيوية في أجسام الحشرات لتأييضها والتخلص منها ومن هذه المنظومات الانزيمية منظومة انزيمات الاكسدة مختلطة

الوظيفة Mixed Function Oxidases هذا التأقلم المسبق على تحمل السموم يجعل الآفات الحشرية اقل حساسية للمبيدات مقارنة بالاعداء الحيوية التي تقل فرصتها في التعرض لمركبات النبات الثانوية لانها تتغذى على الحشرات التي تتغذى على النبات، لذا فإن الاعداء الحيوية تظهر مستوى اقل من التأقلم المسبق Preadaptation تجاه المبيدات مقارنة بالحشرات التي تتغذى على النبات وعند مقارنة االسلالة الحساسة للعنكبوت الأحمر ذو البقعتين *Tetranychus urticae* الذي يتغذى على النبات والحلم المفترس *A. fallacis* لوحظ ان العائل (الفريسة) اقل حساسية بحوالي 2–20 مرة مقارنة بالحلم المفترس تجاه معظم المبيدات الفسفورية العضوية.

مما سبق يتبين ان الحصول على أعداء حيوية مقاومة للمبيدات على مستوى الحقل يعد امراً صعباً نسبياً وذلك لخصوصية الجوانب الحياتية للأعداء الحيوية، لذلك فإن علماء الهندسة الوراثية يسعون إلى محاولة نقل الجينات المسؤولة عن مقارنة المبيدات في الآفات الحشرية ونقلها إلى الاعداء الحيوية لتحقيق حلم العاملين في مجال المكافحة المتكاملة للحشرات لايجاد اعداء حيوية مقاومة للمبيدات تعمل جنباً إلى جنب مع المبيدات.

خامساً) الفايروسات معادة التشكيل Recombinent Viruse

رغم توفر نظم النقل الجيني المعتمدة على الخلايا بدائية النواة، كما في بكتريا *Agrobacterium tumefacieus* الا ان فايروسات من مجموعة الـBaculovirus مفضلة على هذه النظم لعدة أسباب اهمها:

1- انها غير ممرضة للفقاريات والنبات.
2- متخصصة في اصابتها للحشرات.
3- هذه الفايروسات لا تستخدم أياً من الخلايا المتحولة أو العناصر الجينية المحولة، كما تفعل الكثير من نظم التعبير الوراثية المأخوذة من اللبائن وبذلك

فإن الفايروسات الـ Baculovirus تعد اداة امينة جينياً ولاتحدث اي تغير وراثي غير مرغوب فيه.

4- ان النواتج البروتينية للمعززات Promoters مثل الـPolyhedrin و *P10* تكون ذات تأثير تعبيري قوي لعملية ترجمة البروتينات المطلوبة والتي تظهر بسرعة وبكميات كبيرة في الخلايا وتتوفر اليوم ادلة على ان البروتينات السايتوبلازمية والنووية يتم التعبير عنها بمستويات عالية جداً بواسطة فايروسات الـ Baculovirus معادة التشكيل لغاية 200 ملغم / لتر من الخلايا المصابة.

كذلك فإن كلا من الـ Polyhedrin والـ *P10* يعدان ضروريان لتضاعف هذه الفايروسات في تقانه زراعة الانسجة، كذلك فإن التعبير الجيني عن الصفة المنقولة يتم في مرحلة متأخره من دورة الاصابة الفايروسية بما يجعل من المنتجات السامة الخلوية قليلة التأثير على دورة الفايروس التضاعفية.

مما سبق يمكن القول ان فايروسات Baculovirus هي فايروسات مساعدة مستقبلية في عملية الاقحام الجيني Gene Insertion.

عملية اقحام الجين أو الجينات Gene Insertion

ان العديد من الجينات المسؤولة عن انتاج السموم في اللافقريات وكذلك تلك المسؤولة عن الهرمونات العصبية والانزيمات قد تم إقحامها بواسطة تقنيات الهندسة الوراثية في فايروسات الـ (NPV) Nucleopolyhedroviruses. هذه الجينات أو البروتينات القاتلة تمتاز بسرعة تأثيرها وتخصصها على الهدف الذي تعمل عليه أو تؤثر فيه عند تراكيز واطئة جداً قد تصل إلى (10^{-12}).

ان عملية إنتاج فايرس (NPV) معاد التشكيل يحوي على واحد أو اكثر من الجينات الشفرة لمركبات حيوية قاتلة للحشرات، يتطلب أقحام أو إدخال نسخه مصنعه من الجين الغريب والذي قد يكون بشكل شفرة أو كودون Codon معين في بلازميد

Plasmid ناقـل، ان الجـين المحمـول علـى البلازميـد يـتم اتحـاده فـي بكتريـا *Echerichia coli* حيث يتم نسخه في البكتريا بشكل واسع Mass Production بعدها تتم عملية تنقية البلازميد الحامل للجين ومن ثم يتم نقل الجين إلى مجين Genome الـ (NPV) عن طريق اصابة النمط البري لـ DNA الفايرس في خلية حساسة لتعطي الفايروس المتشكل Recombinant Virus الذي يعزل عن الفايروسات غير المتشكلة بطريقة النقش Plaque assay بعدها يتم اكثار الفايرس المتشكل في خلايا يرقات صديقة Premissive تسمح بتكاثره، مثال ذلك خلايا مبايض حشرة *Spodoptera frugiperda*.

ان عملية استنساخ الجين الغريب أو القاتل خلال عملية تضاعف الفايرس تتم السيطرة عليه بواسطة عامل او مشجع Promoter قد يشتق من الـ (NPV) مثل الـ جين الـ *Polyhedrin* والـ *P10* أو قد يشتق من مصادر اخرى غير الـ (NPV)، كما ان الجين الغريب قد يندمج مع نسخه من تعاقب مشفر لببتيد مفرد Single- peptide coding لتسهيل عملية التعبير عن الجين الغريب في الخلية المصابة بالفايروس.

تتوفر اليوم العديد من الجينات التي تم تحديد مواصفاتها في الكائنات الحية المختلفة والمسؤولة عن انتاج السموم والعديد من الهرمونات والانزيمات وغيرها والتي يمكن توظيفها لحفض أعداد الحشرات، ولعل من أهم مجاميع هذه الجينات ما يأتي:

اولاً) جينات السموم العصبية Neurotoxic Genes

يعد الجهاز العصبي في الحشرات الأكثر حساسية للسموم وهو هدف جيد للعديد من مجاميع المبيدات الكيميائية التقليدية مثل مبيدات الكلور العضوية والفسفور والكارباميت العضوية وغيرها. وقد اظهرت الدراسات ان السموم العصبية لمفصليات الارجل تشكل مجموعة جيدة من الكيميائيات الفعالة والقوية في مكافحة الحشرات حيث تقوم الكثير من المفترسات الحشرية بشل فريستها الحشرية بسرعة من خلال حقن السم في الجهاز العصبي للفريسة. حيث تعمل هذه السموم على ايقاف نقل

الرسائل العصبية في مناطق الاشتباك العصبي أو العمل من خلال تثبيط قنوات تبادل الايونات. إن هذه السموم تكون غير فعالة عند معاملة الحشرات بها سطحياً لذلك فان تحميل جيناتها في الفايروسات العصوية Baculovirus يزيد من فاعلية الفايرس في قتل الحشرة المستهدفة بالمكافحة من جهة ويلعب في نفس الوقت دور الناقل من جهة اخرى ومن اهم الجينات المستخدمة في هذا المجال ما يأتي:

1-) جين سم العقرب Scorpion Toxin Gene

وهو سم محاور عصبية متخصص على الحشرات ينتجه العقرب الاسيوي *Buthus eupeus* حيث تم ادخال الجين الصناعي لهذا السم في مجين الفايرس (AcMNPV) المعروف بـ *Autographa Californica* Necleopolyhedrovirus بهدف ايقاف تغذية الحشرة وشلها تماماً. نفس العملية تم القيام بها مع الجين الخاص بسم عقرب شمال افريقيا المسمى *Androctonus austcolis*، هذا السم يعمل من خلال ارتباطه مع بروتينات قنوات الصوديوم الموجودة في اغلفة المحاور العصبية مسبباً حدوث تحوير في عملية توصيل ايونات الصوديوم في المحور العصبي محدثاً اثارة في منطقة ما قبل التشابك العصبي الذي يؤدي إلى شل الحشرة وموتها.

2-) جين سم الحلم المفترس Predatory Mite Toxin Gene

إن الحلم *Pyemotes tritici* والمسمى بحلم القش الحكي يفرز سماً يستعمل لشل فرائسه من الحشرات، وان هذا السم من القوة بحيث ان انثى الحلم تستطيع ان تشل فريسة يزيد وزنها 17 الف مرة عن وزن انثى الحلم وهو سم غير متخصص ويحدث الشلل في الفريسة عن طريق تداخله مع وظائف منطقة الاتصال العضلي العصبي.

3-) جين سم العنكبوت المفترس Predatory Spider Toxin Gene

إن سموم العناكب هي خليط غير متجانس من مبيدات الحشرات الطبيعية والتي تسبب الشلل في الحشرات، حديثاً تم تحديد الجين المسؤول عن سم جديد اطلق عليه NPS -901 من العنكبوت المسمى *Diguetia canites* وعند حقن هذا السم في الحشرات ادى إلى شللها تماماً وهو سم متخصص وعند استعماله مع الـ Baculovirus زاد من فاعلية الفايرس كمبيد للحشرات.

4-) جين سم الزنبور المتطفل Parsitic Venom Gene

في دراسة حديثة تم تنقية ودراسة مواصفات السم الذي يحقنه الزنبور المتطفل *Bracon hebetor* في العائل ويسبب له الشلل وهو سم مؤثر جداً في يرقات حرشفية الاجنحة، ويتوقع الباحثون امكانية استعماله كمبيد للحشرات بعد ادخال الجين المسؤول عن هذا السم في الفايروسات العصوية Baculovirus.

ثانياً) جينات الهرمونات الحشرية:- Insects Hormone Gene

تشكل الهرمونات التي يتحكم بها الجهاز العصبي للحشرات Neurohormones أهم الهرمونات المنظمة لنمو الحشرات والعامل الرئيس المتحكم بالعديد من العمليات الفسلجية كعملية الانسلاخ والتحول والتكاثر وغيرها من العمليات. ان نظام الغدد الصماء يقوم بعملية تصنيع الهرمونات وافرازها وتحليلها، كذلك فإن الهرمونات هي مركبات بروتينية غير ثابته وعليه فهي غير ملائمة للتطبيق أو الاستخدام الحقلي لوجود اشعة الشمس والحرارة والكائنات الدقيقة، كذلك فان تناول الحشرات للاجزاء المعاملة بهذه الهرمونات سيعرضها للتحلل داخل القناة الهضمية بفعل الانزيمات المحللة للبروتينات، وعليه فان استخدام فايروسات الحشرات في التعبير عن جينات الهرمونات الحشرية تعد الوسيلة الاكثر كفاءة وعملية في استخدام هذه الهرمونات في مكافحة الحشرات، ومن اهم جينات الهرمونات المستخدمة في هذا المجال ما يأتي:

1-) جين هرمون البزوغ Eclosion Hormone Gene

تتميز عملية النمو في الحشرات بوجود سلسلة من الانسلاخات التي تسمح بزيادة الحجم ونمو الحشرة خلال عملية النمو والتحول. ان عملية الانسلاخ في الحشرات هي عملية معقدة تشمل فصل الجليد القديم وتحلله Apolysis ثم عملية افراز الكيوتكل الجديد ونزع الجليد القديم، حيث يعمل هرمون البزوغ على بدء عملية نزع الكيوتكل القديم هذه العملية تتم بواسطة جين هرمون البزوغ، لذلك فقد قام احد الباحثين بادخال هذا الجين الذي تم الحصول عليه من دودة التبغ *Manduca sexta* إلى مجين Genom الفايرس العصوي *Autogeopha californica* (AcMNP) Baculeopolyhedrovirus nueleopolyheddrovirus. وقد ادت هذه العملية إلى قيام الفايرس بإنتاج كمية عالية من هرمون البزوغ، لذلك فان الباحثين يعتقدون ان ادخال هذا الفايرس إلى جسم الحشرة سيزيد من فاعليته السامة ضد الحشرات نتيجة تكوينه لهرمون البزوغ الذي سيجعل الحشرة في عملية نزع جليد مستمرة، ان الحشرة سوف لا تستطيع تأييض هذا الهرمون والتخلص من تأثيره لانه ليس مادة غريبة عن جسمها.

2-) جين الهرمون المدرر Diuretic Hormone Gene

ان الاتزان المائي في جسم الحشرة تتم السيطرة عليه من خلال عملية التوازن ما بين الكمية المتناولة من الماء والكمية المطروحة خارج الجسم وذلك استجابة للتغيرات التي تحدث في بيئة الحشرة. ان الذي يحكم هذه العملية من الناحية الفسلجية هو الهرمون المدرر Diuretic والهرمون المضاد للادرار Anti-diuretic وقد اظهرت الدراسات ان إدخال الجين المصنع المسؤول عن هذا الهرمون إلى مجين الفايرس العصوي المعزول من دودة الحرير وحقن دودة الحرير ادى إلى تكوين مستوى عالي من الهرمون المدرر الذي ادى إلى خفض حجم الهيموليف في جسم اليرقة بنسبة 30% نتيجة الحقن الذي سببه الهرمون في الاتزان المائي في جسم الحشرة.

ثالثاً) جينات بعض الانزيمات الحشرية: Insects Enzyme Genes

من اهم الانزيمات الحشرية التي استخدمت جيناتها لاقحامها في فايروسات الـ Baculo هي:-

1-) جين استرير هرمون الصبأ Juvenile Hormone Estrase Gene

ان تنظيم عملية التحول Metamorphosis التي تحدث في يرقات وعذارى الحشرات تعد هدفاً جيداً لفعل الفايروسات العصوية المعدلة Recombinant Baculovirus. ان تحول يرقات الحشرات إلى عذارى ومن ثم إلى كاملات عملية يتم تنظيمها بواسطة هرمون الصبا وان انخفاض مستوى هرمون الصبا يؤدي إلى تحول اليرقة إلى العمر اليرقي اللاحق أو التحول إلى عذراء. ان انخفاض مستوى (JH) يكون مرتبطاً عادة بارتفاع مستوى استريز هرمون الشباب (JHE)، وعلى هذا الاساس فقد تم ادخال جين (JHE) إلى مجين Genome فايرس الـ AcMNPV لانتاج الـ NPV المعدل الذي يحمل جين (JHE) وعند حقن يرقات العمر الاول لدودة اللهانة القياسة *Trichophisia ni* بهذا الفايرس فانه ادى إلى خفض نسبة نمو اليرقات بشكل كبير مقارنة بمعاملة المقارنة، كما ادى إلى خفض كفاءتها في التغذية، أما عند حقن يرقات العمر الاخير لنفس الحشرة بنفس الفايرس لم يلاحظ وجود اي تأثير في نمو اليرقات وتغذيتها وقد يرجع ذلك للأسباب الاتية:-

أ -) ان مستوى (JHE) في العمر اليرقي الأخير غير قادر على دحر عملية التصنيع الحيوي لهرمون الصباً (JH).

ب-) ان انتاج الجين المحمول بالفايرس لمادة Ecdysteroid UDP Glucosyl Transferase قد تعمل على خفض أو تقليل تأثير (JHE).

ت -) ان الـ JHE كان غير مستقر في جسم اليرقة.

ان عدم فاعلية الجين في الاعمار اليرقية قيد امكانية استعمال هذا الجين كمبيد جيني للحشرات.

2-) جين انزيم Ecdysteroid UDP – glucosyltransferase

هذا الجين تم انتاجه بواسطة الـ Baculovirus نوع (ACNPV *Autographa californica* NPV حيث يعمل على استمرار التغذية النشطة للحشرة وعدم انسلاخها وعليه فان حذف الجين المسؤول عن الانزيم سيؤدي إلى تسريع عملية موت الحشرة المصابة بالفايرس السالب معاد التشكيل بسبب حذف جين Egt- negative virus نتيجة بدء عملية الانسلاخ والتوقف عن التغذية. ففي دراسة على يرقات دودة ورق القطن *Spodoptera frugiperda* تم عمل عدوى لليرقات بالفايرس منزوع الجين Egt – negative ووجد ان تغذية اليرقات انخفضت بشكل ملحوظ وماتت بسرعة مقارنة باليرقات التي تم اصابتها بالسلالة البرية أو غير معادة التشكيل من الفايرس مما سبق فانه يمكن انتاج مبيدات حشرات من الـ Baculovirus معاد التشكيل.

3-) جين انزيم الـ Chitinase:-

هذا الانزيم يعمل على تحليل الكايتين خلال عملية الانسلاخ التي تحدث في الحشرات. وعليه فانه يمكن استخدام الجين المسؤول عن هذا الانزيم في إعادة تشكيل فايروسات الـ Baculo التي تصيب الحشرات. في دراسة لحساب نصف الوقت اللازم لموت يرقات العمر الرابع لدودة ورق القطن *Spodoptera frugierda* المصابة بفايرس معاد التشكيل يحوي جين الـ Chitinase وجد ان نصف الوقت اللازم لموت اليرقات كان اقل بمعدل 20 ساعة عن اليرقات المصابة بالفايرس البري (غير معاد التشكيل) هذه الدراسة اظهرت انه يمكن زيادة التشاط الابادي لمسببات امراض الحشرات Entomopathogens، باستخدام الفايروسات العصوية معادة التشكيل.

رابعاً) جينات السموم المايكروبية Microbial Toxins Genes

ان لمعظم المايكروبات (البكتريا والفطريات) القدرة على انتاج العديد من السموم المؤثرة في الحشرات. والكائنات الاخرى لذلك فان تحديد الجينات المسؤولة

عن انتاج هذه السموم يعد الخطوة الاولى في انتاج فايروسات معادة التشكيل تحوي الجينات المسؤولة عن انتاج تلك السموم، ولعل من اهم الجينات المستخدمة في هذا المجال هو:

جين endotoxin gene – δ *B.T*:- من المعروف ان البكتريا *Bacillus thuringiensis* الموجبة لصبغة كرام العصوية الشكل الهوائية تقوم اثناء عملية التبويغ Sporulation بانتاج اجسام بلورية Crystals تحوي سموم Toxins قاتلة للحشرات، حيث ان وجود هذه السموم في معدة الحشرة يؤدي إلى تكوين فتحات في اغشية خلايا المعدة تؤدي إلى حدوث خلل في التوازن الاسموزي وحدوث تحلل يعرف بالـ Colloid osmotic lysis التحلل الاسموزي الضروري ونضوح محتوى المعدة إلى تجويف الجسم وتتوقف الحشرة عن التغذية ثم الموت.

الفصل الثامن
مقاومة الحشرات للمبيدات الحيوية وطرائق إدارتها

- المقدمة
- تطـور المقاومـة الحشـرية لمبيـدات الحشرات الحيوية
- العوامل المؤثرة في تطور المقاومة
- اليـات مقاومـة الحشـرات للمبيـدات الحيوية
- مقاومـــة الحشـــرات للمبيـــدات الكيموحيوية
- مقاومـــة الحشـــرات للمبيـــدات المايكروبية
- مقاومة الحشرات للمبيدات الجينية
- إدارة المقاومـة لمبيـدات الحشـرات الحيوية

المقدمة:

تعد مشكلة مقاومة الآفات الحشرية لمبيدات الحشرات من اعقد المشاكل ليس في مجال الزراعة فقط وانما يمتد تأثيرها إلى الصحة والاقتصاد، وان ظاهرة مقاومة الحشرات لمبيدات الحشرات الكيميائية والكيموحيوية يصل تاريخها إلى اكثر من 90 عاماً، اما بالنسبة للمبيدات الحيوية وخاصة المايكروبية فقد سجلت أول ظاهرة لمقاومة الحشرات لفعل البكتريا *Bacillus thuringensis* عام 1985 حيث أظهرت حشرة فراشة الطحين الهندية *Plodia interpunctella* مستويات ضعيفة من المقاومة في صوامع تخزين الحبوب المعاملة بالـ *B.t.*، تلا ذلك اجراء العديد من الدراسات المختبرية لدراسة مقاومة الحشرة لفعل الـ *B.t.* ووجد ان الظروف المشابهة لأماكن تخزين الحبوب تساعد على تطور صفة المقاومة في فراشة الطحين الهندية، كما اظهرت الدراسات ان المقاومة لسم الـ - بيتا endotoxin – الخاص بالـ *B.t.* يمكن ان تظهر في الحقل والمختبر، تلا ذلك ظهور العديد من التقارير الاولية عن وجود مقاومة عالية لتوكسينات أو سموم الـ *B.t.* في الحقل وذلك في هاواي وفلوريدا ونيويورك بالولايات المتحدة الأمريكية عام 1990 في الحشرة ذات الظهر الماسي *Plutella xylostella*، بعد ذلك امكن التعرف على مقاومة هذه الحشرة لسموم الـ *B.t.* بعد الاستخدام المكثف لمستحضرات الـ *B.t.* في اليابان والصين والفلبين.

بعد مرور 15 عاماً من اكتشاف مقاومة فراشة الطحين الهندية للـ *B.t.* أمكن إجراء ضغط انتخابي مختبري لـ 13 نوع من الحشرات، وقد اظهر 11 نوع منها تطورا للمقاومة في المختبر فقط ولم تظهر في الحقل منها دودة الذرة الأوربية، ودودة براعم التبغ ودودة اللوز القرنفلية وخنافس اوراق القطن ودودة ورق القطن المصرية وفراشة التمر، مما سبق تبين ان قدرة اظهار مقاومة الحشرات لفعل الـ *B.t.* هي حقيقة واقعة. هذه الحقيقة كانت بمثابة الصدمة للعاملين في مجال تصنيع وتشجيع استخدام المبيدات الحيوية في مكافحة الحشرات كونها المبيدات الاكثر اماناً على البيئة والإنسان والاكثر تخصصاً في مكافحة الحشرات مما دعا العاملين في مجال

المحافظة على البيئة إلى اطلاق العديد من التسميات عليها منها المبيدات صديقة للبيئة والمبيدات الخضراء، لذلك سنسعى في هذا الفصل إلى بيان الية ظهور المقاومة والاليات التي تستخدمها الحشرات في مقاومة مجاميع المبيدات الحيوية مع الاشارة إلى اهم الأساليب والطرائق المستخدمة في إدارة مقاومة الحشرات للمبيدات الحيوية.

تطور المقاومة الحشرية لمبيدات الحشرات الحيوية

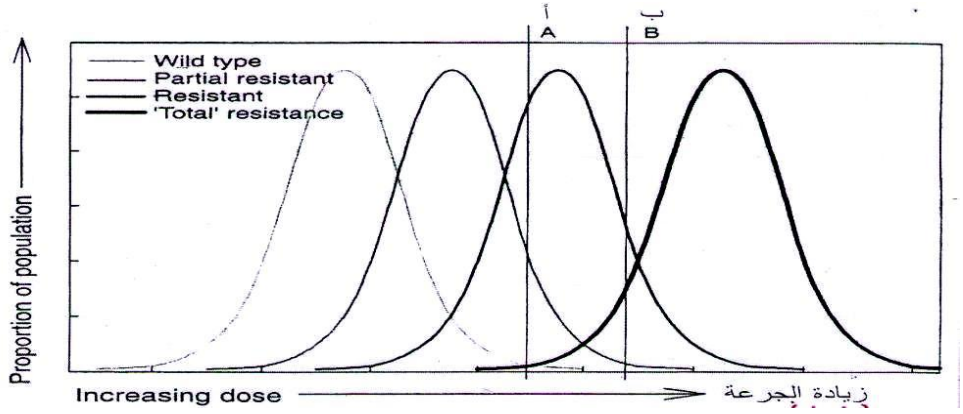
Bioinsecticides Resistancee Development

ان ظهور وتطور المقاومة الحشرية لمبيدات الحشرات الحيوية تخضع لنفس القوانين والعوامل المسببة لمقاومة الحشرات للمبيدات الكيميائية إذ ان ظهور وتطور المقاومة الحشرية للمبيدات يمكن ان ترجع إلى التباين الوراثي بين افراد اي نوع من الكائنات مقترنة بعملية الانتخاب الطبيعي Natural Selection فعند تسليط اي ضغط خارجي على سكان نوع معين فإن الافراد القادرة على تحمل هذا الضغط ستستمر بالتكاثر الطبيعي بينما الافراد التي لا تتحمل هذا الضغط تبدأ اعدادها بالنقصان ومع استمرار تكاثر الافراد المتحملة للضغط تبدأ اعداد الكائن الحي بالزيادة مرة ثانية وبذلك يقل تكرار الأفراد الحساسة أو غير المتحملة لعامل الضغط الذي قد يكون احد المبيدات المستخدمة في مكافحة ذلك الكائن.

ان الافراد في مجتمع اي نوع والتي لا تتحمل المبيدات تسمى الأفراد الحساسة والتي يمكن تعريفها وراثياً بانها الافراد التي تحمل الجين الحساس Susceptible (S) اما الأفراد المتحملة للمبيدات فيطلق عليها الافراد المقاومة Resistant (R) اي انها تحمل جين أو جينات المقاومة ومن المعروف ان الافراد التي تحمل الجينات الحساسة والمقاومة توجد طبيعياً في اي مجتمع عند غياب أو عدم استخدام المبيدات، وان نسبة الافراد التي تحمل جين الحساسية للمبيدات تكون اعلى بكثير من نسبة الافراد المقاومة التي تكون أعدادها بين افراد النوع منخفضة بسبب عدم كفاءتها في منافسة الأفراد الحساسة للمبيدات عند غياب عوامل الانتخاب

الطبيعي وقد اظهرت الدراسات ان تكرار جين المقاومة يتباين في مجتمعات الانواع المختلفة، ففي الفطريات وجد ان نسبة جين المقاومة إلى الجين الحساس يصل إلى 1: بليون اي امام كل جين مقاومة هناك بليون جين حساس.

ان استخدام المبيدات في مكافحة افه معينة سيولد عامل ضغط انتخابي يعمل على خفض أعداد الأفراد الحساسة للمبيد وبذلك يزداد تكرار الافراد الحاملة لجين المقاومة (الشكل 8-1). وعليه فان الاستمرار في استخدام المبيد على عدة اجيال من الافه , فان سكان كل جيل من الاجيال المتعاقبة سيحوي نسبة اعلى من الافراد المقاومة مقارنة بالجيل السابق. ومن الشكل (8-1) يتبين ان الجرعة (أ) من المبيد لم تعد مؤثرة في افراد الجيل الثالث وعليه لابد من استخدام جرعة أعلى (ب) أو زيادة تكرار عملية الرش وان زيادة الجرعة أو تكرار عملية الرش سيؤدي إلى زيادة الضغط وبالتالي زيادة نسبة الافراد المقاومة في مجتمع الأفة ليصبح مقاوما للمبيد.



الشكل (8-1): التأثير المفترض لتكرار استخدام المبيد في نسبة افراد الافة التي تظهر مقاومة للمبيد (مأخوذ عن الملاح، 2003).

العوامل المؤثرة في تطور المقاومة

Factors Affecting The Resistance Development

ترتبط عملية تكوين السلالة المقاومة لمبيد ما بالعديد من العوامل التي قد تؤثر بطريقة مباشرة أو غير مباشرة في هذه العملية والتي يمكن اجمالها في النقاط التالية:

1- العوامل الوراثية Genetic Factors

تلعب العوامل الوراثية دورا حيويا في عملية تكوين السلالة المقاومة وذلك من خلال:

أ – القدرة التنافسية بين الافراد الحساسة والمقاومة

Competition Between Resistant and Susceptible Individuals

من المعروف ان جين المقاومة يوجد بنسبة ضئيلة جدا حين يبدأ استخدام المبيد ويزداد تدريجيا مع الاستمرار في عملية استخدام نفس المبيد ولكن الملاحظ ان لجين المقاومة في بعض الاحيان تأثيرا سلبيا على الكفاءة التناسلية للنوع المقاوم فمثلا وجد ان سلالة الحلم *Tetranychus urticae* Koch.

كانت اقل حيوية من السلالة الحساسة وتمثل ذلك بانخفاض عدد البيض الموضوع من قبل الانثى والحاجة إلى فترة أطول لأتمام النمو. ان هذا الوضع سيؤدي بلا شك إلى التأخير في سرعة تطور السلالة المقاومة لان نسبة الافراد المقاومة في المجموعة ستبقى منخفضة نسبيا لفترة طويلة. وبالرغم مما سبق فان هناك حالات أخرى لم يظهر فيها اي فرق واضح في الكفاءة التناسلية والحيوية بين الافراد المقاومة والحساسة لذلك فان تطور السلالة المقاومة في هذه الحالة سيتم بصورة أسرع.

ب- عدد جينات المقاومة ودرجة السيادة

Number of Resistance Genes And Dominance Degree

ان ارتباط صفة المقاومة بعدد من الجينات وليس بجين واحد يؤدي إلى تأخير سرعة ظهور المقاومة وذلك للحاجة إلى فترة طويلة نسبياً لتجميع هذا العدد من الجينات، كذلك لوحظ انه كلما زادت درجة سيادة جين المقاومة كان الوصول إلى انتخاب السلالة المقاومة اسرع لان الكثير من الافراد تنجو من تركيزات المبيد المستخدمة في الحقل. اما إذا كان جين المقاومة متنحياً فان الفرد الذي يحمله يكون حساساً للمبيد. وفي حالة كون الجين تام السيادة فإن نسبة قليلة من الافراد تنجو من التراكيز المستخدمة من المبيد.

ت – تكرار جين المقاومة Frequency of Gene Resistance:

تزداد سرعة تكوين السلالة المقاومة كلما زاد تكرار جين المقاومة في افراد الحشرة لان معنى ذلك هو زيادة نسبة الافراد التي تحمل جين المقاومة.

2- نوع المبيد Kind of Pesticides: -

في معظم الاحيان كان ظهور سلالة الذبابة المنزلي المقاوم للـ د.د.ت يستغرق سنتين من تاريخ استخدام المبيد وفي حالة المبيدات الفسفورية العضوية استغرق ظهور سلالة مقاومة لها من الذباب المنزلي فترة لا تقل عن خمس سنوات بينما اظهرت مبيدات الكارباميت اختلافا في سرعة السلالات المقاومة من الذباب المنزلي.

3- نوع الحشرة Insect Kind:-

تختلف سرعة ظهور السلالة المقاومة باختلاف نوع الحشرة حيث ان للكفاءة التناسلية وعدد الأجيال دورا مهماً في عملية تكوين السلالة المقاومة فكلما زادت الكفاءة التناسلية وعدد الاجيال ادى ذلك إلى زيادة نسبة الافراد المقاومة في

المجموعة أو العشيرة وبما يؤدي إلى سرعة تكوين السلالة المقاومة. فضلاً عن ذلك فان نسبة تكرار جين المقاومة تتباين تبعاً لنوع المجموعة التصنيفية إلى تنتمي اليها الحشرة.

4- حجم العشيرة Population Size:-

تزداد سرعة تكوين السلالة المقاومة للمبيد بزيادة حجم العشيرة التي تجري عليها عملية الأنتخاب وذلك لزيادة احتمال وجود جين أو جينات المقاومة في الأعداد الكبيرة. وهذا يفسر سبب الفشل في تكوين مقاومة للمبيد عند بدء الانتخاب بعدد قليل من الأفراد نظراً لغياب أو احتمال فقد جين المقاومة اثناء الانتخاب.

5- شدة الانتخاب Selection Severity:-

تزداد سرعة تكوين السلالة المقاومة للمبيد كلما زادت شدة الانتخاب ولكن إلى حد معين وقد يفشل الانتخاب اذا زادت عن حد معين حيث قد يحصل عند استخدام تركيز عال من المبيد فقدان جين المقاومة وقد لوحظ ان انتخاب الدروسوفيلا المقاومة للمبيد باستخدام LD_{50} ادى إلى الاسراع بعملية الانتخاب بشكل اكبر مقارنة باستخدام تركيز LD_{90}.

6- الطور المستخدم في عملية الانتخاب Pest Stage Used in Selectivity

تختلف سرعة تكوين السلالة المقاومة لمبيد معين باختلاف الحشرة التي تم تعريضها للمبيد وقد وجد ان المبيد كان اكثر قدرة على انتخاب السلالة المقاومة من الذباب المنزلي عندما وضع في غذاء اليرقات مما لو تم تعريض الحشرات الكاملة لمتبقيات المبيد على الاسطح التي تقف عليها.

آليات مقاومة الحشرات للمبيدات الحيوية:

Bioinsecticides Resistance Mechanisim

لقد لاحظنا من الفصول السابقة ان مبيدات الحشرات الحيوية تتكون من عدة مجاميع هي:

أولاً) مبيدات الحشرات الكيموحيوية Biochemical Insecticides

وتضم المجاميع الاتية:

1-) مبيدات الحشرات الكيموحيوية نباتية المصدر:- ومنها البيرثرم والازادراختين والنيكوتين والروتينون وغيرها.

2-) المبيدات الكيموحيوية النباتية المثبطة والمحورة لسلوك الحشرات ومنها المركبات الجاذبة والمانعة للتغذية والطاردة والمثبطة لنمو الحشرات والمركبات العاقمة.

3-) مبيدات الحشرات الكميوحيوية مايكروبية المصدر: ومنها الـ الافيرميكتينات والاسبينوسات والميليايسين والبولي ناكتين وغيرها.

4-) مبيدات الحشرات الكيموحيوية حيوانية المصدر:

ومنها منظمات نمو الحشرات والسموم الحيوانية.

ثانياً) مبيدات الحشرات المايكروبية: وتضم

1- مبيدات الحشرات الفايروسية.

2- مبيدات الحشرات البكتيرية.

3- مبيدات الحشرات الفطرية.

4- مبيدات الحشرات النيماتودية.

ثالثاً) مبيدات الحشرات الجينية:- هي مجموعة الجينات المسؤولة عن مجموعة الصفات التي تعمل على قتل الحشرات وخفض أعدادها بشكل مباشر وغير مباشرة وتجهز بشكل.

1-) محاصيل سامة للحشرات.

2-) محاصيل مقاومة للحشرات.

3-) حشرات معاقة.

4-) اعاء حيوية مقاومة للمبيدات.

5-) فايروسات معادة التشكيل.

مما سبق يتبين ان مبيدات الحشرات الحيوية تضم العديد من المبيدات التي تعود لمجاميع مختلفة تبعاً للمصدر الذي اشتقت منه، وعليه فإن فهم كيف تصبح الحشرة مقاومة لمبيد حيوي ما لابد من معرفة طريقة تأثير المبيد Mode of Action، والنظم الكيميائية الحيوية المتأثرة بالمبيد وكذلك التفاعلات التي تحدث للمبيد بمجرد دخوله جسم الكائن الحي كل هذه العوامل تساهم بلاشك مساهمة جادة في فهم مشكلة المقاومة كذلك فان هذا الفهم يمكننا بلاشك من تنظيم وتنسيق عملية تصنيع المبيدات الجديدة واعادة النظر في مجمل القوانين والتشريعات الخاصة بعملية استخدام وتداول المبيدات.

مقاومة الحشرات للمبيدات الكيموحيوية:

Insects Resistance To Biochemical Insecticides

ان مبيدات الحشرات الكيموحيوية هي مجموعة المركبات الكيميائية القاتلة والمثبطة لنمو الحشرات والمستخلصة من النبات والكائنات الدقيقة والحيوانات هذه المجموعة من المركبات تتوفر اليوم انواع كثيرة منها على المستوى التجاري حيث استخدمت بفاعلية ونجاح في مكافحة العديد من الآفات الحشرية في مناطق مختلفة من العالم. ان الاستخدام الواسع لهذه المبيدات ادى إلى ظهور العديد من السلالات الحشرية المقاومة لها، الا انه لم يسجل اي حالة مقاومة حشرية للمبيدات الكيموحيوية المثبطة والمحورة لسلوك الحشرات.

ان مقاومة الحشرات للمبيدات الكيميوحيوية تخضع لنفس الاليات المستخدمة من قبل الحشرات في مقاومة المبيدات الكيميائية التقليدية والتي يمكن ايجازها فيما يأتي:

من المعروف ان المبيد لكي يحدث تأثيره القاتل لابد ان يجتاز عدد من الحواجز لكي يصل الموقع الحساس الذي يتأثر بالمبيد والذي يؤدي في النهاية إلى موت الكائن الحي ويمكن اجمال هذه الحواجز في النقاط التالية:

1- الطبقة الشمعية المغلفة للكيوتكل الخارجي وطبقة البشرة الخارجية التي تحجز كمية من المبيد فيها فضلاً عن فقدان جزء من المبيد نتيجة التبخر أو عوامل اخرى.

2- الجليد في الحشرات.

3- التخزين في الأجسام أو الأنسجة الدهنية.

4- الانتقال إلى موقع التأثير السام وهنا قد يتعرض المبيد لعملية ايض تنشيطي أو تحطيمي.

5- طرح النواتج الاولية لعملية الايض إلى الخارج.

6- الحواجز المحيطة بالأعضاء الداخلية ومنها الاغلفة العصبية.

7- المنافسة مع الانزيمات الاعتيادية إذا كان المبيد المستخدم يعمل على تثبيط الانزيمات.

8- نسبة كمية المبيد التي تصل إلى الموقع الحساس ودرجة تقبل الموقع الحساس للمبيد هي التي ستحدد درجة سمية المبيد.

جميع هذه الحواجز والمعوقات تعمل على منع وصول المبيد إلى المواقع الحساسة والتي عند تأثرها تؤدي إلى موت الحشرة وعلى ضوء ما سبق فان المقاومة يمكن ان تتم من خلال الاليات التالية:

1- عدم وصول المبيد بالتركيز القاتل إلى الجهاز أو الموقع الحساس:

ولكي يتحقق ذلك ينبغي ان يعترض طريق المبيد عدد من العوامل أو الاجهزة أو التفاعلات والتي يمكن تقسيمها إلى ما يأتي:

أ- انخفاض سرعة نفاذ المبيد داحل جسم الحشرة

Decrease The Speed of Pesticide Penetration

ان بطء عملية نفاذ المبيد داخل جسم الكائن تعطي فرصة جيدة لذلك الكائن للتخلص من المبيد اولا وقبل وصوله إلى المواقع الحساسة في الجسم وذلك اما بتحويله إلى مركبات غير سامة أو بطرحه خارج الجسم، ففي الحشرات مثلا نجد ان نفاذ المبيد داخل الجسم يحدث اما عن طريق الكيوتكل أو عن طريق القناة الهضمية فاذا حدث تغيير في سمك أو تركيب الجدار أو القناة الهضمية فقد يكون له تأثير في نفاذ المبيد. وقد اظهرت بعض الدراسات وجود فروق في سمك الكيوتكل وسرعة نفاذ المبيد بين السلالات المقاومة والحساسة فيما أشارت دراسات اخرى إلى عدم وجود فروق بين افراد السلالات الحساسة والمقاومة، وعليه يمكن القول بانه لابد من وجود عامل اخر أو اكثر له اثر على مقاومة الحشرات للمبيدات.

ب – سرعة إخراج المبيد أو نواتج تمثيله من الجسم

Speed of Pesticides Excretion

كثيراً ما تعمد الحشرات إلى محاولة التخلص من المواد الغريبة ومنها السموم وذلك بطرحها مع البراز لمنع وصولها بالتركيزات القاتلة إلى الاجهزة والمواقع الحساسة. ففي الحشرات مثلا وجد ان الصرصر الأمريكي بطرح المبيد Dimetan إلى خارج جسمه كما هو. اما في سلالة البعوض المصري المقاوم للمبيد د.د.ت فقد وجد ان اليرقات عند تعريضها للمبيد د.د.ت افرزت الغشاء حول الغذائي وكان طوله 3 ملم بالنسبة لليرقات المقاومة فيما كان طول الغشاء المفرز من قبل اليرقات الحساسة لمبيد د.د.ت اقل من 0.5 ملم، وإفراز هذا الغشاء يمثل حماية لليرقات المقاومة من هذا المبيد وذلك لحرمان الجسم من كمية المبيد، وعلى هذا الاساس فان

افراز المبيد أو احد نواتج تمثيله قد يساعد إلى حد ما في زيادة درجة تحمل الكائن الحي للمبيد.

ت – التخزين في انسجة غير حساسة للمبيد

Pesticides Srorage In Unsusceptible Tissues

من الموضح ان قدرة الحشرة على تحمل المبيد تزداد مع قدرة الحشرة على تخزين كمية من المبيد أو احد نواتج تحلله السامة في أنسجة غير حساسة وبذلك يمنع وصول المبيد بالتركيز القاتل إلى المواقع الحساسة في الجسم. ففي الحشرات مثلا وجد ان نسبة كبيرة من المبيد د.د.ت كانت تخزن في جدار الجسم في الذباب المنزلي المقاوم لمبيد د.د.ت ولعل خير مثال يذكر في هذا المجال ما قام به وايزمان حيث تمكن من رفع تحمل الذباب المنزلي للمبيد د.د.ت بحقنه بزيت الزيتون فزاد قدرته على التخزين واستطاع ايضاً ان يرفع حساسيتها لنفس المبيد عن طريق حقنها بانزيم Lipase الذي يحلل الدهون فيخفض من كمية المبيد د.د.ت الذائب والمخزن بها. لذلك يمكن القول ان التخزين يلعب دورا مهما في مجال زيادة تحمل الكائن الحي للمبيدات ولكنه لا يمكن ان يكون العامل الوحيد الذي يعول عليه في هذا المجال.

2– انخفاض حساسية الجهاز أو الموقع الحساس

Susceptibility Depression of Site of Effect

من الواضح انه لكي يحدث المبيد تأثيره القاتل في الكائن الحي لابد من الوصول إلى الموقع أو الجهاز الذي يؤثر فيه والذي ينبغي ان يكون حساساً لتأثير المبيد وذلك في السلالات أو الانواع الحساسة للمبيد اما في السلالات المقاومة فقد لوحظ انه في بعض حالات المقاومة يكون الجهاز الحساس اقل حساسية أو تأثراً بالمبيد. ففي الحشرات مثلاً وجد انه عند معاملة العقدة العصبية للذباب المنزلي المقاومة للمبيد د.د.ت كانت اقل حساسية من العقدة العصبية للذباب الحساس. كذلك

اشارت بعض الدراسات إلى ان سلالة الحلم المقاومة للمبيدات الفسفورية العضوية كان الانزيم Cholinestrase فيها اقل حساسية للمبيد من السلالة الحساسة.

3- التفاعلات الكيميائية الحيوية الثانوية

Secondary Biochemical Reaction

لبعض الانواع أو السلالات المقاومة القدرة على القيام بالعديد من التفاعلات الكيميائية الحيوية والتي تساعدها في التغلب على الاعراض الثانوية للتسمم وذلك مثلا عن طريق قدرتها على استيعاب الاوكسجين لوجود زيادة في الانزيمات Cytochrome Oxidase مما يجعل الحشرات قادرة على مواجهة الزيادة العالية للاوكسجين نتيجة الانقباضات العنيفة لعضلات الحشرات ولذلك تصبح اكثر مقاومة للتسمم بالمبيدات.

4- وجود اجهزة بديلة للاجهزة الحساسة

Existence of Substitutional Site of Effect

لبعض السلالات المقاومة اجهزة بديلة تمكنها من القيام بعمل الجهاز الحساس المتأثر بالمبيد. فمثلاً وجد في الحشرات المقاومة لغاز حامض الهيدروسيانيك انها تحوي انزيما يسمى Flavoprotein Oxidase علاوة على الانزيم Cytochrom Oxidase الذي يعمل غاز حامض الهيدروسيانيك على تثبيطه ولكن يحل محله الانزيم Flavoprtotein Oxidase وبذلك تستطيع الحشرة مقاومة تأثير الغاز.

مقاومة الحشرات للمبيدات المايكروبية

Insect Resistance To Microbial Insecticides

تتوفر اليوم العديد من مبيدات الحشرات الفايروسية والبكتيرية والفطرية والديدان الثعبانية المجهزة كمبيدات مايكروبية والمستخدمة في مكافحة الآفات الحشرية على المحاصيل المختلفة، هذا الاستخدام ادى ايضاً إلى ظهور سلالات حشرية مقاومة للمبيدات المايكروبية تخضع لنفس اليات مقاومة الحشرات لمسببات الامراض الحشرية في الطبيعة، وذلك لان عدداً كبيراً من انواع الفايروسات والبكتريا والفطريات والبروتوزوا والديدان الثعبانية تتمكن وبنجاح من اختراق جسم الحشرة واجتياحها لتجويف الجسم حيث تتغذى على محتويات الدم وبما يمكنها من ايجاد طريقها مباشرة إلى بعض انسجة واعضاء الجسم المختلفة ومع ذلك فان الحشرات كبقية الحيوانات الاخرى تستجيب لمثل هذه الحالات وتتصدى لها عن طريق اليات ونظم المقاومة التي تمتلكها والتي يمكن تقسيمها إلى مايأتي:

اولا) المقاومة السلوكية Behavouristic Resistane

ان سلوكية العديد من المجاميع الحشرية وعاداتها التغذوية يمكن ان توفر لها الحماية النسبية ومقاومة العديد من الممرضات الحشرية والمبيدات المايكروبية عن طريق تجنب التعرض لها حيث إن التغذية داخل الانفاق من قبل صانعات الانفاق Leafminers أو الممرات Galleries كما في الارضة أو الحفر في انسجة النبات من قبل حفارات السيقان والتعذير في اماكن مخفية، جميع هذه السلوكيات تشكل مهارات سلوكية تمكن الحشرات من مقاومة الممرضات الحشرية.

ثانياً) المقاومة الفسلجية Physiologcal Resistance

وهي مجمل الاحداث التي تجابه الممرضات الحشرية من لحظة تماسها لجليد الحشرة ولحين موت الحشرة أو نجاتها من الموت ولعل من اهم هذه الاحداث ما يأتي:

1-) اختراق الحواجز الخارجية External Barriers Penetration

و تشمل ما يأتي:

أ-) جدار الجسم Integument:- ويعد من اكبر الاعضاء من الناحية البنائية في جسم الحشرة ويشكل اكبر قدر من التحورات التركيبية والوظيفية كما يضم قدر من التحورات في الكيوتكل والبشرة الداخلية والغشاء القاعدي التي تشكل حاجزاً فيزيائياً وحيوياً مهماً ضد اختراق الممرضات الحشرية لهذا الحاجز وان سمك جدار الجسم وعدد الثغور التنفسية والاغشية بين العقلية وتلك المحيطة بالزوائد المرتبطة بجدار الجسم وان الحشرات ذات الجدار السميك وذات الثغور التنفسية القليلة تكون اكثر مقاومة للممرضات الحشرية.

ب-) الشعر الكاسي لجدار الجسم Clothing Hair:-

ان للعديد من اليرقات التابعة لرتبة حرشفية الاجنحة مثل دودة اوراق التين *Ocnerogyia amanda* ودودة الربيع الناسجة *Ocnogyna loewii* شعر كثيف يكسو اجسامها قد يحد من فرص الممرضات في التطفل على تلك اليرقات.

ت-) الافرازات الشمعية والقشرية Wax Secretion and Scale

تفرز العديد من حشرات نصفية الاجنحة افرازات شمعية تغطي معظم مناطق الجسم، فانواع البق الدقيقي ومنْ التفاح القطني وحوريات البسليد والافرازات القشرية كما في حشرات عائلة Diaspididae حيث توفر هذه الافرازات الحماية المطلوبة من الممرضات الحشرية.

2-) اجتياح الدفاعات الخلوية Celluler Defence Invasion

ان نجاح الممرضات الحشرية في تجاوز الدفاعات الخلوية سيؤدي إلى موت الحشرات، وان تمكن الدفاعات الخلوية الحشرية من تحطيم الممرضات الحشرية سيؤدي بالحشرة إلى النجاة من الموت واعتبارها مقاومة للممرضات الحشرية، ومن اهم الدفاعات الخلوية في الحشرات مايأتي:

أ-) **الالتهام Phagocytosis**:- وهو عملية احاطة ثم هضم وتدمير الممرضات الحشرية التي تمكنت من الوصول إلى هيموليف الحشرة. هذه العملية تتم مع الممرضات وحيدة الخلية والتي لايتعدى قطرها 100 نانوميتر من قبل خلايا الدم الملتهمة ويشبه فعلها فعل الاميبا عند تناولها الغذاء. وقد اظهرت الدراسات ان هضم الممرضات من قبل خلايا دم الحشرات يمكن ان يتم بواسطة ثلاثة طرائق هي:-

- طريقة تكوين الحويصلات أو الاكياس الملتهمة:Pinocytotic Vesicle

وتحدث في غشاء الخلية التي تلتهم السوائل الحاوية على الاجسام الغريبة وقد لوحظ تكون مثل هذه الحويصلات في خلايا الدم لعدة انواع من الحشرات.

- طريقة تكوين الاقدام الكاذبة Pseudopoda وفيها يتم احاطة المسبب المرضي عن طريق امتدادات انبوبية تكونها خلايا الدم تعرف بالاقدام الكاذبة مكونة فجوة لايزيد قطرها عن 1- 1.5 مايكرون.
- طريقة التلامس القريب Close Contact: وذلك عن طريق حدوث امتداد في غشاء البلازما نحو المسبب المرضي والذي يقود في النهاية إلى تناول الاجسام الغريبة مباشرة إلى داخل سايتوبلازم الخلية بواسطة عملية الانتشار.

ب-) **الكبسلة Encapsulation**:- وتسمى ايضاً التكيس Encystment والكبسولة عبارة عن غطاء يكونه العائل حول المسبب المرضي وبذلك تعد الكبسلة احد وسائل الدفاعات الخلوية المهمة في الحشرات ضد الممرضات متعددة الخلايا والتي لا يمكن لخلية دم واحدة التهامها. ان الغالبية العظمى من الانواع الحشرية التي درست فيها الكبسلة وجد انها تعمل على احاطة المسبب المرضي بواسطة الكبسولة الخلوية Cellular Capsule عن طريق التصاق خلايا الدم مع بعضها بشدة حول الممرض المستهدف مكونة نسيجا متماسكا من الخلايا يترواح سمكه حوالي 50 خلية أو اكثر وفي كثير من الانواع تخضع الكبسولة الداخلية لعمليات الملننة Melanization. والكبسولات على نوعين هما:-

الكبسولة الخلوية Cellular Capsule: تتشابه الكبسولة الخلوية من حيث التركيب الاساسي لها في الانواع المختلفة من الحشرات الا انها قد تتباين في المظهر الخارجي والحجم تبعاً لنوع الحشرة ونوع وحجم المسبب المرضي في حالة المسبب المرضي النشط مثل الديدان الثعبانية تحدث عملية الملننة للجدار الداخلي للكبسولة الملاصق للنيماتودا. يكتمل تكوين الكبسولة الخلوية في يرقة فراشة الطحين خلال 72 ساعة وبعد موت المسبب المرضي، فان العديد من خلايا الدم المكونة للكبسولة الخلوية تنسحب تجاه مجرى الدم.

الكبسولة الغمدية Sheath Capsule:- وتتركب من غلاف بني صلب مزود بطبقات قليلة نوعا ما من خلايا وهي ارق بكثير من الكبسولة الخلوية اذ ان سمكها لا يتعدى 25 مايكرون وتتكون هذه الكبسولة عن طريق تجمع الخلايا حول المسبب المرضي ثم تنتشر فيما بعد لتكون طبقة رقيقة من الخلايا تحيط بالمسبب المرضي، بعدها تتحول هذه الخلايا وبسرعة إلى طبقة متجانسة بنية اللون صلبة القوام تلتصق بشدة بالممرض الحشري وعليه فان الكبسولة الغمدية تتميز فقط برقة جدارها وسرعة تطور الطبقة الصبغية فيها مقارنة بالكبسولة الخلوية.

ت -) تكوين العقد Nodule Formation: ان هذا النوع من الدفاعات الخلوية يلعب دوراً مهماً ضد الكائنات الدقيقة الممرضة للحشرات. والتي تتكون أو توجد على شكل مجاميع في تجويف دم الحشرة، ويعتقد الباحثون بان تكوين العقد هو مزيج من الالتهام والكبسلة معاً حيث تتسلل خلايا الدم إلى المجاميع البكتيرية أو الفايروسية وتتجمع حولها ثم يباشر قسم منها بابتلاع تلك الممرضات بينما تتفلطح خلايا الدم الاخرى لتحبط مجاميع الممرضات كما في عملية الكبسلة، ويعتقد العديد من الباحثون ان تكوين العقد هو مهمة خلايا الدم المتجولة Circulating Haemocytes المختصة بالالتهام والكبسلة.ان حجم العقد المتكونة يعتمد على النوع الحشري وعلى حجم تجمعات الممرضات الحشرية الموجودة في

تجويف الجسم، وبعد ان تقوم العقد بالقضاء على الممرضات الحشرية فان العقد الصغيرة تتحلل في النهاية وتختفي من الجسم، اما الكبيرة منها وخاصة المختلفة منها فقد تبقى خلال مراحل حياة الحشرة وقد تتصل بعض العقد احياناً ببطانة التجويف الجسمي بصورة دقيقة ثم تطرح خارجه عند تشقق طبقة الكيوتكل التي تقع فوقها اثناء الانسلاخ أو عند التئام جروح طبقة الكيوتكل واستبدال التالفة منها باخرى جديدة.

ثانياً) منظومات إزالة السمية Detoxification Systems

تمتلك الحشرات العديد من المنظومات الحيوية التي تتمكن بواسطتها من ازالة سمية التوكسينات التي تطلقها المسببات المرضية في اجسام الحشرات وتحويلها إلى مركبات غير سامة ومن اهم المنظومات والاليات المستخدمة في ازالة السموم من جسم الحشرة ما ياتي:

* منظومة الانزيمات مختلطة الوظيفة Mixed Function oxidases

حيث تعمل انزيمات هذه المنظومة ومنها انزيمات الـ Cytochrome P450 على تحويل السموم اللاقطبية إلى مركبات قطبية يسهل طرحها خارج الجسم ومنها.

- انزيمات التحلل المائي Hydrolysis Enzymes
- انزيمات الاكسدة والاختزال Oxidase & Reduction E.
- انزيمات نقل الكلوتاثيون Glutathion Transferase
- التحسس للسموم Poison Sensitivity
- الفعاليات الآيضية Metabolism Activites
- الاخراج Excretion

ان الحصيلة النهائية لفعاليات تلك المنظومات تكون باتجاه ازالة سمية المركبات السامة في الحشرات المقاومة للسموم الحيوية (Toxins) فيما تكون الحصيلة النهائية لفعاليات تلك المنظومات في تنشيط وزيادة فاعلية السموم الحيوية في الحشرات الحساسة.

4-) المضادات الحيوية الحشرية Insect Antibiotics:

دراسات حديثة اشارت إلى قدرة العديد من الانواع الحشرية على انتاج مضادات حيوية في مناطق الجروح التي تتعرض لها الحشرات لحماية الجروح من التلوث بالجراثيم وهناك اليوم عمل مكثف حول امكانية تشخيص تلك المضادات وانتاجها من الحشرات.

كفاءة الدفاعات الخلوية الحشرية: Insects Cellular Defense Efficiency

اولاً) كفاءة عملية الالتهام: Phagocytosis Efficiency

إن كفاءة عملية الالتهام يمكن دراستها من خلال ما يأتي:-

1-) **قدرتها في ازالة الممرضات من الدم:-** ان كفاءة عمليات الالتهام في ازالة الممرضات بعد دخولها تجويف الجسم حشرة يمكن قياسها بالطريقة الاتية:-

أ-) قياس متوسط عدد الممرضات الملتهمة من قبل خلايا الدم: في احدى الدراسات وجد ان عدد عصيات التدرن التي التهمت من قبل خلية الدم الواحدة تراوح بين 30-40 عصية خلال 24 ساعة من عملية حقنها داخل جسم الحشرة.

ب-) قياس نسبة عدد خلايا الدم الملتهمة للممرض مقارنة بالعدد الكلي: هذه الطريقة تسمى ايضاً بدليل الالتهام Phagocytic Index وقد وجد ان 50% من مجموع عدد خلايا الدم المتجولة ليرقة Pseudoletia شاركت في عملية الالتهام بعد حقن اليرقة بجرع عالية من بكتريا الـ *Bacillus thuringiensis* وان 90% من خلايا الدم البلازمية الدقيقة ساهمت في تلك العملية.

ث-) قياس اعداد الممرض غير الملتهمة: تعتمد هذه الطريقة على قياس سرعة نقاء الدم من الممرض، حيث وجد ان جميع البكتريا العنقودية Staphyllococcus التي تم حقنها داخل يرقة دودة الشمع تم ازالتها من الدم خلال خمسة ساعات.

2-) قدرتها في دحر الاصابة المرضية: Overcoming Infection

ان تحديد هذه القدرة يمكن ان يتم من خلال معرفة مايأتي:-

أ-) ما هي احتمالية عمليات غزو الممرضات لتجويف الجسم:- ان الاصابة المباشرة لتجويف جسم الحشرة من خلال هيكلها الخارجي غالباً ما تكون محدودة في الطبيعة وتحدث فقط عن طريق الجروح أو بواسطة بعض الفطريات التي تمتاز بقدرتها على اختراق هيكل الحشرة الخارجي، الا ان الطرائق الاكثر شيوعاً في اصابة الحشرات بالمسببات المرضية تحدث عن طريق الفم أو القناة الهضمية اثناء تناول الحشرة غذاءها ويهمنا هنا تلك المسببات التي تتمكن من اختراق جدار القناة الهضمية إلى تجويف جسم العائل، وتعد البكتريا المكونة للسبورات والتي تعود لعائلة Bacillaceae من اهم الانواع البكتيرية في اصابة الحشرات، ومنها الانواع *Bacillus cereus* و *B. thuringiensis*.

ب-) ما هي نسبة قتل الممرض بواسطة الالتهام والتي تحقق النقاوة من المسببات المرضية:

ان عملية الالتهام توفر الحماية لعدد كبير جداً من الحشرات ضد الانواع البكتيرية الموجودة في القناة الهضمية سواء كانت ممرضة أو غير ممرضة. ويلعب الالتهام دوراً دفاعياً مهماً في الحشرات ضد الاصابات الفايروسية والتي يزداد تأثيرها مع تقدم عمر اطوار الحشرة، فالعمر الاول من يرقات حرشفية الاجنحة تكون اكثر حساسية للاصابة بفايروسات البولي هيدروسيز السايتوبلازمية Cytoplasmic Polyhedrosis Virus من يرقات العمر الثاني.

ثانياً) كفاءة عملية الكبسلة Capsulation Efficincy

الكبسلة هي رد فعل دفاعي ينحصر تأثيرها في الكائنات الحية متعددة الخلايا مثل النيماتودا والبروتوزوا والفطريات والتي يصعب على خلايا الدم التهامها. وتعمل الكبسولة على حجز المسبب المرضي داخلها ومنع الاوكسجين عنه ليموت اختناقاً داخل الكبسولة، كما تعمل الكبسلة على حرمان الممرض من تناول المواد الغذائية اللازمة لنموه وتطوره داخل العائل.

ان الطرائق المستخدمة في تقييم كفاءة عملية الالتهام يمكن استخدامها لتقييم كفاءة عمليتي الكبسلة وتكون العقد ايضاً.

مقاومة الحشرات لمبيدات الحشرات الجينية:-

Insect Resistance To Genetic Insecticides:

ان مبيدات الحشرات الجينية تشكل اليوم مجموعة جديدة أو جيل جديد من مبيدات الحشرات التي ارتبط ظهورها وتطورها بعلم الهندسة الوراثية والتقنيات الحياتية، ان عدم ظهور سلالات حشرية مقاومة لهذه المبيدات ربما يرجع إلى حداثتها ومحدودية استخدامها في مكافحة الآفات الحشرية. ان تسجيل مقاومة بعض انواع حرشفية الاجنحة لبكتريا *B. thuringiensis* في عام 1985 يمكن ان يكون مؤشراً على ان السنوات القادمة تسجل لنا انواعاً حشرية مقاومة للمحاصيل السامة للحشرات والتي كانت تمثل باكورة مستحضرات المبيدات الجينية على مستوى العالم.

آلية مقاومة الحشرات لتوكسينات الـ *B.t.*

Insects Resistance Mechanism To *B.t.* Toxins:

ان الية مقاومة الحشرات لتوكسينات بكتريا الـ *B.t.* هي الية قريبة الشبه من طريقة تاثيرها السام حيث اشرنا فيما سبق بان توكسينات الـ *B.t.* يتم تنشيطها بواسطة مجموعة الانزيمات المحللة للبروتين Proteases في المعدة الوسطى للحشرات، وبعد التنشيط Activation ترتبط التوكسينات بالمستقبلات Receptors الموجودة على جدار المعدة الوسطى، وبعد ذلك تتم مجموعة من الخطوات تؤدي في النهاية إلى موت الحشرة.ان مستوى تخصص طريقة التاثير السام هي مسألة معقدة وتختلف بحسب نوع الحشرة وسلالة البكتريا *B.t.* . وقبل عام 1985 اي قبل اكتشاف المقاومة للـ *B.t.* اشير إلى ان هذا التعقيد ربما يمنع مقاومة الحشرة لفعل الـ *B.t.*، ويتساوى تعقيد ظاهرة المقاومة لفعل الـ *B.t.* مع طريقة تأثيرها حيث ان هناك العديد من المراحل تتضمنها طريقة التأثير، كما ان هناك العديد من الطرائق لوقف هذه المراحل وبالتالي امكانية مقاومة فعل التوكسين، وقد تم دراسة ميكانيكية المقاومة في انواع قليلة من الحشرات التي اظهرت مقاومة لفعل الـ *B.t.* تحت ظروف المختبر.

ان اليات المقاومة لتوكسينات البكتريا *B.t.* والتي تم ملاحظتها في الحشرات المقاومة تتدرج ضمن الاليات الاتية:-

1-) انخفاض عدد مستقبلات توكسينات الـ *B.t.* في جدران القناة الهضمية الوسطى مما يؤدي إلى انخفاض مستوى التوكسين أو السم في هيموليمف الحشرة وعدم موتها، ففي دراسة على فراشة الطحين الهندية لوحظ حدوث انخفاض في مستوى ارتباط التوكسين بالمستقبلات بنقص يصل إلى 50 مرة مما ادى إلى نقص السمية بمقدار 100 مرة.

2-) غياب معظم إنزيمات الـ Proteinase في المعي الاوسط:- حيث ترتبط هذه الانزيمات بتحليل البروتين وتنشيط التوكسينات الاولية Protxins لبكتريا الـ *B.t.* وقد تم تسجيل الطريقتين في دودة عرانيص الذرة المقاومة لتوكسينات الـ *B.t.*.

3-) ترسيب معقد البروتين في المعي الاوسط: هذه الالية سجلت في خنفساء براعم الصنوبر، حيث تعمل هذه الالية على خفض نشاط التوكسينات وعدم نفاذها عبر جدار المعي الاوسط نتيجة ترسيب معقد البروتين والتوكسين في المعي الاوسط.

إدارة المقاومة لمبيدات الحشرات الحيوية:

Bioinsecticides Resistance Management:

يمكن القول ان إدارة المقاومة هي جميع الوسائل التي تعمل على خفض مستوى المقاومة قدر الإمكان وإيقافها أو منعها تماماً، لذلك فان الكثير من الباحثين يطلق عليها مصطلح تلطيف المقاومة Resisitance Mitigation وهو مصطلح اكثر تعبيراً عن طبيعية واهداف إدارة المقاومة ان التصدي لمشكلة مقاومة الحشرات للمبيدات الحيوية تعد اليوم من المسائل الضرورية للحفاظ على كفاءة المبيدات الحيوية خاصة المايكروبية والجينية منها كونها تمثل المجموعة الاكثر اماناً على الانسان والبيئة.

ان إدارة المقاومة باستخدام الوسائل المختلفة تسعى إلى تحقيق الاهداف الاتية:

1- تجنب المقاومة قدر الامكان Avoiding Resistance

2- تأخير ظهور المقاومة Delaying Resistance

3- انعكاس المقاومة Resistance Reversion

ان تحقيق هذه الاهداف يمكن ان يتم من خلال اعتماد الستراتيجيات الاتية:-

الستراتيجية الاولى: تقليل التعرض للمبيد الحيوي

Exposare Decrease To Bioinsecticide

وتعتمد هذه الستراتيجية على السماح للإفراد الحساسة بالتزاوج مع الافراد المقاومة، هذه العملية يمكن ان تتم من خلال استخدام الطرائق الاتية:-

1-) ادخال الحشرات الحساسة إلى العشيرة المعرضة للمبيد.

وتتم هذه الطريقة باطلاق الذكور الحساسة للمبيد الحيوي المستخدم في المكافحة والمربات في المختبر أو التي جمعها من مناطق لم يسبق معاملتها بالمبيد الحيوي إلى المناطق التي توجد فيها العشيرة المعاملة بالمبيد وعلى مراحل، حيث ستؤدي هذه العملية من الناحية النظرية إلى ان يظل مستوى المقاومة في العشيرة الحشرية اقل من المستوى قبل المعاملة. هذه الطريقة تصلح لمعاملة البيوض حيث يوجه استخدام مبيدات الحشرات الحيوية فيها ضد الاناث. ان من محددات هذه الطريقة هو ان الذكور تكون معرضة للموت بسبب المبيدات الحيوية، فضلاً عن ان التربية الكثيفة ونقل اعداد من الافراد الحساسة من مكان لأخر هي عملية صعبة ومكلفة.

2-) الملاجيء:- هذه الطريقة تعتمد على ابقاء جزء من العشيرة الحشرية داخل الملاجيء بعيداً عن المبيد الحيوي حيث يسمح لها بعد ذلك بالتزاوج مع العديد من الافراد الحساسة مع قلة من الافراد المقاومة بحيث تؤدي في النهاية إلى خفض نسبة الافراد المقاومة إلى اقل حد ممكن مع تتابع الاجيال. ان نجاح طريقة الملاجيء تعتمد على مايأتي:-

أ-) ان تكون صفة المقاومة متنحية.

ب-) ان يتم التزاوج بشكل عشوائي.

ت -) يمكن للبالغات ان تنتقل بدرجة كافية بين النباتات المعاملة.

ث -) عدم تعرض منطقة الملاجيء لأي مبيد.

يتم وضع الملاجيء عادة على طول المناطق المعاملة حيث ان وجودها يكون عادة خارج الحقول المعاملة، ويفضل ان تكون الملاجيء بشكل صفوف بالتبادل مع الصفوف المعاملة، ويجب ان تشغل الملاجيء 5-10% من المساحة الكلية للحقل حيث كلما زادت مساحة الملاجيء كلما طال تأخر ظهور المقاومة،

ويقال ان مساحة الملاجيء عندما تشغل 10% من مساحة الحقل فانها تؤخر ظهور المقاومة في حشرات حرشفية الأجنحة إلى ما يزيد عن الف جيل.

ان عدم تمكن الحشرات الكاملة من الانتقال بين الملاجيء والحقل المعامل للتزاوج. فإن المقاومة سوف تنمو وتتطور بسرعة في هذه المناطق، كذلك فإن تعرض الملاجيء لمبيد الحشرات الحيوي الذي يعامل به الحقل المستهدف بالمكافحة سوف يؤدي ذلك إلى نقص تعداد الافراد الحساسة المعدة للتزاوج مع الافراد المعاملة بالمبيد.

أن نتائج الدراسات المختبرية الخاصة بالملاجيء، قد لا يمكن التنبؤ بنتائجها عند تطبيقها في الحقل. ففي عام 1999 اظهرت الدراسات ان التزاوج العشوائي قد لا يتم بالشكل الصحيح في الحقل وذلك لان اليرقات المعاملة ببكتريا الـ *B.t.* من دودة الجوز تحتاج إلى 5.7 يوم اكثر من الحشرات غير المعاملة لتطورها وبما ان اكثر من 80% من فراشات دودة الجوز القرنفلية تتزاوج خلال الايام الثلاث الاولى من خروجها من العذارى، عليه فان التوقع ان تتزاوج الافراد الحساسة معاً وذلك قبل خروج الحشرات الكاملة المقاومة وبذلك لا تتحقق العشوائية في التزاوج، وبالرغم من عدم اكتمال الدراسات الخاصة بالملاجيء، الا ان ما حققته من نجاحات من خلال النتائج المتحصل عليها يعزز هذا الاتجاه، الا ان ما يحد من استخدامها هو مستوى ادراك الفلاح لوضع الملاجيء جنباً إلى جنب مع المناطق المعاملة.

هناك نظام أو طريقة مشابهة لطريقة الملاجيء استخدمت مع المحاصيل السامة للحشرات والحاوية على الجين الخاص بتوكسين البكتريا *B.t.*، هي طريقة مخاليط البذور Seed Mixtures لخفض مستوى مقاومة الحشرات لتوكسين *B.t.*، حيث تم زراعة احد الحقول بخليط من بذور القطن غير المعدلة وراثياً مع بذور قطن معدلة وراثياً (تحوي الجين الخاص بتوكسين الـ *B.t.*) هذه الطريقة من الزراعة سوف ينتج عنها نباتات تتوزع عشوائياً بينها السليم والمعدل وراثياً. هذه الطريقة لم تلقى النجاح الكافي بسبب ان الحشرات الحساسة يمكن ان تتغذى على النباتات الحاوية على سم الـ *B.t.* وتموت وبذلك تنخفض اعدادها في الحقل.

3-) **الرش البقعي أو الشريطي:-** هذه الطريقة تشبه إلى حد كبير طريقة الملاجيء في انها تحتوي على مناطق معاملة بالمبيد الحيوي الذي بدأت الحشرات بمقاومته واخرى خالية منه، الا ان هذه الطريقة تختلف عن الملاجيء في امكانية رش البقع أو الاشرطة غير المعاملة بالمبيدات الحيوي بمبيد حشرات اخر على ان لا تكون هناك مقاومة مشتركة بين المبيدات المستخدمة في الحقل، العديد من الدراسات اكدت ان هذه الطريقة غير ناجحة وذلك لسرعة ظهور المقاومة فيها لوجود اكثر من عامل ضغط انتخابي.

4-) **دورات المبيدات:-** تعتمد هذه الطريقة على استخدام مبيدين أو اكثر بالتتابع، حيث تؤدي هذه العملية إلى تأخير ظهور المقاومة، ومع ذلك فان الدورات المتعاقبة للمبيدات قد لايتحقق النجاح الكافي اذا كانت هناك مقاومة مشتركة بين المبيدات وعندما لا تتعرض العشيرة لنفس مبيد الحشرات فان مستوى المقاومة ينخفض بوضوح.

5-) **التخصص النسيجي والزمني للمبيد الحيوي:** هذه الطريقة تستخدم مع مبيدات الحشرات الجينية المنقولة بالهندسة الوراثية مثال ذلك جينات توكسين الـ *B.t.* التي يتم نقلها فقط في الوقت الذي تحتاج اليها أو في الاجزاء الاكثر اهمية أو الاكثر قابلية للاصابة هذه الطريقة تشبه طريقة الملاجيء في ان النبات يملك ملاجيء خاصة به تكون خالية من سم أو توكسين الـ *B.t.* مثال ذلك ان نبات القطن يمكن ان ينتج توكسين في انسجة الجوز حديث التكوين وهو من اهم اجزاء محصول القطن فيما بقية اجزاء النبات تكون خالية من توكسين الـ *B.t.* ان هذا التخصص الفسلجي قد لا ينفع مع الحشرات التي تهاجم كل اجزاء النبات تقريباً مثل دودة الذرة الاوربية.

اما بالنسبة للتخصص الزمني فهو ان الجين الخاص بتوكسين الـ *B.t.* يبدأ بالتعبير عن نفسه عند وصول الاصابة إلى مستوى الحد الاقتصادي الحرج وقبل هذه

الفترة يكون النبات غير سام مما يقلل من الضغط الانتخابي للمبيد على الحشرة وهذا يؤخر ظهور عملية المقاومة.

الستراتيجية الثانية: تكامل طرائق المكافحة Control Methods Integration

تعتمد هذه الستراتيجية على عمل توليفه من وسائل المكافحة، بعضها يعتمد على افكار قديمة والاخر على افكار حديثة من اجل السيطرة على مقاومة الآفات الحشرية لفعل المبيدات الحيوية هذه الستراتيجية مبنية على فرضية ان مستوى المقاومة يمكن ان يكون اقل مع استخدام طريقتين أو اكثر من طرائق المكافحة في وقت واحد مقارنة باستخدام كل طريقة بشكل منفرد. سواء في ظل ترتيبات مؤقته أو دائمة. ولعل من اهم الطرائق المستخدمة لتحقيق هذه الاستراتيجية ما يأتي:-

1-) **طريقة مخاليط المبيدات:** تعتمد هذه الطريقة على عمل توليفه من مبيدين أو اكثر، حيث يتم خلط المبيد الحيوي مع احد مبيدات الحشرات الكيميائية في عملية المكافحة لتأخير ظهور السلالة المقاومة لان لكل مبيد طريقة تأثير مختلفة في الحشرات. ان نجاح هذه الطريقة يتطلب التأكد من انخفاض مستوى المقاومة المشتركة بين المبيدات المستخدمة. لا تتوفر لحد الان نتائج تطبيقية حقلية تؤكد ان استخدام مخاليط المبيدات اخرت ظهور المقاومة لبكتريا *B.t.* كما يمكن استخدام أو خلط المبيد الحيوي مع احد المواد المؤازرة Synergist (وهي مركبات غير سامة عندما تستخدم بمفردها) ولكن عند خلطها مع المبيدات فانها تزيد من التاثير السام للمبيدات،وقد وجد ان المركبات المثبطة للانزيمات المحللة لبروتين السيرين Serine Protease Inhibitors تزيد من سمية بكتريا *B.t.* ضد بعض الانواع الحشرية حيث ان ارتفاع مستوى السمية يؤدي إلى خفض مستوى المقاومة.

2-) **طريقة التراكم الجيني:**- ويقصد بها عمل توليفه أو خليط من توكسينات بكتريا *B.t.* المختلفة، اي خليط من توكسينات *B.t.*cry مع توكسين *B.t.* Cyt حيث تم استخدام هذه التوكسينات بالتزامن.حيث ان لكل من هذه التوكسينات اماكن ارتباط

مختلفة في المعدة الوسطى للحشرات وقد اظهرت الدراسات ان استخدام توكسين Cyt IAa قد ساعد في التغلب على مستوى المقاومة بمعدل 500 مرة عند خلطه مع توكسينات *B.t.* Cry III Aa في حشرة *Culex scripta*. دراسة اخرى اظهرت ان استخدام جرعات تحت مميته من توكسينات Cyt A مخلوطه مع توكسينات Cry Iv ادى إلى خفض مستوى المقاومة بمعدل 1000 مرة. في العشيرة المقاومة لتوكسين Cyt Iv في بعوض الكيولكس *Culex quiriquefasciatus* وعلى الرغم من ذلك فان هناك معوقات تحد من استخدام هذه الطريقة ولعل من اهمها هو ظاهرة المقاومة المشتركة، حيث اظهرت عشيرة *Heliothis virreseens*. دودة التبغ مقاومة مشتركة للعديد من السلالات لتوكسينات الـ *B.t.* Cry. كما اظهرت حشرتي الفراشة ذات الظهر الماسي *Plutella xylosteriia* وعثه الطحين الهندية *Plodia interpunctella* في الحقل والمختبر مقاومة لستة توكسينات مخلوطة من مجموعة Cry.

3-) **التكامل بين المبيد الحيوي والأعداء الحيوية:-** هذه الطريقة يمكن استخدامها مع المبيدات الحيوية. والمتخصصة والتي لا تؤثر في الاعداء الحيوية للحشرة المستهدفة بالمكافحة،أو استخدام المبيد الحيوي بتراكيز تكون قليلة التأثير أو غير مؤثرة في العدو الحيوي هذه الطريقة تعتمد على فرضية تقول ان الحشرات المقاومة للمبيدات تكون اكثر حساسية لهجوم الاعداء الحيوية وعليه فان نجاح هذه الطريقة يعتمد على ماياتي:

أ-) ان لايتأثر العدو الحيوي بالمبيد الحيوي المستخدم في مكافحة الافراد المقاومة من الحشرة.

ب-) ان يهاجم العدو الحيوي الحشرات المقاومة للمبيد الحيوي وعدم مهاجمته للحشرات الحساسة.

4-) طريقة الجرعات العالية:- يمكن تأخير ظهور المقاومة باستخدام جرعة أو تركيز عالي من المبيد الحيوي بدرجة تكفي لقتل افراد النوع الحشري غير المتماثلة Heterozygous Insects والتي تحمل اليلات خاصة بكل من الافراد الحساسة والمقاومة،كذلك فان الحشرات التي تحمل اليل المقاومة تحمل درجات مختلفة من المقاومة تعتمد على حملها لاليل واحد أو اثنين للمقاومة، نظريا فان زيادة جرعة أو تركيز التوكسين سوف تعمل على قتل الحشرات التي تمتلك درجات عالية من المقاومة وان الجرعة العالية قد تقتل ايضاً الافراد المتماثلة Homozygotes وعموماً فان الجرعة العالية قد تقتل 100% من الافراد الحساسة والمقاومة وبذلك تزيل الافراد المقاومة وتمنع تكاثرها وبذلك تؤخر ظهور المقاومة.

ان استخدام طريقة الجرعة العالية قد يتعارض بيئياً مع الافراد الحيوية، حيث ان القضاء على العشيرة الحشرية معناه ان الاعداء الحيوية قد تترك المنطقة أو تموت مما يؤدي إلى ظهور موجات وبائية من الآفات الحشرية الثانوية.

الستراتيجية الثالثة: المصائد النباتية: Botanical Traps

تعتمد هذه الستراتيجية على تحديد بعض النباتات التي تفضلها الحشرة لزراعتها حول الحقل الرئيسي المزروع بالمحصول الذي تفضله الحشرة ايضاً، حيث يتم رش المحصول المصيدة بالمبيد الحيوي الذي سيجذب الحشرات ويقتلها قبل نمو المحصول الرئيسي. كذلك يمكن استخدام المصائد الفرمونية أو رش المبيد، على النباتات النامية حول الحقل بعد خلطه مع الفيرمون حيث تنجذب الحشرات إلى النباتات المعاملة بالفيرمون والمبيد وتموت قبل مهاجمتها للمحصول الرئيسي.

استخدمت المصائد النباتية لتأخير ظهور المقاومة لجينات التوكسينات الـ *B.t.* في دودة عرانيص الذرة *Ostrinia nubilalis* حيث تم زراعة نباتات ذرة منقول لها جين توكسين الـ *B.t.* كمصيدة بوقت مبكر بعدها تم زراعة الحقل بنباتات

خالية من جين الـ *B.t.* هذه العملية ادت إلى انجذاب فراشة عرانيص الذرة إلى النباتات المعدلة وراثياً لانها نضجت مبكراً، هذه الفراشات تزاوجت ووضعت البيض وعند فقس البيض ماتت جميع اليرقات عند تغذيتها على نباتات الذرة الحاوية على توكسين الـ *B.t.*.

ارشادات مهمة في إدارة مقاومة الحشرات للمبيدات الحيوية:-

هذه الإرشادات والتوصيات تمثل خلاصة نتائج العديد من الدراسات والابحاث التي اجريت في مجال إدارة مقاومة الحشرات للمبيدات الحيوية، هذه الارشادات يمكن اجمالها فيما ياتي:-

اولاً) توصي نتائج الدراسات بضرورة ان تركز برامج إدارة المقاومة الحالية على استخدامها بالتكامل مع طريقة التراكم الجيني.

ثانياً) اوصت وكالة حماية البيئة الأمريكية بضرورة ان تشغل الملاجيء نسبة 20% من المساحة المزروعة بالذرة السامة للحشرات لوجود جين توكسين الـ *B.t.* فيها على ان لاتوجد في هذه المناطق حقول قطن مهندسة وراثياً بجين الـ *B.t.*.

ثالثاً) في مزارع القطن المهندسة وراثياً بجين الـ *B.t.* تكون مساحة الملاجيء بحدود 50% من مساحة الحقل الكلية مع ضرورة عدم معاملة الملاجيء باي مبيد حشرات.

رابعاً) عدم زراعة الذرة المهندسة وراثياً بالـ *B.t.* المتخصصة والتي تنتج توكسين Cry IAC بجوار حقول قطن منقول اليه نفس التوكسين، خوفاً من تطور هذه المقاومة في دودة عرانيص الذرة وهي حشرات تصيب كل من الذرة والقطن في نفس الموسم احياناً.

خامساً) بالنسبة لمزارعي البطاطا المهندسة وراثيا بتوكسين الـ *B.t.* عليهم مراعاة ماياتي لادارة المقاومة:

1- مساحة الملاجيء يجب ان لا تقل عن 20% من مساحة الحقل.

2- ان توجد حقولهم بعيداً عن الحقول التي سبق زراعتها بنفس المحصول في العام الماضي.

3- ان تبعد الملاجيء بمسافة 1-2كم من مزارع القطن المهندسة أو المعاملة ببكتريا الـ *B.t.*

سادساً) ان نجاح اي ستراتيجة أو طريقة في إدارة المقاومة يعتمد على تطبيقها بكفاءة عالية وان يستوعب المزارعين طرائق إدارة المقاومة ويتقيدوا بالتعليمات والضوابط التي تصدرها الجهات المسؤولة عن إدارة هذه العملية.

تقييم مخاطر تطور المقاومة:

Resistance Development Risk Evaluation

ان عملية تقييم المقاومة الحقلية لمبيدات الآفات الكيميائية منها والحيوية يعتمد على فهم الخصائص والعوامل الوراثية والحيوية لنوع الافة المستهدفة بالمكافحة فضلاً عن تحديد النشاط السكاني للأفة وطرائق المكافحة المستخدمة، فضلاً عن استخدام مبيد الآفات المعني بتطور المقاومة له مع تاريخ المبيدات الاخرى المستخدمة في المنطقة.

ان عملية تقييم تطور المقاومة تتطلب التعاون الفعال والنشط بين المزارعين ومنتجي المبيدات والباحثين، وبناءاً على هذا التعاون فقد تم رفض العديد من مبيدات الحشرات الجديدة وبعض طرائق التطبيق نتيجة لارتفاع مخاطر تطور المقاومة لها. هذا التعاون اثمر في اجراء دراسات مرجعية لمبيدات الحشرات والاكاروسات المرتبطة بالزراعة والبيطرة وقد تم استنتاج مايأتي:-

1-) يجب استخدام الضغط الانتخابي في المختبر ومقارنته بالحقل للحصول على نتائج واقعية.

2-) ضرورة النظر إلى الاختلافات الجيوغرافية.

3-) ملائمة أو مناسبة Fitness المقاومة في الطرز الوراثية Genotype والطرز المظهرية Phenotypes ان عملية التقييم يمكن ان تتم من خلال المحاور الاتية:-

المحور الاول: عناصر المراقبة والتقييم للمقاومة:- هناك العديد من العناصر التي يمكن استخدامها في هذا المجال وهي:-

اولاً) معرفة المبيد من حيث مايأتي:-

1-) المجموعة الكيميائية أو الحيوية التي تنتمي اليها.

2-) طريقة تاثير المبيد والهدف أو الاهداف التي تعمل عليها.

3-) ايض المبيد في الكائن المستهدف والبيئة.

4-) درجة الثبات في البيئة.

ثانياً) تقييم نوع الافة: من حيث التنوع الوراثي والقدرة على المقاومة ويتم ذلك من خلال دراسة ما ياتي:-

1- تنفيذ تجارب مختبرية للانتخاب.

2- تنفيذ تجارب حقلية للانتخاب.

3- مراقبة تطور المقاومة في العشيرة الحقلية للحشرة المعرضة لمبيد ما.

4- تقدير مدى المقاومة المشتركة.

5- تحديد نوع المقاومة

6- تقدير مدى ملائمة الطرز البيئية المقاومة.

7- تقصي توزيع نوع المقاومة على المستوى المحلي والاقليمي.

8- دراسة العوامل المؤثرة في تطور المقاومة وتشمل:

أ-) عوامل حيوية.

ب-) عوامل تخصص بالتطبيق.

9- تطوير نماذج رياضية لدراسة تطور الية المقاومة.

10- اعداد نماذج حاسوبية للعوامل المرتبطة بتطور المقاومة

11 - اختبار وتحسين طرز التنمية المرتبطة بتطور المقاومة عن طريق التجارب الحقلية.

12- دراسة تأثير الاستخدام المتعاقب للمبيدات في تطور المقاومة.

المحور الثاني: تكامل سياسات إدارة المقاومة

ان البرامج الفعالة لإدارة تطور المقاومة للمبيدات تعتمد على المراقبة وتقييم مخاطر المقاومة والتشريعات وادارة استخدام المبيدات والتعليم والارشاد والتسويق والبحث. وهنا يجب ان لا تغيب عن اذهاننا التوجيهات الاتية:-

1- دعم نظام تكامل للبحث والاستكشاف والتعليم بين الصناعة والحكومة.

2- انشاء قاعدة بيانات اساسية ترتبط بظاهرة المقاومة.

3- تطوير نظم تشريعية تعتمد على الاتزان بين الكلفة والمنفعة أو الربح في استخدام المبيدات.

المحور الثالث:- دور مصانع المبيدات في سياسة إدارة المقاومة:-

من الضروري ان يكون لدى مصانع المبيدات تصور كامل عن تداعيات عمليتي مقاومة الحشرات والآفات لفعل المبيدات، ومن الضروري ان تقوم تلك المصانع باتخاذ خطوات لإدارة المقاومة للمبيدات التي تقوم بتسويقها على الاقل وذلك لان استمرار كفاءة منتجاتها تمثل مسالة مهمة لتلك المصانع وفي السنوات الاخيرة قامت هذه الشركات بالتعاون معاً لاتخاذ مجموعة من الإجراءات التي تعمل على تقوية دور مصانع المبيدات في تحقيق نجاحات في إدارة المقاومة على المستوى العالمي والتي تلخصها فيما يأتي:-

1-) الاجراءات الصناعية:-

تولي شركات المبيدات الكبيرة اليوم اهتماماً واضحاً لتغطية نفقات إدارة المقاومة وذلك بالتعاون مع الجهات البحثية والحكومية وذلك لدراسة ظاهرة المقاومة

وتطورها والوسائل الكفيلة بالسيطرة عليها وإدارتها. وقد تطورت هذه الاجراءات وابحاث السيطرة على المقاومة.

2-) الدعم الحكومي لإدارة المقاومة:

ان الصراع المستمر بين الحشرات والانسان والحركة الدائمة للحشرات تجعل من الصعوبة السيطرة على مقاومة الحشرات لفعل المبيدات من خلال المزارعين فقط وعليه فان تدخل الحكومات يعد امرا ضرورياً للمساعدة في إدارة المقاومة ومن خلال التشريعات التي تصدرها والتحكم في اسعار وعمليات تسويق المبيدات ودعم المراكز البحثية في مجال السيطرة على تطور المقاومة.

3-) الاستثمار في مجال إدارة المقاومة:-

من المعروف ان زيادة تكاليف إدارة المقاومة عن الفوائد الاجتماعية المتحصل عليها من إدارة المقاومة، فإن ذلك سيؤدي إلى توقف الاستثمار الحكومي والصناعي في هذا المجال. ان انخفاض الفوائد الاجتماعية من الاستثمار في مجال إدارة المقاومة يرجع بالدرجة الاساس إلى قدرة شركات المبيدات على انتاج مبيدات جديدة مختلفة في تركيبها الكيميائي وطريقة تأثيرها عن المبيدات القديمة.

المصادر العربية :-

الزميتى، محمد السعيد (1997) تطبيقات المكافحة المتكاملة للآفات الزراعية. دار الفجر للنشر والتوزيع، القاهرة جمهورية مصر العربية.

الزميتى، محمد السعيد (2003).الحاجة الى المبيدات الحيوية. شمس مجلة زراعية متخصصة (65). 54-55.

الزميتى، محمد السعيد (2004). قبول الزراع للمبيدات الحيوية. شمس، مجلة زراعية متخصصة (68)، 18-20.

الزميتى، محمد السعيد (2005) اهمية المبيدات الحيوية كمكون امن لبرامج الادارة المتكاملة للآفات. المجلة المصرية للبحوث الزراعية 83(3).1303-1314.

الزميتى، محمد السعيد صالح وابراهيم خالد الناظر ومحمد باسم عاشور (2011) التطبيقيات الامنة للمبيدات. دار وائل للنشر، عمان، الاردن.

عبيس، حمزة كاظم (1993). المقاومة الحيوية الآفات. دار الكتب للطباعة جامعة الموصل، العراق.

الملاح، نزار مصطفى (2006). السرطان والكيميائيات المسرطنة. مجلة مناهل جامعية 16: 20-23.

الملاح، نزار مصطفى (2008). المحاصيل السامة للحشرات. مجلة مناهل جامعية 24: 14-15.

الملاح، نزار مصطفى (2010). معجم الملاح في الاسماء العلمية والعربية الشائعة للحشرات الضارة بالوطن، دار البزوري للعلمي، عمان، الاردن.

الملاح، نزار مصطفى (2012) اسس وطرائق مكافحة الآفات الزراعية. العلا للطباعة والنشر، موصل، العراق.

الملاح، نزار مصطفى (2012). مبيدات الآفات سلاح ذو حدين. جريدة نينوى الزراعية، العدد (15).

الملاح، نزار مصطفى (2012). معجم الملاح في مصطلحات علم السموم الزراعي. دار ابن الاثير للطباعة والنشر. جامعة الموصل، العراق.

الملاح، نزار مصطفى (2014) الاساسيات في علم سموم مبيدات الحشرات. دار ابن الأثير للطباعة والنشر، جامعة الموصل، موصل، العراق.

الملاح، نزار مصطفى (2014) مبيدات الحشرات في سؤال وجواب. دار ابن الأثير للطباعة والنشر، جامعة الموصل، موصل، العراق.

الملاح، نزار مصطفى وجمعه طه محمد (2011). تأثير بعض المستخلصات النباتية المائية وتراكيزها وطريقة معاملة حشرة من الباقلاء الاسود في الكفاءة الافتراسية لكاملات زوج الدعاسيق ذات السبع نقاط. مجلة زراعة الرافدين 39 (1): 248–257.

الملاح، نزار مصطفى وعبد الرزاق يونس الجبوري (2010) الاسس النظرية والتطبيقية لمبيدات الأفات. دار طويق للطباعة والنشر، الرياض، المملكة العربية السعودية.

الملاح، نزار مصطفى وعبد الرزاق يونس الجبوري (2014) المبيدات الكيميائية مجاميعها وطرائق تأثيرها وتأيضها في الكائنات والبيئة. دار البازوري للنشر العلمي، عمان الأردن.

الملاح، نزار مصطفى وعبدالجبار خليل (2008). التأثير القاتل والجاذب والطارد لمستخلصات أوراق بعض أصناف الكمثرى في حشرة بق الكمثرى المطوز. المؤتمر العلمي الزراعي الرابع، تكريت: 322–334.

الملاح، نزار مصطفى وفائز عبد الشهيد (2007). تأثير معاملة البيض بالتراكيز تحت القاتلة من بعض المبيدات الكيميائية والمايكروبية في بعض الصفات الحياتية لعثة درنات البطاطا. مجلة زراعة الرافدين 35 (2): 1–9.

الملاح، نزار مصطفى وفائز عبد الشهيد (2008). التأثيرات الهستوبائولوجية لبعض سلالات البكتريا *Bacillus thuringiensis* في المعي الأوسط ليرقات عثة درنات البطاطا. مجلة تكريت للعلوم الصرفة 13 (2): 6–10.

الملاح، نزار مصطفى وفائز عبد الشهيد (2008). تأثير معاملة البيض بالتراكيز تحت القاتلة من مخاليط بعض المبيدات الكيميائية والمايكروبية في حياتية عثة درنات البطاطا. مجلة جامعة تكريت للعلوم الزراعية 8 (2): 354–369.

الملاح، نزار مصطفى وفائز عبد الشهيد (2009). التأثير الحيوي لمعاملة يرقات عثة درنات البطاطا بالتراكيز تحت القاتلة لمخاليط بعض المبيدات الكيميائية والمايكروبية. مجلة جامعة تكريت للعلوم الزراعية 9 (2): 332–346.

الملاح، نزار مصطفى وفائز عبد الشهيد (2009). التأثير السام لبعض المبيدات الكيميائية والمايكروبية ومخاليطها في يرقات العمر الثالث لعثة درنات البطاطا. مجلة تكريت للعلوم الزراعية 9 (2): 392-404.

الملاح، نزار مصطفى وفائز عبد الشهيد (2011). التأثير التنشيطي والتثبيطي لمخاليط بعض سلالات البكتريا *Bacillus thuringiensis* في يرقات عثة درنات البطاطا. وقائع المؤتمر العلمي الثاني عشر للعلوم الزراعية والبيطرية 159-167.

الملاح، نزار مصطفى وندى صبيح عثمان وعبدالجبار خليل (2012). تأثير التراكيز والجرعة في نسبة الجذب والطرد للمستخلصات المائية لبعض النباتات في يرقات فراشة الطحين الهندية. مجلة زراعة الرافدين 40 (3): 296-305.

الملاح، نزار مصطفى، شاهين عباس مصطفى ووليد عبودي القصير (2008). التأثير الجاذب والطارد لمركبات الخشب العصاري والصميمي لبعض أشجار الغابات في حشرة الأرضة. مجلة جامعة البصرة للعلوم الزراعية 21 (1): 87-105.

الملاح، نزار مصطفى، شاهين عباس مصطفى ووليد عبودي القصير (2009). التأثير الجاذب والطارد لمستخلصات أخشاب بعض اشجار الغابات في حشرة الأرضة. مجلة جامعة كوية 13: 602-616.

الملاح، نزار مصطفى، شاهين عباس مصطفى ووليد عبودي القصير (2010). التأثير السام لبعض المركبات الكيميائية للخشب العصاري والصميمي

لبعض أشجار الغابات في حشرة الأرضة. مجلة جامعة كركوك – الدراسات العلمية 5 (1): 100–110.

الملاح، نزار مصطفى، شاهين مصطفى ووليد عبودي القصير (2005). التأثير السام لمستخلصات الخشب العصاري والصميمي لبعض أنواع الأشجار العراقية في حشرة الأرضة. مجلة زراعة الرافدين 33 (2): 112–118.

الملاح، نزار مصطفى، وبديع علي أحمد ومحمد محي الدين (2002). استخلاص مواد فعالة من نباتات طبيعية تستخدم كمبيدات في الزراعة المحمية. دراسة مقدمة إلى وزارة الزراعة العراقية.

المصادر الاجنبية :-

Abraham, E.G., Nagaraju, I., Salunke, D., Gupta, H. M., and Datta.R.K.(1995) Purification and partial characterization of an induced antibacterial protein in the silkworn ,*Bombyx mori. J. Insect. Pathol*. 65, 17-24.

Adeyey, O.A. and Blum, M.S. (1989) Inhibition of growth and development *of Heliothis zea* by a non-protein imino acid L-azetidine-2-carboxylic acid. *Environ. Entomol,* 18,608-611.

Ahmad, F., Jamil, S, and Reed, R.W. (1995) Isobutylamides from *Piper ridleyi. Phytochemistry*, 40,1163-1165.

Ahmad, V.U. and Alam, N. (1996) Acetylenic thiophene derivatives from *Blumea obliqua*. *Phytochemistry,* 42,733-735.

Ahrens, C.H.,and Rohrmann, G.F. (1996) The DNA polymerase and helicase genes of a baculovius of *Orgyia pseudotsugata J.Virol* , 77,825-837.

Alford, A.R., Cullen, J.A., Storch, R.H. and Bentley, M.D. (1987) Antifeedant activity of limonin against the Colorado potato beetle. *J. Econ. Entomol,* 80, 575-578.

Anandakumar ,P.,Sharma , R.P., and Malik ,V.S., (1996) The insecticidal proteins of *Bacillus thruingeinsis. Adv. Appl.Microbiol*.42,1-44.

Anandakumar,P.,and Shaema ,R.P.(1994) Genetic engineering of insect- resistant crop plants with *Bacillus thuringiensis* crystal protein genes J.*Plant Biotechnil*, 3,3-8.

Anderson, J.C., Blaney, W.M., Cole, M.D., Fellows, L.E., Ley, S.V., Sheppard, R.N., (1989) The structure of two new clerodane diterpenoid potent insect antifeedants from *Scutte uoria woronowii,* Jodrellin A & B. *Tetrahedron Lett.,* 30,3737-3740.

Ando, K.(1983) How to discover new antibiotics for insecticidal use.In N. Takahashi , H. Yoshikoa, T.Misato and S.Matsunaka (eds.) *Pesticids Chemistry* Human. Walfare and the Enviroment. Volume 2,Natural Products , Pergamon Press, New York , pp, 253-259.

Argaud.,Criozier ,L.,Lopez-Ferber , M., and Groizier.G. (1998) Two key mutations in the hostrang specificity domain of the *p143* gene of *Autographa californica nucelopolyhedro virus* are required to kill *Bombyx mori* larvae.*J.Gen.Virol*. ,79,931-935.

Ayres m M.D., Howard , S.C., Kauzio ,J.,Lopez-Ferber ,M.,and Possee R.D.(1994).The complete DNA sequence of *Autographa califarnica* nuclear polyehdrosis virus. Virology , 202,568-605.

Barloy, F., Dele'cluse, A., Nicolas, L., and Lecadet, M.-M. (1996) Cloning and expression of the first anaerobic toxin gene from *Clostridium bivermentans* subsp. *Malaysia,* encoding a new mosquitocidal protein with homologies to *Bacillus thuringiensis* delta-endotoxins./ *J.Bacteriol.,* 178, 3099-3105.

Barret, J.W., Krell, P.J., and Arif , B.M., (1995) Characterization , sequencing and phylogeny of the ecdysteroid UDP-glycosyl transferase gene from two distinct nuclear polyhedrosis viruses isolated from *Choristoneura fumiferana*.*J.Gen.Virol*. , 76,2447-2456.

Baute, R., Deffieux, G., Merlet, D., Baute, M.-A., and Neveu, A. (1981) New insecticidal cyclodepsipeptides from the fungus *Isaiia felina*. I. Production, isolation and insecticidal properties of isariins B, C, and *D.J. Antibiotics,* 34, 1261—1265.

Bell, E.A., Parera, K.P.W.C., Nunn, P.B., Simmonds, M.S.J. and Blaney, W.M. (1996) Non-protein amino acids of *Lathyrus lotifolius* as feeding deterrents and

phagostimulants in *Spodoptera littoralis. Phytochemistry,* 43, 1003-1007.

Belles, X., Camps, F., Coll, J. and Dollars, P.M. (1985) Insect antifeedant activity of clerodane diterpenoids against larvae *of Spodoptera littoralis* (Lepidoptera). *J. Chem. Ecol,* 11,1439-1445.

Belofsky, G.N., Gloer, J.B., Wicklow, D.T., and Dowd, P.F. (1995) Antiinsectan alkaloids: Shearinines A-C and a new paxilline derivative from the ascostromata of *Eupenicillium shearii. Tetrahedron,* SI, 3959-3968.

Belofsky, G.N., Gloer, J.B., Wicklow, D.T., and Dowd, P.F. (1998) Shearamide A: A new cyclic peptide from the ascostromata *of Eupenicillium shearii. Tetrahedron Lett.,* 39, 5497—5500.

Bendyl H.R., Cunningham, K.G., and Spring, F.S. (1951) Cordycepin, a metabolic product from cultures of *Cordyceps militaiis* (Linn.) Link. Part II. The structure of cordycepin. *Chem. Soc,* 2301-2305.

Bentley, M.D., Adul, G.O., Alford, A.R., Huang, F.Y., Gelbaum, L. and Hassanali, A. (199,5) An insect antifeedant limonoid from *Turraea nilotica. J. Nat. Prod.* 58,748-750.

Bentley, M.D., Hassanali, A., Lwanda, W., Njoroge, P.E.W., Olesitayo, E.N. and Yatagi, M. (1987) Insect antifeedants from *Tephrosia elata. Insect Sci, Applic,* 8, 85-88.

Bergamasco, R. and Horn, D.H.S. (1983) Distribution of role of insect hormones in plants. In R.G.H. Downer and

H.Laflfer (eds.), *Endocrinology of Insects,* Liss. Inc., New York, pp. 627-654.

Bertram, G., Schleithoff, L., Zimmermann, P., and Wessing, A. (1991) Bafilomycin Al is a potent inhibitor of urine formation by Malpighian tubules of *Drosophila hydei:* is a vacuolar-type ATPase involved in ion and fluid secretion J. *Insect Physiol,* 37, 201—209.

Biachoff ,D.S., and Slavisk , J.M., (1997) Molecular analysis of an enhacing gene tn the *Lymantiria dispar* nucear polyhedrosis virus. *J.Virol*. , 71, 8133-8140.

Birnbaum M.J., Clem R.J.,and Miller , L.K. (1994) An apoptosis –inhibiting gene from a Nuclear Polyhedrosis Virus encoding a polypeptide with Cys His sequence *motifs. J.Virol*. ,86,2521-2528.

Bishop, D.H.L.(1994) Biopesticides. Curr. *Opin. Biotech*., 5, 307-311.

Bishop, D.H.L., and Possee , R.D.(1990) Baculovirus expression vectors. *Adv. Gene.Technol*., 10, 55-72.

Blade, R.J., Robinson, J.E., Peek, J.R. and Weston, J.B. (1987) Stereoselective synthetic approaches to arylpolyene isobutylamides. *Tetrahedron Lett.*, 28,3857-3860.

Bolter, C.J., and Latoszek-Green, M. (1997) Effect of chronic ingestion of the cysteine proteinase inhibitor E-64, on Colorado potato beetle gut proteinases. *Entomol. exp. appl,* 83, 295—303.

Bonning ,B.C., and Hammock ,B.D.(1994) Insect control by use of recombinant baculoviruses expressing juvenile

hormone esterase. *Am. Chem. Soc. Symp. Series , 551, 368-389.*

Bonning. B.C., and Hammock. B.D.(1996) Development of recombinant baculoviruses for insect control *Ann. Rev. Entomol*. ,44,191-210.

Bourgouin, C, Dele'cluse, A., de la Torre, F., and Szulmajster, J. (1990). Transfer of the toxin protein genes *of Bacillus sphaericus* into *Bacillus thuringiensis* subsp. *israelensis* and their expression. *Appl. Environ. MicrobioL,* 56, 340-344.

Bowers, W.S., Ohta, T., Cleere, S.C. and Marsella, P.A. (1976) Discovery of insect anti-juvenile tionnones.in plants.*Science,* 193,542-547.

Bruce , E,T., Francies , R.G., and Naomi , F.(1996) Resistance to *Bacillus thuringiensis* in *Plutella xylostella*.In T.M.Brown (ed.).Molecular *Genetics and Evolution of Oesticide Resistance. American Chemical Society , Woshington* DC. pp, 130-140.

Bute, J.G., Lusby, W.R., Neal, J.W., Waters, R.M. and Pittarellii, G.W. (1993) Sucrose esters from *Nicotiana gossei* active against the greenhouse white fly *Trialeuroides vaporariorum. Phytochemistry,* 32, 859-864.

Calhoun, LA., Findlay, J.A., Miller, J.D., and Whitney, N.J. (1992) Metabolites toxic to spruce budworm from balsam fir needle endophytes. *Mycol. Res.,* 96, 281—286.

Camps, F. (1991) Plant ecdysteroids and their interaction with insects. In J.B. Harborne and F.A. Thomas-Barberan (eds.), *Ecological Chemistry and Biochemistry of Plant Terpenoids.* Claredon Press, Oxford, pp. 33-376.

Camps, F. and Coll, J. (1993) Insect allelochemicals *from Ajuga* plants. *Phytochemistry,* 32,1361-1370.

Camps, F., Coll, J. and Cortel, A. (1981) Two new clerodane diterpenoids from *Ajuga reptans* (Labiatae). *Chem. Lett.*,8,1093-1096.

Carbonell, L.F., Hodage , M.K., Tomalaki ,M.D. ,and Miller , L.K. (1988) Synthesis of a gene coding for an insect specific scorpion neurotoxin and to express it using baculovirus vectors. Gene.73,409-418.

Carozzi, N.B., and Koziel, M.G. (1997) Transgenic maize expressing a *Bacillus thuringiensis* insecticidal protein for control of European corn borer. In N. Carozzi and M. Koziel (eds.), *Advances in Insect Control: The Role of Transgenic Plants*, Taylor and Francis, Bristol, PA, pp. 63-74.

Casida, J.E., Pessah, I.N., Seifert, J. and Waterhouse, A.L. (1987) Ryania insecticide: chemistry, bio-chemistry and toxicology. In R.Greenlaugh and T.R. Roberts (eds.), *Pesticide Science and Biotechnology,* Blackwell Scientific, Oxford, pp. 177-182

Chakrabarti, S.K.,Manadaokar.,A.D., Anadakumar.P., and Sharma ,R.P.(1998) Synergistitic effect of cryl Ac abd Cry I.F. O-endotoxin of Bacillus on cotton bullworm , *Helicoverpa armigera*.Curr. Sci., 75, 165-181.

Champagne, D.E., Isman, M.B. and Towers, G.H.N. (1989) Insecticidal activity of phytochemicals and extracts of the Meliaceae. In J.T.Arnason, BJ.R. Philogene and P.Morand (eds.), *Insecticides of Plant Origin*, ACS Symp. Ser. 387, American Chemical Society, Washington DC, pp. 95-109.

Charnley , A.K. (1989).Mycoinsecticides : Present use and future prospects.Progress and Prospects in Insect Control. *BCPC. Monograph* ,43,165-181.

Chejenovsky ,N., and Gershburg.E.(1995) The wild type *Autographa califoronica* nuclear polyhedrosis virus induces apoptosis of *Spodoptera littoralis*. Virology. 209, 519-525.

Chenevert, R., Perron, J.M., Paquin, R., Robitaile, M. and Wang, YX. (1980) Activity of precocene analogues on *Locusta migratoria*. *Experientia*, 36,379-380.

Chiu, S.F. (1989) Studies on plants as a source of insect growth regulators for crop protection. *J. Appl. Entomol*, 107,185-192.

Choi, K.-P, Yamashita, M., Mirikawa, H., and Murooka, Y. (1995) Introduction and expression of the *Streptomyces* cholesterol oxidase gene (ChoA), a potent insecticidal protein active against boll weevil larvae, in tobacco cells. *Appl. Microbiol. Biotechnol.*, 44, 133—138.

Chortyk, O.T. and Notingham, S.F. (1995) Natural sugar esters as potent white fly insecticides. Abstracts *20th*

ACSNational Meeting. American Chemical Society, Washington DC, p.71.

Chortyk, O.T., Pomonis, J.G. and Johnson, A.W. (1996) Synthesis and characterisation of insecticidal sucrose esters. Agric. Food Chem., 44,1551-1557.

Choudhary , P.V., (1996) Virus – Mediated approaches to insect pest control potental of genetically engineered baculovius. In R.K. Upadhyay., K.G. Mukerji and R.J. Rajak (eds.) *IPM. system in Agriculture*. Vol.2Biocontrol in Energing Biotechnology. Aditya Books Private Ltd. ,*New Delhi* , pp, 124-154.

Choudhry.P.V., Kamita.S., and Maeda. S. (1992) Expression of foreign genes in larvae using baculovirus vectore.In C.Richardson and N.J. Clifton (eds.) M*ethods of molecular Biology Protocols for Baculovirus Expression*.Humana Press. Clifton. New Jerssy. pp.1-34.

Clark, J.M., Argentine, J.A., Lin, H., and Gao, X.Y (1992) Mechanisms of abamectin resistance in the Colorado potato beetle. In C.A. Mullin and J.G.Scott (eds.), *Molecular Mechanisms of Insecticides Resistance,* American Chemical Society, Washington, D.C., pp. 247—263.

Coats, J.R. (1994) Risks from natural versus synthetic insecticides. *Ann. Rev. Entomol,* 39,489-515.

Coghlan ,A,(1994) Will the scorpion gene run wild New Scient 142, 14-15.

Cole, M.D., Anderson, J.C., Blaney, W.M., Fellows, L.E., Ley, S.V., Sheppard, R.N., *et al.* (1990) Neoclerodane insect antifeedants from *Scutellaria galericulata. Phytochemistry*, 29,1793-1796.

Cole, R.J., and Cox, R.H. (1981) *Handbook of Toxic Fungal Metabolites,* Academic Press, New York.

Corbin, D.R., Greenplate, J.T., Wong, E.Y., and Purcell, J.P. (1994) Cloning of an insecticidal cholesterol oxidase gene and its expression in bacteria and in plant protoplasts. *Appl. Environ. Microb'io L,* 60,4239-4244.

Cunningham ,J.C. (1995) Baculovirues as microbial insecticides.In R.Reuveni (ed.) *Novel Approaches to Integrated Pest Management.* Lewis Publishers. *Boca Raton , Florida* , pp261-292.

Daido, M., Ohno, N., Imamura, K., Fukamiya, N., Hatakashi, M., Yamazaki, H., Tagahara, K., Lee, K.H. and Okano, M.(1995) Antifeedant and insecticidal activity of quassinoids against the diamond backmoth (*Plutella xylostella)* and structure activity relationships. *Biosci. Biotech. Biochem*., 59,974-979.

De La Torre, M.C., Rodriguez, B., Bruno, M., Malakov, P.Y., Papanov, G.Y., Piozzi F.and Savona, G. (1993) Neoclerodane diterpenoids from *Scutellaria alpinajavalambrensis. Phytochemistry*, 34, 1589-1594.

Denbolm , I., and Rowland ,M.W.(1992) Tactics for managing pesticide resistance in arthropods : Theory and practice Ann. *Rev. Entomol*. ,37, 91-112.

Dev, S. and Koul, 0. (1997) *Insecticides of Natural Origin.* Harwood Academic Publisher gmbh, Amsterdam, TheNetherland.

Dev, S. and Koul, O. (1997) *Insecticides of Natural Origin*. Harwood Academic Publishers gmbh, Amsterdam, The Netherlands, 365pp.

Dimock, M.B. and Kennedy, G.G. (1983) The role of glandular trichomes in the resistance of *Lycopersicon hirsutum f.glabratum to Heliothis zea. Entomol. exp. appl*, 33,263-268.

D'Mello, J.P.F. (1995) Toxicity of non-protein amino acids from plants. In R.M. Wallsgrove (ed.), *Amino Acids and Their Derivatives in Higher Plants*, Cambridge University Press, UK, pp. 145-153.

Doerfler, W., and Bohm, P. (1986) Molecular biology of baculoviruses. *Curr. Topic Microbiol.Immunol,* 131,51—68.

Dowd, P.F. (1988) Synergism of aflatoxin Bl toxicity with the co-occurring fungal metabolite kojic acid to two caterpillars. *Entomol. exp. appl*, 47, 69-71.

Dowd, P.F. (1988) Toxicological and biochemical interactions of the fungal metabolites fusaric acid and kojic acid with xenobiotics in *Heliothis zea* (F.) and *Spodoptera frugiperda* (J.E.Smith). *Pestic. Biochem.Physiol,* 32, 123-134.

Dowd, P.F. (1989) Toxicity of naturally occurring levels of the *Penicillium* mycotoxins and, ochratoxin A and penicillic acid to the corn earworm, *Heliothis zea,* and

the fall army worm, *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae). *Environ. Entomol*, 18, 24-29.

Dowd, P.F. (1992) Insect interactions with mycotoxin-producing fungi and their hosts. In D.Bhatnagar, E.B.Lillehoj and D.K.Arqra (eds.), *Handbook of Applied Mycology. Volume 5:Mycotoxins in Ecological Systems,* Marcel Dekker, New York, pp. 137-155.

Dowd, P.F. (1993) Toxicity of the fungal metabolite griseofulvin to *Helicoverpa zea* and *Spodoptera frugiperda. Entomol. exp. appl.,* 69, 5-11.

Dowd, P.F., and Lagrimini, L.M. (1997) The role of peroxidase in host insect defenses. In N.Carozzi and M. Koziel (eds.), *Advances in Insect Control: The Role ofTransgenic Plants,* Taylor and Francis, Bristol, PA, pp. 195-223.

Dowd, P.F., and Van Middlesworth, F.L. (1989) *In vitro* metabolism of the trichothecene 4-monoacetoxyscirpenol by fungus and non-fungus feeding insects. *Experientia,* 45, 393-395.

Dowd, P.F., and Vega, F.E. (1996) Enzymatic oxidation products of allelochemicals as a potential direct resistance mechanism against insects: Effects on the corn leafhopper *Dalbulus maidis. Nat. Toxins,* 4, 85-91.

Dowd, P.F., Burmeister, H.R., and Vesonder, R.F. (1992|) Antiinsectan properties of a novel Fusarium-derived sterol sulfate. *Entomol. exp. appl*, 63, 95—100.

Du, Q., Lehavi, D., Faktor, O., Qi, Y., and Chejanovsky, N. (1999) Isolation of an apoptosis suppressor gene of the spodopter liture nucleoplyhedrovirus. *Virol.,* 73, 1278-1285.

Edmonds, H.S., Gatehouse, L.N., Hilder, V.A., and Gatehouse, J.A. (1996) The inhibitory effects of the cysteine protease inhibitor, oryzacystatin, on digestive proteases and on lgfval survival and development of the southern corn rootworm *(Diabrotka undecimpunctata howarh). Entomol. exp.appl,* 78, 83-94.

Eldridge, R., HorodysH, P.M., Morton, D.B., O'Reilly, D.R., Truman, J.W., Riddiford, L.M. (1991) Expression of eclosion hormone gene in insect cells using baculovirus vectors. *Insect Biochem.,* 21,341-351.

Endo, A,, and Kuroda, M. (1976) Citrinin, an inhibitor of cholesterol biosynthesis.y. *Antibiotics,* 29,841-843.

Engelhard, E.K., and Volkman, L.E. (1995) Developmental resistance in fourth instar *Trichoplusia ni* orally inoculated with *Autographa californica* M nuclear polyhedrosis virus. *Virology,* 209, 384-389.

Etcheverry, S., Sehpaz, S., Fall, D., Laurens, A. and Cave, A. (1995) Annoglaucin, an acetogenin from *Annona glauca. Phytochemistry*, 38,1423-1426.

Fagoonee, I. and Umrit, G. (1980) Antigonadotropic hormones from the goat weed *Ageratum Aonyzoides. Insect Sci.Applic,* 1, 373-376.

Feitelson, J.S., Payne, J., and Kim. L. (1992) *Bacillus thuringiensis;* Insects and beyond. *Biotechnology,* 10,171-175.

Findlay, J.A., Li, G., and Johnson, J.A. (1997) Bioactive compounds from an endophytic fungus from eastern larch *(Larix laricina)* needles. *Can.J. Chem.,* 75, 716-719.

Findlay, J.A., Li, G., and Penner, P.E. (1995) Novel diterpenoid insect toxins from a conifer endophyte. *J. Nat. Prod.,* 58, 197-200.

Fisher, M.H. (1997) Structure-activity relationships of the avermectins and milbemycins. In P.A.Hedin, R.M. Hollingsworth, E.P.Masler, J.Miyamoto and D.G.Thompson (eds.), *Phytochemicals for Pest Control,* American Chemical Society, Washington, D.C., pp. 220-238.

Fukuyama, Y., Ochi, M:, Kasai, M. and Kodina, M. (1993) Insect growth inhibitory cardenolide glycosides from *Anodendron affiue. Phytochemistry,* 32,297-301.

Glaser, I., Kozodoi, E., Hashmi, G., and Gaugler, R. (1996) Biological characteristics of the entomopathogenic nematode *Heterorhabditis bacteriophora* IS-5: A heat tolerant nematode from Israel. *Nematologica.* 42,4-81- 4-92.

Gleye, C, Laurens, A., Hocquemiller, R., Laproevote, O., Serani, L. and Cave, A. (1997) Cohibins A and B:Acetogenins from roots of *Annona muricata. Phytochemistry,* 44,1541-1545.

Gloer ,J.B.(1995) Anthinsectan natural products from fungal sclerotia. Acc. *Chem. Res*., 28,433-350.

Gloer ,J.B., TePaske, M.R., Sima , J.S., Wicklow , D.T., and Dowd ,P.F.(1988) Anthinsectan aflavinine derivatives from the sclorotia of *Aspergillus flavus*. *J.Org. Chem.* ,53,5475-5460.

Gonzales –Colima , A.,Terrero ,D.,Perales ,A.,Escoubas ,P.and Fraga,B.,N.(1996)Insect antifeedant ryanodine diterpenes from *Persea indica*.Agric Food Chem.., 45:946-950.

Gonzalez, A.G., Aguiar, Z.E., Grillo, J.O., Luis, J.G., Rivera, A. and Calle, J. (1991) Chromenes from *Ageratum conyzoides. Phytochemistry,* 30,1137-1139.

Gopalakrishnan, B., Muthukrishnan, S., and Kramer, K.j. (1995) Baculovtrus-mediated expression of a *Manduca sexta* chitinase gene; properties of the recombinant protein. *Insect Biochem. Molec.* Bioi. 25,255-265.

Grove , J.F., and Pople , M.(1981) The insecticidal activity of some fungal dihydroisocoumarins *Mycopathologia* , 76, 65-67.

Grove , J.F.,and Pople, M.(1980) The insecticidal activity buvericin and the enniatin complex. *Mycopathologia* ,70,103-15.

Gu, Z.M.,Zhao ,G.,X.,Oberlies ,N.,H.,Zang, L. and McLaughlin ,J.L.(1995) Annonsaceous scetogenins Potent mitochondrial inhibitors with diversa applications. In J.T. Arnson, R., Mata and J., T., Romea (eds.).Recent

Advances in Phytochemistry. Vol. 29, Plenum Press.New York.pp. 249-310.

Gueskens.R.,B.,M., Lutejin ,J.,Mand Schonhoven ,L.M.(1993) Anifeedant activity of some ajugrain derivatives in three Lepidopterous species. *Experientia*.39, 403-405.

Hare, J.D. and Morse, J.G. (1997) Toxicity, persistence, and potency of sabadilla alkaloid formulations to citrus thrip (Thysanoptera: Thripidae). *J. Econ. Entomol,* 90,326-332.

Hare, JD. (1996) Purification and quantitative analysis of veratridine and cevadine by HPLC. *J.'Agric. Food Chem.*,44,149-152.

Heinz, K.M., McCulchen, B.F., Herrmann, R., Parrella, M.P., and Hammock, B.D. (1995) Direct effect of recombinant nuclear polyhedrosis viruses on selected non-target organisms. *J. Earn. Entomoi,* 88, 259-264.

Hofte, H., and Whiteley, H.R. (1989) Insecticidal crystal proteins of *Bacillus thuringiensis. Microbiol.Rev.,* 53, 242-255.

Hughes, P.R., Wood, H.A., Brun, J.P., Simpson, S.F., Duggan, A.J., and Dybas, J.A. (1997)Enhanced bioactivity of recombinant baculoviruses expressing insect specific spider toxins in lepidopteran crop pests. *J. Invertebr. PathoL,* 69,112—118.

Ishaay , L.,Hirashima , A.,Yablonski, S., Tawata, S.and Eto , M. (1991) Miniosine , a non-protein amino acid inhibits growth and enzyme systems in *Tribolium castaneum. Pestic. Biochem. Physiol*. 39, 35-42.

Isman , M.B, Koul ,O., Lucczeski , A and Kaminski ,J.(1990) Insecticidal and antifeedant bioactivities of neem *olis* and their relationship to azadirachtin content. J.Agric. Food *Chem*.., 38, 1406-1411.

Isman, M.B., Koul, O., Luczynski, A. and Kaminski, J. (1990) Insecticidal and antifeedant bioactivities of neem oils and their relationship to azadirachtin content. *J. Agric. Food Chem.,* 38,1406-1411.

Isogai, A., Sakuda, S., Matsumoto, S., Ogura, M., Furihata,(1984) The structure of leucanicidin, a novel insecticidal macrolide produced by *Strieptomyces halstedii. Agric. Biol. Chem.,* 48,1379-1381.

Jacobson ,M.(1989) Botanical pesticides :past, present and future. In J.T. Arnson , B.J.R.Philogene and P.Morand (eds.) *Insecticides of Plant Origin* , ACS Symp. Ser.287, Amirecan Chemical Society , Washington Dc , pp.1-10.

Jaenike, J., Grimaldi, D.A., Sluder, A.E., and Greenleaf, A.L. (1983) et-Amanitin tolerance in mycophagous *Drosophila. Science,* 221, 165-167.

Jeffieies , P.R.,Tora , R.F., Brannigan , E.,Pessah ,I.and Casida ,J.E.(1992) *Ryania* insecticide: analysis from Ryania activity of 10 natural ryanoids. J. *Agric Food Chem*.. 40.142-136.

Jitoe, A., Masuda, T., Tenjah, I.G.P., Suprapta, D.N., Gara, W. and Nakatani, N. (1992) Antioxidant activity of

tropical ginger extracts and analysis of the contained curcuminoids. *J. Agric. Food Chem*., 40,1337-1340.

Joffe, A.Z. (1986) *Fusarivm Species: Their Biology and Toxicology,* Wiley, New York.

Joshi, N.K. and Sehnal, F. (1989) Inhibition of ecdysteroid production by plumbagin in Dysdercus cingulatus F. *Insect Physiol,* 35,737-741.

Katsuma. S., Noguchi, Y., Zhou, C.L.E., Koyayashi, M., and Maeda, S. (1999) Characterisation ofthe 25K FP gene of the baculovirus *Bombyx mori* nucleopolyhedrovirus: Implications for postmortem host degradation.*J. Gen. Virol,* 80,783—791.

Kaya, G.P., Fly, G.C., and Boman, H.G. (1987) Insert immunity, induction of cecropin and attacin like antibacterial factors in the haemolymph of *Glossina morsitans. Insect Biochem.,* 17, 309—315.

Khachatourians, G.C. (1991) Physiology and genetics of entomopathogenic fungi. In D.K. Arora, L.Ajello and K.G.Mukerji (eds.), *Handbook of Applied Mycology, Volume 2: Humans, Animals and Insects,* Marcel Dekker, New York, pp. 613-663.

Kirkpatrick, B.A., Washburn, J.O., and Volkman, L.E. (1998) AcMNPV pathogenesis and developmental resistance in fifth instar *Heliothis virescens.J. Invertebr. Pathol,* 72, 63—72.

Kirschbaum, J.B. (1985) Potential implications of genetic engineering and other biotechnologies to inset control. *Ann. Rev. Entomol,* 30, 51—70.

Klocke, J.A. and Yamasaki, R.B. (1991) Azadirachtin derivative insecticides. US Patent 5001,149.

Koga, D., Isogai, A., Sakuda, S., Matsumoto, S.,Suzuki, A., and Koseki, K. (1986) The structure of allosamidin, a novel insect chitinase inhibitor, produced by *Streptomyces* sp. *Agric. Biol. Chem.*, 51,471-476.

Kole,. K., Satpathi, C, Chowdhuri, A., Ghosh, M.R. and Aditya Choudhury, N.A. (1992) Isolation of amorphalone, a potent rotenoid insecticide from *Tephrosia candida. J. Agric. Food Chem.,* 40,1208-1210.

Kolondy-Hirsch, D., and Van Beek, N. (1997) Selection of a morphological variant of *califomica* NPV with increased virulence following serial passage in *Plutella xylostella. J. Invertebr. Pathol.,* 69, 205-211.

Konda, A., and Maeda, S. (1991) Host range expansion by recombination of the baculoviruses *Bombyx mori* nuclear polyhedrosis virus and *Autographa califomica* nuclear polyhedrosis virus. J. *Virol,* 65, 3625-3632.

Konno, K. (1995) Biologically active components of poisonous mushrooms. *Food Rev. Int.,* 11,83-107.

Koul, 0. (1998) Insect growth inhibition and regulation by allelochemicals: Biochemical basis and role integrated pest management. In G.S. Dhaliwal, N.S. Randhawa, R. Arora and A.K.Dhawan (eds.), *Ecological Agriculture and Sustainable Development,* Vol. 2, Indian Ecological Society and Centre for Research in Rural & Industrial Development, Chandigarh, pp. 93-110.

Koul, 0., Shankar, J.S., Mehta, N., Taneja, S.C., Tripathi, A.K. andDhar, K.L. (1997) Bioefficacy of crude extracts of*Aglaia* species (Meliaceae) and some active fractions against Lepidopteran larvae. *J. Appl. Ent.,* 121,245-248.

Koul, O. (1983) L-canavanine from *Canavalia ensiformis:* efffects on fertility of *Periplaneta americana. Z. Angew.Entomol.,* 96,530-532.

Koul, O. (1985) Azadirachtin interaction with development of *Spodoptera litura* F. *Indian J. Expt. Biol,* 23,160-163.

Koul, O. (1987) Antifeedant and growth inhibitory effects of calamus oil and neem oil on *Spodoptera litura* under laboratory conditions. *PAoparosift'ca,* 15,169-180.

Koul, O. (1996) Mode of azadirachtin action. In N.S.Randhawa and B. SJ'armar (eds.), *Neem, New Age* International Publishers Ltd., New Delhi, pp. 160-170.

Koul,. O. (1996) Neem research and development: Present and future scenario. In S.S.Handa and M.K.Koul (eds.),*Supplement to Cultivation and Utilization of Medicinal Plants,* PID, CSIR, New Delhi, pp. 583-611.

Kramer, K.J., Muthukrishnan, S., Johnson, L, and White, F. (1997) Chitinases for insect control. In N.Carozzi and M.Koziel (eds.), *Advances in Insect Control: The Role ofTransgenic Plants,* Taylor and Francis, Bristol, PA, pp. 185-193.

Krapecho, K.J., Krai. R.M.Jr., Van Wagener, B.C., Eppler, K.G., and Morgan, T.K. (1995) Characterization and cloning of insecticidal peptides from the primitive

weaving spider *Diguetia canities. Insect Biochem. Molec. Biol,* 25,991-1000.

Krasnoff, S.B., Gibson, D.M., Belofsky, G.N., Gloer, K.B., and Gloer, J.B. (1996) New destruxins from the entomopathogenic fungus *Aeschrsonia* sp.J. *Nat. Prod.,* 59,485-489.

Kretschmer, A., Dorgerloh, M., Deeg, M., and Hagenmaier, H. (1985) The structures of novel insecticidal macrolides: Bafilomycins D and E and oxohygrolidin. *Agric. Biol. Chem.,* 49,2509-2511.

Kubo, I., Kim, M., Wood, W.F., and Kaoki, H. (1986) Clitocine, a new insecticidal nucleoside from the mushroom *Clitocybe inversa. Tetrahedron Lett.,* 27,4277—4280.

Kubo, I.,Klocke , J.A., Miure, I.and Fukuyama , Y.(1982) Structure of ajugarin IV.J.*Chem.Soc..Chem.Commun*., 618-619.

Kucera, M. (1982) Inhibition of the toxic proteinases from *Metarhizium anisopliae* by extracts of *Galleria mellonella* larvae.*J. Invert. Pathol.,* 40, 299-300.

Kumar , J.and Pamar , B.S.(1996) Physico –chemical and chemical varation in neem oils and some bioactivity leads against *Spodoptera litura F.J.Agric Food Chem*. 44,2137-2143.

Larson, R.O. (1990) Commercialization of the neem extract Margosan-0 in a USDA collaboration. In J.C.Locke and R.H.Lawson (eds.), *Neem's Potential in Pest Management Programs,* Proceedings of the United

States Department of Agriculture Neem Workshop, USDA-ARS 86, pp. 23-28.

Lasota, J.A., and Dybas, R.A. (1991) Avermectins, a novel class of compounds: implicakons for use in arthropod pest control. *Ann. Rev. Entomol.,* 36,91-118.

Liu, T.-X., Stansly ,P.A. and Chortyk. O.T.(1996) Insecticidal activity of natural and synthetic sugar ester against *Bemisia argentifolil. J. Econ. Entomol* , 89, 1233-1239.

lkofahi, A., Rupprecht, J.L., Smith, D.L., Chang, Ch.J. and Mclaughlin, J.L. (1988) Goniothalamicin and annonacin bioactive acetogenins from *Goniothalamus giganteus* (Annonaceae). *Experientia,* 44, 83-85.

Lowery, D.T. and Isman, M.B. (1994) Effects of neem and azadirachtin on aphids and their natural enemies. In P.A.Hedin (ed.), *Bioregulators for Crop Protection and Pest Control,* ACS Symp. Ser. 205, American Chemical Society, Washington DC, pp. 78-91.

Luckow, V.A., and Summers, M.D. (1988) Trends in the development of baculovirus expression vectors. *Biotechnology,* 6,47-52.

Lugemwa, F., Huang , F.,-Y, Bentley m M.D., Mendil , M.J. and Alford , A.R. (1990) A *Heliothis zea* antifeeding from the abundant Birch bark tritrpene betulin.J.*Agric Food Chem..,* 38,493-496.

Maeda, S. (1989) Expression of foreign genes in insects using baculovirus vectors. *Ann. Rev.Entomol,* 34,351-372.

Maeda, S. (1989) Increased insecticidal effect by a recombinant baculovirus carrying a synthetic diuretic hormone gene. *Biochem. Biophys. Res. Commun.*, 165, 1177—1183

Maeda, S. (1995) Further development of recombinat baculovirus insecticides. *Curr. Opin.Biotechnol,* 6, 313-319.

Matsumoto. S., Sakuda, S., Isogai, A., and Suzuki, A. (1984) Search for microbial insect growthregulators: L-alanosine as an ecdysis inhibitor. *Agric. Biol. Chem.*, 48, 827-828.

Mazet, I., and Vey, A. (1995) Hirsutellin A, a toxic protein produced *in vitro* by *Hirsutella thompsonii. Microbiology.*, 141, 1343—1348.

McGaughey, W.H., and Whalon, M.E. (1992) Managing insect resistance to *Bacillus thuringiewis* toxins. Science, 2S8, 1451-1455.

Mendel , M.J. Alford, A.R. Rajab, M.S. and Bentley (1993) Relationship of citrus limonids against fall armyworm larvae. *Environ*. *Entomol* ,22,167-173.

Merryweather, A.T., Weger, U., Harris, M.P.G., Hirst, M., Booth, T., and Possee, R.D. (1990) Construction of genetically engineered baculovirus insecticides containing the *Bacillus thuringiensis* subsp. *kurstah* HD-73 delta endotoxin. J. *Gen. Virol*, 71, 1535-1544.

Mikolajczak, K.L.and Reed , D.K. (1987)Extractive of seeds of the meliaceae :Effects on *Spodoptera frugiperda*.

Acalymma vittatum , and *Artemia salina.J. Chem. Ecol*., 13,99-111.

Mishima, H. (1983) Milbemycin: A family of macrolide antibiotics with insecticidal activity. In N.Takahashi, H.Yoshioka, T.Misato and S.Matsunaka (eds.), *Pesticide Chemistry, Human Welfare and the Environment. Volume 2. Natural Products,* Pergamon Press, New York, pp. 129-134.

Mitsuhashi, W., Furuta, Y., and Sato, M. (1998) The spindles of an entomopoxvirus of Coleoptera *(Anomala cuprea)* strongly enhance the infectivity of a nucleopolyhedrovirus in Lepidoptera *(Bomby mod).J. Invertebr. pathol,* 71,186-188.

Molleyres, L-P and Winkler, T. (1998) Insecticidal natural new metabolites from *Agalia roxburghiana.* Abstract3A-022, *Royal Society of Chemistry,* London, UK.

Mordue (Luntz), A.J. and Blackwell, A. (1993) Azadirachtin: an update. *J. Insect Physiol,* 39,903-924.

Mordue, A.J. and Blackwell, A. (1993) Azadirachtin: An update. *J. Insect Physiol,* 39,903-924.

Mrozik, H. (1994) Advances in research and development of avermectins. In P.A.Hedin, J.J.Mennand R.M. Hollingworth (eds.), *Natural and Engineered Pest Management Agents.,* American Chemical Society, Washington D.C., pp. 54-73.

Mullin, C.A., Alfatafta, A.A., Harman, J.L., Everett, S.L. and Serino, A.A. (1991) Feeding and toxic effects of floral sesquiterpene lactones, diterpenes and phenolics from sunflower

{*Helianthus annum* L.) on western corn rootworm. *J. Agric. Food Chem., 39,2293-2299.*

Murdock, L.L., Shade, R.E., and Pomeroy, M.A. (1988) Effect of E-64, a cysteine proteinase inhibitor, on cowpea *weevil* growth, development and fecundity..Environ. *Entomol.,* 17,467-469.

Nair, M.G., Chandra, A., and Thorogood, D.L. (1993) Griseulin, a new nitro-containing bioactive metabolite produced by *Streptomyces* spp *Antibiotics,* 46, 1762-1763.

Nair, M.G., Putnam, A.R., Mishra, S.K., Mulks, M.H., Taft, W.H., Keller,J.E. (1989)Faeriefungin: A new broad-spectrum antibiotic from *Streptomyces griseus* var. *autotrophicus. J. Nat. Prod.,* 52,797-809.

Narayanan, K. (1994) Development and use of microbial control agents for the control *of Heliothis armigera* and *Spodoptera litura. Final DBTTechnical Report,* Govt. of India, New Delhi, 81pp.

Narayanan, K. (1994) Role of biotechnology in effective utilization of insect pathogens in integrated pest management programme in India. In S.Goel (ed.), *Biological Control of Insect Pests,*Uttar Pradesh Zoological Society, Muzzafarnagar, India, pp. 37-47.

Narayanan, K. (1995) Microbial control of insect pests: A cornerstone in sustainable agriculture.In. R.K. Behl, A.L.Khurana and R.C.Dogra (eds.). *Plant Microbe Interaction in Sustainable Agriculture,* Max Mueller

Bhavan, New Delhi and CCS Haryana Agricultural University, Hisar,India, pp. 173-182.

Narayanan, K. (1996) Role of biotechnology in effective utilization of insect pathogens in integrated pest management programme in India, hi R.K.Upadhayay, K.G.Mukherji and R.L.Rajak (eds.), *IPM System in Agriculture, Vol.2, Biocontrol in Emerging Biotechnology*, Aditya BooksPvt. Ltd:, New Delhi, pp. 153-196.

Narayanan, K. (1997). Biotechnological immobolization of entomopathogens in pest suppression.*Uttar Pradesh]*. *Zool,* 17, 191-199.

Narayanan, K. (1998). Apoptosis: Its impact on microbial control of insect pests. Curr. Sd., 75,114-122.

Narayanan, K. (1998). Characterization of spindle shaped inclusions associated with baculovirus of greater wax moth, *Galleria mellonella. Abstract, National Symposium on Development of Microbial Pesticides and Insect Pest Management,* Pune, p. 29.

Naumann, K., Currie, R.W. and Isman, M.B. (1994) Evaluation of the repellent effects of a neem insecticide onforaging honey bees and other pollinators. *Can. Entomol,* 126,225-230.

Nawrot, J., Bloszyk, E., Harmatha, J., Novotny, L., and Drozdz, B. (1986) Action of antifeedants of plant origin on beetles infesting stored products. *Acta Entomol. Bohemoslov.,* 83, 327-335.

Neal, J.J., Tingey, W.M. and Steffens, J.C. (1990) Sucrose esters of in glandular trichomes of *Solatiu berthaultii* deter settling and probing by green peach *aphid J. Chem. Ecol,* 16,487-497.

Nonfon, M., Lieb, F., Moeschler, K. and Wendisch, D. (1990) Four annonins from *Annona squamosa. Phytochemistry*,29,1951-1954.

Nugroho, B.W., Edrada, R.A., Gussregen, B., Wray, V., Witte, L. and Proksch, P. (1997) Insecticidal rocaglamide derivatives *fromAgalia duppereane. Phytochemistry,* 44,1455-1461.

Oh, H., Gloer, J.B., Wicklow, D.T., and Dowd, P.E (1998) Arenarins A-C: New cytotoxicfungal metabolites from the sclerotia *of Aspergillus arenarius.J. Nat. Prod.,* 61, 702-705.

Oh, H., Swenson, D.C., Gloer, J.B., Wicklow, D.T., and Dowd, P.F. (1998) Chaetochalasin A:A new bioactive metabolite from *Chaetomium brasiliense. Tetrahedron Lett,* 39,7633-7636.

Omoto, C, and McCoy, C.W. (1998) Toxicity of purified fungal toxin hirsutellin A to the citrus rust mite *Phyllocoptruta oleivora* (Ash.) *J. Invert. Pathol.,* 72, 319-322.

O'Reilly, D.R., and Miller, L.K. (1989) A baculovirus blocks insect moulting by producing ecdysteroid UDP-Glycosyl transferase. *Science,* 245,1110-1112.

Pang, Y., Dai, X., Shi, X., Long, Q., and Wang, X. (1998) Apoptosis of insect cells induced by baculovirus. *Acta Scient. Natur. Univ. Sunyat.,* 37, 1—6.

Pari, K., Rao, P.J., Devakumar, C. and Rastogi, J.N. (1998) A novel antifeedant nonprotein amino acid from *Calotropis gigantea. J. Nat. Prod.,* 61,102-104.

Perlak, F.J., Fuchs, R.L., Dean, D.A., McPherson, S.L., and Fischhoff, D.A. (1991) Modification of the coding sequence enhances plant expression of insect control protein genes, *hoc. Nad.Acad. Sd.* USA, 88, 3324-3328.

Perlak, F.J., Stone, T.B., Muskopf, Y.M., Peterson, L.J., Parker, G.B., McPherson, S.A. (1993) Genetically improved potatoes. Potatoes: Protection from damage by Colorado potato beetles. *Plant Mol. Biol, 22,* 313-321.

Pittindrigh, B.R., Huesing, J.E., Shade, R.E., and Murdock, L.L. (1997) Effects of lectins, CRY 1A/CRY IB Bt delta-endotoxin, PAPA, protease and alpha-amylase inhibitors, on the development of the rice weevil, *Sitophilus oryzae,* using an artificial seed bioassay. *Entomol. exp.* appi., 82, 201-211.

Popham, J.R.H., Li*. Y., and Miller, L.K. (1997) Genetic improvement of *Helicoverpa zea* nuclear polyhedrosis virus as a biopesticide. *Biol. Contr.,* 10, 83—91.

Possee, R.D., Barnett, A.L., Hawtin, R.E., and King, L.A. (1997) Engineered baculoviruses for pest control. *Pestic. Set.,* 51,462-470.

Puterka , G.J. and Sevesron , R.F.(1995) Activity of sugar esters isolated from leaf trichomes of *Nicotina gossei* to pear

psylia (Homoptera:Psyllidae).J.*Econ. Entomol* , 88,615-619.

Quistad, G.B., Ngugan, K., Bernasconi, P., and Leisy, D.J. (1994) Purification and characterization of insecticidal toxins from venom glands of the parasitic wasp, *Bracon hebetor. Insect Biochem. MolecBiol,* 24,955-961.

Ratnayake, S., Rupprecht..H.K.Potter , W.M., and Mclaughlin ,J.L. (1992) Evaluation of various parts of the paw paw tree. *Asminia triloba* (Annonaceae), as commercial sources of the pesticidal annonaceous acetogenins. *J.Econ. Entomol*., 85.2353-2356.

Rembold , H.and Puhlmann ,I.(1993) Phytochemistry and biological activity of metabolites from tropical Meliaceae.In K.R.Downnum , J.T.Romeo and M.Stafford (eds.) *Phtochemical Potential of Tropical Plants* , Plenum Press. New York , pp.153-165.

Rengasmy , S. and Parmar , B.S.(1994) Azadiractin content of different stages of flowring and fruiting in neem. *Pestic*. Res. J. 7, 153-165.

Rice, M.J., Legg, M. and Powell, K.A. (1998) Natural products in agriculture—a view from the industry. *Pestic. Sci*.,52,184-188.

Richards, A., Mathews, M., and Christian, P. (1998) Ecological considerations for the - environmental impact evaluation of recombinant baculovirus insecticides. *Ann. Rev. Entomol,* 43,493-517.

Riley,R.T., and Showker, J.L. (1991) The mechanism of patulin's cytotoxicity and the antioxidant activity of indole tetramic acids. *Toxicol. Appl. Pharmacol,* 109, 108—126.

Risha, E.M., El-Nahal, A.K.M. and Schmidt, G.H. (1990) Toxicity of vapours of *Acorus calamus L.* oil to the immature stages of some stored product coleoptera. *J. Stored Prod. Res.,* 26,133-137.

Rodriguez, J.G., Potts, M.F., and Rodriguez, L.D. (1980) Mycotoxin toxicity to *Tyrophagus putrescentiae*, an arthropod associated with fungi in stored food products or stored grain. *J. Econ. Entomol,* 73, 282-284.

Roelvink, P.W., Corsaro, B.G., and Granados, R.R. (1995) Characterization of the *Helicoverpa armigera* and *Pseudaletia unipuncta* granulosis enhancin genes. J. *Gen. Virol,* 76, 2693-2705.

Rouhi, A.M. (1999) Chemistry from unknown microbes. *Chem. Engin. News,* 77, 21-23.

Rowan, D.D., and Gaynor, D.L. (1986) Isolation of feeding deterrents against Argentine stem weevil from ryegrass infected with the endophyte *Aaemonium loliae.J. Chem. Ecol,* 112, 647-658.

Rowan, D.D., Dymock, J.J., and Brimble, M.A. (1990) Effect of fungal metabolite peramine and analogs on feeding and development of Argentine stem weevil *(listronotus bonariensis). J. Chem. Ecol,* 16,1683-1695.

Rowan, D.D., Hunt, M.B., and Gaynor, D.L. (1986) Peramine, a novel insect feeding deterrent from ryegrass infected with the endophyte *Acremonium loliae. J. Chem. Soc. Chem. Commun.,* 935-936.

Roylance, J.T., Hill, N.S., and Agee, C.S. (1994) Ergovaline and peramine production in endophyte-infected tall fescue: independent regulation- and effects of plant and endophyte genotype. *J. Chem. Ecol,* 20, 2171-2183.

Rupprecht, J.K., Hui, Y.H. and McLaughlin, J.L. (1990) Annonaceous acetogenins, a review. *J. Nat. Prod.,* 53, 257-278.

Sakuda, S., Isogai, A., Matsumoto, S., and Suzuki, A. (1987) Search for microbial insect growth regulators II. Allosamidin, a novel insect chitinase inhibitor. *J. Antibiotics,* 40, 296-300.

Sassa, T., and Yoshikoshi, H. (1983) New terpene-linked cyclohexenone epoxides, macrophorin A,B, and C, produced by the fungus causing *Macrphoma* fruit rot of apple. *Agric. Biol Chem.,* 47,187-189.

Sattelle, D.B. (1990) GABA receptors of insects. *Adv. Insect PhysioL*, 22, 1-113.

Schmidt, G.H. and Streloke, M. (1996) Effect of *Acorus calamus* oil and its main compound? asarone on the large corn borer *Prostephanus truncatus* H., the main pest of corn in Central Africa. In R.P.Singh, M.S.Chari, AXRaheja and W.Kraus (eds.), *Neem and*

Environment, Vol 2, Oxford & IBH Publishing Co. Pvt. Ltd., New Delhi,pp. 1069-1079.

Schuler , T.H., Poppy.,G.M., Kerry , B.R., and Denholm , I.(1999) Potential side effects of insect. resistant transgentic plants on arthropoda natural enemies. *Tibech.* , 17, 210-216.

Sebesta, K., Farkas, J., and Horska, K. (1981) Thuringiensin, the *beta-exotoxin of Bacillus thuringiensis.* In H.D.Burges (ed.), *Microbial Control of Pests and Plant Diseases,*Academic, New York, pp. 249-281.

Serit, M., Ishida, M., Kim, M., Yamamoto, T. and Takahashi, S. (1991) Antifeedants from *Citrus natsudaidai* H. against *Reticulitermes speratus. Agric. Biol Chem.,* 55,2381-2385.

Severson, R.F., Eckel, V.W. and Jackson, D.M. (1991) Effects of cuticular components from *Nicotiana* spp on the tobacco aphid *Myzus nicotiana. American Chemical Society National Meeting, Abstract* 60.

Shankar, J.S., Kumar, J. and Parmar, B.S. (1998) Azadirachtin A, its content and bioefficacy of artificially ripened neem fruits. *Pestic. Res. J.*, 10,160-164.

Shen, Z., Corbfa, D.R., Greenplate, J.T., Grebenok, R.J., Galbraith, D.W., and Purcell, J.P.(1997) Studies on the mode of action of cholesterol oxidase on insect midgut membranes. *Arch.Insect Biochem. Physiol.,* 34,429-442.

Shin-Foon, C. (1989) Studies of plants as a source of insect growth regulators for crop protection. *J. Agric. FoodChem.,* 44,1160-1163.

Sivasubramanian , N., Post , C.A., and Hice , R.H. (1991) Use of baculovirus for developing novel protein insecticides. *Abstract International on Virology in the tropics , Lucknow ,India* , P. 225.

Stark, J.D. (1992) Comparison of the impact of a neem seed-kernel extract formulation, Margosan-O, and chlorpyrifoson nontarget invertebrates inhabiting turf grass. *Pestic. Sci.,* 36,293-300.

Stark, J.D., Vargas, R.I. and Thalman, R.K. (1990) Azadirachtin: effects on metamorphosis, longevity, and reproductionof three tephritid fruit fly species (Diptera: Tephritidae). *J. Econ. Entomol,* 83,2168-2174.

Staub, G.M., Gloer, J.B., Wicklow, D.T., and Dowd, P.F. (1992) Aspernomine: A cytotoxic antiinsectan metabolite with a novel ring system from the sclerotia of *Aspergillus nomius. J. Am.Chem. Soc.,* 114, 1015-1017.

Strong, L.,and Brown,T.A.(1987) Avermectins in insect control and biology :a review. Bull. *Ent. Res*. 77,357-389.

Strongman , D.B.,Strunz , G.M.,(1990) Trichothecene mycotoxins produced by *Fusarium sporotrichoides* DAOM 197255 and their effects on spruce budworm *Charistoneura fumiferana.J. Chem. Ecol.,* 16,1605-1609.

Summers, M.D., and Dil –Hajj,S.D.(1995) Polydna virus facilitated endoparasite protection against host immune defenses. *Proc. Narl. Aced.Sci.*, 92, 29-36.

Tabshnik , B.E., Cushing ,N.L., Pinson , A. and Johson , M.W.(1990) Field development of resistance to *Bacillus thuringinsis* in diamondback moth (Lepidoptera : Plutellide). *J. Econ. Entomol*. , 85, 1671-1676.

Takiguchi , Y,Mishima, H.,Okuda.,M.,Aoki,A., and Fukuda , R.(1980) Milbemycine , a new family of macrolide antibiotics :fermentation , isolation and physio-chemical properties.J. Antibiotics, 33,1120-1127.

Tanada , Y., and Kaya ,H.K. (1993) *Insect Pathology*. Academic Press , New York.

TePaske, M.R., Gloer, J.B.,Dowd , P.F.and Wicklow , D.T.(1990) Aflazole :an antiinsectan carbazole metabolite from the sclerotia of *Aspergillus flavus*. *J.Chem*. 55,5299-5301.

TePaske.M.R., Coler.J.B.Wicklow ,D.T, and Dowd.P.F.(1991) Leporin A:An antiinsectan N-aloxypyridone from the sclerotia of *Aspergillus leporis*. Tetrahedron *Lett.* 32,5687-5690.

Theim, S.M. (1997) Prospects for altering host range for baculovirus bioinsecticides. *Cur. Opin.Biotechnol.*, 8, 317-322.

Theim, S.M., Du, X., Quentin, M.E., and Berner, M.M. (1996) Identification of a baculovirus gene that promotes *Autographa californica* nuclear

polyhedrosis virus replication in a non permissive insect cell line. J. *Virol,* 70, 2221-2229.

Tingey, W.M. (1991) Potato glandular trichomes: defensive activity against insect attack. In M.G.Green and PAHedin (eds.), *Naturally Occurring Pest Bioregulators,* ACS Symp. Ser. 296, American Chemical Society, Washington DC, pp. 126-135.

Tomalski, M.D., and Miller, L.K. (1992) Expression of paralytic neurotoxin gene to improve insect baculoviruses as biopesticides. *Biotechnology,* 10, 545-549.

Tuan, D.A., Anh, B.K., Tarang, N.D. and Chau, P.D. (1998) Antifeeding effects of limonin isolated from Vietanamese lemon seeds against *Plutella xylostella. 9th Int. Congr. Pestic. Chem. Abstracts,* 3A-034, Royal Society of Chemistry, London, UK.

VanRanden, E.J. and Roitberg, B.D. (1998) Effect of a neem *(Azadirachta indica)-based* insecticide on oviposition deterrence, survival, behaviour and reproduction of adult western cherry fruit fly (Diptera: Tephritidae). *J. Econ. Entomol,* 91,123-131.

Wang, P., and Granados, R.R. (1998) Observations on the presence of the peritrophic membrane in larvae of *Trichoplusia ni* and its role in mimiting baculovirus infection. *J. Invertebr. Pathol,* 72, 57-62.

Warren, G.W., Carozzi, N.B., Desai, N., and Koziel, M.G. (1992) Field evaluation of transgenic tobacco

containing a *Bacillus thuringiensis* insecticidal protein gene. *J. Econ. Entomol,* 5, 1651-1659.

Washburn, J.O., Kirkpatrick, B.A., and Volkman, L.E. (1996) Insect protection against viruses.*Nature,* 383, 7667.

Waterman ,D.G. and Khalid , A.S. (1980) The major flavonoids of the seed of *Tephrosia apllinea*. *Phytochemistry*. 19.909-915.

Weaver ,D.K.,Wells,C.D.,Dunkel , F.v.and Bertsch ,W.(1994) Insecticidal activity of floral.foliar and root extracts of *Tagestes minuta*.J. *Econ.Entomol*, 87,1718-1725.

Wessing, A., Bertram, G., and Zierold, K. (1993) Effects of bafilomycin Al and amiloride on the apical potassium and proton gradients in *Drosophila* Malpighian tubules studied by X-ray microanalysis and microelectrode measurements. J. *Comp. Physiol. Biochem. Syst. Environ. Physiol.*,163,452-462.

Whyte, A.C., Gloer, J.B., Wicklow, D.T., and Dowd, P.F. (1996) Sclerotiamide: A new member of the paraherquamide class with potent antiinsectan activity from the sclerotia of *A. scierotiorum. J.Nat. Prod.,*. 59, 1093-1095.

Wicklow , D,T., Dowd , P.F., and Gloer, J.B., (1994) Antiinsectan effects of Aspergillus metabolites In.K.A.Powell , H.Renwick and J.F.Peabody (eds.) The Genus Aspergillus Scintc. Tech. Publishers Madison , WI , pp.93-114.

Wicklow, D,T., Dowd , P.F., Alfalfa, A.A., and Gloer , J.B.(1996) Ochratoxin A: an antiinsectan metabilte

from the sclerotia of *Aspergillus carbonarius* NRRL369.Can. J.Microbiol , 42, 1100-1103.

Yakkundi , S.R.,Thejavathi ,R.and Ravindranath ,B.(1995) Varation of azadrachtin content during growth and storage of neem (*Azadirachta indica*) seeds.J.Agric Food Chem. , 43,2517-2519.

Yu, C.G., Mullins , M.A., Warren.G.W., Koziel , M.G., and Estruch , J.J. (1997) The *Bacillus thuringiensis* vegetative insecticidal protein vip 3A lyses midgut epithelium cells of susceptible insects Appl. Eviron Microbiol , 63, 532-536.