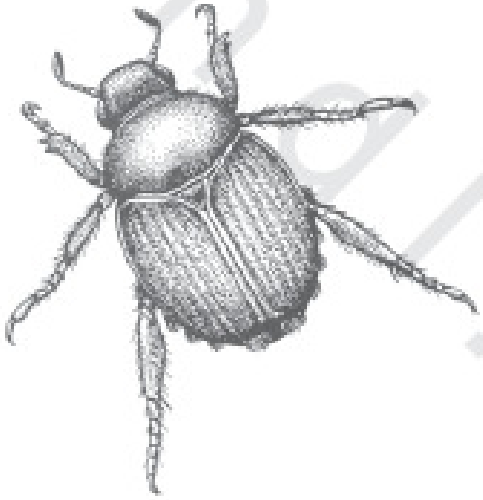
المواد الكيماوية المستخدمة في مكافحة اللافقاريات

- المبيدات الحشرية
- مبيدات الرخويات
- مبيدات النيماتودا



obeikandl.com

obeikandl.com

الفصل الرابع

المبيدات الحشرية
Insecticides

يوجد مليون نوع من الحشرات تقريباً، حوالي ١٠,٠٠٠ نوع منها تتغذى على المحاصيل، ومن هذه الأنواع ٧٠٠ نوع تقريباً تسبب معظم الضرر الناتج من الحشرات لمحاصيل الإنسان في كلاً من الحقل والمخزن على مستوى العالم. وجد الإنسان على الأرض منذ أكثر من ثلاثة ملايين سنة، ومن المعروف أن الحشرات قد وجدت منذ ٢٥٠ مليون سنة، وفي النهاية، تعلم الإنسان أن يتعايش ويتنافس مع عالم الحشرات. نستطيع أن نخمن أن المواد الأولى المستخدمة بواسطة أجدادنا الأوائل والتي يمكن تصنيفها كمبيدات حشرية (مواد طاردة) في أبسط تعريف للكلمة هي الطمي والغبار ينشر فوق الجلد لطرد الحشرات القارضة واللاذعة، وهي خبرة تشبه عادات جاموس الماء والخنازير والفيلة.

لا يذكر التاريخ الشيء الكثير عن الكيماويات التي استخدمت ضد الحشرات، وكما يلاحظ في الملحق (أ)، فإن أقدم تسجيلات المبيدات الحشرية تعود إلى حرق الكبريت كمدخن، وسجل بليني الأكبر (٢٣-٧٩ بعد الميلاد) معظم استخدامات المبيدات الحشرية في كتابه "التاريخ الطبيعي" ومن هذه الاستخدامات استخدام مواد مُرة من سحلية خضراء لحماية التفاح من الديدان والعفن. في غضون ذلك، استخدمت مجموعة من المواد بنتائج مشكوك فيها، مثل مستخلصات من الفلفل والدخان، الماء الساخن، ماء الصابون، المواد المبيضة، الخل، زيت التربنتين ،زيت السمك، المحاليل الشديدة الملوحة ومواد عديدة أخرى.

إلى وقت حديث، وحتى سنة ١٩٤٠م، كان المتوفر لنا من المبيدات الحشرية مقصور على عدة مركبات زرنيخية، زيت البترول، النيكوتين، البيرثرم، الروتينون، الكبريت، غاز سيانيد الهيدروجين، والكريوليت. وفتحت الحرب العالمية الثانية العصر الكيماوي بدخول فكرة جديدة تماماً للكيماويات المستخدمة في مكافحة الحشرات- (المبيدات المصنعة) وكان أولها الد.د.ت (DDT).

المركبات العضوية الكلورينية
ORGANOCHLORINES

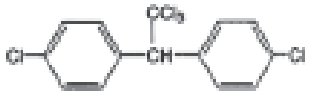
هي المبيدات الحشرية التي تحتوي الكربون (لذلك تسمى عضوية) والكلور، الهيدروجين، وتعرف أيضاً بأسماء أخرى الهيدروكربونات المكلورة، المواد العضوية الكلورينية، المبيدات الحشرية المكلورة.

الد.د.ت والمبيدات الشبيهه به[1]

DDT AND ITS RELATIVES

ألغت وكالة حماية البيئة (EPA) جميع استخدامات الد.د.ت عام ١٩٧٣م، وعند استعادة الأحداث، يمكن اعتبار الد.د.ت أنه المبيد الحشري الذي له أهمية تاريخية كبيرة لأنه أثر في صحة الإنسان والزراعة والبيئة.

د.د.ت (DDT)



1,1,1- trichloro-2,2- bis (p– chlorophenyl) ethane

وقصة وصول ال د.د.ت إلى الشهرة العالمية حاملاً معه جائزة نوبل، وهبوطه إلى مركب غير مرغوب فيه مثيرة نوعاً ويجب سردها، وربما يكون الد.د.ت أشهر مركب معروف وأكثرها سوء سمعة في هذا القرن. وهو أيضاً مثير، يستحق الشكر كأكثر مبيد حشري مفيد ظهر حتى الآن. ومما يدعو للدهشة، أن الد.د.ت عمره أكثر من ١٠٠ سنة، تم تصنيعه أولاً عام ١٨٧٣م، بواسطة طالب ألماني متخرج لم يكن لديه أية فكرة عن قيمته الهائلة كمبيد حشري، وبعد تحضيره وضع على الأرفف ونُسي. في عام ١٩٣٩م، أعاد الدكتور بول موللر Paul Müller عالم الحشرات السويسري، اكتشاف الد.د.ت عندما كان يبحث عن مبيد حشري له بقاء طويل ضد عثة الملابس، وأثبت الد.د.ت أنه شديد الفاعلية ضد الذباب والبعوض.

ومُنحت في النهاية جائزة نوبل في الطب للدكتور موللر عام ١٩٤٨م لاكتشافه المنقذ للحياة. ويجب أن نضع في الذهن أن أكثر استخداماته فائدة كانت في الصحة العامة لمكافحة بعوض الملاريا، ومازال يستخدم لنفس الغرض في دول كثيرة. تم استخدام أكثر من أربعة بلايين رطل من الد.د.ت في أنحاء العالم لمكافحة الحشرات منذ عام ١٩٤٠م، استخدم ٨٠٪ من هذه الكمية في الزراعة، ووصل أقصى إنتاج له في الولايات المتحدة عام ١٩٦١م، عندما صُنّع منه ١٦٠ مليون رطل. أعظم الفوائد الزراعية للد.د.ت هي مكافحة خنفساء بطاطس كلورادو والعديد من حشرات البطاطس الأخرى، ودودة التفاح ودودة لوز القطن، دودة براعم التبغ، دودة اللوز القرنفلية على القطن، والعديد

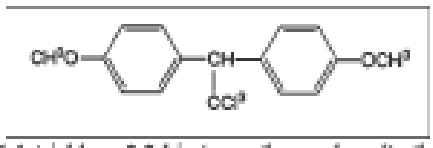
---

[1] في منتصف ١٩٩٨م، ذكرت مصلحة الأسماك والحياة البرية الأمريكية أن السمك الموجود في نهر جيلا بولاية أريزونا يحتوي على أعلى متبقيات من الـ DDT في الولايات المتحدة. ووجد أن الـ DDE، وهو الناتج الرئيسي لتمثيل الـ DDT، يتواجد في السمك بتركيز من ٠.١٦–٢١ جزء في المليون. التركيز الفيدرالي المسموح به من الـ DDE ٠.٣ جزء في المليون. تم استخدام حوالي ١.٧ مليون رطل من الـ DDT في الفترة من ١٩٥٨م إلى ١٩٦٠م في حوالي ٣٣٠٠٠ ايكر من محصول القطن، وتصل مياه الصرف في هذه الأراضي إلى نهر جيلا وقد تكون هي مصدر الـ DDT في النهر. وقد تم إلغاء استخدامه في الولاية عام ١٩٦٩م. (Pesticides & Toxic Chemical News, 26 (23); June 11, 1998).

من الديدان المختلفة على الخضراوات. وكان ال د.د.ت أكثر فائدة ضد فراشة الغجر gypsymoth دودة يراعم شجرة التنوب الفضي spruce bud worm في الغابات. في مجال علاج الإنسان، كان الد.د.ت أكثر نجاحاً ضد البعوض الذي ينقل الملاريا والحمى الصفراء، ضد قمل الإنسان الذي ينقل التيفوس، وضد البراغيث التي تعمل كناقل للطاعون.

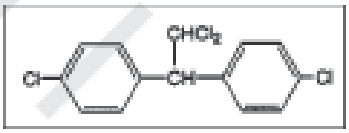
كانت إحدى الميزات المدهشة للد.د.ت هي سعره المنخفض، وكان معظم المُباع منه لمنظمة الصحة العالمية بسعر أقل من ٢٢ سنت للرطل، وبدون مناقشة، فإنه كان أكثر المبيدات الحشرية مبيعاً. أعلنت الحكومة الأمريكية منع استخدام الد.د.ت، من خلال وكالة حماية البيئة عام ١٩٧٣م، والتي صنفت الد.د.ت كضرر بيئي بسبب طول فترة بقائه ولتراكمه، هو وناتج تمثيله الد.د.إي DDE في السلاسل الغذائية، حيث ثبت أنه ضار لبعض صور الحياة الفطرية.

ينتمي الد.د.ت لمجموعة المركبات الكيميائية الأليفاتية ثنائية الفينيل، والتي تتكون من سلسلة أليفاتية أو سلسلة كربون مستقيمة، متصل بها حلقتان فينيل، كما هو موضح بالشكل. عُرف الد.د.ت في الأول بالاسم الكيماوي Dichloro diphenyl trichloroethane، ومن هنا عُرف بالد.د.ت (DDT). ويوضح التركيب الكيماوي للد.د.ت للقارئ من باب المعرفة التاريخية أكثر من أي شيء. هناك خمسة مركبات شبيهه بالد.د.ت يجب ذكرها حيث كان لها دوراً كبيراً في مكافحة الآفات: TDE (أو DDD)، الميثوكسيكلور (Methoxychlor)، ايثيلان (Ethylan)، الدايكوفول (Dicofol)، والكلوروبنزيلات (Chlorobenzilate). المركبان الأخيران ليسا مبيدات حشرية، ولكنهما مبيدات أكاروس (مبيدات حلم)، وهناك معلومات أكثر عن هذه المبيدات وغيرها من المبيدات الحشرية في الملحق (أ).



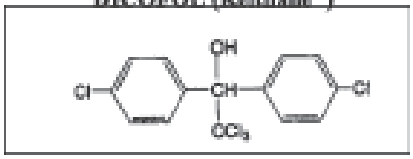
1,1,1-trichloro-2,2-bis (*p*-methoxy-phenyl) ethane

ميثوكسيكلور
METHOXYCHLOR



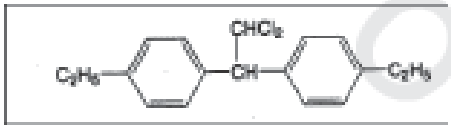
1,1-dichloro-2,2-bis (*p*-chloro-phenyl) ethane

ت.د.أي (د.د.د)
TDE (DDD)



4,4´-dichloro-α (trichloromethyl)-benzhydrol

دايكوفول (كلثين)
DICOFOL (Kelthane®)



1,1-dichloro-2,2-bis (*p*-ethylphenyl) ethane

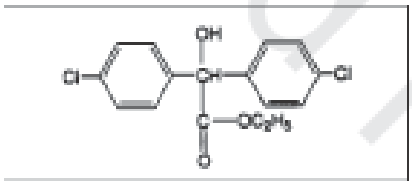
إيلان (بيرثين)
ETHYLAN (Perthane®)

كيف يقتل الد.د.ت؟ لم يتم معرفة طريقة التأثير السام للد.د.ت بوضوح، وبطريقة معقدة نوعاً ما فإنه يدمر الاتزان الدقيق للصوديوم والبوتاسيوم داخل الخلية العصبية، وبذلك يمنع الخلية العصبية من توصيل الإشارات

بطريقة طبيعية وينتج ذلك من تسرب الأيونات بسبب طول مدة فتح قناة الصوديوم الخاصة والمعتمدة على فرق الجهد في الخلية العصبية أثناء نقل الإشارات، مما ينتج عنه إشارة طويلة تظهر في صورة إرتعاشات عضلية.

دعنا نأخذ في الاعتبار قليل من النقاط البارزة الخاصة بالد.د.ت لنفهم بعض الأضرار المؤكدة جيداً والراجعة إليه. أول هذه النقاط هي الثبات الكيماوي للد.د.ت، فهو ومركب TDE ثابتان بمعنى أن ثباتهما الكيماوي يعطي المركبات فترة بقاء طويلة في التربة والبيئات المائية وفي أنسجة الحيوان والنبات. فهي لا تتحطم بسهولة بالكائنات الدقيقة، الإنزيمات، الحرارة، أو الأشعة فوق البنفسجية. أما المركبات الأخرى الباقية الشبيهة بالد.د.ت تعتبر غير ثابتة. ثانياً، نلاحظ أن ذوبان الد.د.ت في الماء حوالي ٦ أجزاء في البليون فقط، وقد ذكر في المراجع الكيميائية أن الد.د.ت يحتمل أن يكون أقل المواد التي تم تصنيعها ذوباناً في الماء. ومع ذلك، فهو يذوب تماماً في الأنسجة الدهنية، وكنتيجة لمقاومته للتمثيل، فهو يخزن بسهولة في النسيج الدهني لأي حيوان يتناوله بمفرده أو ذائباً في الغذاء الذي يتناوله، حتى لو كان جزءاً من حيوان آخر. لأن الد.د.ت لا يمثل بسهولة لذلك لا يتم إخراجه، ويخزن بسهولة في دهون الجسم، ويتراكم في كل حيوان يفترس الحيوانات الأخرى، وهو يتراكم أيضاً في الحيوانات التي تأكل أنسجة النبات التي تحتوي حتى على آثار منه. كمثال، فإن أبقار اللبن تفرز جزءاً كبيراً من الد.د.ت التي تناولته في دهون اللبن الناتج منها. ويشرب الإنسان اللبن ويأكل العجول السمينة، وبذلك يتناول الد.د.ت. ونفس القصة تكررت في السلاسل الغذائية المنتهية في العقاب، الصقر، النسر الذهبي، النورس، البجع وهكذا.

كلوروبنزيلات (CHLOROBENZILATE)



ethyl 4,4´–dichlorobenzilate

الأساس في أجزاء هذه السلسلة الغذائية هو أن أي مادة كيماوية لها خصائص الثبات والذوبان في الدهون سيكون لها نفس التراكم الحيوي مثل الد.د.ت (Biomagnification). ويوضح مصطلح التركيز الحيوي (bioconcentration) التزايد في المتبقيات الذائبة في الدهون في الأنواع المائية من خلال الماء الذي تعيش فيه.

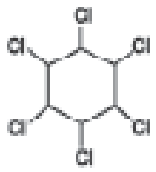
المركبات ثنائية الفينيل عديدة الكلور (PCB's)، مجموعة من المواد الكيميائية ليس لها أي خصائص كمبيدات حشرية، ثابتة وتذوب في الدهون وتتراكم في السلسلة الغذائية مثل الد.د.ت. من المبيدات الحشرية الأخرى التي تتراكم حيوياً لدرجة ما، مجموعة مركبات الكلور العضوية الـ ت .د. إي TDE، الـ د.د.إي DDE (وهو ناتج التمثيل الأساسي للد.د.ت)، دايلدرين، ألدرين، مشابهات عديدة للـ HCH، إندرين، الهبتاكلور والميركس.

إن صعود الد.د.ت وهبوطه درساً، وهذا مكان جيد لاستخراج هذا الدرس، وبسبب النجاح الكبير للد.د.ت في الحرب العالمية الثانية ضد قمل الجسم في نابولي أثناء وباء التيفوس، وفي الباسيفيكي ضد البعوض الناقل للملاريا، فقد اختير للاستخدام في الزراعة بدون معرفة أساسية كافية بتأثيراته البيئية. وبسبب فعاليته ضد جيش من الآفات الحشرية الزراعية وتكاليفه المنخفضة للغاية، فقد أُفرط في استخدامه وأُسيء استعماله، وعندئذ وعندما سبب المشاكل، تم إلغائه في خوف مفاجئ. والدرس الذي نتعلمه من ذلك هو: هناك حاجة مطلقة لطريقة سليمة لتوظيف مادة كيماوية معينة باحتراس وحذر لمكافحة الآفات، بناء على معرفة علمية متوفرة. فنحن بحاجة لبحوث أساسية وصورة واضحة عن أمان المركب قبل استخدامه تجارياً. ولأن هذه البحوث بطيئة ومكلفة فإن تحضير مبيد جديد ونزوله للسوق التجاري يستغرق عشر سنوات أو أكثر. ويجب أن تتجه سياستنا لتشجيع هذه البحوث لنتمكن من التغلب على مشكلات المركبات الضارة للبيئة وللصحة.

سادس كلورو هكسان الحلقي
Hexachlorocyclohexane (HCH)

الهكساكلوروهكسان الحلقي (HCH)، ويعرف أيضاً بسادس كلوروبنزين (BHC)، تم اكتشافه أولاً في سنة ١٨٢٥م، ولكن مثل الد.د.ت، لم يعرف أن له خواص إبادية ضد الحشرات حتى عام ١٩٤٠م، عندما وجد علماء الحشرات الفرنسيون والبريطانيون أن هذه المادة فعالة ضد كل الحشرات المختبرة. يتم تحضيره بكلورة البنزين، والذي ينتج عنه ناتج يتكون من عدة مشابهات، ويقصد بها جزيئات تحتوي نفس الأنواع والعدد من الذرات ولكنها تختلف في الترتيب الداخلي لهذه الذرات. فسادس كلوروهكسان مثلاً، له خمسة مشابهات تسمى تبعاً للحروف اليونانية: ألفا، بيتا، جاما، دلتا، إبسلون. وبعد جهد كبير في المعمل لعزل والتعرف على هذه المشابهات، وجد علماء الكيمياء وبدهشة كبيرة أن مشابه الجاما فقط هو الذي له خواص إبادية على الحشرات. في المخلوط العادي من سادس كلوروهكسان يكون مشابه الجاما ١٢٪ فقط، بينما بقية المخلوط مواد خام أو مكونات غير فعّالة ضد الحشرات. ولأن مشابه الجاما فقط هو المادة الفعّالة، فقد طورت الطرق لإنتاج اللندين، وهو ناتج يحتوي ٩٩٪ مشابه جاما.

سادس كلوروهكسان الحلقي (HCH)



1,2,3,4,5,6- hexachlorocyclohexane

المادة الخام من سادس كلوروهكسان لها خاصية واحدة غير مقبولة بدرجة كبيرة، وهي الرائحة والطعم العفن الواضحين. تنتج الرائحة من المشابهات الخاملة، وهي أكثر ثباتاً في أنسجة الحيوان والنبات والتربة من مشابه

الجامـا عـديم الرائحـة. نتيجـة لـذلك، فـإن محاصـيل جـذور الـدرنات التاميـة في أراضـي سـبق معاملتهـا بـسادس كلوروهكسان تحتفظ برائحته وتكون غير قابلة للبيع عادة، وبسبب تكاليفه المنخفضة للغاية، فما زال يستخدم في العديد من دول العالم الثالث. تشبه تأثيرات سادس كلوروهكسان ظاهرياً تأثيرات الـد.د.ت، واللنـدين سم عـصبي تظهر تأثيراته طبيعياً خلال ساعات ويسبب نشاطا متزايدا، وارتعاشات، وتشنجات، مؤدياً إلى الانهيار (انظر الفصل السابع عشر، طرق تأثير المبيدات الحشرية)

اللندين عديم الرائحة وله درجة تطاير عالية، أصبح شائع الاستخدام كمدخن في المنازل، ويباع في صورة حبيبات توضع مع مصابيح الإضاءة، أو مع المبخرات الكهربائية الصغيرة التي تزيّن الجدران. وقد تبين أن هذه التجهيزات ضارة للإنسان والحيوانات المنزلية الأليفة وأُلغيت من السوق. وفي عام ٢٠٠٢م أُلغيت وكالة حماية البيئة جميع الاستخدامات (المسموح بها من اللندين) ولو أن بعض استخداماته ستظل موجودة.

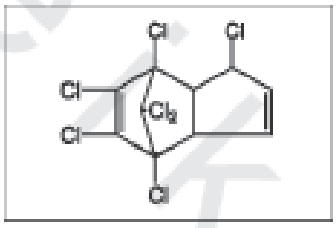
المركبات الحلقية ثنائية الرابطة المزدوجة
CYCLODIENES

أُنتجت السيكلوداينات، والمعروفة أيضاً بالمبيدات الكلورينية العضوية ثنائية الرابطة المزدوجة بعد الحرب العالمية الثانية، وهي لذلك أحدث من الـد.د.ت (١٩٣٩م) وسادس الكلورو هكسان (١٩٤٠م). المركبات الثمانية المذكورة هنا تم وصفها في المراجع العلمية أو سجلت براءة اكتشافها في السنوات الموضحة: الكلوردان (chlordane)، ١٩٤٥م؛ الألدرين (aldrin) والدايلدرين (dieldrin)، ١٩٤٨م؛ الهبتاكلور (heptachlor)، ١٩٤٩م؛ الإندرين (endrin)، ١٩٥١م؛ الميريكس (mirex)، ١٩٥٤م؛ الإندوسلفان (endosulfan)، ١٩٥٦م؛ والكلورديكون (chlordecone) أو الكيبون (Kepone®)، ١٩٥٨م. وقد وجد أن بعض المركبات الحلقية الأخرى، ثنائية الرابطة المزدوجة، التي أُنتجت في الولايات المتحدة وألمانيا كانت قليلة الأهمية، عند عمل حصر عام لها. وتشمل هذه المركبات الأيزودرين (isodrin)، الألودان (alodan)، البرومودان (bromodan)، والتيلودرين (telodrin).

عامة، فإن المركبات الحلقية ثنائية الرابطة المزدوجة مبيدات حشرية ثابتة تمكث في التربة، وهي ثابتة نسبياً ضد تأثيرات الأشعة الفوق بنفسجية من الشمس، ولذلك، فقد استخدمت بكميات كبيرة كمبيدات حشرية في التربة (وخاصة الكلوردان، الهبتاكلور، الألدرين، والدايلدرين) لمكافحة النمل الأبيض وحشرات التربة التي تتغذى أطوارها الغير بالغة (اليرقات) على جذور النباتات. وبسبب ثبات هذه المركبات، فقد حد من استخدامها على المحاصيل ووجد متبقيات غير مرغوبة من هذه المركبات بعد وقت الحصاد. لمعرفة فعالية هذه المركبات كمواد مقاومة للنمل الأبيض، نضع في الاعتبار، أن المباني التي عوملت بالكلوردان، الألدرين، والدايلدرين، منذ عام إنتاجهم، مازالت محمية من التلف بعد مرور أكثر من خمسين عاماً على معاملتها. كانت هذه المبيدات هي الأكثر

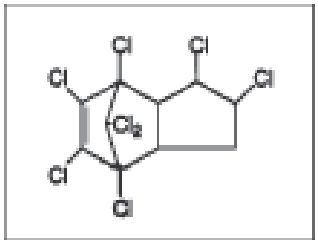
فعالية والأطول بقاءً كمبيدات اقتصادية تم إنتاجها لمكافحة النمل الأبيض. إلا أن العديد من حشرات التربة أصبحت مقاومة لهذه المركبات في الزراعة، مما نتج عنه تراجع سريع في استخدامها. تم إلغاء معظم الاستخدامات الزراعية لهذه المركبات بواسطة هيئة حماية البيئة بين عامي ١٩٧٥ — ١٩٨٥م. وتم إلغاء استخدام الألدرين والدايلدرين كمبيدات للنمل الأبيض في ١٩٨٤م، وإلغاء الكلوردان والهبتاكلور في ١٩٨٨م.

هبتاكلور
HEPTACHLOR



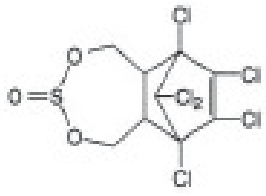
1,4,5,6,7,8,8- heptachloro -3a, 4,7,7a - tetrahydro- 4,7- methanoindene

كلوردان
CHLORDANE



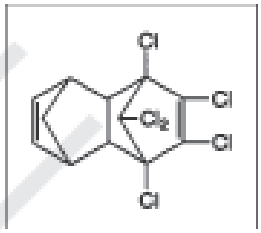
1,2,4,5,6,7,8,8- octachloro- 3a,4,5,7 a- tetrahydro- 4,7- methanoindane

إندوسلفان (ثيودان)
ENDOSULFAN (Thiodane®)



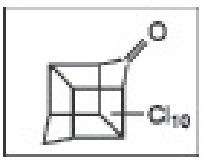
6,7,8,9,10,10- hexachloro- 1,5,5a,6,9,9a hexahydro- 6,9 methano- 2,4,3- benzodioxathiepin 3-oxide

ألدرين
ALDRIN



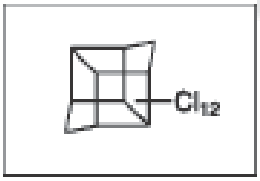
1,2,3,4,10,10-hexachloro-1,4,4a,5,8,8a- hexahydro-1,4-*endo*-exo-5,8-dimethano-naphthalene

كلوردیكون
CHLORDECONE (Kepone®)



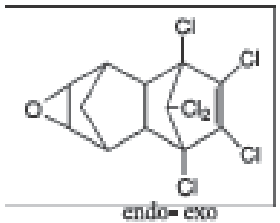
decachlorooctahydro-1,3,4-methano-2*H*- cyclobuta (*cd*) pentalen-2-one

ميركس
MIREX



dodecachlorooctahydro-1,3,4- methano1*H*- cyclobuta (*cd*) pentalene

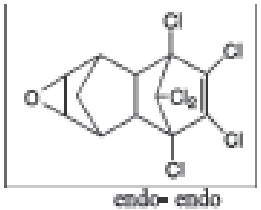
دايلدرين
DIELDRIN



endo- exo

1,2,3,4,10,10- hexachloro-6,7- epoxy-1,4,4a,5,6,7,8,8a – octahydro- 1,4- *endo*-*exo*-5,8- dimethanonaphthalene

إندرين
ENDRIN



endo- endo

1,2,3,4,10,10- hexachloro-6,7- epoxy-1,4,4a,5,6,7,8,8a – octahydro- 1,4-*endo*-*endo*-5,8- dimethanonaphthalene

كان الكلوردان والدايلدرين أكثر هذه المركبات فائدة وأكثرها إنتاجاً. تم ذكر تركيب المركبات الحلقية ثنائية الرابطة المزدوجة الشائعة لتوضيح تشابهها وتعقيدها. والكلوردين (ومثله التوكسافين) يتكون من العشرات من المركبات والمشابهات المختلفة وبعض هذه المشابهات له نشاط إبادي ضد الحشرات أكثر من المشابهات الأخرى. وتسمية هذه المركبات والكيمياء الخاصة بها معقدة نوعاً، ولها تركيب ثلاثي الأبعاد، ولذلك، فلها مشابهات فراغية، وهي الصور التي لها نفس الأنواع والأعداد من الذرات ولكن ذراتها تختلف في ترتيبها الفراغي وتركيبها. وكمثال، الاندرين مشابه فراغي للدايلدرين. للسيكلوداينات سمية متساوية على الحشرات والثدييات والطيور، ولكنها أكثر سمية على الأسماك بدرجة كبيرة.

وطرق التأثير السام لهذه المركبات مذكورة بالتفصيل في الفصل السابع عشر، طرق تأثير المبيدات الحشرية.

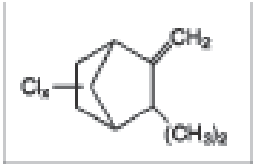
المركبات التربينية عديدة الكلور
POLYCHLOROTERPENE

هناك مادتان فقط من المواد التربينية عديدة الكلور، هما التوكسافين Toxaphene المكتشف في عام ١٩٤٧م، والاستروبان، الذي أُدخل عام ١٩٥١م. ولم يستخدم أي منهما كمبيداً حشرياً في المدن. تم تحضير التوكسافين بكلورة الكامفين، المعزول من شجر الصنوبر.

كان التوكسافين ولحد بعيد أكثر المبيدات الحشرية استخداماً في الزراعة. فقد استخدم على القطن في البداية كمخلوط مع الد.د.ت، لأن سميته منخفضة على الحشرات إذا استخدم منفرداً. واستخدم كمخلوط مع الميثيل باراثيون، وهو مبيد حشري من مجموعة الفسفور العضوية في عام ١٩٦٥م، عندما أصبح العديد من حشرات القطن مقاومة للد.د.ت. تم استخدام حوالي ٢٦ مليون رطل من التوكسافين على القطن في عام ١٩٧٦م، وهي تمثل حوالي ٤١ ٪ من كل المبيدات الحشرية المستخدمة على القطن تلك السنة.

توكسافين

TOXAPHENE

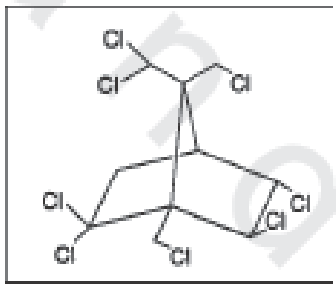


chlorinated camphene containing 67 to 69 percent chlorine

والتوكسافين مخلوط من أكثر من ١٧٧ مشتق من عديدات الكلور، وهي مركبات تحتوي على ١٠ ذرات كربون، وتحتوي على مشتقات بها ٦ ، ٧ ، ٨ ، ٩ ، ١٠ ذرات كلور. وأكثر هذه المشتقات ربما تكون مشابهات البورنينال المحتوية على ٧ ، ٨ ، ٩ ذرات كلور. ولا يمثل أي مكون واحد منها إلا نسبة مئوية صغيرة من المخلوط الخام. وكان القلق والاهتمام الأكبر بمكونات التوكسافين الأكثر سمية للثدييات والسمك. وكان أحدهما المكون السام (أ)، الموضح في صورته ثلاثية الأبعاد (Saleh and Casida, 1978).

توكسافين (أ) السام

TOXAPHENE TOXICANT A



2,2,5- endo,6-exo,8,9,9,10- octachlorobornane
($C_{10}H_{12}Cl_8$)

والتوكسافين (أ) الذي يمثل ٣ ٪ من التوكسافين الخام أكثر سمية ١٨ مرة للفأر، و ٦ مرات للذباب المنزلي، و ٣٦ مرة للسمك الذهبي عن التوكسافين الخام.

وهذه المواد ثابتة في التربة، ولكن بدرجة أقل من السيكلوداينات، وتختفي خلال ٣ – ٤ أسابيع من أسطح معظم النباتات. ويعزى هذا الاختفاء بدرجة أكبر إلى التطاير وليس بسبب التمثيل الفعلي أو التحلل الضوئي (التحلل بتأثيرات الأشعة فوق البنفسجية في ضوء الشمس). ويتم تمثيل هذه المركبات لحد ما بالثدييات والطيور، ولا تخزن في دهون الجسم بدرجة كبيرة، كما هو الحال مع الـ د.د.ت، HCH، أو المركبات الحلقية ثنائية الرابطة المزدوجة. وبالرغم من انخفاض سميتها للحشرات والثدييات والطيور، فإن الأسماك عالية الحساسية للتسمم بالتوكسافين بنفس درجة حساسيتها لمبيدات السيكلوداينات.

طرق التأثير السام للتوكسافين والاسترويان تشبه طريقة تأثير مبيدات السيكلودايين الحشرية، وتوجد بالتفصيل في الفصل السابع عشر. تم إلغاء الاستخدامات المسجلة للتوكسافين في ١٩٨٣ بواسطة وكالة حماية البيئة الأمريكية.

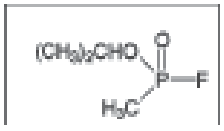
مبيدات الفوسفات العضوية
ORGANOPHOSPHATES

حلت المبيدات الحشرية الغير ثابتة كيماوياً من مجموعة الفوسفات العضوية محل مركبات الكلور العضوية الثابتة ابتداء من استخدامها حول المنازل والحدائق، ويستخدم اصطلاح الفوسفور العضوية *organophosphate* عادة إصطلاحاً عاماً ليشمل كل المبيدات الحشرية المحتوية على الفوسفور.

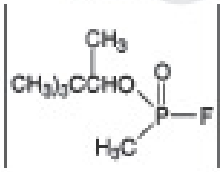
ولمبيدات الفوسفور العضوية (OPs) أسماء شائعة أخرى وأي منها صحيح: الفوسفات العضوية، المبيدات الحشرية الفوسفورية، المركبات الشبيهة بغاز الأعصاب، الفوسفات، مبيدات الفوسفات الحشرية، استرات الفوسفور أو استرات حمض الفوسفوريك. وهي جميعاً مشتقة من حمض الفوسفوريك. وهي عامة أكثر المبيدات سمية للحيوانات الفقارية. ولأنها تتشابه في تركيبها الكيماوي وطريقة تأثيرها السام، فهي ذو علاقة بغازات الأعصاب. تم ملاحظة تأثيرها كمبيدات حشرية خلال الحرب العالمية الثانية في ألمانيا أثناء دراسة مركبات مشابهة بدرجة كبيرة لغازات الأعصاب السارين، السومان، التابون (Sarin, Soman,Tabun)، وتم هذا الاكتشاف في أثناء البحث عن بدائل للنيكوتين الذي كانت الكمية المتوفرة منه صغيرة جداً وبدرجة حرجة في ألمانيا.

حامض الأورثوفوسفوريك
(ORTHO PHOSPHORIC ACID)

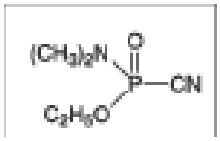
سارين
SARIN



سومان
SOMAN



تابون
TABUN

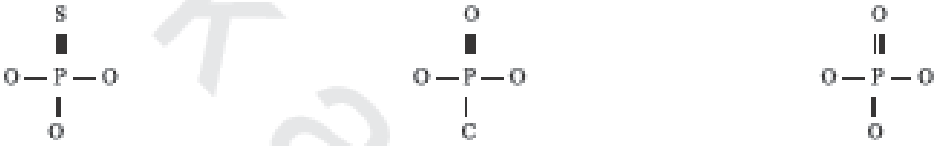


ولمبيدات الفوسفور العضوية خاصتان مميزتان. الأولى، أنها وبصفة عامة أكثر سمية للفقاريات من مبيدات الكلور العضوية الحشرية، وثانياً، أنها غير ثابتة. والخاصية الأخيرة هي سبب استخدامها في الزراعة كبدائل لمبيدات الكلور العضوية الثابتة وبصفة خاصة الد.د.ت.

وتسبب مبيدات الفوسفور العضوية تأثيرها السام بتثبيط بعض الإنزيمات الهامة في الجهاز العصبي وهي إنزيمات الكولين استريز Cholinesterases (ChE). ويسبب تثبيط هذه الإنزيمات تراكم الأسيتيل كولين (ACh)، الذي يتداخل مع الاتصال العصبي العضلي، مسبباً انتفاض سريع للعضلات الإرادية وأخيراً الشلل.

ومبيدات الفوسفور العضوية التي تتصل ذرة الفوسفور فيها مع مجموعة من الكحولات المختلفة وأحماض فوسفورية مختلفة تسمى استرات. واسترات الفوسفور بها ارتباطات مختلفة من الأكسجين، الكربون، الكبريت، والنتروجين، ولذلك لها مشابهات مختلفة. تم توضيح تركيب أنوية تحت المجاميع الستة لمبيدات الفوسفور العضوية للمساعدة في توضيح بعض الأسماء الكيماوية التي تبدو شاذة والخاصة بهذه المبيدات الحشرية.

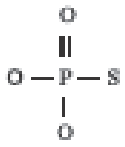
فوسفات
PHOSPHATE



فوسفونات
PHOSPHONATE

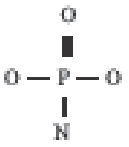
فوسفوروثيوات
PHOSPHOROTHIOATE

فوسفوروثيولات
PHOSPHOROTHIOLATE



فوسفوروداثيوات
PHOSPHORODITHIOATE

فسفوراميدات
PHOSPHORAMIDATE



وتقسم مبيدات الفوسفور العضوية إلى ثلاثة مجاميع: الأليفاتية، الفنيل، والحلقية المختلطة.

مشتقات الفوسفور العضوية الأليفاتية
ALIPHATIC DERIVATIVES

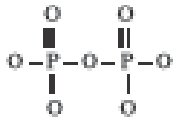
يعني مصطلح أليفاتي ببساطة (سلسلة كربون)، والترتيب الخطي لذرات الكربون يميزها عن التراكيب الحلقية. وكل مبيدات الفوسفور العضوية الأليفاتية مشتقات بسيطة من حمض الفوسفوريك وتحمل سلاسل كربونية قصيرة.

أول مبيد فوسفوري أُدخل في الزراعة هو TEPP في ١٩٤٦م، وكان هو البيروفوسفات الوحيد المفيد رغم سميته العالية، ولم يستخدم مطلقاً في المنازل. لأن هذا المبيد ضعيف الثبات جداً في الماء، فإنه يتحلل مائياً بسرعة بعد الرش على المحاصيل، ويختفي خلال ١٢ – ٢٤ ساعة.

ت.إ.ب.ب
TEPP

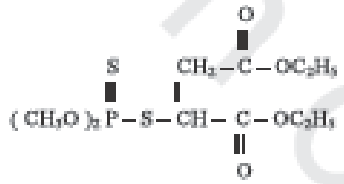
tetraethyl pyrophosphate

بيروفوسفات
PYROPHOSPHATE



يعتبر المالاثيون Malathion أقدم المبيدات الفوسفورية الأليفاتية وأكثرها استخداماً. وأُدخل عام ١٩٥٠م، وتم اختياره بسرعة في الزراعة للاستخدام على معظم الخضراوات، الفواكه، ومحاصيل العلف لمكافحة مدى كبير من الآفات الحشرية. وتم اكتشاف فائدته للاستخدام في المنازل بسرعة لأن استخدامه كان آمناً حول الحيوانات الأليفة، وهو سريع التأثير، ويكافح بصورة فعلية كل أنواع حشرات المنازل والحدائق بما فيها المن والصراصير. وهو آمن بدرجة كبيرة ويصفه الأطباء لمكافحة قمل الرأس، الجسم، والعانة. وهو شائع الاستخدام في مساحيق مكافحة البراغيث على الكلاب، القطط، وغيرها من الحيوانات المنزلية. ويستخدم في أحواض التغطيس لمقاومة حلم الجرب.

مالاثيون
MALATHION



O,O- dimethyl- *S*- 1,2- di (carboethoxy) ethyl phosphorodithioate

وتم اختيار المالاثيون أعوام ١٩٨٦م، ١٩٨٨م، ١٩٩٨م، لمقاومة ذبابة فاكهة البحر الأبيض المتوسط التي غزت المناطق الغنية بزراعة الفاكهة في كاليفورنيا. تم خلط المالاثيون مع طعم بروتيني مكون من المولاس والخميرة، وتم رشه من آلات أرضية والطائرات المروحية فوق المناطق المصابة وحولها. تنجذب كل من ذكور وإناث ذبابة الفاكهة للطعم، وتموت بعد ساعات قليلة من التغذية على الطعم السام الجاذب.

واستخدم هذا المخلوط من المالاثيون والطعم بنجاح في استئصال ذبابة فاكهة البحر الأبيض المتوسط من فلوريدا في ١٩٥٦ — ١٩٥٧م، ومرة أخرى في ١٩٦٢ — ١٩٦٣م، ومن تكساس في ١٩٦٦م، ومن لوس أنجلوس ١٩٧٥ — ١٩٧٦م. وتم استخدامه عند انتشار الذبابة مرة ثانية في ١٩٨١م بسبب الانخفاض الغير عادي في سميته الحادة للإنسان وغيره من الحيوانات ذات الدم الحار.

الترايكلورفون Trichlorfon مبيد فوسفوري عضوي مكلور، مفيد في مكافحة آفات المحاصيل ومقاومة الذباب حول الحظائر وغيرها من مباني المزرعة.

ترايكلورفون (دايلوكس)
TRICHLORFON (Dylox®)

dimethyl (2,2,2-trichloro- 1- hydroxyethyl) phosphonate

المونوكروتوفوس Monocrotophos مبيد فوسفوري أليفاتي يحتوي النتروجين. وهو مبيد حشري جهازي في النبات، ولكن استخدامه في الزراعة محدود بسبب سميته العالية للثدييات (ألغى المصنع المنتج له كل استخداماته طواعية في ١٩٨٨م).

مونوكروتوفوس (آزودرين)
MONOCROTOPHOS (Azodrin®)

dimethyl (E)–1- methyl – 2 – (methylcarbamoyl) vinyl phosphate

المبيدات الحشرية الجهازية هي المبيدات التي تمتص بجذور النباتات وتنتقل للأجزاء العليا، حيث تكون سامة لأي حشرة ماصة تتغذى على عصارة النبات. وبالطبع، فإن يرقات حرشفية الأجنحة وغيرها من الحشرات التي تتغذى على أنسجة النبات لا يتم مقاومتها، لأنها لا تتناول عصارة تحتوي على كمية من المبيد الجهازي كافية لقتلها.

وهناك العديد من المشتقات الأليفاتية تعتبر مبيدات جهازية نباتية، منها الدايمثويت والدايكروتوفوس، والأوكسي ديميتون ميثيل، والدايسلفوتون، ويمكن استخدام كل منها بأمان في المنازل في صورة تجهيزات مخففة جداً، وهي المحببات عادة.

دايمثويت (سيجون)
DIMETHOATE
(Cygon®)

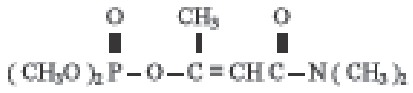
O,O- dimethyl *S*- [2-(methylamino)- 2- oxoethyl] phosphorodithioate

أوكسيديميتون–ميثيل (ميتا سيستوكس–ر)
OXYDEMETON-METHYL
(Meta Systox-R®)

S-[2- (ethylsulfinyl) ethyl] *O,O*-dimethyl phosphorothioate

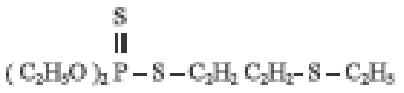
obeikandl.com

دايكروتوفوس (بيدرين)
DICROTOPHOS (Bidrin®)



O,O- dimethyl *O*- 1- methylvinyl – *N,N*- dimethyl carbamoyl phosphate

دايسلفوتون (داي-سيستون)
DISULFOTON (Di-Syston®)

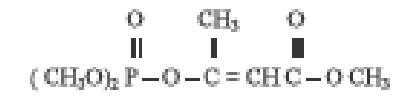


O,O- diethyl *S*- 2- [(ethylthio) ethyl] Phosphorodithioate

دايكلورفوس (فابونا)
DICHLORVOS (Vapona®)

O,O- dimethyl- *O*- 2,2- dichloro – vinyl phosphate

ميفينفوس (فوسدرين)
MEVINPHOS (Phosdrin®)



methyl (E)-3- hydroxycrotonate dimethyl phosphate

الدايكلورفوس مبيد فوسفوري أليفاتي له ضغط بخاري عالي جداً، مما يعطيه صفات تدخين قوية. وتم إدماجه في راتنجات الفينيل عديدة الكلور المكونة لياقات الحيوانات الأليفة، وشرائط مكافحة الآفات، والتي يتحرر منها المبيد ببطء. وتستمر هذه الصور عدة شهور، وتفيد في مقاومة الحشرات في الأماكن المغلقة (انظر صفحة رقم ٦٦). الميفنفوس مبيد فوسفوري، عالي السمية، يستخدم في الإنتاج التجاري للخضراوات، بسبب القصر الشديد لفترة بقاءه. ويمكن تطبيقه حتى يوم واحد قبل الحصاد لمكافحة الحشرات، ولا يترك أي متبقيات على المحاصيل يمكن أن يتناولها المستهلك، وقد تم إلغاء تسجيله.

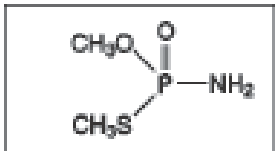
وهناك مركبان من المركبات الفوسفورية الأليفاتية الأخرى هما الميثاأميدوفوس والأسيفات، وكلاهما أثبت فائدة كبيرة في الزراعة، وخاصة في مكافحة حشرات الخضراوات.

ولم يذكر هنا تركيب الفوسفاميدون (دايمكرون)، الكروتوكسيفوس (سيودرين)، نالد (دايبروم)، وبروبيتامفوس (سافروتين)، وهي تنتمي لمشتقات الفوسفور العضوية الأليفاتية.

وآخر مركب داخل هذه المجموعة هو كادوسوفوس (أباش أو روجبي)، وهو مبيد حشري ونيماتودي على التربة، يستخدم في الذرة، قصب السكر، البطاطس، الفول السوداني.

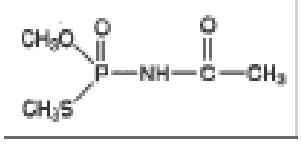
وباختصار، فإن المبيدات الحشرية من مجموعة الفوسفات العضوية الأليفاتية هي أبسط مركبات الفوسفات العضوية في التركيب، ولها مدى واسع من السمية، والعديد منها له ذوبان عالي نسبياً في الماء، مما يعطيها صفة الجهازية النباتية، والعديد منها مفيد حول المنازل.

ميثاميدوفوس (مونيتور)
METHAMIDOPHOS (Monitor®)



O,S- dimethyl phosphoramidothioate

أسيفات (أورثين)
ACEPHATE (Orthene®)

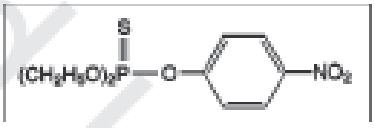


O,S- dimethyl acetylphosphoramidothioate

مشتقات الفينيل
PHENYL DERIVATIVES

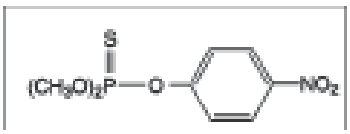
ذكرنا في الفصل الثاني أن حلقة البنزين عندما تتصل بمجاميع أخرى تسمى فينيل. ومركبات الفوسفور العضوية المحتوية على الفنيل يتصل فيها حلقة البنزين مع الجزء الفوسفوري باستبدال ذرة هيدروجين من حلقة البنزين، بينما تستبدل ذرات هيدروجين أخرى في حلقة الفنيل بالكلور، أو النيترو، أو الميثيل، أو السيانيد، أو الكبريت. ومركبات الفوسفور العضوية المحتوية على الفنيل تكون بصورة عامة أكثر ثباتاً من مركبات الفوسفور الأليفاتية، وبالتالي تمكث متبقياتها فترة أطول.

ايثيل باراثيون
ETHYL PARATHION



O,O- diethyl *O*- *p*- nitrophenyl phosphorothioate

ميثيل باراثيون
METHYL PARATHION



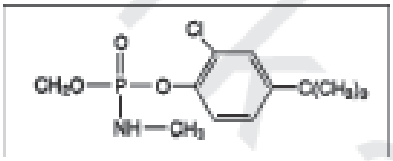
O,O- dimethyl *O*- *p*- nitrophenyl phosphorothioate

الباراثيون هو أشهر المبيدات الفوسفورية المحتوية على الفنيل، وأُدخل عام ١٩٤٧م كثاني مبيد حشري فوسفوري يستخدم في الزراعة. وكان مبيد TEPP هو أول مبيد وأُدخل عام ١٩٤٦م. كنتيجة لفترة استخدامه وفائدته، فإن الاستخدام الكلي للباراثيون أكبر من استخدام العديد من المواد الأخرى مجتمعة. وكان الإيثيل باراثيون أول مشتق فينيل يستخدم تجارياً، وبسبب أضراره، ألغت وكالة حماية البيئة معظم استخداماته عام ١٩٩١م. وظهر الميثيل باراثيون عام ١٩٤٩م، وثبت أنه أكثر فائدة من الإيثيل باراثيون بسبب سميته الأقل للإنسان والحيوانات الأليفة، كما أنه يكافح مدى أوسع من الحشرات. كما أن قصر فترة عمر المتبقي منه يجعله مرغوباً أكثر في ظروف معينة. لا تستخدم هذه المادة بالأشخاص العاديين الغير متخصصين. تشمل مبيدات الفوسفور المحتوية

على الفينيل مبيدات حشرية جهازية أيضاً. إلا أنها عادة مبيدات جهازية حيوانية، تستخدم في مكافحة نغف الماشية، ومن أمثلتها الرونل والكروفومات Ronel & Crufomate، والمركبان لا ينتجان الآن.

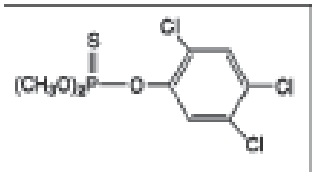
تترا كلوروفينفوس Tetrachlorvinphos يفيد في مكافحة حشرات الفاكهة، والخضراوات، فراشة الغجر Gypsy moth، على أشجار الغابات، والظل، وفي مكافحة القراد في أماكن تواجده، وآفات المنتجات الزراعية المخزونة. ومن مشتقات الفينيل الأخرى بروفينفوس وسلبرفوس وكلا المادتين لهما مدى واسع من النشاط الإبادي ضد الحشرات، واستمر تسجيل البروفينفوس فقط.

كروفومات
CRUFOMATE



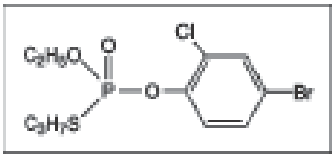
4- tert- butyl-2- chlorophenyl methyl - methyl phosphoroamidate

رونل
RONNEL



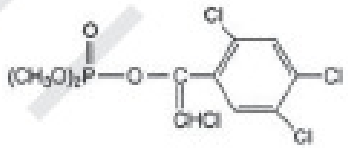
O,O- dimethyl *O*- 2,4,5- trichlorophenyl phosphorothioate

بروفنوفوس (كوراكرون)
PROFENOFOS
(Curacron®)



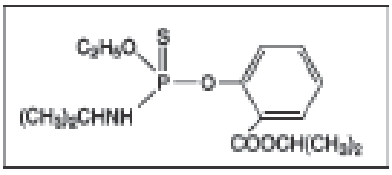
O- (4- bromo-2- chlorophenyl) – *O*- ethyl- *S*- propyl phosphorothioate

تتراكلورفينفوس (جاردونا، رابون)
TETRACHLORVINPHOS
(Gardona®, Rabon®)



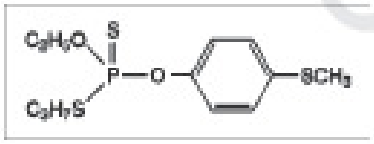
O,O-dimethyl *O*- 2- chloro- 1- (2,4,5- trichlorophenyl) vinyl phosphate

أيزوفنفوس (أوفتانول)
ISOFENPHOS (Oftanol®)



1- methylethyl 2- ([ethoxy (1- methyl- ethyl) amino phosphinothioyl oxy) benzoate

سلبروفوس (بولستار)
SULPROFOS (Bolstar®)



O, ethyl *S*- propyl *O*- (4- methylthio) phenyl phosphorodithioate

يستخدم الأيزوفينفوس isofenphos كمبيد حشري في التربة في محاصيل الحقل والخضراوات، ضد دودة جذور الذرة، ذبابة البصل، وضد النغف الأبيض أيضاً، بق الحنطة، وعنكبوت التربة (sod webworms) في المروج. وتحتوي هذه المجموعة أيضاً على فينيتروثيون fenitrothion (سوميثيون)، فينثيون fenthion (إنتكس، بايتكس)، فينسلفوثيون fensulfothion (تراكور)، وفامفور famphur (سيفللي، واربكس).

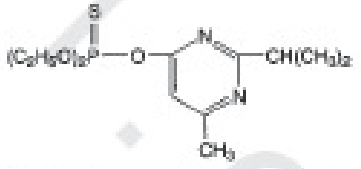
مشتقات الحلقات المختلطة

HETEROCYCLIC DERIVATIVES

يعني مصطلح الحلقية المختلطة أن تركيب الحلقات يتكون من ذرات مختلفة أو غير متشابهة. وفي المركب الحلقي المختلط على سبيل المثال، تستبدل ذرة كربون أو أكثر بالأكسجين، النيتروجين، أو الكبريت، ويمكن أن تتكون الحلقة من ثلاث، أو خمس، أو ستة ذرات.

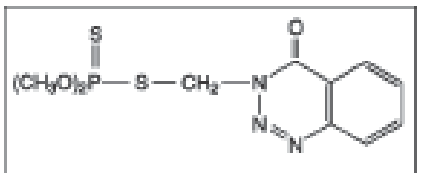
الدايازينون هو أول مبيد يتواجد في هذه المجموعة عام ١٩٥٢م. لاحظ أن الحلقة السداسية تحتوي ذرتين نتروجين، وهي مصدر اسم التسجيل له، حيث أن أحد المكونات المستخدمة في تصنيعه هو البريميدين، وهو ثنائي النتروجين. والدايازينون مبيد فوسفوري آمن نسبياً، وله سجل جيد للاستخدام حول المنازل، وهو فعال لأي استخدام عملي ممكن أن تتخيله: الحشرات في المنزل، حلبات السباق، الحدائق، نباتات الزينة، حول الحيوانات الأليفة، لمكافحة الذباب في الإسطبلات ومراكز الحيوانات الأليفة. وقد أوقف استخدامه في عام ٢٠٠٣م.

دايازينون
DIAZINON



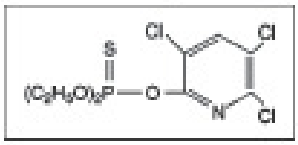
O,O-diethyl *O*-(2-isopropyl-4-methyl-6-pyrimidinyl) phosphorothioate

أزينوفوس-ميثيل (جوثيون)
AZINPHOS-METHYL (Guthion®)



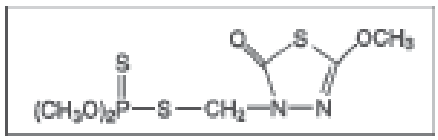
O,O-dimethyl *S*-(4-oxo-1,2,3-benzotriazin-3(4*H*)-ylmethyl) phosphorodithioate

كلوربيريفوس (دورسبان، لورسبان)
CHLORPYRIFOS (Dursban®, Lorsban®)



O,O-diethyl *O*-(3,5,6-trichloro-2-pyridyl) phosphorothioate

ميثيداثيون (سوبراسيد)
METHIDATHION (Supracide®)



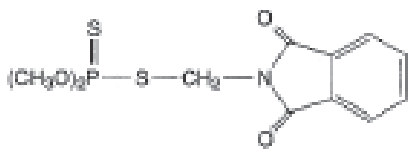
O,O-dimethyl phosphorodithioate *S*-ester with 4-(mercaptomethyl)-2-methoxy-Δ^2-1,3,4-thiadiazolin-5-one

أزينوفوس ميثيل Azinophos-methyl (١٩٥٤م) هو ثاني أقدم مبيد في هذه المجموعة، ويستخدم في الزراعة في الولايات المتحدة. ويستخدم في إنتاج القطن، والعديد من الفواكه، والخضراوات كمبيدات حشرية وأكاروسي.

أصبح كلوربيريفوس هو الأكثر استخداماً بالعاملين في مكافحة الآفات لمكافحة الصراصير وغيرها من الحشرات المنزلية، في المنازل والمطاعم (٤ مليون رطل)، وفي الزراعة حوالي ١٠ مليون رطل في عام ١٩٩٩م (Donaldson et al., 2002) وفي عام ٢٠٠٠م اتفقت وكالة حماية البيئة مع منتجي الكلوربيرفوس والديازينون على إلغاء بعض استخدامات المبيدين بما فيها المروج والحدائق وأوقف استخدام الكلوربيرفوس في مكافحة النمل الأبيض.

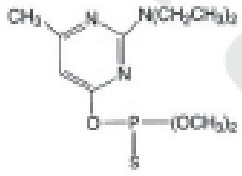
الميثيداثيون Methidathion ليس بجديد، تم تسجيله في السنوات القليلة الماضية للاستخدام في محاصيل الحقل والعلف، أشجار الفاكهة، والبندق، لمكافحة أنواع كثيرة من الآفات الحشرية والحلم.

فوسميت (إمدان)
PHOSMET (Imidan®)



N- (mercaptomethyl) – phthalimide
S- (*O,O*- dimethyl phosphorodithioate

بريميفوس–ميثيل (أكتيليك)
PIRIMIPHOS-METHYL (Actellic®)



O-[2- (diethylamino) -6- methyl -4- pyrimidinyl]
O,O- dimethyl phosphorothioate

والفوسميت Phosmet له عدة تسجيلات معتمدة مشابهة للميثيدايثون، بما فيها سوسة اللوز الضارة، وخنفساء البرقوق، وهما آفتان متقاربتان من آفات السوس، ويعتبر منظم لنمو الحشرات أيضاً.

البريموفوس pirimiphos مبيد فوسفوري عضوي له مدى واسع، ويستخدم على الذرة، والسورجام، والقمح، والأرز، كمبيد حشري بالملامسة، وله بعض النشاط في صورة تدخين.

ومركبات الفوسفور العضوية الحلقية المختلطة جزيئات معقدة، وهي بصفة عامة لها متبقيات أطول عمراً من العديد من المشتقات الأليفاتية أو مشتقات الفينيل. أيضاً، وبسبب تعقيد التركيب الجزيئي لها، فإن نواتج تحطمها (نواتج تمثيلها) تكون غالباً كثيرة، مما يجعل قياس متبقياتها في المعمل صعبة أحياناً. ونتيجة لذلك، فإن استخدامها من قبل المزارعين على محاصيل الغذاء أقل نوعاً من استخدام المجموعتين الأخرتين من المبيدات الفوسفورية. ومن هذه المجموعة أيضاً، ولم يذكر تركيبه، الإيزازوفوس Isazophos، والكلوربيريفوس – ميثيل chlorpyrifos-methyl، والأزينوفوس إيثيل azinophos-ethyl، والفوسالون (أوقف).الايسازوفوس (ترايومف Triumph، ميرال Miral)، وتركيبه غير موضح، استخدم ضد حشرات التربة على العشب والعديد من محاصيل الحقل وتم سحبه في عام ٢٠٠٢م.

شرعت وكالة حماية البيئة الأمريكية فى التسعينات فى مراجعة للمبيدات الفوسفورية، مخولة بقانون حماية جودة الغذاء لعام ١٩٩٦م (انظر الفصل الثالث والعشرين، القانون والمبيدات). وقد تم الغاء العديد من المبيدات الفوسفورية الـ ٤٥ اختيارياً متضمنة المبيدات الفطرية وأوقف استخدام البعض الآخر على أن تتم هذة العملية فى عام ٢٠٠٣م.

مركبات الكبريت العضوية
ORGANOSULFURS

تحتوي مركبات الكبريت العضوية كما يوضح الاسم، على الكبريت في الذرة المركزية. وهي تشبه الـ د.د.ت في أن معظمها يحتوي على حلقتين فينيل.

وكبريت التعفير بمفرده مبيد أكاروسي جيد (مبيد حلم)، وخاصة في الجو الحار. إلا أن مركبات الكبريت العضوية متفوقة لحد بعيد، ويستخدم منها قدر أقل كثيراً لتحقيق المكافحة، لأن الكبريت بارتباطه مع حلقات الفينيل يكون ساماً للحلم بصفة خاصة.

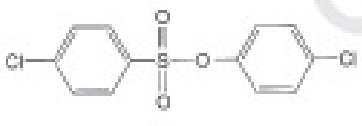
ومن المثير أن مركبات الكبريت العضوية لها سمية منخفضة جداً للحشرات ونتيجة لذلك، فإنها تستخدم للمكافحة الاختيارية للحلم.

ولهذه المجموعة خاصية هامة أخرى: فهذه المركبات عادة مبيدات للبيض، بالإضافة لكونها سامة للحلم البالغ والحلم الصغير. التترادايفون (Tetradifon) أحد المبيدات الأكاروسية القديمة، ويحتوي الكبريت وحلقتين فينيل، مثل معظم مركبات الكبريت العضوية. أوقف تسجيل التترادايفون والأوفكس في الولايات المتحدة.

تترادايفون (تديون)
TETRADIFON (Tedion®)

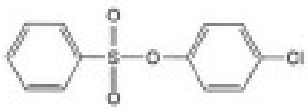
p- chlorophenyl 2,4,5- trichlorophenyl sulfone

أوفكس (اوفوتران)
OVEX (Ovotran®)



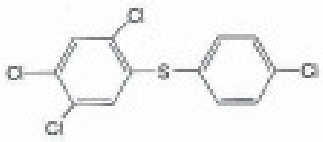
p- chlorophenyl *p*- chlorobenzene sulfonate

فنسون (أوقف)
FENSON



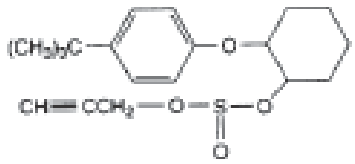
p- chlorophenyl benzenesulfonate

تتراسول (أوقف)
TETRASUL



p- chlorophenyl 2,4,5- trichlorophenyl sulfide

بروباجايت (أوميت)
PROPAGITE (Omite®)



2- (*p*-tert-butylphenoxy) cyclohexyl 2- propynyl sulfate

الكاربامات
CARBAMATES

المبيدات الحشرية الفوسفورية مشتقات لحمض الفوسفوريك، أما الكاربامات فمشتقات لحمض الكاربامياك $HO-CO-NH_2$. وطريقة تأثير الكاربامات تشبه طريقة تأثير المبيدات الفوسفورية العضوية، وذلك بأنها تثبط الإنزيم الحيوي الكولين استيريز (ChE).

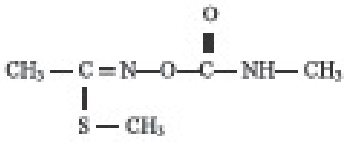
في عام ١٩٥١م تم إدخال مبيدات الكاربامات الحشرية بواسطة شركة جيجي في سويسرا. ولكنها توقفت في الطريق لأن المركبات الأولى منها لم تكن فعالة جداً، بالإضافة لارتفاع سعرها كثيراً. وللذكر، فقد كانت هذه المركبات هي أيزولان isolan، دايميتان dimetan، بيراميت pyramat، وبيرولان pyrolan.

ولم يكن معروفاً في ذلك الوقت أن مركبات N,N-dimethyl carbamates أقل سمية للحشرات بصفة عامة عن مركبات N-methyl carbamates التي أنتجت مؤخراً، والتي تكوّن غالبية المركبات المستخدمة حالياً.

وأول مبيد ناجح من مجموعة الكاربامات هو الكاربارِيل carbaryl، وأُدخل عام ١٩٥٦م. واستخدم منه على مستوى العالم كميات أكبر من بقية مركبات الكاربامات مجتمعة. وهناك صفتين بارزتين جعلته أشهر مركب، فله سمية منخفضة جداً بالفم أو عن طريق الجلد للثدييات، وله مدى واسعا نوعاً في مكافحة الحشرات. وأدى هذا لاستخدامه الواسع كمبيد حشري في مضامير السباق والحدائق. ولاحظ أن الكاربارِيل يتبع الـ ن- ميثايل كاربامات.

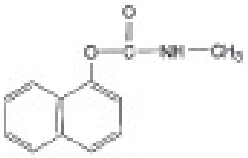
والعديد من الكاربامات مركبات جهازية نباتية، مما يوضح أنها تذوب في الماء بدرجة كبيرة، مما يسمح لها بالانتقال بالجذور، أو الأوراق. كما أنها لا تتأيض بسرعة بالنباتات. وللميثوميل methomyl، الأوكساميل oxamyl، الألديكارب aldicarb، والكاربوفيوران carbofuran، خواص جهازية مميزة، مما يجعلها مفيدة أيضاً كمبيدات نيماتودا. ومن هذه المركبات، نجد أن الألديكارب والكاربوفيوران فقط هما المستخدمان كمبيدات حشرية، ومبيدات نيماتودا في التربة. وتحت ظروف نادرة، وجد الألديكارب في المياه الأرضية الضحلة، بعد استخدامات معينة.

ميثوميل (لانت)
METHOMYL (Lannate®)



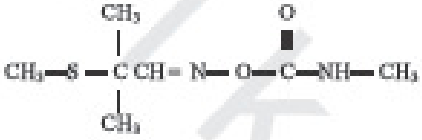
methyl *N*-[(methylcarbamoyl) oxy]thioacetimidate

كاربارايل (سيفين)
CARBARYL (Sevin®)



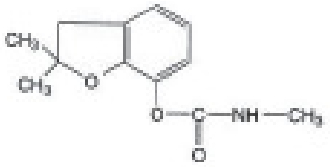
1- naphthyl methylcarbamate

ألديكارب (تيميك)
ALDICARB (Temik®)



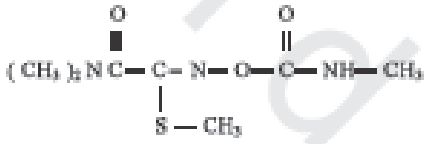
2- methyl-2- (methylthio) propionaldehyde
O- (methylcarbamoyl) oxime

كاربوفيوران (فيورادان)
CARBOFURAN (Furadan®)



2,3- dihydro -2,2- dimethyl -7- benzofuranyl
methylcarbamate

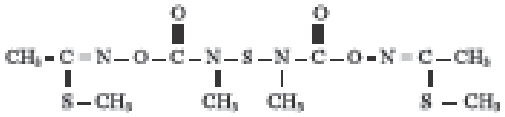
أوكساميل (فيدات)
OXAMYL (Vydate®)



methyl *N'* ,*N'* - dimethyl -*N*- [(methylcarbamoyl)
oxy] -1- thiooxamimidate

وأثبت الميثوميل methomyl أنه فعّال لمكافحة الديدان ، وبصفة خاصة على الخضراوات. والثيوديكارب thiodicarbهو أوكسيم كاربامات ثابت جداً ، وهو مفيد خاصة لمكافحة يرقات حرشفية الأجنحة على القطن ، فول الصويا، الذرة والسورجام والطماطم ، وغيرها من الخضراوات.

ثيوديكارب (لارفين)
THIODICARB (Larvin®)



dimethyl *N,N'* (thiobis ((methylimino) carbonyloxy)) bis (ethanimidothioate)

أما ميثيوكارب methiocarb، أمينوكارب aminocarb، وبروميكارب promicarb، ففعّالة ضد الحشرات التي تتغذى على الأوراق وعلى الثمار. والميثيوكارب، والأمينوكارب مبيدات قواقع ممتازة، يستخدمان لمكافحة القواقع والبزاقات العارية الصدفة في حدائق الزهور ونباتات الزينة. والميثيوكارب مسجل أيضاً كمادة طاردة للطيور، على الكرز، والتوت الأزرق، ويستخدم كمادة كاسية للبذور. وتم إلغاء تسجيل الأمينوكارب والبنديوكارب.

والبروبكسر propoxur فعّال جداً ضد الصراصير التي اكتسبت مقاومة لمبيدات الكلور والفوسفور العضوية. ويستخدم بواسطة معظم العاملين في مكافحة آفات المباني لمكافحة الصراصير وغيرها من الحشرات المنزلية في المطاعم، والمطابخ، والمنازل. وللإستخدام في المنازل يتم تجهيزه في صورة زجاجات للرش. وبالمثل، فإن الاستخدام الأكبر للبنديوكارب bendiocarb، هو مكافحة الحشرات المنزلية، والمروج، ونباتات الزينة.

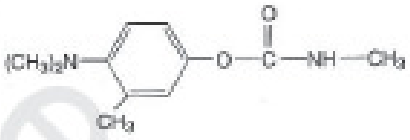
من الكاربامات أيضاً، ولم يوضح تركيبها هنا، ترايميثاكارب trimethacarb، أيزوبروكارب isoprocarb (MIPC)، كلوايثوكارب clocthocarb، كاربوسلفان carbosulfan (أدفانتادج Advantage®)، الدوكسيكارب aldoxycarb (أوارد Award®، ستاندك Standak®)، بروميكارب promecarb، ميكساكاربات mexacarbate، والفينوكسي كارب fenoxycarb (لوجيك Logic®). والعديد من مركبات الكاربامات الأخرى في مراحل مختلفة من التطور والتسجيل في وكالة حماية البيئة الأمريكية. وسجل الألدوكسيكارب aldoxycarb كمبيد نيماتودا ومبيد حشري جهازي.

بيريميكارب pirimicarb، اندوكساكارب indoxacarb، ألانيكارب (alanycarb) وفورثيوكارب (furthiocarb) من المبيدات الحديثة. بيريميكارب (بيريمور، رابيد Rapid®، Pirimor®) مبيد للمص بالملامسة، معدي، وتدخيني. ويسبب صدمة سريعة عند استخدامه بمعدل ١ – ٣ أوقية / ايكر من المادة الفعالة، ولا يؤثر على الحشرات النافعة مثل lady bugs أو lacewings، مما يجعله مثالياً للبيوت المحمية، كما يستخدم في صورة ايروسول.

أندوكساكارب endoxacarb (ستيوارد، أفونت Avaunt®، Steward®) مبيد حشري عن طريق المعدة وبالملامسة، فعال جداً ضد يرقات حرشفية الأجنحة بمعدل ٠.٥ – ٣ أوقية مادة فعالة / ايكر في محاصيل القطن، الخضراوات، الفواكه اللوزية (ذات النواة الحجرية)، والعنب. وبالإضافة للتثبيط التقليدي للكولين استريز بمبيدات الكرباميات، فإن هذا المركب يسد قنوات الصوديوم في الخلية العصبية. وتتوقف الحشرات المعاملة عن التغذية، يحدث لها شلل، وتموت. آلانيكارب (أوريون، أونيك Orion®، Onic®) مبيد حشري معدي وبالملامسة يطبق على المجموع الخضري لمكافحة عدد كبير من يرقات الحشرات والخنافس. ويتم تمثيله إلى المسثوميل أو مشابه الأوكسيم له. والفيوراثيوكارب (دلتانت، برونت Deltanet®، Pronet®) مبيد كارباماتي جهازي يستخدم على البذور أو الأوراق أو التربة في محاصيل الذرة والسورجام وبنجر السكر وغيرها من المحاصيل.

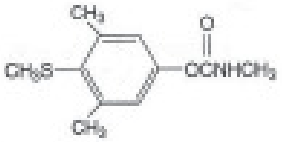
باختصار، الكاربامات مثبطات للكولين إستيريز، والعديد منها مركبات جهازية نباتية، والجزء الأكبر منها ذات مدى واسع من الفاعلية، وتستخدم كمبيدات حشرية، وأكاروسية، ومبيدات قوافع.

أمينوكارب
AMINOCARB



4-(dimethylamino)-3-methylphenyl methylcarbamate

ميثيوكارب (ميزيورول)
METHIOCARB (Mesurol®)

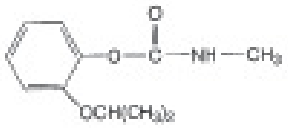


4-(methylthio) 3,5- xylyl methylcarbamate

بنديوكارب (فيكام، توركام)
BENDIOCARB (Ficam®, Turcam®)

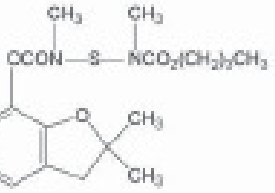
2,2- dimethyl – 1,3- benzodioxol – 4 –yl methylcarbamate

بروبوكسور (بايجون)
PROPOXUR (Baygon®)



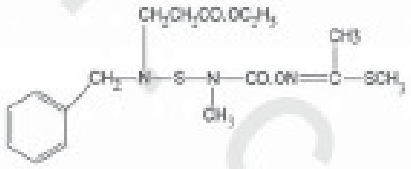
O- isopropoxyphenyl methylcarbamate

فيوراثيوكارب
FURATHIOCARB (Deltanet®, Pronet®)



Butyl 2,3-dihydro-2,2-dimethylbenzofuran-7-yl-*N,N*-dimethyl-*N,N*-thiodicarbamate

آلانيكارب
ALANYCARB (Onic®, Orion®)



Ethyl (*Z*)-*N*-benzyl-*N*-[methyl (1-methylthioethylideneamino-oxycarbonyl) amino]thio)-β-alanine

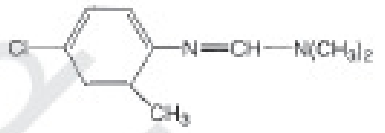
الفورماميدينات
FORMAMIDINES

تكون الفورماميدينات مجموعة جديدة صغيرة ومباشرة من المبيدات الحشرية. والكلورديميفورم، الفورميتانات، والأميتراز، ثلاثة أمثلة لها. وهي فعالة ضد البيض واليرقات الصغيرة جداً للعديد من الفراشات

ذات الأهمية الزراعية وهي فعالة أيضاً ضد معظم أطوار الحلم والقراد، ولذلك فهي تصنف كمبيدات للبيض، مبيدات حشرية، ومبيدات أكاروس. ومؤخراً وفي عام ١٩٧٦م، تم استبعاد الكلوردميفورم من السوق بواسطة الشركات المنتجة له (سيبا- جيجي وشركة نور- إم للمنتجات الزراعية، لثبوت إحداثه للسرطان في سلالة قابلة للعرض من الفئران المعملية، عند تناولها له بمستويات عالية مع الغذاء خلال فترة حياتها. وفي عام ١٩٧٨م عاد مرة أخرى للاستخدام على القطن، ولكن تم سحبه كلية مرة أخرى عام ١٩٨٨م. والفائدة الحالية لهذه المركبات هي مكافحتها للآفات المقاومة لمبيدات الفوسفور العضوية والكاربامات. وأعراض التسمم بهذه المركبات تختلف تماماً عن أعراض التسمم بالمواد الأخرى. وطريقة التأثير السام المقترحة لها هي تثبيطها لإنزيم المونو أمين أكسيديز. وينتج عن هذا التثبيط تراكم مركبات تسمى الأمينات الحيوية مثل الأوكتوبامين octopamine. وعليه، فإن الفورماميدينات تدخل طريقة جديدة للتأثير السام للمبيدات الحشرية والأكاروسية. وهذه الحقيقة بمفردها تجعلها شديدة الفائدة، لأننا نفقد شيئاً فشيئاً أرض المعركة مع الحشرات المقاومة لطرق التأثير السام لمجموعات المبيدات الحشرية الأقدم منها.

كلوردميفورم (جالبكرون، فاندال)

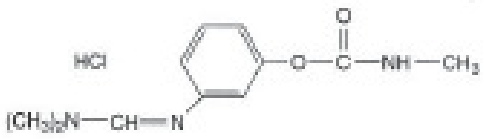
CHLORDIMEFORM (Galecron®, Fundal®)



N'-(4-chloro-o-tolyl)-*N,N*-dimethylformamidine

فورميمانات (كرازول)

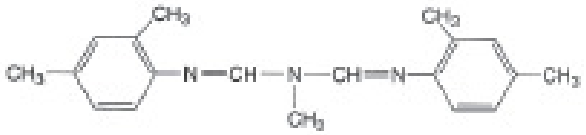
FORMETANATE (Carzol®)



[3-dimethylamino-(methylene-iminophenyl)]-*N*-methylcarbamate hydrochloride

أميتراز (ميتاك، أوفاسين)

AMITRAZ (Mitac®, Ovasyn®)



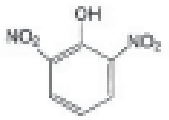
N'-(2,4-dimethylphenyl)-*N*-[[(2,4-dimethylphenyl)imino]methyl]-*N*-methylmethanimidamide

ثاني نيتروفينولات
DINITROPHENOLS

الداينيترو فينولات مجموعة أخرى لها شكل تركيبي بسيط :

فينول
(Phenol)

ثاني نيتروفينول
(Dinitrophenol)

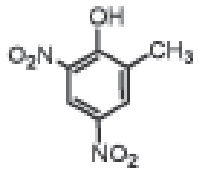


وجزيء ثاني نيتروفينول الأساسي له مدى واسع من السمية. والمركبات المشتقة منه تستخدم كمبيدات حشائش، حشرية، مبيدات بيوض، ومبيدات فطرية. وهي تؤثر بالعمل على عدم ازدواج الفسفرة التأكسدية، أو أساساً بمنع الاستفادة من طاقة الغذاء. وفي الثلاثينيات تم وصف بعض مركبات الثاني نيتروفينولات بالأطباء، للمرضى ذات الوزن الزائد، للمساعدة على سرعة إنقاص الوزن. وكانت المركبات مؤثرة جداً، ولكنها سامة تماماً، وتسبب استخدامها في وفيات عديدة.

وأقدم هذه المجموعة هو ٤، ٦- ثاني أورثوكريزول (DNOC) وأُدخل عام ١٨٩٢م كمبيد حشري، وقد استخدم أيضاً كمبيد للبيوض، مبيد حشائش، مبيد فطري ، عامل مخفف للأزهار. استخدم الداينوسب (Dinoseb) للرش على أشجار الفاكهة أثناء السكون لمكافحة العديد من الحشرات والحلم، ولكن وكالة حماية البيئة وباتفاق عام مع المنتجين أوقفت جميع استخدامات مبيدى الداينوسب و DNOC للاشتباه في تأثيراتها على الصحة على المدى الطويل.

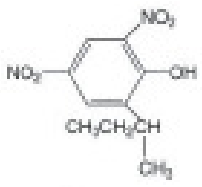
واستخدم البيناباكريل بصفة خاصة، كمبيد أكاروس، ولكن المنتج أوقفه عام ١٩٨٧م.

ثاني أورثوكريزول (د.ن.أ.ك)
DINITRO-O-CRESOL (DNOC)



4,6- dinitro-O-cresol

داينوسب
DINOSEB

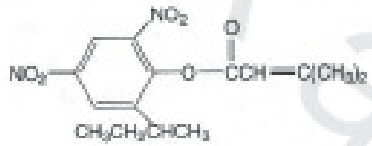


2- *sec* - butyl - 4,6- dinitrophenol

تم إنتاج الدايتوكاب عام ١٩٤٩م كمبيد أكاروسي ومبيد فطري، وهو أحد المواد النادرة التي تتكون من عدة تراكيب جزيئية قريبة من بعضها. ويوضح هنا واحد منها فقط، وكان الدايتوكاب فعالاً وبصفة خاصة ضد فطريات البياض الدقيقي. وبسبب عدم سميته للنباتات الخضراء، فقد حل محل الكبريت، السام للنباتات، والفعال أيضاً ضد فطريات البياض الدقيقي.

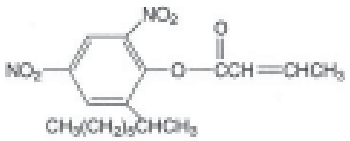
باختصار، فإن مركبات ثاني نيتروفينولات استخدمت عملياً كمبيدات في جميع الأقسام: مبيدات بيض، مبيدات حشرية، مبيدات أكاروس، مبيدات حشائش، مبيدات فطرية، عوامل خف الأزهار. وبسبب السمية الملازمة لثاني نيتروفينولات، اختفت معظم هذه المركبات.

بيناباكريل (موروسايد)
BINAPACRYL (Morocide®)



2- sec – butyl –4,6- dinitrophenyl
3 – methyl –2- butenoate

دايتوكاب (ملدان)
DINOCAP (Mildane®)



2- (1- methylheptyl) – 4,6- dinitrophenyl
crotonate

مركبات القصدير العضوية
ORGANOTINS

مركبات القصدير العضوية مبيدات أكاروس، وتستخدم أيضاً كمبيدات فطرية، كما يتضح في الفصل الرابع عشر. للسيهكساتين cyhexatin اهتمام خاص هنا، وهو أحد أكثر مبيدات الأكاروس اختيارية المعروفة حالياً، وتم إدخاله عام ١٩٦٧م وتم إلغاء معظم استخدامات السهكساتين. تم إدخال الفينبيوتاتين- أوكسيد (fenbutatin oxide) (أيضاً هكساكيس) بعد السيهكساتين بقليل، وأثبت أنه أكثر فاعلية ضد الحلم، على أشجار الفاكهة المتساقطة الأوراق، الموالح، محاصيل البيوت المحمية، وعلى نباتات الزينة. طريقة تأثير هذه المجموعة هي تثبيط الفسفرة التأكسدية في نفس مكان تأثير الدايتيروفينول (إنتاج الطاقة في شكل مركب أدينوزين ثلاثي الفوسفات، ATP). وهي تثبط أيضاً الفسفرة الضوئية في الكلوروبلاست (أجزاء الخلية التي تحمل الكلوروفيل)، ولذلك يمكن أن تؤثر كمبيدات طحالب.

سيهكساتين (بنستيل)
CYHEXATIN (Pennstyl®)

tricyclohexylhydroxytin

فينبيوتاتين – أكسيد
FENBUTATIN-OXIDE (Vendex®)

hexakis (2- methyl-2- phenylpropyl) distannoxane

المبيدات من أصل نباتي
BOTANICALS

تحظى المبيدات الحشرية من أصل نباتي باهتمام كبير من الكثيرين، لأنها مبيدات حشرية طبيعية، أو مركبات سامة مشتقة من النباتات. ومن الناحية التاريخية، فقد استخدمت المواد النباتية منذ فترة أطول من أي مجموعة أخرى، ربما باستثناء الكبريت. كان الدخان، البيرثرين، الدرس، الخربق (hellebore)، الكاسيا، الكامفور، والترينتين، هي المنتجات النباتية الأكثر أهمية في الاستخدام قبل أن يبدأ البحث المنظم عن المبيدات الحشرية.

يتم الحصول على بعض المبيدات الحشرية الأكثر استخداماً من النباتات. تطحن الأزهار، والأوراق، والجذور طحناً دقيقاً وتستخدم على هذه الصورة، أو تستخلص المواد السامة، وتستخدم بمفردها، أو مخلوطة مع مواد سامة أخرى. هناك عدة مبيدات حشرية طبيعية، أو مشتقة من النباتات تلقى اهتمام العاملين في الزراعة بصفة عامة، والعاملين في الزراعة العضوية بصفة خاصة وهي: البيرثرم، الروتينون، السابادیلا، والريانيا، وتم إلغاء النيكوتين وكبريتات النيكوتين وبعض استخدامات الروتينون والريانيا. وتُعرّف بعض المبيدات النباتية الحديثة بالكيماويات النباتية العطرية وتشمل الليمونين والسيناماالدهيد واليوجينول. ورغم أن جميعها معفاة من شرط حد التحمل عند تطبيقها على الخضراوات والفواكه المنزرعة بمعنى أنه يمكن تناولها في أي وقت بعد التطبيق. إلا أنه يجب

استخدام هذه المبيدات النباتية طبقاً لتعليمات الملصق. كما يوجد الأزادايرختين azadirachtin، من شجرة النيم، ويستخدم في البيوت المحمية وعلى نباتات الزينة.

وصلت المبيدات الحشرية النباتية لذروتها في الولايات المتحدة عام ١٩٦٦م، ثم تناقص استخدامها بصورة ثابتة من هذا التاريخ. والبيرثرم هو المبيد النباتي الوحيد الذي له استخدام مهم حالياً وبصورة نموذجية في محاليل الرش التي تسبب الصدمة السريعة، مع مخلوط من المواد المنشطة (synergists)، وواحد أو أكثر من المبيدات الحشرية العضوية، المجهزة للاستخدام في المنازل والحدائق.

والمبيدات الحشرية النباتية هي مواد طبيعية موجودة في النباتات. وهي ليست أكثر أماناً من معظم المبيدات الحشرية المُصنّعة المتاحة حالياً، على الأقل مقارنة بالمبيدات المتاحة للشخص العادي. والمبيدات النباتية مكلفة إذا استخلصت من أنسجة النباتات. وهذه المواد يمكن أن تكون مكلفة جداً كمبيدات حشرية إذا تم تحضيرها في المعمل، وهذا من الممكن أيضاً.

النيكوتين Nicotine

أُدخل تبغ التدخين إلى إنجلترا عام ١٥٨٥م بواسطة Sir Walter Raleigh، وقد سجل استخدام المستخلصات المائية للتبغ في قتل الحشرات الماصة على نباتات الحدائق في وقت مبكر، يعود لعام ١٦٩٠م. وفي وقت مبكر حوالي عام ١٨٩٠م، عرف أن المادة الفعالة في مستخلصات التبغ هي النيكوتين، ومنذ ذلك الوقت كانت المستخلصات تباع كمبيدات حشرية تجارية، للاستخدام في المنازل والمزارع والبساتين. واليوم، يمكن للعاملين في الزراعة العضوية نقع سيجارة أو اثنتين لمدة يوم في الماء ورش النباتات المصابة بالحشرات بالمستخلص، محققين بعض النجاح. مستحضر الورق الأسود رقم ٤٠ (Black leaf 40)، والمفضل كمحلول لرش الحدائق لوقت طويل، عبارة عن مركز يحتوي ٤٠٪ كبريتات نيكوتين. يتم استخلاص النيكوتين تجارياً اليوم من التبغ، بالتقطير بالبخار، أو الاستخلاص بالمذيبات.

النيكوتين قلوي وهو مركب حلقي مختلط، يحتوي النتروجين، وله خصائص فسيولوجية بارزة. ومن القلويدات الأخرى الكافيين، وهو ليس مبيد حشري (يوجد في الشاي والقهوة)، وأيضاً الكينين (من لحاء الكينا). والمورفين (من نبات الأفيون)، والكوكايين (من أوراق الكوكا)، والرسينين (مادة سامة في بذور نبات الخروع)، والإستركنين (من شجر الإستركنوز *Strychnos nux vomica*)، والكوينين (من نبات الشكران، وهو السم الذي قتل سقراط)، وأخيراً (LSD lysergic acid diethylamine) (وهو مادة مهلوسة تأتي من فطر الارجوت ergot fungus الذي يصيب الحبوب).

طريقة تأثير النيكوتين أنه يحاكي الأسيتيل كولين (ACh) عند مراكز الاتصال العصبي العضلي في الثدييات، ويسبب ارتجافات / وتشنجات، ثم الموت. وكل هذه الأعراض تحدث في تعاقب سريع. ويلاحظ نفس التأثير في الحشرات، ولكن فقط في العقد العصبية في الجهاز العصبي المركزي فيها.

كبريتات النيكوتين، وهي الصورة الشائعة تجارياً، عالية السمية لكل الحيوانات ذات الدم الحار، وكذلك للحشرات. كمثال، فإن قيمة الـ LD_{50} (وهي الجرعة القاتلة لـ٥٠ % من العشيرة المعاملة) في الفئران هي بين ٥٠ – ٦٠ مجم / كجم. وذلك يجعله أكثر المبيدات النباتية ضرراً للعاملين في حدائق المنازل، وقد تم استخدامه بنجاح كبير منذ قبل عام ١٩٠٠م.

كبريتات النيكوتين (NICOTINE SULFATE)

3-(1-methyl–3- pyrrolidyl) pyridine sulfate

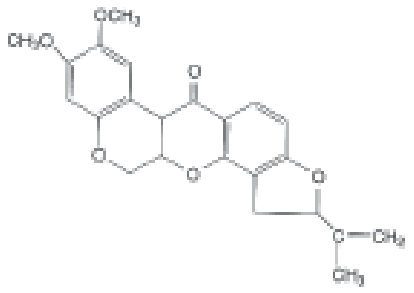
الروتينون Rotenone

تسمى المركبات القريبة من الروتينون بالروتينويدات Rotenoids، وقد استخدمت كمبيدات حشرية على المحاصيل منذ عام ١٨٤٨، عندما طبقت على النباتات لمكافحة يرقات حرشفية الأجنحة التي تتغذى على الأوراق. ومع ذلك، فقد تم استخدامها لقرون (منذ عام ١٦٤٩م على الأقل) في أمريكا الجنوبية، لشل الأسماك، لجعلها تطفو على السطح.

وتنتج الروتينويدات من جذور نباتات تابعة لجنسين من العائلة البقولية (الفول)، الدرس (*Derris*)، وينمو في الملايا وشرق الاندیز، والـ *Lonchocarpus* (ويسمى أيضاً الكبابة *Cubeb* or *cubé*) وينمو في أمريكا الجنوبية.

تبلغ الجرعة القاتلة لنصف العشيرة المعاملة بالروتينون في الفئران (LD_{50}) ٣٥٠ مجم/كجم تقريباً. واستخدم المركب لأجيال كمبيد حشري نموذجي عام في الحدائق. وهو ليس ضار للنباتات، وعالي السمية للأسماك ولكثير من الحشرات، وخاصة يرقات حرشفية الأجنحة. وهو متوسط السمية للحيوانات ذات الدم الحار، ولا يترك متبقيات ضارة على الخضراوات. لا توجد فترة انتظار بين التطبيق وحصاد محاصيل الغذاء.

روتينون (ROTENONE)



1,2,12,12a, tetrahydro – 2 – isopropenyl- 8,9- dimethoxy-
[1] benzopytano- [3,4-*b*]furo[2,3-*h*] [1] benzopyran-6 (6a*H*) one

والروتينون سم بالملامسة، وسم معدي للحشرات، ويباع في صورة مركزات رش، ومسحوق جاهز للاستخدام. وهو يقتل الحشرات ببطء، ولكنه يجعلها تتوقف عن التغذية في الحال تقريباً. وفترة بقاء الروتينون فعّالاً في الشمس قصيرة، مثل المبيدات الحشرية النباتية الأخرى، وتبلغ من ١ – ٣ أيام. وهو مفيد ضد يرقات حرشفية الأجنحة، المن، الخنافس، البق الحقيقي، نطاطات الأوراق، التربس، الحلم العنكبوتي (العنكبوت الأحمر)، النمل، يزاقات الورد (عارية الصدفة)، الذباب الأبيض، ذباب غشائية الأجنحة، فراشة بسايكيدي، فراشة دودة الجيش، الديدان القارضة والذباب الناقل لمرض التفاف الأوراق، الهاموش، ومجموعة من الآفات الأخرى.

ربما يكون الروتينون الثاني بعد البيرثرم في عدد الاستخدامات الثابتة له، فهي تزيد على عدة مئات رغم إلغاء عدة استخدامات له أواخر التسعينات. والروتينون هو أكثر مبيدات الأسماك فائدة في استصلاح البحيرات لرياضة صيد الأسماك، فهو يزيل كل السمك مغلقاً البحيرة أمام إعادة دخول أنواع عشوائية. وبعد المعاملة يمكن إمداد البحيرة بالأنواع المرغوبة. والروتينون مبيد أسماك اختياري، لأنه يقتل كل السمك عند جرعات تكون غير سامة نسبياً للكائنات الحية التي تتغذى عليها الأسماك. وهو أيضاً يتحطم بسرعة، فلا يترك أي متبقيات ضارة للسمك المستخدم في إمداد البحيرة به مرة ثانية. والمعدل الموصي به هو نصف جزء من الروتينون لكل مليون جزء من الماء (0.5 ppm) أو ١,٣٦ رطل لكل قدم ايكر من الماء (acre – foot of water). وكمبيد أسماك يعتبر الروتينون من المواد المُقيدة الاستخدام.

السابادیلا Sabadilla

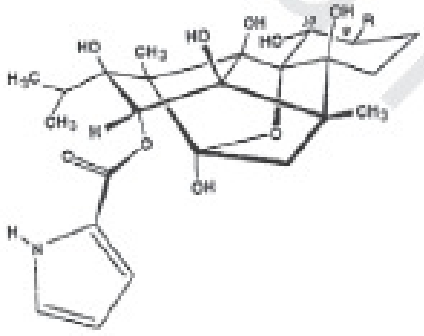
يستخلص السابادیلا من بذور أحد نباتات عائلة السوسن، والجرعة النصف قاتلة له حوالي ٥٠٠٠ مجم / كجم، مما يجعله أقل المبيدات النباتية الخمسة المذكورة سمية للحيوانات ذات الدم الحار. وهو يؤثر كسم بالملامسة، وسم معدي للحشرات. ويحتوي السابادیلا على مركبين معروفين من القلويدات الفعّالة، السيفادين (cevadine,

($C_{32}H_{49}NO_9$)، والفيراتيرايدين (veratridine, $C_{36}H_{51}NO_{11}$)، ولم يستقر على التركيب الكيماوي لأي منهما. وهو مثير (مهيج) لعين الإنسان، ويسبب عطس شديد في بعض الأفراد ذوي الحساسية. وهو يتكسر بسرعة في أشعة الشمس ويمكن استخدامه بأمان على محاصيل الغذاء، بدون أي فترة انتظار مطلوبة من قبل وكالة حماية البيئة. وربما يكون السابادیلا هو أكثر المبيدات النباتية الخمسة صعوبة في الحصول عليه.

السابادیلا مسجل للاستخدام على معظم الخضراوات الشائعة، ويكافح يرقات حرشفية الأجنحة، نطاطات الأعشاب، الخنافس، نطاطات الأوراق، التربس، بق الحنطة، البق كريه الرائحة، والبق المبرقش وبق الكوسه وغيره من البق الحقيقي، وسيليد (psyllids) البطاطس. وهو غير فعال ضد المن والحلم العنكبوتي (العنكبوت الأحمر).

الريانيا Ryania

الريانيا مبيد حشري نباتي آخر، وهو آمن تماماً للإنسان والحيوانات الأليفة. وهو آمن لدرجة عدم وجود فترة انتظار بين وقت التطبيق على محاصيل الغذاء والحصاد، كما في حالة معظم المبيدات الحشرية الأخرى. ويؤخذ الريانيا من الجذور الأرضية لشجيرة الريانيا التي تنمو في ترينيداد ، وهو ينتمي لمجموعة القلويدات مثل النيكوتين، والجرعة النصفية القاتلة له بالفم حوالي ٧٥٠ مجم / كجم. وهو مبيد حشري بطيء التأثير، ويلزمه حوالي ٢٤ ساعة لقتل الحشرات. وتتوقف الحشرات المعرضة للريانيا عن التغذية في الحال تقريباً، مما يجعله مفيداً ضد يرقات حرشفية الأجنحة.



Ryanodine R is CH_3
Dehydroryanodine R is $=CH_2$

المادة الفعالة في الريانيا هي قلويد الريانودين (ryanodine, $C_{25}H_{35}NO_9$). ويؤثر الريانودين مباشرة على عضلات الحشرات بمنع انقباضها، وهو يشبه تأثير الاستركنين في الثدييات.

الاستخدامات المفضلة للريانيا هي استخدامه ضد يرقات حرشفية الأجنحة التي تتغذى على ثمار وأوراق أشجار الفاكهة، وخاصة دودة ثمار التفاح على أشجار التفاح. ومع ذلك، فهو مفيد ضد كل الحشرات التي تتغذى على النبات، مما يجعله مادة مثالية للبساتين الصغيرة التي تزرع فيها الفواكه متساقطة الأوراق. وهو غير فعّال ضد الحلم العنكبوتي.

والريانيا معفي من فترة الانتظار بين التطبيق والحصاد، وهو مسجل بواسطة وكالة حماية البيئة لمكافحة مجموعة من الآفات الحشرية على أصناف عديدة من النباتات، الشجيرات، الأشجار، وتشمل آفات خضراوات المزرعة: المن، دودة الكرنب القيّاسة، خنفساء بطاطس كلورادو، حفارات الذرة، خنافس الخيار، الفراشة ذات الظهر الماسي، الخنافس البرغوثية، نطاطات الأوراق، خنفساء الفول المكسيكية، البق ذو البصاق، ودودة الطماطم المقرنة.

والريانيا مسجل للاستخدام على الأشجار متساقطة الأوراق، لمكافحة المن (باستثناء المن الصوفي)، ودودة ثمار التفاح والخنفساء اليابانية وذبابة ثمار الكرز. واستخدم لفترات طويلة لمقاومة تربس المواليح على كل المواليح. وهو ليس فعّال بدرجة كبيرة، ومع ذلك، يمكن استخدامه في المنازل لمقاومة المن، السمك الفضي، الصراصير، والعناكب، وصراصير الحقل. وهو مسجل للاستخدام ضد المن، وبق Lacebug على نباتات الزينة. ويمكن استخدامه على الورد ضد المن، الخنفساء اليابانية، التربس، الذبابة البيضاء، وعلى العنب ضد المن ودودة ثمار التوت، ذباب غشائية الأجنحة، وعلى العنب، ضد المن (باستثناء المن الصوفي) والخنفساء اليابانية. وتم إلغاء بعض استخداماته في أواخر التسعينات.

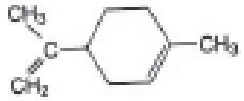
المركبات النباتية العطرية
FLORALS OR SCENTED PLANT CHEMICALS

الليمونين أو د- ليمونين *d*limonene هو آخر إضافة للمبيدات الحشرية من أصل نباتي. ويستخلص من قشور المواليح، وهو فعّال ضد جميع الآفات الخارجية للحيوانات الأليفة، بما فيها البراغيث، القمل، الحلم والقراد. وهو غير سام بالمرة للحيوانات ذات الدم الحار. ويوجد العديد من المبيدات الحشرية في زيت المواليح، ولكن يبدو أن الليمونين أكثرها أهمية وهو يُكون ٩٨٪ بالوزن من زيت قشر البرتقال.

عُرف النشاط الإبادي الحشري للمواليح منذ زمن طويل .واستخدم عصير الليمون كدواء للبعوض منذ قرون في رحلة السير فرنسيس دراك Francis Drake's الثالثة إلى العالم الجديد (١٥٧٢م). وفي عام ١٩١٥م، أثبتت الأبحاث أن المسئول عن النشاط الإبادي الحشري هو مادة في زيت قشرة المواليح. وقبل التعرف عليه كان الليمونين ساماً لبيض ويرقات ذبابة فاكهة البحر المتوسط، وهو متوفر في صورة محاليل رش جاهزة للاستعمال، إيروسولات، وشامبو، ومحاليل لتغطيس الحيوانات الأليفة.

تشبه طريقة تأثيره طريقة تأثير البيرثرم. وهو يؤثر على الأعصاب الحسية للجهاز العصبي السطحي ولا يثبط الكولين إستيريز. وهناك مركبان حديثان من هذه المجموعة هما السيناماالدهيد cinnamaldehyde واليوجينول eugenol. ويوجد السيناماالدهيد في زيت القرفة السيلاني والصيني واليوجينول (زيت القرنفل) وهما يستخدمان لمكافحة الحشرات في المحاصيل ونباتات الزينة، كما أن السناماالدهيد جاذب لديدان جذور الذرة وخنافسها وله نشاط ضد الفطريات، وهو طارد للقطط والكلاب. أما اليوجينول فهو جاذب للخنفساء اليابانية.

ليمونين
d- LIMONENE



1,8 (9)-p-menthadiene 1-methyl-4-isopropenyl-1-cyclohexene

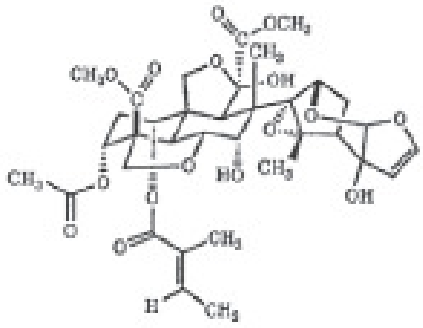
زيت الجوهوبا وحصى لبان Jojoba and Rosemary oils

يقتل زيت الجوهوبا (ديتور® Detur) الذباب الأبيض أو يطرده على كل المحاصيل كما أنه فعّال ضد الفطريات ومستحضر الإكو- أي- راز® Eco-E-Rase يقاوم البياض الدقيقي في العنب ونباتات الزينة وزيت حصى لبان (هكساسيد، ايكوترول® EcoTrol ،Hexacide®) مبيد حشري وأكاروسي وفطري ويستخدم في العديد من الخضراوات ونباتات الزينة والفواكه واللوزيات.

النيم Neem

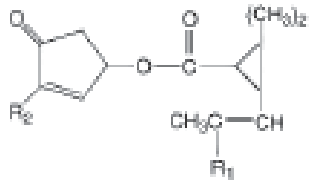
تحتوي مستخلصات زيت بذور شجرة النيم (*Azadirachta indica*) على المادة الفعالة أزادايراختين (azadirachtin)، وهو نورتراي تربينويد nortriterpenoid، ينتمي لمجموعة الليمونويد. والأزادايرختين مسحوق لونه أخضر خفيف، له رائحة الثوم، أظهر بعض التأثيرات الابادية على الحشرات، الفطريات، البكتريا، وله تأثيرات منظمة لنمو الحشرات. وهو يربك الانسلاخ بتثبيط التكوين الحيوي، أو أيض الاكدايسون (هرمون انسلاخ الشباب). ويسوق بأسماء الأزاتين (Azatin)، كمادة منظمة لنمو الحشرات، وألجين® Aligen، ونيمكس® Neemix، كمبيد حشري معدي وبالملامسة، للاستخدام في الصوب الزجاجية ونباتات الزينة (انظر أيضاً داى هيدروأزادايراختين).

أزادیراختین (آزاتین، مارجوسان)
AZADIRACHTIN (Azatin®, Margosan-O®)



البيريثرم Pyrethrum

يستخلص البيريثرم من أزهار الكريزانثيمم النامية في كينيا بأفريقيا، وكذلك بالإكوادور بأمريكا الجنوبية. والجرعة النصف قاتلة له حوالي ١٥٠٠ مجم/كجم، وهو أقدم مبيد متوفر للاستخدام في المنازل. استخدم مسحوق رؤوس الأزهار الجافة في القرن التاسع عشر لمكافحة قمل الجسم في حروب نابليون. ويؤثر البيرثرم على الحشرات بسرعة كبيرة مسبباً شلل في الحال، ولذلك فهو شائع الاستخدام في محاليل رش الايروسول التي تسبب صدمة سريعة والمستخدمة في المنازل. ومع ذلك، فإنه إذا لم يجهز مع أحد المنشطات، فإن معظم الحشرات المتأثرة تستعيد نشاطها مرة ثانية، وتعود كآفة. ويجهز البيرثرم في صور محاليل رش وايروسولات للاستخدام المنزلي، وهو متوفر في صورة مركزات للرش، ومساحيق، للاستخدام على الخضراوات وأشجار الفاكهة، نباتات الزينة، الشجيرات والنباتات المزهرة في أي مرحلة من النمو. ويمكن أن تجمع الخضراوات أو الفاكهة المرشوشة بالبيرثرم، أو تؤكل في الحال، فلا يوجد فترة انتظار بين التطبيق وبين حصاد المحاصيل الغذائية.



بيرثرين (١)
PYRETHRIN I

R1 = - CH_3

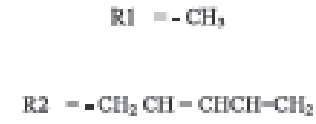
R2 = - $CH_2CH-CHCH-CH_2$

بيرثرين (٢)
PYRETHRIN II

R1 = - C(=O) - OCH_3

R2 = - $CH_2CH-CHCH-CH_2$

سينرين (١)
CINERIN I



سينرين (٢)
CINERIN II

وبسبب أمانه بصفة عامة للإنسان وللحيوانات الأليفة، وفعّاليته ضد أي آفة حشرية معروفة، زاحفة أو طائرة، فإن للبيرثرم استخدامات مسجلة بواسطة وكالة حماية البيئة أكثر من أي مبيد حشري آخر، وتبلغ هذه الاستخدامات المئات.

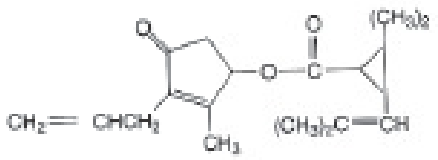
والبيرثرم عبارة عن مخلوط من أربعة مركبات هي بيرثرين ١ و ٢ وسنرين ١ و ٢ ويمكن توضيح تركيبها بوضع مجاميع R_1، R_2 في موضعها المناسب في تركيب جزئ الاستر الموضح بالشكل.

البيرثرويدات
PYRETHROIDS

لم يستخدم البيرثرم الطبيعي إلا نادراً في الأغراض الزراعية بسبب تكلفته وعدم ثباته تحت أشعة الشمس. إلا أنه توفر خلال العقدين السابقين العديد من المركبات المُصنّعة الشبيهة بالبيرثرين، وكانت تعرف بالبيرثرويدات المخلقة، وتعرف الآن بالبيروثرويدات. وهذه المركبات ثابتة جداً تحت أشعة الشمس، وهي فعالة بصفة عامة ضد معظم الآفات الزراعية، عند استخدامها بالمعدل المنخفض من ٠,٠١ — ٠,١ رطل (٤,٥ — ٤٥ جم) مادة فعالة / ايكر.

والبيرثرويدات المخلقة أو البيرثرويدات لها أربعة أجيال: يشمل الجيل الأول مبيد واحد هو الأليثرين (بينامين)، وتوفر تجارياً عام ١٩٤٩م. وهو يمثل بداية فترة من التصنيع المعقد، يشتمل على حوالي ٢٢ تفاعل كيماوي لإنتاج المبيد النهائي.

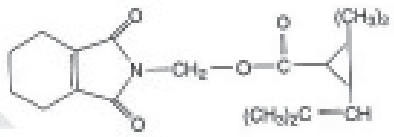
أليثرين (بينامين)
ALLETHRIN (Pynamin®)



2-methyl-4-oxo-3-(2-propenyl)-2-cyclopenten-1-yl 2,2-dimethyl-3-(2-methyl-1-propenyl) cyclopropane carboxylate

ويشتمل الجيل الثاني على تتراميثرين tetramethrin (نيو- بينامين Neo-Pynamin) وظهر عام ١٩٦٥م. وتبعه ميد رسمثرين resmethrin (بنزوفلوورولين Benzofuroline) عام ١٩٦٧م، وهو أكثر فعالية ٢٠ ضعفاً تقريباً عن البيرثرم، ثم تبعه بيورسمثرين bioresmethrin عام ١٩٦٧م، وهو فعال أكثر ٥٠ ضعفاً عن البيرثرم، أنتج بيوألثرين عام ١٩٦٩م. وآخر مركب في هذا الجيل هو فينوثرين phenothrin (سومثرين Sumithrin)، وأُدخل عام ١٩٧٣م.

تتراميثرين (نيوبينامين)
TETRAMETHRIN (Neo-Pynamin®)

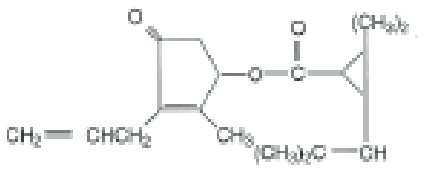


(1,3,4,5,6,7- hexahydro-1,3-dioxo-2*H*- - isoindol-2-yl)methyl 2,2-dimethyl-3-(2-methyl 1-propenyl) cyclopropanecarboxylate

رسميثرين (سينثرين)
RESMETHRIN (Synthrin®)

(5-phenylmethyl-3- furanyl) methyl – 2,2- dimethyl-3-(2-methyl-1- propenyl cyclopropanecarboxylate

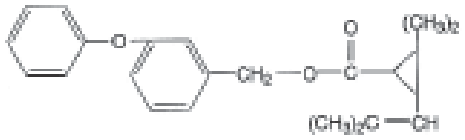
د–ترانس ألليثرين (بيوألليثرين)
d-trans-ALLETHRUIN (Bioallethrin®)



2- methyl-4-oxo-3- (2-propenyl)-2-cyclopentene-1-yl 2,2- dimethyl –3- (2-methyl-1-propenyl) cyclopropanecarboxylate

obeikandl.com

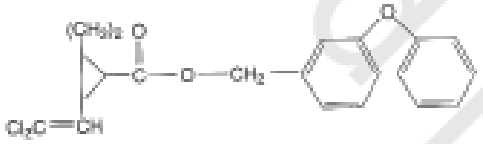
فينوثرين (سوميثرين)
PHENOTHRIN (Sumithrin®)



(3-phnoxyphenyl) methyl 2,2-dimethyl-3-
(2-methyl-1- propenyl) cyclopropanecrboxylate

ويشتمل الجيل الثالث على فنفاليرات fenvalerate (بيدرين® Pydrin " أوقف "، وبلمارك® Bellmark)، وبيرميثرين permethrin (أمبوش® Ambush، أسترو® Astro، دراجنت® Dragnet، فلي® Flee، باونس® Pounce، بريلود® Prelude، تالكورد® Talcord، وتوربيدو® Torpedo)، وظهرت هذه المركبات عامي ١٩٧٢و١٩٧٣م. وأصبحت أول مبيدات بيرثرويد تستخدم في الزراعة، بسبب فاعليتها العالية الغير عادية ضد الحشرات (٠,١ رطل مادة فعالة / ايكر)، ولثباتها في الضوء. ويبدو أنها لا تتأثر بالأشعة فوق البنفسجية في أشعة الشمس، وتظل من ٤ – ٧ أيام على أوراق المحصول، كمتبيقيات فعالة.

بيرمثرين (أمبوش، باونس)
PERMETHRIN (Ambush®, Pounce®)

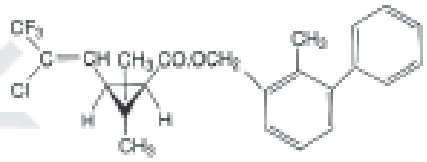


m-phenoxybenzyl (±)-*cis, trans*-3-(2,2- dichloro-
vinyl)-2,2-dimethylcyclopropanecarboxylate

والجيل الرابع والحالي من هذه المجموعة، وهو مثير حقيقة بسبب فعاليته التي تتراوح بين ٠,٠١–٠,٠٥رطل مادة فعالة / ايكر. تشمل مبيدات هذا الجيل مبيدات بايفينثرين bifenthrin (كابتشر، تالستار)، لامدا سيهالوثرين *lambda-cyhalothrin* (ديتاند، كارات، سيميتار، واريور)، سيبرميثرين cypermethrin (أمو ؛ باريكاد، سيمبوش ؛ سينوف، ريبكورد)، سيفلوثرين cyfluthrin (بايثرويد، ليزر، تمبو)، دلتاميثرين deltamethrin (ديسس، دلتا- جارد، ك- أوثرين)، اسفنفاليرات esfenvalerate (أسانا، هولمارك)، فنبروباثرين fenbropathrin (دانيتول)، فلوسيثرينات flucythrinate (سيبولت، باي أوف)، برالثرين prallethrin (إيتوك)، توفلوفالينات tau-fluvalinate (مافريك، كلارتان)، تفلوثرين tefluthrin (إينكت، كومت- فورس، راز)،

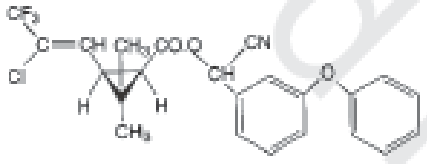
وترالوميثرين tralomethrin (أسكورت x- ترا، ترالكس)، وزيتا- سيبرمثرين *zeta*-cypermethrin (موستانج، فوري). وكل هذه المبيدات ثابتة ضوئياً، بمعنى أنها لا تتحلل ضوئياً بأشعة الشمس. ولأن تطايرها قليل جداً فإن لها تأثير متبقي طويل الأجل، يصل أحياناً لعشرة أيام تحت الظروف المثلى. والمركبات الحديثة في هذه المجموعة هي أكرينـاثرين acrinathrin (روفاسـت) ومركـب إيميبروثـرين imiprothrin (بـرال)، الـذي تم تـسجيله في ١٩٩٨م والأحدث هو جاما-سيهالوثرين *gamma*-cyhaluthrin (باي تيك) وهو تحت التطوير.

بيفينثرين (كابتشر، تالستار)
BIFENTHRIN (Capture®, Talstar®)



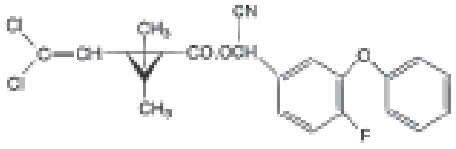
[1α,3α (Z)]- (±)- (2-methyl[1,1'-biphenyl]- 3-yl) methyl-3-(2-chloro-3,3,3-trifluoro-1- propenyl)- 2,2-dimethylcyclopropanecarboxylate

لامدا-سيهالوثرين (كارات، واريور)
***lambda* CYHALOTHRIN (Karate®, Warrior®)**



[1α,3α (Z)]-(±)-cyano (3-phenoxyphenyl)- methyl-3-(2-chloro-3,3,3-trifluoro-1- propenyl)- 2,2-dimethylcyclopropanecarboxylate

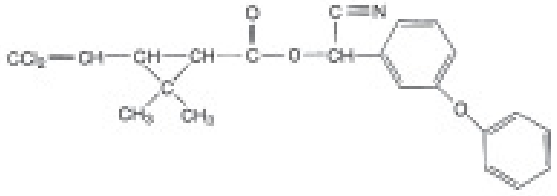
سيفلوثرين (بايثرويد)
CYFLUTHRIN (Baythroid®)



cyano (4- fluoro-3- phenoxyphenyl) methyl- 3- (2,2- dichloroethenyl)-2,2- dimethylcyclopropanecarboxylate

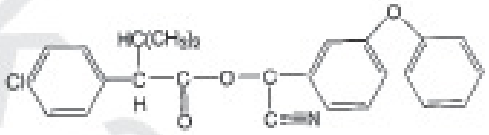
obeikandl.com

سيبرميثرين (آمو، سيمبوش)
CYPERMETHRIN (Ammo®, Cymbush®)



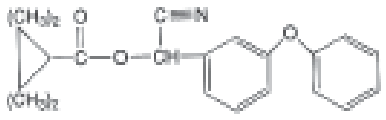
(±)-α cyano (phenoxyphenyl) methyl-(±) *cis,trans* 3-(2,3-dichloroethenyl)-2,2-dimethylcyclopropanecarboxylate

اسفنفاليرات (أسانا)
ESFENVALERATE (Asana®)



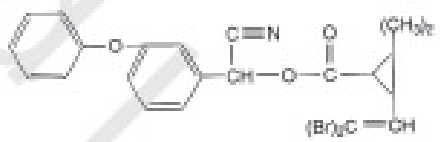
cyano (3- phenoxyphenyl) methyl-4- chloro-α -(1-methylethyl) benzeneacetate

فنبروباثرين (دانيتول)
FENPROPATHRIN (Danitol®)



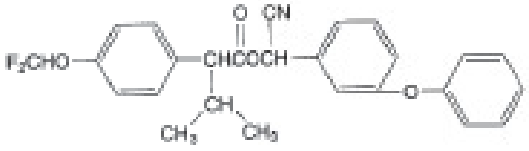
α-cyano-3-phenoxybenzyl 2,2,3,3-tetramethylcyclopropanecarboxylate

دلتاميثرين (ديسيس)
DELTAMETHRIN (Decis®)



(1R (1(*S*),3))-cyano (3-phenoxyphenyl)-methyl 3-(2,2-dibromoethenyl)- 2,2-dimethyl-cyclopropanecarboxylate

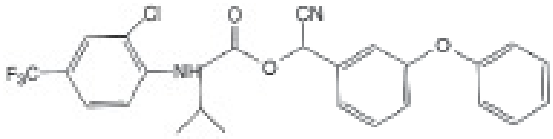
فلوسيثرينات (سيبولت، باي أوف)
FLUCYTHRINATE (Cybolt®, Payoff®)



cyano (3-phenoxyphenyl) methyl (±)-4- difluoromethoxy)-α - (1-methylethyl) benzene acetate

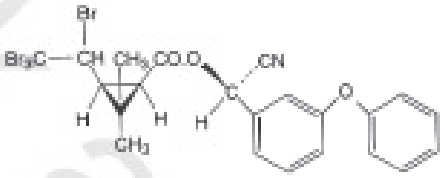
obeikandl.com

تو-فلوفالينات (مافريك)
tau FLUVALINATE (Mavrik®)



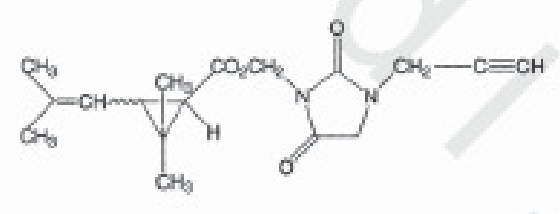
(RS)- α -cyano-3-phenoxybenzyl N-(2-chloro-
α, α, α -trifluoro-*p*-tolyl) –D-valinate

ترالوميثرين (سكوت-تو-تا)
TRALOMETHRIN (Scout x-TRA®)



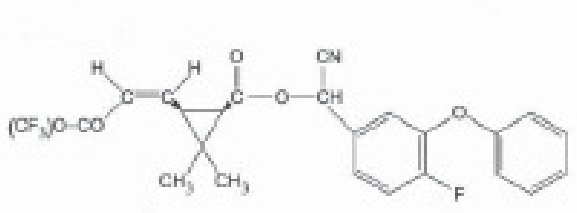
cyano (3-phenoxyphenyl) methyl 2,2- dimethyl-3-
(1,2,2,2- tetrabromoethyl) cyclopropanecarboxylate

ايميروثرين (برال)
IMIPROTHRIN (Prallé®)



[2,5-dioxo-3(2-propynyl)-1-imidazolidinyl] methyl 2,2-dimethyl-
3-(2-methyl-1-propenyl-1-propenyl) cyclopropanecarboxylate

آكرينااثرين (روفاست)
ACRINATHRIN (Rufast)



Cyano(3-phenoxyphenyl)methyl 2,2-dimethyl-3-[3-oxo-3-2,2,2-trifluoro)

obeikandi.com

ويشبه تركيب مبيدات البيرثرويد بعضها البعض لدرجة ما، كما هو موضح. ولا يتحسن أداء معظمها بإضافة منشطات البيرثرين. ولمركبات البيرثرويد طريقة تأثير متشابهة تماثل طريقة تأثير الد.د.ت، عن طريق ترك قنوات الصوديوم في أغشية الخلايا العصبية مفتوحة. وهناك نوعان من البيرثرويدات، النوع ١ والنوع ٢. والنوع الأول، له تأثير سام سلبي مع الحرارة، بالإضافة للاستجابات الفسيولوجية الأخرى، بمعنى أن تأثير هذه المركبات يزيد عندما تنخفض درجات الحرارة. والنوع الثاني، على العكس من ذلك، فله تأثير موجب مع الحرارة، حيث يزيد تأثيره وقتله للحشرات بزيادة الحرارة، وهناك تفصيل أكثر لهذه التأثيرات في الفصل السابع عشر، طرق تأثير المبيدات الحشرية.

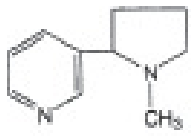
المركبات الشبيهة بالنيكوتين
NICOTINOIDS

المركبات الشبيهة بالنيكوتين قسم جديد من المبيدات الحشرية، لها طريقة تأثير جديدة. وكانت تعرف سابقاً بالنيتروجوانيديات nitro-guanidines، نيونيكوتينيليز neonicotinyls، نيونيكوتينويدات neonicotinoids، كلورونيكوتينات chloronicotines، وحديثاً تسمى كلورونيكوتنيلز chloronicotinyls. تم تصميم هذه المركبات مشابهة لتركيب النيكوتين الطبيعي، مماثلة في ذلك تحضير مركبات البيروثرويد pyrethroids المشابهة لتركيب البيرثرينات الطبيعية. أُدخل الايميداكلوبرد imidacloprid في أوروبا واليابان عام ١٩٩٠م، وأول تسجيل له في الولايات المتحدة عام ١٩٩٢م. ويسوّق على مستوى العالم تحت أسماء تجارية عديدة مثل أدماير(Admire®)، كونفيدور (Confidor®)، جوشو(Gaucho®)، ميريت (Merit®)، بريمير (Premier®) بريمايز(Premise®) و بروفادو(Provado®). ويحتمل جداً أن يكون أكثر المبيدات الحشرية استخداماً.

ايميداكلوبريد Imidacloprid مبيد حشري جهازي، له خواص جهازية مميزة عن طريق الجذور، وسمية جيدة عن طريق الملامسة والمعدة. يستخدم لمعاملة التربة، أو الأوراق، أو البذور، في القطن، الأرز، الحبوب، الفول السوداني، البطاطس، الخضراوات، الثمار التفاحية، الجوز الأمريكي والمروج لمكافحة الحشرات الماصة، حشرات التربة، الذباب الأبيض، النمل الأبيض، حشرات المروج، وخنفساء بطاطس كلورادو، وله تأثير متبقي طويل. مبيد الإيميداكلوبريد ليس له تأثير على الحلم أو النيماتودا. وهو يؤثر على الجهاز العصبي المركزي، مسبباً تعطيل المستقبلات النيكوتينية للأسيتيل كولين الموجودة بعد الشبك العصبية. وأدى نجاح هذا المركب لاهتمام كثير من المنتجين بهذه المجموعة.

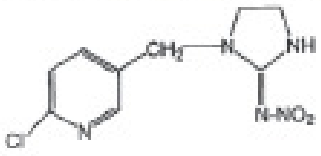
ومن مشابهات النيكوتين الأخرى: اسيتاميبريد acetamiprid (موسيلان Mospilan®، برستون Pristine®، شيبكو Chipco®)، ثيامثيوكام thiamethoxam (أكتارا Actara®، هيلاكس Helix®، بلاتينم Platinum®)، و نيتنبيرام nitenpyram (بست جارد Bestgard®). وتم التسجيل في الولايات المتحدة للأسيتاميبرد والثيامثوكسام في ٢٠٠٢م على القطن والرمان والكانولا والخضراوات ونباتات الزينة.

نيكوتين
NICOTINE



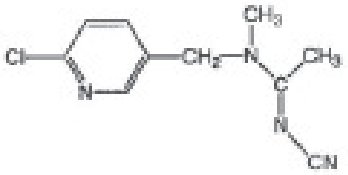
3-(1-methyl-2-pyrrolidyl) pyridine

ايميداكلوبريد
IMIDACLOPRID (Gaucho®, Provado®)



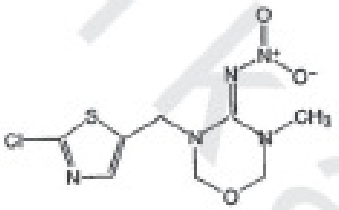
1-(6-chloro-3-pyridin-3-ylmethyl)-N-nitro-imidazolidin-2-ylidenamine

اسيتاميبريد (موسبيلان)
ACETAMIPRID (Mospilan®)



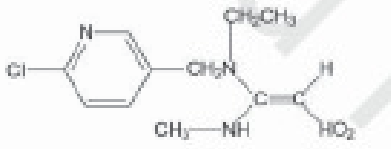
(E)-N-((6-chloro-3-pyridinyl)methyl)-N'-cyano-N-methylethanimidamide

ثيامثوكام (أكتارا، بلاتينيم)
THIAMETHOXAM (Actara®,Platinum®)



3-(2-chloro-thiazol-5-ylmethyl)-5-methyl-[1,3,5]oxadiazinan-4-ylidene-N-nitroamine

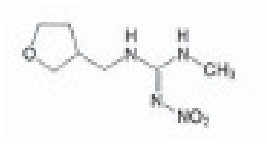
نيتينبيرام (بست جارد)
NITENPYRAM (Bestguard®)



(*E*)-*N*-(6-chloro-3-pyridylmethyl)-*N*-ethyl-*N'*-methyl-2-nitrovinylidenediamine

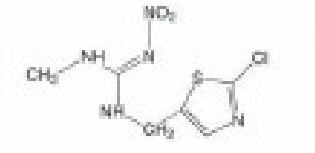
ومن هذه المجموعة أيضاً كلوثيانيدين clothianidin ، دايتوتيفيوران dinotefuran وثياكلوبريد thiacloprid. كلوثياندين (بونكو Poncho® وكلتش Clutch®) فعّال ضد الحشرات الماصة على الفواكه والخضراوات والقطن والعشب ونباتات الزينة ودايتوتيفوران (ستاركل Starkle®) يتم تطويره للاستخدام ضد عدد كبير من الحشرات التي تصيب القطن والعنب والخضراوات والبطاطس. ويكافح الثياكلوبريد المنّ والحشرات القارضة والماصة في القطن والرمان والخضراوات والبطاطس خارج الولايات المتحدة.

دايوتيفوران (ستاركل)
DINOTEFURAN (Starkle)



(*RS*)-1-methyl-2-nitro-3-(tetrahydro-3-furylmethyl)guanidine

كلوثياندين (بونكو، كلتش)
CLOTHIANIDIN (Poncho, Clutch)

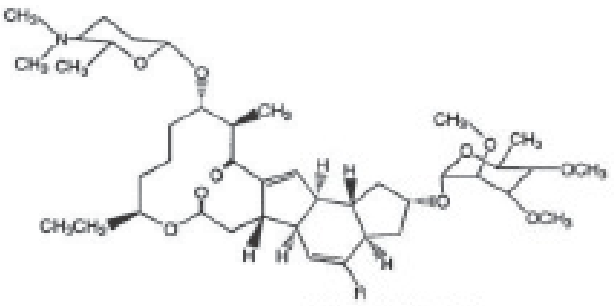


(E)-1-(2chloro-1,3-thiazol-5-ylmethyl)-3-methyl-2-nitroguanidine

ومن المبيدات الشبيهه بالنيكوتينويدات مبيد الفلونيكاميد flonicamid (S-1785). وبرغم عدم وضوح طريقة تأثيره إلا أن تركيبه يشبه لحد كبير تركيب هذه المجموعة وهو يكافح المنّ والحشرات الماصة في الحبوب والقطن والفاكهة والبطاطس والخضراوات ونباتات الزينة في البيوت المحمية.

مجموعة الاسباينوسينات
SPINOSYNS

ربما تكون هذه المجموعة أحدث قسم في المبيدات الحشرية، ومثلها اسباينوساد (سكسيس Success®، تراسر Tracer®، ناتشرالايت Naturalyte®). الاسباينوساد ناتج من تخمر كائن التربة الدقيق (بكتريا) actinomycete *Saccharopolyspora spinosa*. اسباينوساد له تركيب جزيئي وطريقة تأثير جديدة، ويعطي وقاية ممتازة للمحصول مماثلة، للمبيدات المصنعة. وكان أول تسجيل له للاستخدام على القطن عام ١٩٩٧م. وهو مخلوط من سباينوسين A و D (ومن هنا جاء اسمه SpinosAD). وهو فعال ضد عدد كبير من يرقات حرشفية الأجنحة، بمعدل مدهش ٠,٠٤ – ٠,٠٩ رطل مادة فعالة (١٨ – ٤٠ جم) / ايكر. وللاسباينوساد سمية بالملامسة وعن طريق المعدة ضد يرقات حرشفية الأجنحة، حفارات الأنفاق، التربس، النمل الأبيض، وله نشاط ذو أثر باقي طويل. ومن المحاصيل المسجل عليها: القطن، الخضراوات، أشجار الفاكهة وغيرها. وهو يؤثر عن طريق إحداث خلل في ارتباط الأستيل كولين بالمستقبلات النيكوتينية في الخلايا العصبية (Salgado VL, 1997).

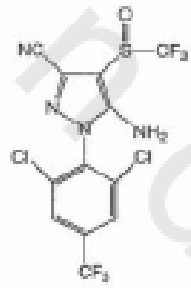


Spinosyn A: R= H, MW = 731.98
Spinosyn D: R= CH_3, MW = 746.00

الفيبرولات أو الفينيل بيرازولات
FIPROLES (or Phenylpyrazoles)

يوجد في هذه المجموعة مركب واحد هو الفيبرونيل fibronil (ريجنت® Regent، أيكون® Icon، فرونتلين® Frontline)، أُدخل عام ١٩٩٠م، وسجل في الولايات المتحدة ١٩٩٦م. وهو جهازي: وله سمية بالملامسة وعن طريق المعدة، يستخدم لمكافحة العديد من حشرات التربة والأوراق (مثل دودة جذور الذرة، خنفساء بطاطس كلورادو، سوسة الأرز)، على محاصيل متنوعة مثل الذرة، المروج، ولمكافحة حشرات الصحة العامة. يستخدم أيضاً لمعاملة البذور، ويجهز في صورة طعوم للصراصير، والنمل، والنمل الأبيض. وهوفعال ضد الحشرات المقاومة أو المتحملة لمبيدات البيروثرويد، الفوسفات العضوية، والكاربامات، لأن طريقة تأثيره هي سد وتعطيل قنوات الكلوريد التي ينظمها حمض جاما أمينوبيوتريك (GABA). ويتوقع ظهور مركبات أخرى من هذه المجموعة في المستقبل.

فيرونيل (فرونتلين، أيكون، ريجنت)
FIPRONIL (Frontline®, Icon®, Regent®)

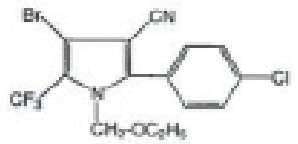


5-amino-1-[2,6-dichloro-4-(trifluoromethyl)phenyl]-3-cyano-4-trifluoromethylsulphinylpyrazole

البيرولات
PYRROLES

كلورفنابير Chlorfenabyr (أليرت® Alert، بيرات® Pirate) هو المركب الوحيد في هذه المجموعة الكيماوية الفريدة، ويعمل كمبيد حشري، ومبيد حلم، بالملامسة وعن طريق المعدة. ويستخدم على القطن ويجرب على الذرة، فول الصويا، الخضراوات، العنب، نباتات الزينة، لمكافحة الذبابة البيضاء والتريبس، ويرقات حرشفية الأجنحة، الحلم، حفارات الأنفاق، المن وخنفساء بطاطس كلورادو وله نشاط ضد بيض بعض الأنواع. طريقة تأثيره هي عدم ازدواج الفسفرة التأكسدية. وفي عام ٢٠٠٠م ألغت وكالة حماية البيئة تسجيله على القطن بسبب خطورته على الطيور وتم تسجيله في عام ٢٠٠١م للاستخدام على نباتات الزينة في البيوت المحمية.

كلورفنابير (بيرات، ألرت)
CHLORFENAPYR (Pirate®, Alert®)

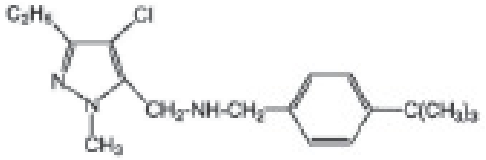


4-bromo-2-(4-chlorophenyl)-1-ethoxymethyl-5-trifluoromethylpyrrole-3-carbonitrile

البيرازولات
PYRAZOLES

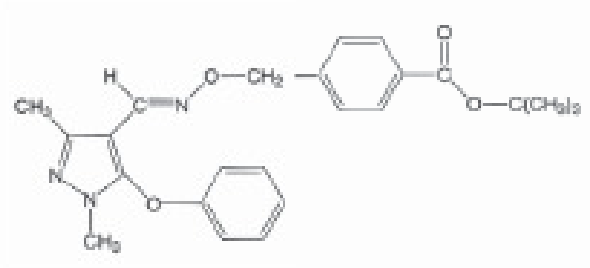
تتكون هذه المجموعة من التيبيوفينبيراد tebufenpyrad والفنبيروكسيمات fenpyroximate (غير موضح). وهما أساساً مبيدات حلم غير جهازية، سامة بالملامسة، وعن طريق المعدة، ولهما تأثيرات محدودة على السيليد (psylla)، المن، الذبابة البيضاء والتربس. يجرب مركب تيبيوفنبيراد (بيرانيكا، ماساي) على القطن، فول الصويا، الخضراوات، الفواكه التفاحية، العنب، والموالح. وكان أول تسجيل له بالولايات المتحدة عام ٢٠٠٢م للاستخدام على نباتات الزينة في البيوت المحمية. ويكافح مبيد فينبيروكسيمات (أكاباك، ديناميت) كل أطوار الحلم، ويسبب صدمة سريعة، يثبط إنسلاخ الأطوار الغير ناضجة من الحلم، وله تأثير متبقي طويل. ومن المركبات الجديدة في هذه المجموعة إيثبرول (كربكس Curbex®) وتولفينبيراد (OMI-88). والإيثبرول له نشاط واسع ضد الحشرات الماصة والماصة ويُؤمل استخدامه لمكافحة هذه الآفات في الأرز والقطن، البرسيم، الفول السوداني وفول الصويا وبعض الفواكه والخضراوات. أما تولفينبيراد فهو فعّال ضد آفات اللفت والقرعيات وهما غير مسجلان في الولايات المتحدة. وطريقة تأثير هذه المركبات هي تثبيط انتقال الألكترون في الميتوكوندريا في مركز إنزيم NADH-Co Q reductase ، مما يسبب خلل في إنتاج الأدينوزين ثلاثي الفوسفات (ATP).

تيبيوفنبيراد (بيرانيكا، ماساي)
TEBUFENPYRAD (Pyranica®, Masai®)



4-chloro-N[[4-(1,1-dimethylethyl)phenyl]methyl]-
3-ethyl-1-methyl-1H-pyrazole-5-carboxamide

فينبيروكسيمات (آكابان، دينامايت)
FENPYROXIMATE (Acaban®, Dynamite®)

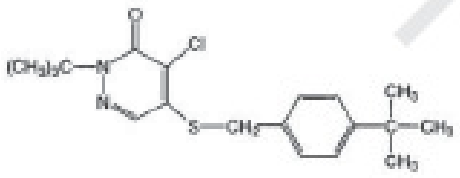


Tert-butyl (E)-α-(1,3-dimethyl-5-phnoxypyrazol-4-ylmethyleneamino oxy)-p-toluate

البيريدازينونات
PYRIDAZINONES

بيريدابن pyridaben (نكستر Nextex®، سانمايت Sanmite®) هو المركب الوحيد في هذا القسم، وهو مبيد حشرات وحلم اختياري بالملامسة، يؤثر على الحلم، التربس، المن، الذباب الأبيض، ونطاطات الأوراق. المبيد مسجل للاستخدام على الأشجار التفاحية، اللوز، الموالح، نباتات الزينة في البيوت المحمية. وله تأثير ذو أثر باقي طويل غير عادي، ويسبب صدمة سريعة، في مدى واسع من درجات الحرارة، ويثبط انتقال الكترونات الميتوكوندريا عند الموقع ١.

بيريدابن (نكستر، سانمايت)
PYRIDABEN (Nexter®, Sanmite®)



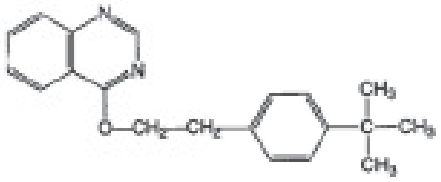
2-tert-butyl-5-(4-tert-butylbenzylthio)-4-chloropyridazin-3-(2H)-one

كوينازولينات
QUINAZOLINES

لهذه المجموعة تركيب كيماوي فريد، وتحتوي على مبيد حشري واحد فقط هو فينازاكوين fenazaquin (ماتادور Matador). وهو مبيد حلم، بالملامسة وعن طريق المعدة، له تأثير إبادي على البيض، يسبب صدمة سريعة، ويكافح كل أطوار الحلم، لم يسجل بعد في الولايات المتحدة، ويستخدم على القطن والفواكه التفاحية

واللوزيات (ذات الغلاف الحجري)، الموالح، العنب، نباتات الزينة. يؤثر عن طريق تثبيط انتقال الإليكترونات في الميتوكوندريا عند الموقع ١.

فينازاكوين (ماتادور)
FENAZAQUIN (Matador®)



4-[[4-(1,1-dimethylethyl)phenyl]ethoxy] quinazoline

مجموعة البنزويل يوريا
BENZOYLUREAS

مجموعة مركبات البنزويل يوريا قسم مختلف تماماً من المبيدات الحشرية، تعمل كمواد منظمة لنمو الحشرات (IGRs). وهي ليست مبيدات تقليدية تهاجم الجهاز العصبي المركزي في الحشرات، ولكنها تتداخل في عملية تكوين الكيتين، وتمتص عن طريق التغذية أسرع منها عن طريق الملامسة. وفائدتها الكبيرة هي مكافحة يرقات حرشفية الأجنحة، ويرقات الخنافس.

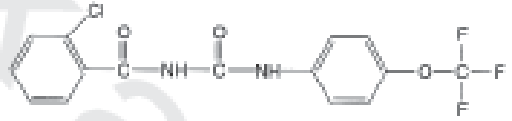
كان أول استخدام لهذه المركبات في أمريكا الوسطى عام ١٩٨٥م، لمكافحة التزايد الشديد في أعداد الأنواع المقاومة من ديدان ورق القطن (*Spodoptera* spp., *Trichoplusia* spp.). وقد أدى سحب مبيد البيض كلوردميفورم chlordimeform إلى صعوبة كبيرة في مكافحة هذه الأنواع بسبب مقاومتها العالية لكل أقسام المبيدات الحشرية تقريباً، بما فيها البيروثرويد.

أول مركبات هذه المجموعة مبيد ترايفلوميورون Triflumuron (ألسيستن) الذي أنتجته شركة باير الألمانية عام ١٩٧٨م، ثم تبعه كلورفلوازيورون Chlorfluazuron (أتابرون، هيلكس)، تفلوبنزيورون Teflubenzuron (تومليت، دارت)، هكسافلوميورون Hexaflumuron (ترويتو، كوتسلت)، فلوفنكسيورون Flufenoxuron (كاسكيت)، وفلوسيكلوكسيورون Flucycloxuron (انتدالين). ومن مركبات هذه المجموعة فلورازيورون Flurazuron، نوفاليورون Novaluron، وديافنثيورون Diafenthiuron. وأحدث مركب فيها لوفنيورون lufenuron (أكسور® Axor) عام ١٩٩٠م. ومن الغريب، أن أي منها غير مسجل في الولايات المتحدة باستثناء الهكسافلوميورون المسجل عام ١٩٩٣م. وهناك اختيارات متاحة لمركبات جديدة لوجود مركبان جديدان من

المجموعة ظهرت حديثاً هما بيستراي فليورون Bistrifluron (DBI-3204) وهو فعّال ضد حرشفية الأجنحة والذباب الأبيض على الفاكهة والخضراوات والنوفيلوميورون Noviflumuron (XDE007) يتوقع استخدامه ضد النمل الأبيض.

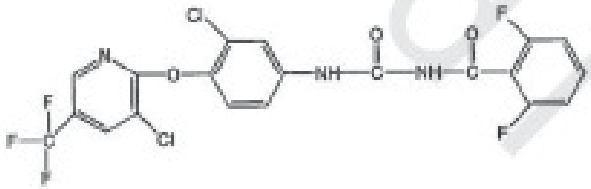
المركب الوحيد المسجل في الولايات المتحدة من هذه المجموعة هو دايفلوبنزيورون diflubenzuron (ديميلين، أدبت، ميكرومايت)، سُجل عام ١٩٨٢م لمكافحة الفراشة الغجرية، سوسة لوز القطن، يرقات حرشفية الأجنحة في الغابات، يرقات حرشفية الأجنحة في فول الصويا، ذباب عش الغراب، وهو مسجل الآن لعدد كبير من الاستخدامات.

ترايفلوميورون (ألسيستن)
TRIFLUMURON (Alsystin®)



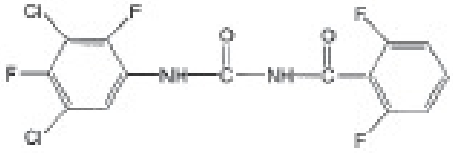
2-chloro-N-[[[4-(trifluoromethoxy)phenyl]-amino]carbonyl]benzamide

كلورفلوازيورون (أتابرون، هيلكس)
CHLORFLUAZURON (Atabron®, Helix®)



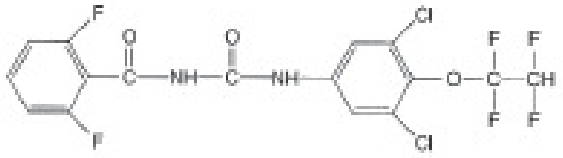
N-[4-(3-chloro-5-trifluoromethyl-2-pyridyloxy)-3,5-dichlorophenyl]-N'-(2,6-difluorobenzoxyl) urea

تفلوبنزيورون (دارت، نوملت)
TEFLUBENZURON (Dart®, Nomolt®)



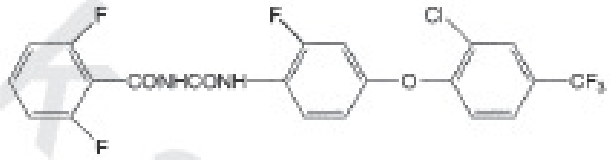
1-(3,5-dichloro-2,4-difluorophenyl)-3-(2,6-difluorobenzoyl) urea

هكسافلوميورون (تروينو، كونسلت)
HEXAFLUMURON (Consult®, Trueno®)



1-[3,5-dichloro-4-(1,1,2,2-tetrafluoroethoxy)phenyl]-3-(2,6-difluorobenzoyl) urea

فلوفينوكسيورون (كاسكاد)
FLUFENOXURON (Cascade®)



1-[4-(2-chloro-α,α,α-trifluoro-*p*-tolyloxy)-2-fluorophenyl]-3-(2,6-difluorobenzoyl) urea

فلوسيكلوكسيورون (أندالين)
FLUCYCLOXURON (Andalin®)

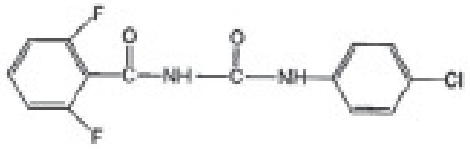
1-[α-(4-chloro-α-cyclopropylbenzylideneamino-oxy)-*p*-tolyl]-3-(2,6-difluorobenzoyl) urea

ويؤثر مبيد الدايفلوبنزيورون diflubenzuron على يرقات معظم الحشرات بتثبيط تكوين الكيتين، وهو جزء حيوي وغير قابل للتلف في الهيكل الخارجي للحشرات. ومن التأثيرات الثابتة على اليرقات: تمزق الكيوتيكل المشوه، أو الموت جوعاً. وعند تعرض إناث سوسة اللوز للمبيد فإنها تضع بيض لا يفقس. ويمكن مكافحة يرقات البعوض بهذا المركب بمعدل صغير جداً، يصل إلى ١ جم / ايكر.

ومن المركبات التي تثبط تكوين الكيتين، سيروميازين cyromazine (ترايجارد)، وهو يتبع مجموعة الترايازينات وليس من البنزويل يوريا، وهو اختياري تجاه أنوع ثنائية الأجنحة، ويستخدم لمكافحة حفارات الأنفاق في الخضراوات ونباتات الزينة، ويقدم مع غذاء الدواجن، أو يرش لمكافحة الذباب في سماد مزارع الدواجن وإنتاج

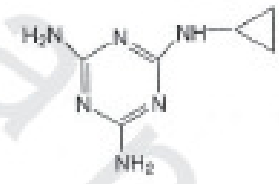
البيض، أو يخلط مع سماد مزارع عش الغراب، لمقاومة بعض الذباب التي تتغذى يرقاته على الفطريات وعش الغراب (fungus gnats).

دايفلوبنزورون (دميلين، أدبت، ميكروميت)
DIFLUBENZURON (Dimilin®)



1-(4-chlorophenyl)-3-(2,6-difluorobenzoyl) urea

سيرومازين (ترايجارد)
CYROMAZINE (Trigard®)



N-cyclopropyl-1,3,5-triazine-2,4,6-triamine

المنشطات
SYNERGISTS

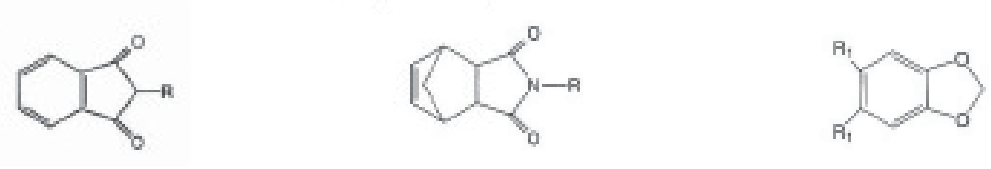
لا تعتبر المنشطات نفسها سامة أو مبيدات حشرية، ولكنها مواد تستخدم مع المبيدات الحشرية فقط لتنشيط، أو زيادة نشاط المبيدات الحشرية. وتضاف المنشطات لبعض المبيدات الحشرية بنسبة ٨ : ١ أو ١٠ : ١. وأُدخلت أول مادة منشطة عام ١٩٤٠م، لزيادة فاعلية البيرثرم، ومنذ ذلك الحين أُدخلت عدة مواد، ولكن القليل منها ما زال يسوّق، بسبب التكلفة وعدم الفاعلية. وتوجد المنشطات عملياً في كل عبوات "قنابل" الإيروسولات لزيادة فاعلية الصدمة السريعة لمبيدات البيرثرم، الأليثرين وأحياناً الرسميثرين، ضد الحشرات الطائرة.

وبرغم إنتاجها في البداية لتنشيط البيرثرم، فقد لوحظ أنها تنشط بعض وليس كل مبيدات الفوسفور العضوية، الكلورين العضوية، الكاربمات، وكذلك قليل من المبيدات الحشرية المستخلصة من النباتات.

وطريقة تأثير المواد المنشطة هي تثبيط إنزيمات الأكسدة ذات الوظائف المختلطة (MFO) التي تمثل المواد الغريبة، وهي في هذا المثال البيرثرم ومشتقاته.

وتنتمي المنشطات الشائعة لاثنين فقط من المجاميع الجزيئية ، الأولى هي مجموعة الميثلين دايوكسي فينيل حيث تمثل (R_1 , R_2) سلاسل كربون بسيطة ، أو متصلة بأكسجين ، أو مجاميع أخرى ذات تراكيب مختلفة.

والجزء المنشط الثاني ليس له اسم واحد ، ولكنه يميز بأحد التراكيب التالية :

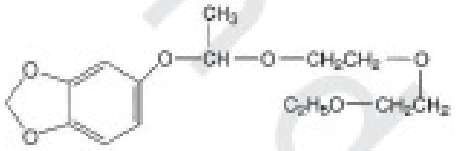


لاحظ أن التراكيب الثلاثة تحتوي على حلقة خماسية ، وبها ذرتان أكسجين. ولأن طريقة تأثيرها هي تثبيط الإنزيمات التي تمثل المبيدات ، فيحتمل أن يكون هذا التركيب الفراغي الثلاثي الأبعاد هو الأكثر فعالية عامة في الارتباط بالإنزيم.

وتستخدم المنشطات عادة في محاليل الرش المجهزة ، للاستخدام في المنازل ، الحدائق ، الحبوب المخزونة ، وعلى حيوانات المزرعة وخاصة حظائر الماشية. وسجل البيرينون كروب سبراي Pyrenone Crop Spry® عام ١٩٨٨م للاستخدام على العنب ، الخضراوات الورقية ، والتوت.

سيسامكس (سيسوكسان)

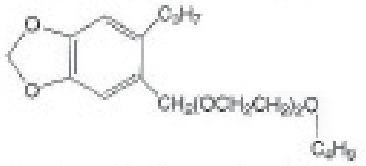
SESAMEX (Sesoxane®)



2- (2-ethoxyethoxy)ethyl-3,4-(methylenedioxy) phenyl acetal of acetaldehyde

بيرونيل بيوتوكسيد

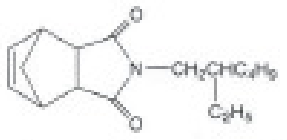
PIPERONYL BUTOXIDE



α-[2- (2-butoxyethoxy) ethoxy]-4,5-methylenedioxy-2-propyltoluene

م ج ك ٢٦٤

MGK 264®



N- (2-ethylhexyl) -5- norbomene – 2,3- dicarboximide

كان السيسامين (Sesamin) هو أول مادة تكتشف وتستخرج من زيت السمسم، وهو يحتوي على مجموعة الميثلين دايوكسي فينيل. وكما ذكر سابقاً، فالعديد من المركبات التي تحتوي على هذه المجموعة تعد منشطات. ولكن يوضح هنا تركيب البيبرونيل بيوتوكسيد والسيسامكس فقط. والإم جي كي ٢٦٤ ينتمي إلى مجموعة "بلا اسم (no-name)" وظهر عام ١٩٤٤م. استخدمت هذه المواد بكميات كبيرة، معظمها في محاليل رش حيوانات المزرعة، وأماكن إيواء الحيوانات.

باختصار، تستخدم المنشطات في العديد من خلائط المبيدات الحشرية، للمنازل، والحدائق، والحظائر. وطريقة تأثيرها هي ارتباطها بإنزيمات الأكسدة التي يمكن أن تحطم المبيد الحشري.

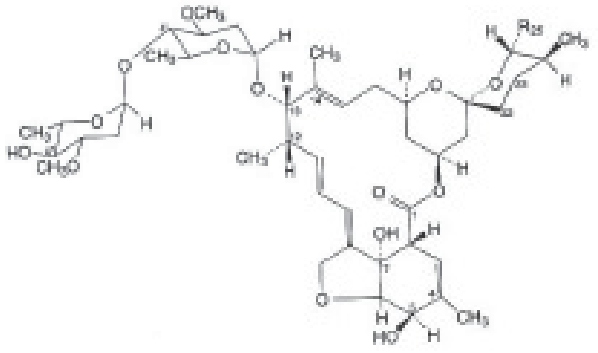
المضادات الحيوية — الأفرمكتينات
ANTIBIOTICS - AVERMECTINS

تعرف المضادات الحيوية عادة بالبنسلين، والتتراسيكلين، والكلورامفنيكول، المستخدمة ضد الأمراض البكتيرية، في الإنسان والحيوانات الأليفة. إلا أنه توجد مجموعة جديدة من المركبات تُعرف بالأفرمكتين (avermectins)، وهي مبيدات حشرية، أكاروسية، وضد الديدان، عزلت من تخمير إفرازات بكتريا الاستربتوميسس أفرميتيس *Streptmyces avermititis* التابع لعائلة الاكتينومايسيت (actinomycete).

الأبامكتين هو الاسم الشائع للأفرميكتين، وهو مخلوط من مركبات الأفرمكتين يحتوي ٨٠٪ أفرمكتين ب١أ، ٢٠٪ أفرمكتين ب ١ب، وهي مركبات متشابهة، لها نفس النشاط البيولوجي تقريباً. ومركب كلنش (Clinch®) مسجل كطعم ضد النمل الناري، ويستخدم الأفيد (Avid®) كمبيد حلم ومبيد حشري.

ويستخدم الأبامكتين كمبيد أكاروسي، وحشري على القطن، الموالح، الفواكه، أشجار اللوز، الخضراوات، نباتات الزينة والمروج، بمعدل من ٠,٠٠٥ إلى ٠,٠٢٥ رطل (٢,٢٥–١١ جم) مادة فعالة/ايكر، لمكافحة الحلم، وحفارات الأنفاق، وبسيليد الكمثرى (pear psylla)، والنمل الناري.

ابامكتين، افرميكتين ب، (أجري-مك، زيفر، كلينش، أفيد)
ABAMECTIN, AVERMECTIN B1 (Agri-Mek®, Zephyr®, Clinch®, Avid®)



بنزوات الإيماميكتين Emamectin benzoate (بروكليم، دينم Proclaim®, Denim®) تم تسجيله في ١٩٩٩م وهو من مشابهات الأباميكتين، وينتج بنفس طريقة تخمره. وهو مبيد حشري ومعدي، يستخدم على القطن، فول الصويا، الذرة، الفول السوداني، والخضراوات، لمكافحة يرقات حرشفية الأجنحة أساساً، بمعدل ٠,٠٠٧٥ – ٠,٠١٥ رطل (٣,٥–٧ جم) مادة فعالة / ايكر. ويحدث له تحطم ضوئي سريع على أسطح الأوراق. وتتوقف اليرقات عن التغذية بعد وقت قصير من المعاملة، ويحدث لها شلل غير عكسي، وتموت خلال ٣ – ٤ أيام.

وطريقة التأثير السام لهذه المركبات هي غلق الناقل العصبي، حمض الجاما أمينو بيوتريك (GABA) عند مناطق الاتصال العصبي العضلي في الحشرات والحلم. ويتوقف النشاط الواضح، مثل التغذية، ووضع البيض، بعد فترة قصيرة، برغم أن الموت لايمكن حدوثه بعد عدة أيام.

والأباميكتين له بعض الخصائص الجهازية الموضعية، مما يسمح له بقتل الحلم على السطح السفلي للأوراق، عند معاملة السطح العلوي فقط. وتوضح هذه الخاصية أيضاً نجاحه في مكافحة حفارات الأنفاق، وثاقبة أوراق القطن. ميلبيمكتين milbemectin (ميسا Mesa®، كرومايت Koromite®، ميلبكنوك Melbeknock®) مبيد ضد الحلم وضد الحشرات الثاقبة الماصة تم إدخاله في هذه المجموعة وينتظر تسجيله للاستخدام على عدد كبير من المحاصيل.

المدخنات
FUMIGANTS

المدخنات هي جزيئات عضوية صغيرة، متطايرة فوق درجة حرارة ٤٠ فهرنهيت. وهي عادة أثقل من الهواء، وعامة تحتوي على واحد، أو أكثر من الهالوجينات (كلور أو بروم أو فلور)، ومعظمها عالية النفاذية، وتنتشر (تتغلغل) خلال الكتل الكبيرة من المادة. وتستخدم المدخنات لقتل الحشرات، بيوض الحشرات، وبعض الكائنات الدقيقة في المباني، المخازن، مخازن الغلال، التربة، البيوت المحمية، والمواد المعلبة، مثل الفواكه المجففة، الفاصوليا، الحبوب، حبوب الإفطار.

المدخنات كمجموعة، مواد مخدرة، بمعنى أن طريقة تأثيرها طبيعي أكثر منه كيميائي. والمدخنات تذوب في الدهون، لها أعراض شائعة، وتأثيراتها عكسية. ويتغير نشاطها قليلاً بالتغيرات التركيبية في جزيئاتها. والمواد المخدرة تساعد على التخدير، النوم، أو فقدان الوعي، وهذا هو تأثيرها في الحشرات.

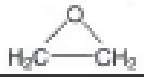
الذوبان في الدهون عامل هام في تأثير المدخنات، حيث تستقر هذه المواد المخدرة في الأنسجة المحتوية على الدهون، والتي توجد في الجهاز العصبي. وتوضح القائمة المذكورة لاحقاً بعض أسماء وتراكيب المدخنات الأكثر شيوعاً.

بروميد الميثيل Methyl bromide: يعتبر بروميد الميثيل أكثر المدخنات استخداماً على مستوى العالم، ٦٨٤٢٤ طن متري في عام ١٩٩٦م، استخدم نصفها تقريباً في الولايات المتحدة. ويستخدم غالباً لمعاملة التربة قبل الزراعة، ويمثل ذلك ٧٠٪ من استخداماته. ويبلغ استخدامه في الحجر الزراعي العالمي ٥ – ٨٪، بينما يستخدم ٨٪ منه لمعاملة المواد المعرضة للتلف، مثل الزهور، والفواكه، و١٢٪ لمعاملة مواد المنتجات الغير قابلة للتلف، مثل الخشب واللوز. ويستخدم ٦٪ منه لمعاملة المباني، مثل تدخين الأخشاب في المباني المصابة بالنمل الأبيض (C & E News, Nov. 9. 1998).

ونتيجة لتعديلات ١٩٩٠م على قانون الهواء النقي، سيقل إنتاج واستيراد الولايات المتحدة منه بنسبة ٢٥٪ في ١٩٩٩م مقارنة بمستويات عام ١٩٩١م. ويجب خفض ٥٠٪ من إنتاجه في عام ٢٠٠١م، ثم ٧٠٪ في عام ٢٠٠٣م، وإلغائه تماماً عام ٢٠٠٥م. وطبقاً لاتفاقية مونتريال فعلى الدول النامية وقف إنتاجه في ٢٠١٥م (C & E News, Nov. 9. 1998).

ويحتمل عدم توفر بدائل لبروميد الميثيل في الوقت المحدد لوقف إنتاجه، ومن الصعب استبداله، بسبب انخفاض تكاليفه، وتأثيره على عدد كبير من أنواع الآفات. ولتوقف استخدام بروميد الميثيل تبعات اقتصادية قوية وأعطت وكالة حماية البيئة الأولوية لإيجاد وتسجيل بدائل له. تم تسجيل قليل من المواد للاستخدام بدلاً من بروميد الميثيل في بعض التطبيقات وسجل مركب ١،٣- ثاني كلوروبروبين 1,3-dichloropeopene (تيلون Telon®) عام ٢٠٠١م لتدخين التربة قبل الزراعة في الفراولة والطماطم وتشمل المدخنات الجديدة التي تم تسجيلها أيودو الميثان iodomethane (ميداس Midas®) وهو عبارة عن أيودوالميثيل وميتام- بوتاسيوم (K-PAM وكرتين Curtin®) سيتم استخدامهما لتدخين التربة، مثال آخر فلوريد السلفاريل sulfuryl floride (فيكان Vikane®) ويستخدم كمدخن، في المناطق السكنية والتجارية، ولكن لا يمكن استخدامه لمعاملة الغذاء، أو الحبوب، أو النباتات.

استخدم غاز الفوسفين PH_3 محل بروميد الميثيل في بعض التطبيقات، مثل معاملة الحبوب والمواد الغذائية. وتستخدم الفوسفيدات المعدنية، مثل فوسفيد الألمونيوم أو الماغنسيوم، والتي تتفاعل مع الرطوبة الجوية لينتج غاز الفوسفين. ولكن الفوسفين متلف جداً للمواد الطازجة، ويدمص بشدة على التربة ولذا لا يصلح كمدخن للتربة، ويسبب تآكل بعض المعادن الشائعة. وسيستمر البحث عن بديل لبروميد الميثيل. ويستبعد احتمال إيجاد بديل جيد له.

التركيب الكيماوي	الاسم الكيماوي	
CH_3Br	Methyl bromide	بروميد الميثيل
CH_3I	Methyl Iodide	أيوديد الميثيل
$Br\ CH_2\ CH_2\ Br$	Ethylene dibromide	ايثلين داي بروميد**
$Cl\ CH_2\ CH_2\ Cl$	Ethylene dichloride	ايثلين داي كلوريد
HCN	Hydrogen cyanide	سيانيد الهيدروجين
SO_2F_2	Sulfuryl fluoride (Vikane®)	سلفوريل فلوريد
$CH_3\ NH\ \overset{S}{\overset{\|}{C}}-S-K$	K-Pam	ك– بام
$CH_3\ NH\ \overset{S}{\overset{\|}{C}}-S-Na$	Vapam®	فابام
$Cl\ CH = CH–CH_2\ Cl$	Telone II®	تيلون II
$Cl\ CH=CH\ CH_2\ Cl + Cl\ CH_2\ \overset{Cl}{\overset{\|}{C}}HCH_3$	D-D®	د . د **
$CH_2\ C\ Cl_3$	Chlorothene	كلوروثين
$Br\ CH_2\ \overset{Br}{\overset{\|}{C}}H\ CH_2\ Cl$	Nemagon® (DBCP)	نيماجون*
	Ethylene oxide	ايثلين أكسيد
PH_3	Phosphine gas	غاز الفوسفين
	Naphthalene (crystals)	نافثالين (بلورات)
	p-dichlorobenzene (PDB crystals)	بارا-داي كلوروبنزين

* ألغي استخدامه بواسطة وكالة حماية البيئة عام ١٩٨٠م

** ألغي استخدامه بواسطة وكالة حماية البيئة عام ١٩٨٦م

المواد الطاردة للحشرات

INSECT REPELLENTS

اشتملت المواد الطاردة من الناحية التاريخية على الدخان، ونباتات تعلق في المساكن، أو تدلك على الجلد كنبات طازج أو مخمر، والزيوت، والزفت، والقطران، وأنواع مختلفة من التربة، توضع على الجسم. كما أن رش بول الإبل على الملابس كان مفيداً في بعض الأماكن، برغم أنه محل استفهام. كما استخدمت بللورات

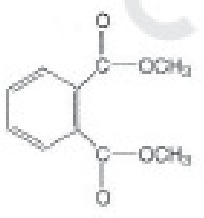
الكامفور المنثورة بين المواد الصوفية لعشرات السنين، لطرد عثة الملابس. وقبل أن يتمكن الإنسان من الوصول إلى معرفة آلية الشم في الحشرات وسلوكها، كان يفترض أن المادة إذا كانت كريهة للإنسان، فإنها بالمثل تكون طاردة للحشرات المزعجة.

وقبل الحرب العالمية الثانية كانت هناك أربعة مواد طاردة رئيسية فقط: (١) زيت السترونيلا واكتشف عام ١٩٠١م، واستخدم أيضاً كمادة معطرة، لمعاملة الشعر عند بعض الشعوب الشرقية، وربما لمقاومة القمل وغيره من المتطفلات الخارجية على الرأس، (٢) ثنائي ميثيل فثالات Dimethyl phthalate واكتشف عام ١٩٢٩م، (٣) إندالون Indalone، وأدخل عام ١٩٣٧م، (٤) روتجرز Rutgers ٦١٢، وتوفر عام ١٩٣٩م، وقد أوقف تصنيع المواد الأربعة.

ومع بداية هجوم الحرب العالمية الثانية، ودخول الجيش الأمريكي إلى بيئات جديدة، وخاصة المناطق الاستوائية، أصبح من الضروري إيجاد مواد طاردة جديدة، تدوم مع الوقت، ومع التخفيف بالعرق. والمادة الطاردة المثالية يجب أن تكون غير سامة، وغير مهيجة للإنسان، وغير ملونة، وتدوم طويلاً (١٢ ساعة)، ضد البعوض، الذباب القارض، البراغيث، واليساريع. ولسوء الحظ، فإن المادة الطاردة المثالية لم تكتشف حتى الآن. وبعض المواد الطاردة لها رائحة كريهة، تتطلب جرعات كبيرة، تكون زيتية أو فعالة لفترة قصيرة فقط، مهيجة للجلد، أو تسبب سيولة الدهانات والبلاستيك.

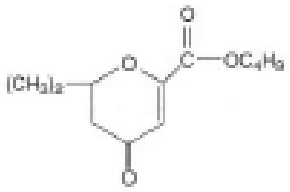
توجد المواد الطاردة للحشرات في أية صورة تجهيز يمكن تصورها، وتكون غير مخففة، أو مخففة في مذيب لمواد تجميلية مع إضافة بعض الروائح، أو في صورة إيروسولات، أو كريمات أو محلول غسيل، أو أنسجة (قماش) معاملة ليدلك بها الجلد، أو أصابع شمع، أو مساحيق، أو زيوت واقية من أشعة الشمس، أو مستحلبات لتقع الملابس عند الغسيل. وبغض النظر عن الصورة المجهز بها المادة فإن فترات الحماية التي توفرها تختلف باختلاف المادة الفعالة، الأفراد، البيئة العامة، نوع الحشرات، ميل الحشرات لها.

داي ميثيل فثالات
DIMETHYL PHTHALATE



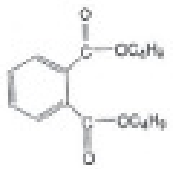
dimethyl 1,2-benzene dicarboxylate

إندالون
Indalone®



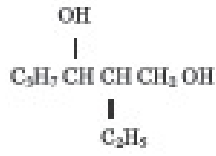
butyl 3,4-dihydro-2,2-dimethyl-
4- oxo- 2H- pyran -6- carboxylate

داي بيوتيل فثالات
DIBUTYL PHTHALATE



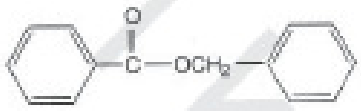
di-n-butyl phthalate

روتجرز ٦١٢
RUTGERS 612



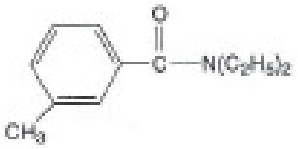
2- ethyl- 1,3- hexanediol

بنزيل بنزوات
BENZYL BENZOATE (ticks, chiggers)



benzyl benzoate

ديت (ديلفين)
DEET (Delphene®)

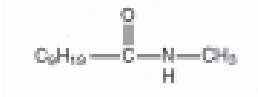


N,N- diethyl-m- toluamide

ماذا يحدث للمواد الطاردة بمجرد تطبيقها؟ لماذا لا تكون فعّالة أكثر من ساعة أو اثنين؟ لا توجد إجابة واحدة شافية، ولكن بصفة عامة، يكون السبب أنها تتطاير، تمتص بالجلد، تفقد بالاحتكاك بالملابس أو الأسطح الأخرى، وتجفف بالعرق. والتراكيب الكيميائية المرافقة هي للمواد الطاردة الأكثر شيوعاً في الاستخدام. ومن هذه المواد نجد ثنائي ميثيل تلوميد (دلفن ؛ ديت) هو أفضلها ضد الذباب القارض والبعوض. ومعظم هذه المواد فقدت تسجيلها خلال تعديلات قانون المبيدات الحشرية ، الفطرية، ومبيدات القوارض الفيدرالي عام ١٩٨٨م.

وهناك مادة طاردة جديدة سُجلت في وكالة حماية البيئة ١٩٩٩م ولم تُسوَّقْ تجارياً وهي مندا (MNDA "N-methyl neodecanamide") وفكرتها جديدة فهي لا تستخدم على الجسم لطرد الحشرات ولكنها تطبق على أرضيات وجدران المنزل والحمام والأسطح الأخرى لطرد الصراصير والنمل وسيجهز في صور متعددة الأغراض لجعل المنزل والمنطقة المحيطة طاردة لهذه الحشرات.

مندا MNDA



N-methylneodecanamide

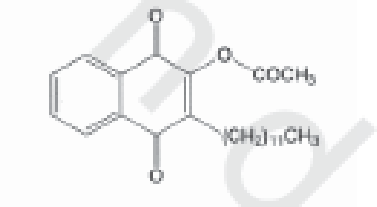
أقسام جديدة من المبيدات الحشرية
NEW NOVAL INSECTICIDE CLASSES

ظهرت ٦ أقسام جديدة من المبيدات الحشرية في بداية القرن الحادي والعشرون يختلف تركيبها عن تركيب الأقسام المعروفة ولو أن بعضها يحتوي أجزاء في تركيبه مشابهة لبعض هذه الأقسام والمعلومات عن هذه المبيدات الجديدة متناثرة لأن الإعلان عن منتجاتها ظهر حديثاً وسوف تظهر أمثلة جديدة لهذه الأقسام ومعلومات أكثر عنها في السنوات القادمة.

ميثوكسي أكريلات Methoxyacrylates: فلوأكريبيريم (تيتارون® Titaron) مبيد أكاروسي يستخدم على الفواكه ومُسجل في اليابان وهو الوحيد حالياً في هذه المجموعة.

النافثوكينونات Naphthoquinones: اسيكينوسيل (كانمايت® Kanemite، بايتون® Piton) مبيد حلم وفعّال ضد الحشرات، يستخدم على التفاحيات واللوزيات والموالح ونباتات الزينة وهو الوحيد في هذه المجموعة ولم يعرف طريقة تأثيره بعد وهو مُسجل في كوريا واليابان وغير مسجل في الولايات المتحدة.

اسيكينوسيل (كانمايت، بايتون)
ACEQUINOCYL (Kanemite®, Piton®)



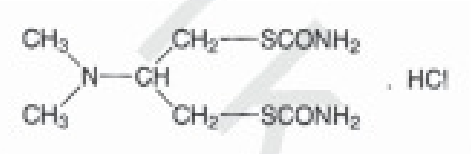
3-dodecyl-1,4-dihydro-1,4-dioxo-2-naphthyl acetate

مشابهات النيريستوكسين Nereistoxin analogues: تشمل هذه المجموعة الثيوسيكلام (Eviset®) والكارتاب (أجروتاب® Agrotap، إيتان® Eatan، بادان® Padan)، بنسلتاب (بانكول® Bancol) وصوديوم- ثيوسلتاب (بيلاروب® Pelarhope، هيلبر® Helper). وعُرفت مشابهات النيرستوكسين منذ عقود وهي سموم معدية ولها بعض السمية بالملامسة وبعض التأثيرات الجهازية. وتم تطوير واستخدام هذه المركبات بشكل أساسي في اليابان وهي مبنية على تركيب السم الطبيعي الموجود في الديدان البحرية *Lubriconereis heteropoda* والمشابهات المحضرة التي يتم تمثيلها إلى المركب الأصلي فيوستوكسين بعد تطبيقها هي الفعّالة فقط وعلى هذا تعتبر مركبات هذا القسم بادئات مبيدات تطبق في صورتها المحضرة ولكنها تمثل إلى مركب معين فعّال، وتظهر هذه المركبات اختيارية في تأثيرها على حشرات حرشفية وغمدية الأجنحة. والكارتاب مبيد يؤثر على مدى واسع من الحشرات وفعّال ضد حفار ساق الأرز ويستخدم البنسلتاب لمكافحة خنفساء بطاطس كلورادو وغيرها من الحشرات. ويستخدم

الصوديوم –ثيوسلتاب لمكافحة بعض الحنافس وآفات حرشفية الأجنحة على الأرز والفواكه والخضراوات. أما الثيوسيكلام فيستخدم لمكافحة حشرات مشابهة في عدة محاصيل.

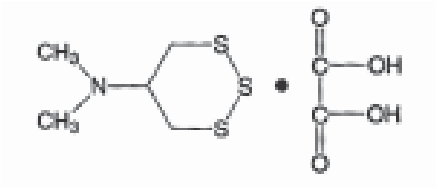
ومركبات هذا القسم تعمل كمنافس على مستقبل الأسيتيل كولين في التركيزات المنخفضة وفي حالة التركيزات الكبيرة تقوم بغلق القنوات. ورغم أن هناك اهتمام تجاري لاستخدام الثيوسيكلام في أمريكا إلا أنه لا يوجد أمثلة تجارية يتوقع تسجيلها في الولايات المتحدة.

كارتاب (أجروتاب، إيتن)
CARTAP (Agrotap®, Eatan®)



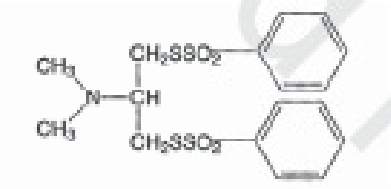
S,S'-2-dimethylaminotrimethylene bis (thiocarbamate) hydrochloride

ثيوسيكلام (إفيسكت)
THOCYCLAM (Evisect®)



N,N-dimethyl-1,2,3-trithian-5-amino hydrogen oxalate

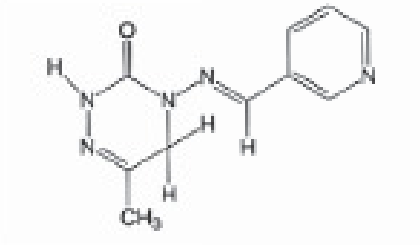
بنسولتاب (بانكول)
BENSULTAP (Bancol®)



S,S'-2-dimethylaminotrimethylene di(benzenethiosulfonate)

بيريدين آزوميثين Pyridine azomethine: بايميتروزين (فولفيل Fulfill®، إندفور Endeavor®) سُجل في ١٩٩٩م في وكالة حماية البيئة وله طريقة تأثير فريدة غير معروفة بالكامل. ويبدو أنه يمنع حشرات متشابهة الأجنحة من إدخال الرمح في أنسجة النبات ولم تستخدم أي مركبات من هذا القسم من قبل كمبيدات حشرية باستثناء هذا المركب. ويستخدم بايميتروزين لمكافحة المَنّ والذباب الأبيض في الخضراوات والبطاطس والتبغ والموالح والفواكه ونباتات الزينة، ورغم انخفاض سميته إلا أنه أظهر بعض الدلائل على تأثيرات سرطانية في الفئران والجرذان.

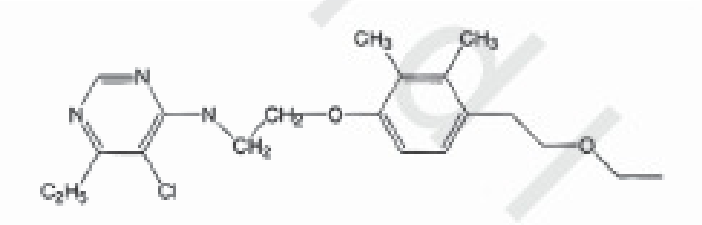
بايميروزين (فول فيل، إنديفور)
PYMETROZINE (Fulfill®, Endeavor®)



1,2,4-triazin-3(2H)-one, 4,5-dihydro-6-methyl-4-[(3-pyridinyl-ethylene)amino]

بيرميدين أمين pyrimidinamines: بيريميديفن (مايت كلين Miteclean®) مبيد ضد الحشرات وضد الحلم وكمبيد حلم فإنه يكافح العناكب وحلم الصدأ في الفواكه متساقطة الأوراق، الموالح، الخضراوات والشاي، وكمبيد حشري فإنه يكافح الفراشة ذات الظهر الماسي في الخضر، وهناك معلومات قليلة جداً عن المبيد الحشري الآخر من هذه المجموعة فلوفينريم (S-1560).

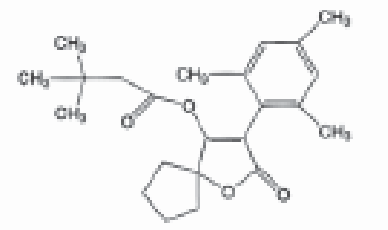
بيريميديفن (مايت كلين)
PYRIMIDIFEN (Miteclean®)



5-chloro-N-(2-[4-(2ethoxyethyl)-2,3-dimethylphenoxy]ethyl)-6-ethylpyridin-4-amine

أحماض التيرونيك Tetronic acids : اسبايرودايكلوفن spirodiclofen (إنفيدور Envidor®) وإسبايروميسايفن spiromesifen (بي.سي.ان. BSN2060 ٢٠٦٠) هما الوحيدان من هذه المجموعة الحديثة. اسبايرودايكلوفن له نشاط واسع ضد الحلم ويكافح حوريات البسيليد والحشرات القشرية الزاحفة وتأثيره جيد على البيض وعلى الأطوار الساكنة ويستخدم على الموالح واللوزيات والفاكهة التفاحية وذات الثمار الحجرية ويتوقع تسجيله الأولي في أمريكا وأوروبا واليابان في عام ٢٠٠٤م.

إسبايرودايكلوفن (إنفيدور)
SPIROMESIFEN (Envidor®)



3-mesityl-2-oxo-1-oxaspiro[4.4]non-3-en-4-yl-3,3-dimethylbutyrate

مركبات أخرى منوعة
MISCELLANEOUS

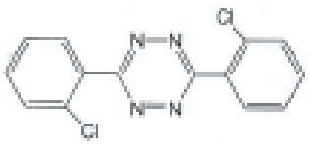
تم تحضير مركبات لها تركيب جزيئي جديد، بالطريقة الروتينية في مجال البحث عن مبيدات حشرية جديدة، لها طرق تأثير جديدة. المسجل منها اثنين فقط في الوقت الحاضر ،ولكن المجموعة سوف تزداد في السنوات التالية.

ونذكر هنا المواد الحديثة الناتجة من برامج R & D للمنتجين لأنها لا تنتمي لأي مجموعة من المجاميع المذكورة في هذا الفصل.

ينتمي الكلوفنتزين Clofentezine لمجموعة التترازينات الفريدة، ويستخدم أساساً كمبيد أكاروسي ، ومبيد للبيض، على أشجار الفاكهة المتساقطة الأوراق، الحمضيات، القطن، القرعيات، الكورمات، ونباتات الزينة.

والمركب الأحدث والمشابه هو ايتوكسازول Etoxazole (تيراسان® Terrasan، باروك® Baroque، سيكيور® Secure، تتراسان® Tetrasan) وسُجل ايتوكسازول كمبيد أكاروسي في نباتات الزينة في ٢٠٠٢م. وسوف يستخدم في القطن والتفاحيات والكرم واللوزيات ولا تعرف طريقة تأثير كلوفنتزين ولكنه يثبط نمو الحلم ولا تعرف كذلك طريقة تأثير إيتوكسازول.

كلوفنتيزين (أبوللو، أكاريستوب)
CLOFENTEZINE (Apollo®, Acaristop®)



3,6- bis (2-chlorophenyl) –1,2,4,5- tetrazine

يستخدم إنزون® Enzone (رابع ثيوكربونات الصوديوم) على العنب والموالح فقط، ويطبق بالماء، أو مع ري التربة. ويتحطم في التربة مكوناً ثاني كبريتيد الكربون، الذي يؤثر بسرعة، ويتحطم سريعاً، وهو فعال ضد النيماتودا وحشرات التربة، وكائنات التربة الممرضة.

وأحدث المبيدات المتنوعة هي بايريدانيل Pyridanyl وأميدوفلومت Amidoflumet. بايريدانيل (S-1812) فعّال ضد حرشفية الأجنحة والتربس وله ميزة مكافحة الحشرات المقاومة للبيروثرويدات. وينتظر استخدامه على القطن والخضراوات، ولا تعرف طريقة تأثيره. وأميدوفلومت (S-1955) مبيد أكاروسي لايعرف عنه إلا القليل لأنه في مراحل التطوير الأولي.

الصابون، المواد النشطة سطحياً، الزيوت البترولية
SOAPS, SURFACTANTS & PETROLEUM OILS

استخدمت تخفيفات الصابون لمقاومة آفات النبات ذات الجسم اللين مثل المن، الحلم العنكبوتي والبق الدقيقي منذ عام ١٧٨٧م، عندما ظهرت هذه الطريقة في المقاومة مكتوبة لأول مرة. وبلا شك، فإن الصابون قد استخدم قبل ذلك بفترة طويلة. وقد صنعت هذه المواد في أغلب الأحيان إما من الزيوت النباتية (بذرة القطن، الزيتون، النخيل، أو جوز الهند)، أو من الدهون الحيوانية، مثل دهن الخنزير، وزيت الحوت، وزيت السمك. وتكمن الفائدة الرئيسية للصابون في قدرته على تمزيق الكيوتيكل، وتكسير جدر الخلايا، مسبباً الموت السريع للحشرات وللحلم. ومع انخفاض التوتر السطحي للماء بدرجة كبيرة، فإنه يخترق فتحات القصيبات الهوائية للحشرات بسرعة، مما يقلل الأكسجين المتاح. وعلى ذلك فإن جزء من طريقة تأثير الصابون هو "غرق" الحشرات المعرضة له.

الصابون هو الملح القلوي للأحماض الدهنية، وكلاً من الصابون اليسر (أملاح البوتاسيوم) والصابون العسر (أملاح الصوديوم) يذوب في الماء، ولكن الصابون اليسر أكثر فاعلية. وعلاوة على ذلك، فإن أكثر أملاح الأحماض الدهنية كفاءة هي أملاح الأحماض الدهنية القريبة من طول السلسلة الكربونية لحمض اللوريك ($ك_{١٢}$)، وهي تشمل أحماض الكابرويك ($ك_{١٠}$)، ميرستيك ($ك_{١٤}$)، باليتيك ($ك_{١٦}$)، والاستياريك ($ك_{١٨}$). وعليه، فإن الصيغة الجزيئية لصابون ملح البوتاسيوم لحمض اللوريك هي:

$$C_{11}H_{23}COOK$$

وأصبح الصابون اليسر شائع الاستعمال منذ منتصف الثمانينات فقط. والمُنتج الرئيسي شركة ميكوجين التي تنتج المبيد الحشري إم- بيد(M-Pede®)، ومبيد الحزازيات والطحالب، دي موس (DeMoss®) وتم إيقافه، ومبيد الحشائش سايث (Scythe®). تيرجيتول Tergitol هو إيثوكسيلات كحول وهو مبيد ليرقات البعوض وهو عامل تبليل وتشتيت يقلل التوتر السطحي للماء فيؤدي تأثيره القاتل. وأخيراً زيوت تكرير البترول دام أويل Damoil وسن سبراي Sun spray وفولك Volck® وهي فعّالة ضد الحلم والحشرات على أشجار الفاكهة ونباتات الزينة. وهذه

الزيوت فعّالة ضد عدد كبير من الحشرات والأطوار الغير بالغة للحلم وبعض الفطريات. ويستخدم سن سبراي ضد البياض الدقيقي على نباتات الزينة في الخضراوات.

المركبات غير العضوية
INORGANICS

المبيدات الحشرية الغير عضوية هي تلك المركبات التي لا تحتوي على الكربون. وهي عادة بيضاء، بللورية، وتشبه الأملاح. وهي مواد كيماوية ثابتة، لا تتطاير، وغالباً تذوب في الماء. ويتم ذكرها هنا لأهميتها التاريخية.

فالكبريت كما ذكر في الفصل الأول، من المحتمل جداً أن يكون أقدم مبيد حشري فعّال. فلقد كان أجدادنا الأوائل يحرقون الكبريت، وشموعه، لأي غرض ممكن، ابتداءً من التدخين ضد بق الفراش، وحتى تطهير منزل تم عزله بالحجر الصحي لمرض الجدري. والكبريت مبيد حشري مفيد جداً في برامج المكافحة المتكاملة عندما يكون التخصص ضد الآفة المستهدفة عاملاً مهماً. ومساحيق تعفير الكبريت سامة، وبصفة خاصة للحلم من كل نوع مثل اليساريع، والحلم العنكبوتي، التربس، الحشرات القشرية حديثة الفقس، وكسم معدي لبعض يرقات حرشفية الأجنحة. كما تستخدم مساحيق تعفير ومحاليل رش الكبريت كمبيدات فطرية أيضاً وخاصة ضد البياض الدقيقي.

تم استخدام العديد من المواد غير العضوية الأخرى كمبيدات حشرية، تشمل مركبات الزئبق، البورون، الثاليوم، الزرنيخ، الأنتيمون، السيلينيوم، والفلور.

أخضر باريس (وهو أخضر بسبب محتواه من النحاس) أول مركب زرنيخي شائع الاستخدام، وهو زرنيخيت ذائب في الماء، ثم زرنيخات الرصاص، وأخيراً، ثالث وآخر هذه الزرنيخات هي زرنيخات الكالسيوم، والتي استخدمت لفترة على الخضراوات في الثلاثينيات، وعلى القطن في الثلاثينيات والأربعينيات.

الزرنيخات سموم معدية في الحقيقة، وتظهر تأثيرها السام بعد ابتلاع الحشرات لها. ويعزى تأثيرها لأيون الزرنيخيت arsenite، وأيون الزرنيخات arsenate، كما هو موضح في الفصل السابع عشر.

وللزرنيخات طريقة تأثير معقدة نوعاً ما: أولاً، تعمل على عدم ازدواج الفسفرة التأكسدية (استبدال الفوسفور بأيون الزرنيخيت)، وهي خطوة رئيسية في إنتاج الطاقة في الخلية، وثانياً، يثبط أيون الزرنيخات بعض الإنزيمات التي تحتوي مجاميع السلفاهيدريل أو الثيول (-SH). وأخيراً فكلاً من أيونات الزرنيخيت والزرنيخات تعمل على تخثر البروتين بتغيير الشكل، أو التوزيع الفراغي للبروتين.

وكانت المبيدات الحشرية الزرنيخية من الوسائل الزراعية المفيدة من ١٩٣٠م وحتى ١٩٥٦م، وهي فترة الانتقال من المركبات البسيطة إلى الجزيئات المُصنّعة المعقدة. وكانت هذه المركبات مسئولة عن البدء في تطبيق المبيدات الحشرية على مدى واسع، ومؤدية في النهاية للاستخدام المكثف للمبيدات الفطرية ومبيدات الحشائش في الزراعة الحديثة.

وتشمل مبيدات الفلور الحشرية أيضاً مركبات فلور عضوية، ولكنها كانت قليلة الأهمية، ونادرة الاستخدام. ومن مركبات الفلور الغير عضوية فلوريد الصوديوم، واستخدم ضد الصراصير، والنمل، حول المنازل، وفلوسيليكات الباريوم، فلوسيليكات الصوديوم، والكريوليت (NaF, Ba Si F_6, and Na_3 Al F_6). واستخدمت المركبات الثلاثة الأخيرة لفترة في وقاية النبات. وتم إعادة استخدام الكريوليت (كريوسيد) في السنوات الحديثة كمبيد حشري آمن على الفاكهة والخضراوات، ويستخدم في برامج الإدارة المتكاملة للآفات. ويثبط أيون الفلوريد العديد من الإنزيمات التي تحتوي الحديد، الكالسيوم، والماغنسيوم، ويدخل العديد من هذه الإنزيمات في إنتاج الطاقة في الخلايا، كما هو الحال في إنزيمات الفوسفاتيز phosphatase والفوسفوريلاز phosphorelase.

عاد حمض البوريك (H_3BO_4) المستخدم كمبيد حشري ضد الصراصير والحشرات المنزلية الزاحفة الأخرى في الثلاثينيات والأربعينيات للاستخدام مرة أخرى في بداية ٢٠٠٠م. ولأنه ملح، فهو غير متطاير، ويظل فعالاً لفترة طويلة، طالما كان جافاً وبتركيز كافٍ. وبالتالي فإن له أطول فترة نشاط باقي ضد الحشرات الزاحفة، وتجعله هذه الخاصية مفيد جداً ضد الصراصير من كل الأنواع عندما يوضع في فراغات الجدران وغيرها من الأماكن المحمية، التي يصعب الوصول إليها. وهو يؤثر كمبيد معدي، وكمادة تمتص شموع كيوتيكل الحشرات.

ويماثل ثنائي الصوديوم ثامن البورات حمض البوريك في تأثيره (تيم- بور؛ بورا- كير)، ويستخدم هذا الملح الذائب في الماء لمعاملة الخشب وغيره من منتجات الخشب، لمقاومة فطريات التحلل، النمل الأبيض، وغيرها من الآفات التي تصيب الخشب، كما يطبق أيضاً على الإطارات الخشبية أثناء البناء وقبل تجفيف الجدران، بواسطة العاملين في مجال مكافحة آفات المباني.

وآخر مجموعة من المركبات غير العضوية هي مجموعة السيليكا جيل (silica gels) أو السيليكا إيروجل وهي مركبات سيليكا خفيفة وبيضاء، كريمية الملمس، تستخدم لمكافحة آفات المنزل. وتقتل مركبات السيليكا الحشرات عن طريق امتصاص الشموع من كيوتيكل الحشرة، مما يؤدي إلى الفقدان المستمر للماء من جسم الحشرة، فتصبح الحشرات جافة بالتدريج، نتيجة فقد الماء. وتشمل هذه المركبات: دراي داي (Dri-Die®) وتم إيقافه، دريانون (Drianone®)، وسيليكيل مايكروسيل (Silikil Microcel®).

اختيارية مبيدات الحشرات
INSECTICIDE SELECTIVITY

تعتبر المبيدات وسيلتنا الرئيسية لمكافحة الحشرات، على الأقل حتى المستقبل القريب. ويجب علينا تزويدها بصور أخرى لمكافحة الحشرات. يجب استخدام المبيدات الاختيارية، وكذلك المبيدات الحشرية بطريقة اختيارية، حتى لا يقل تأثير الحشرات النافعة والأعداء الحيوية في أي برامج تتطلب التطبيق المتعدد للمبيدات.

وتؤثر المبيدات الحشرية على الحشرات المختلفة بطريقة مختلفة. فمبيد الحشرات القاتل لمجموعة من الحشرات ممكن أن يكون عديم أو قليل التأثير على مجموعة أخرى. إلا أنه وبصفة عامة، فإن معظم مبيدات الحشرات تقتل أنواع عديدة من الحشرات والمبيدات الحشرية ذات المدى الواسع هي التي تقتل أنواع أكثر عن غيرها من المبيدات.

والمبيد الاختياري هو الذي يكون سام لبعض الآفات، يكون عديم أو قليل التأثير على أنواع أخرى متشابهة. وكمثال، فإن مبيد الحشائش الاختياري هو الذي يقتل أنواع معينة غير مرغوبة من الحشائش، بينما يكون قليل أو عديم الضرر على المحصول. بعض المبيدات الفطرية متخصصة لدرجة أنها تكافح فطريات البياض الدقيقي فقط، ولكنها لا تكافح الفطريات الأخرى.

ومبيد الحشرات الاختياري يقتل حشرات معينة، ولكنه يحافظ على العديد أو على معظم الحشرات الأخرى، بما فيها الحشرات النافعة، وذلك إما من خلال اختلاف طريقة التأثير السام، أو طريقة استخدام المبيد. وإذا كان من المرغوب وجود مبيد حشرات متخصص لنوع معين فإن إنتاج هذا المبيد يكون غير اقتصادي للمنتج، حيث لا يتم بيع كميات من المبيدات المتخصصة للأنواع تكفي لتعويض تكاليف البحث، التطوير، والتسويق. ولذلك، تبحث صناعة المبيدات عن إنتاج مبيد متعدد الأغراض، واسع المدى، لا يكافح خنافس ورق شجرة الدردار فقط، ولكن يكافح سوس اللوز على القطن، يرقات حرشفية الأجنحة على الخضراوات، وفراشة الغجر في الغابات متساقطة الأوراق، البقة الخضراء في الحبوب الصغرى، سوسة البرسيم، دودة ثمار التفاح، والحشرات القشرية في الموالح. والمبيد الحشري متعدد الأغراض يعطي أحسن الحوافز الممكنة في السوق التجاري، فهو يرضي المزارعين والتجار.

يعني مبيد الحشرات الاختياري في أضيق استخدام للمصطلح، أن المادة الفعالة تكون سامة لمجموعة من الحشرات، وغير سامة للمجاميع الأخرى، وبمعنى آخر، تكون معظم مجاميع الحشرات من الناحية الفسيولوجية، أكثر تحملاً للمبيد عن المجاميع القليلة التي تقتل بالمبيد بسرعة. وبصورة أشمل، يستخدم معنى الاختياري لوصف مبيد الحشرات الذي لا يضر الأنواع النافعة من الحشرات بينما يقتل الحشرات الضارة.

وتنتج الاختيارية الفسيولوجية من الاختلافات بين الأنواع المستهدفة والغير مستهدفة في:

١- درجة نفاذية المبيد.

٢- ارتباط المبيد بالأنسجة أو فقده منها.

٣- سرعة إخراج المبيد ونواتج تمثيله.

٤- التغيرات الناتجة عن تمثيل المبيد أو إزالة سميته.

٥- أماكن التأثير السام أو الضرر البيوكيماوي.

٦- اختيارية متعددة العوامل يدخل فيها أكثر من عامل من العوامل السابقة.

(ولمناقشة الاختيارية الفسيولوجية بالتفصيل، ارجع إلى Hollingworth, 1976).

مبيدات الحشرات غير الاختيارية فسيولوجياً يمكن استخدامها اختيارياً إذا طبقت بطريقة يحدث فيها التأثير الضار على مجاميع معينة من الحشرات بدرجة أكبر من المجاميع الأخرى. ويتم تحقيق الاختيارية عن طريق توقيت التطبيق، الصورة المستخدمة من المبيد، مستوى الجرعة، وغيرها من الوسائل العديدة. ومن الناحية التطبيقية تعتبر الاختيارية هي الهدف العاجل المراد تحقيقه في برامج الإدارة المتكاملة الدقيقة للآفات. والاستخدام الاختياري للمبيد لقتل آفة معينة مع السماح للحشرات الأخرى، وخاصة النافعة، بالهروب من تأثير المبيد، يحقق نفس التأثير الاختياري الناتج من استخدام المبيدات الاختيارية فسيولوجياً. ويتطلب استخدام الاختيارية أن يضع المخطط في الحسبان وجود كلاً من الآفة والأنواع الأخرى المرغوبة. ويستغل بعض الاختلافات في أماكن وجودها، توزيعها، أو البيولوجية الخاصة بها، ليستخدم طريقة مميزة للتطبيق. وبرغم أن بعض المبيدات أكثر سمية فسيولوجياً لبعض الحشرات وبعض المبيدات له نفس السمية على الأنواع المختلفة، فإنه يمكن استخدامها بطريقة اختيارية للتأثير على الآفة بدرجة أكبر من التأثير على الحشرات النافعة. ويمكن تحقيق الاختيارية في مبيدات الحشرات ليس فقط بالسمية المحددة، ولكن أيضاً بالتوقيت الدقيق، حساب المعدلات الفعالة للتطبيق، استخدام المبيدات التي لها فترات بقاء قصيرة، طرق التطبيق مثل معاملة البذور، معاملة البقع المحددة بالمناطق التي يزيد فيها تعداد الآفة كثيراً على أعداد الحشرات النافعة، أو استخدام صور المبيدات التي تساعد على الحفاظ على حياة الحشرات النافعة كما يمكن تحقيق الاختيارية عن طريق نظام التطبيق أو الصورة المستخدمة من المبيد مع تحقيق الكفاءة في نفس الوقت ومثال ذلك استخدام الطعوم بدلاً من الرش العام. وعامة، يتم تحقيق الاختيارية بأحد الممارسات التالية:

١- استخدام المبيدات الاختيارية فسيولوجياً، السامة للآفة والغير سامة للأنواع الأخرى.

٢- التوقيت المناسب لتطبيق المبيد، بحيث تقل التأثيرات الضارة للمبيد على الأعداء الطبيعية للآفة لأقل درجة.

٣- تقليل الجرعات لمستويات تكون كافية لمكافحة الآفة المستهدفة، بينما تحافظ نسبياً على الأعداد الكبيرة من الأعداء الطبيعية للآفة المستهدفة والآفات الهامة الأخرى (Watson عام ١٩٧٥م).

والاستخدام الاختياري للمبيد ليس مسألة بسيطة. ويتطلب معرفة جيدة في معظم الحالات، ليس فقط بالآفة المستهدفة، ولكن أيضاً بالآفات الثانوية وبالأنواع النافعة. ويوجه الباحثون جهودهم نحو تكامل استخدام المبيدات الحشرية والحشرات النافعة. والمقاومة الفعالة للحشرات تتطلب كلاً من أبحاث السمية اللازمة لإنتاج وتطوير مبيدات حشرية اختيارية فسيولوجياً، والبحث البيئي التطبيقي في استخدام المبيدات المتاحة لتحقيق مقاومة اختيارية.

مبيدات الرخويات
Molluscicidies

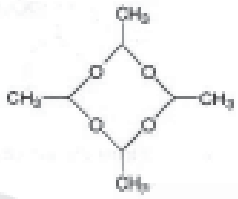
تشتمل الرخويات على المحاريات البحرية، السمك الصدفي، بلح البحر، الحيوانات البحرية القشرية، القواقع والبزاقات، ويتركز اهتمامنا هنا على القواقع والبزاقات. مبيدات القواقع هي المركبات التي تستخدم لمكافحة القواقع التي تعمل كعائل وسطي للطفيليات ذات الأهمية الطبية للإنسان، والتي تتغذى في الحدائق، البيوت المحمية، والحقول. تعتبر القواقع ذات أهمية بالغة من الناحية الطبية، خاصة قواقع المياه العذبة، التي تعمل كعائل وسطي لبعض الطفيليات التي تسبب مرض البلهارسيا، والديدان الكبدية في الإنسان، وكذلك كعائل وسطي لديدان الكبد والرئة في الإنسان، الكلاب، القطط، والحيوانات الأليفة. يعتبر القوقع الأفريقي العملاق *Achatina fulica* أهم آفات القواقع الأرضية المعروفة من الناحية الاقتصادية. تم دخول هذا القوقع إلى ميامي بولاية فلوريدا الأمريكية في عام ١٩٦٦م، عن طريق طفل ذو ثمانية أعوام، عند عودته من اجازته من هاواي، حاملاً في جيبه ثلاثة من هذه الآفات.

يستخدم مبيد القواقع ميتالدهيد (*metaldhyde*) حول البيوت في صورة طعوم، لمكافحة البزاقات والقواقع، منذ اكتشافه في عام ١٩٣٦م. ويُعزى استمرار ونجاح هذا المركب إلى جاذبيته وصفاته السامة. تضم المركبات الأخرى المستخدمة كطعوم، أو رش، مدخنات، أو سموم بالملامسة المواد الآتية: الميتالدهيد مضافاً إليه زرنيخات الكالسيوم، زرنيخيت الصوديوم، الرماد، كبريتات النحاس، ثاني كبريتيد الكربون، كلوردان، قطران الفحم، د.د.ت، ليندين، سيانيد الهيدروجين، مستحلب الكيروسين، غاز بروميد الميثيل، كلوريد الصوديوم، وداينيترو أورثو كريسيلات الصوديوم (sodium dinitroorthocresylate).

مبيد النيكلوزاميد Niclosamide (ويعرف سابقاً كلونترايد، ويعرف تجارياً باسم بيلوسيد ® Bayluscid) هو أكثر مبيدات القواقع المكتشفة نجاحاً. فهو سام لقواقع المياه العذبة بشكل خاص، والتي تعمل كعائل وسطي لبعض الطفيليات التي تسبب أمراض البهارسيا والديدان الشريطية الخطيرة. سُجِّلَ النيكلوزاميد بولايتي متشجان وويسكونسين لمكافحة القواقع الحاملة للأحياء الدقيقة التي تسبب الحكة للسباحين، وكذلك لمكافحة مرض

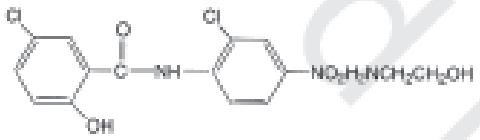
البلهارسيا في بورتوريكو (Puerto Rico). ومع ذلك وفي عام ١٩٩١م، فقد أُقف استخدامه من قبل هيئة حماية البيئة الأمريكية. ويستخدم هذا المركب كمبيد أسماك لمكافحة أسماك الجلكي البحرية (sea lampreys) بولاية البحيرات العظمى، ولكن له تأثيرات جانبية غير مستحبة على الأحياء المائية الأخرى كجراد البحر، الضفادع، والأسماك الصدفية، وله تأثير بسيط على البلانكتون والنباتات المائية الخضراء. ولذلك، يعتبر من المبيدات المحدودة الاستخدام، ويستخدم فقط من قبل الدوائر الحكومية.

ميتالدهيد
METALDEHYDE



polymer of acetaldehyde, or metacetaldehyde

نيكلوزاميد (بايلوسيد)
NICLOSAMIDE (Bayluscide®)

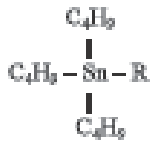


2',5-dichloro-4'-nitrosalicylanilide 2-aminoethanol salt

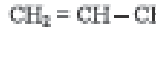
يستخدم مركب ثلاثي فينيل خلات القصدير (Triphenyltin acetate)، أو فنتين اسيتات، كمبيد فطري ومبيد طحالب، بالإضافة إلى خواصه كمبيد قواقع. ويمكن تطبيقه كمحلول رش في المناطق المصابة، أو كطعم سام، تتغذى عليه القواقع أثناء الليل. وهو غير مسجل في الولايات المتحدة.

معظم استخدامات مركبات ثلاثي بيوتيل القصدير (Tributyltin; TBT) الأساسية هي استخدامها " كطلاء مضاد للحشف البحري على القوارب وجسم السفن ". ويوجد ٢٠ منتج مسجل يحويان هذا المركب. و تتوقع وكالة حماية البيئة (EPA) إنتاج حوالي ٢٠٠,٠٠٠ رطل من هذه المواد المانعة لتلوث الطلاء سنوياً، ولها استخدامات أخرى، كمواد حافظة للأخشاب، وفي مصانع إنتاج الخمائر، عمليات صناعة الجلود، ومصانع الأنسجة. ويتم إعادة تقييم مركبات ت.ب.ت (TBT's)، بسبب سميتها للكائنات المائية الغير مستهدفة.

ترايبوتيل القصدير
TRIBUTYLIN (TBT)



أكرولين
ACROLEIN

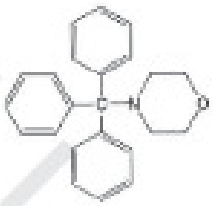


2- propenal

على الرغم من عدم تسجيل مبيد الحشائش المائية أكرولين (Acrolein) كمبيد قواقع، إلا أنه شديد الفعالية ضد القواقع شبه المائية عندما يستخدم لمكافحة الحشائش والطحالب في قنوات الري . ويمكن تطبيقه بواسطة أخصائيين متدربين فقط.

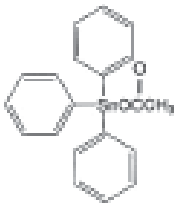
استخدم مركب ترايفنمورف Trifenmorph (Frescon®) بنجاح لمكافحة القواقع المائية التي تنقل البلهارسيا للإنسان، وكذلك القواقع المائية وشبه المائية التي تعمل كعائل وسطي للديدان الكبدية (Fascioliasis)، وقد تم إيقاف إنتاجه. استخدم ب.س.ب (PCP) أو خامس كلورو الفينول (Pentachlorophenol) في مصر لمكافحة القواقع الحاملة ليرقات ديدان دم الإنسان، المسببة لمرض البلهارسيا. ويستخدم هذا المركب لهذا الغرض في صورة مستحضر يتم تطبيقه مع المذيبات البترولية أو كمستحلب.

ترايفنمورف
TRIFENMORPH



N- tritylmorpholine

فنتن أسيتات(باتاسان)
FENTIN ACETATE (Batasan®)

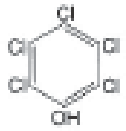


triphenyltin acetate

بوليستريم
POLYSTREAM

Chlorinated benzenes

بي سي بي
PCP



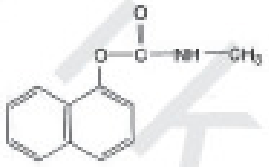
Pentachlorophenol

البولي ستريم (Polystream) خليط من حلقات بنزين مكلورة، أثبت كفاءته ضد حفار المحار (قوقع مفترس للمحار البري)، وهو مبيد قواقع، وطارد، ويستخدم كمبيد قواقع اختياري، يطبق في أماكن تواجد المحارات الأرضية أو أراضيها في مياه ولاية كينيكتيكت ونيويورك، ولم يستمر تسجيله.

سجل المبيد الحشري الميثيوكارب Methiocarb (ميزيرول® Mesurol) من مجموعة الكارباميات للاستخدام ضد البزاقات والقواقع، في وحول حدائق الزهور المنزلية وأشجار الزينة ويعتبر شديد الفعالية ضد هذه الآفات، وهو أيضاً طارد للعديد من أنواع الطيور.

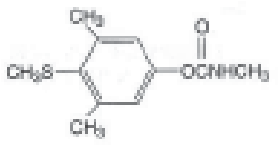
الكاربارايل (Carbaryl)، المبيد العام لحشرات الحدائق، من مجموعة الكارباميات، تم تجهيزه أيضاً كطعم سام للبزاقات والقواقع. ويتمتع هذا المبيد ببقاء جيد وفعالية متوسطة، وهو آمن للاستخدام في حدائق الخضار.

كاربارايل (سيفين)
CARBARYL (Sevin®)



1-naphthyl *N*-methylcarbamate

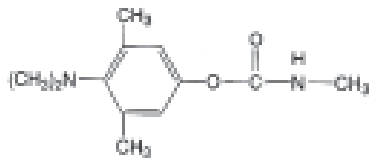
ميثوكارب (ميزيرول)
METHIOCARB (Mesurol®)



3,5-dimethyl-4-(methylthio)phenol methylcarbamate

ميكساكاربات (زكتران® Zectran " Mexacarbate) مركب آخر من مجموعة مبيدات الكارباميات الحشرية، ويجهز في صورة طعم سام لمكافحة القواقع والبزاقات، في وحول حدائق الزهور المنزلية وأشجار الزينة. يعتبر من أفضل مبيدات القواقع، ولكنه فقد تسجيله عام ١٩٩٢م أثناء محاولة تسجيله مرة أخرى. بالرغم من ذلك بدأ يظهر على السطح قليل من مبيدات القواقع ولكنها تحت الاختبار. وهي تنتمي إلى مركبات الحديد الفوسفاتية وتحت اسم تجاري فيرست تشويس® First Choice وسلاجو® Sluggo. وهي معدة للاستخدام لمكافحة القواقع والبزاقات على محاصيل الغذاء، نباتات الزينة، المرج والبيوت المحمية.

ميكساكاربات (زكتران)
MEXACARBATE (Zectran®)



4-dimethylamino-3,5-xylyl *N*-methylcarbamate

الفصل السادس

مبيدات النيماتودا
Nematicides

تُعرف الديدان الميكروسكوبية المستديرة التي تعيش في التربة أو الماء بالنيماتودا. يعيش الكثير منها معيشة حرة، ويعيش البعض الآخر متطفلاً على النباتات أو الحيوانات. تساعد بعض أنواع النيماتودا بطريقة غير مقصودة في إدخال ممرضات الجذور من الكائنات الحية الدقيقة إلى داخل النبات أثناء تغذيتها. يمكن للنيماتودا أن تجعل بعض أنواع نباتات المحاصيل عرضة للإصابة بمسببات مرضية أخرى، مثل أمراض الذبول، وعفن الجذور. وفي حالات أخرى، تجد أن النيماتودا نفسها تسبب المرض، محدثة خللاً في انسياب الماء والمواد الغذائية خلال نظام الأوعية الخشبية، مسببة تعقد الجذور، أو حرمان أجزاء النبات فوق سطح التربة من الغذاء، مسببة في النهاية تقزم النبات.

يغطي النيماتودا كيوتيكل غير منفذ يمدها بالحماية الكافية. ويجب أن تمتاز الكيماويات التي تُستخدم لمكافحتها بخاصية النفاذية. ونادراً ما تستخدم مبيدات النيماتودا في البيوت إلا في حالة الصوب الزجاجية أو في المزارع الباردة. في معظم الأحيان لا تستخدم ولا يجب أن تستخدم مبيدات النيماتودا بواسطة الأفراد العاديين؛ نظراً لخطورتها. وتقع المبيدات النيماتودية التجارية في أربعة مجموعات: (١) الهيدروكربونات المكلورة؛ (٢) الأيزوسيانات؛ (٣) مبيدات الفسفور العضوية الحشرية؛ (٤) مبيدات الكاربامات أو الأوكسيم الحشرية.

ويوجد القليل من هذه المبيدات في صورة مدخنات للتربة، هيدروكربونات مكلورة متطايرة، محتوية على ذرات الكلور أو البروم، والتي تحل محل ذرات الهيدروجين في الجزيء الهيدروكربوني. ولنجاح هذه المبيدات لابد وأن تتصف بضغط بخاري عالي، لتنتشر خلال التربة وتلامس النيماتودا في الطبقة الرقيقة (فيلم) المائية المحيطة بجزيئات التربة.

الهيدروكربونات المهلجنة
HALOGENATED HYDROCARBONS

اكتشفت الخواص الابادية لمركبي د.د (DD®) و إ.د.ب (EDB) ضد النيماتودا عامي ١٩٤٣م و ١٩٤٥م، وبسبب نجاحهما بدأ استخدام المبيدات النيماتودية المتطايرة على المستوي الحقلي. كانت جور البذور (مكان وضع

البذرة) في الحقول والبيوت المحمية تعامل بمواد مثل الكلوروبكرين (chloropicrin)، وثاني كبريتيد الكربون، والفورمالدهيد، ولكن هذه المواد غالية الثمن، وفي بعض الحالات متفجرة، وفي أحيان أخرى يلزم أن يكون السطح محكم الغلق، بسبب ارتفاع ضغطها البخاري.

وقد تم استخدام الـDD® والـ EDB بكثرة حتى عام ١٩٨٦م، وتم منع استخدام EDB بواسطة وكالة حماية البيئة، لأسباب تتعلق بصحة الإنسان، وتم استبعاد الداي كلوروبروبان من الـ DD وترك فقط الداي كلوروبروبين، الذي يباع تجارياً تحت اسم تيلون- ٢ (Telone II®) واينلاين (Inline®)، وتحت الاسم العام 1,3- Dichloropropene، ويتم حقنه في التربة قبل الزراعة بعدة أيام لقتل النيماتودا، والبيض، وبعض ممرضات التربة النباتية، وحشرات التربة. ويحتوي تيلون س- ٣٥ على ٣٥٪ كلوروبكرين.

أي. دي. ب EDB	دايكلوروبروبين DICHLOROPROPENE	دايكلوروبروبان (د.د) DICHLOROPROPANE (DD®)
$Br-CH_2-CH_2-Br$	$HC(Cl)-CH-CH_2(Cl)$	$H_2C(Cl)-CH(Cl)-CH_3$
ethylenedibromide	1,3- dichloropropene	1,2- dichloropropane

مركب ثاني كبريتيد الكربون (carbon disulfide) والمعروف بالاسم التجاري تريسكت (Trisect®) هو أول مركب يستغرق تسجيله أكثر من ١٠ سنوات كمبيد نيماتودي في صورة مدخن. كان أول إنتاج له في فرنسا عام ١٨٥٤م، وكان أكثر استخداماته كمدخن فراغي، وكمدخن للتربة في البيوت المحمية. وبسبب قلة مدخنات التربة في ذلك الوقت وإيقاف العديد من المواد، سُجل ثاني كبريتيد الكربون كمدخن للتربة عام ١٩٨٨م، وتم إلغائه عام ١٩٩١م. ويعتبر من المواد الفعالة ضد الحشائش وبذورها، حشرات التربة وبيضها، الحلم، والنيماتودا. وهذا المركب شديد الانفجار بعكس مدخنات التربة الأخرى.

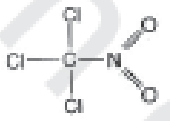
ثاني كبريتيد الكربون (CARBON BISULFIDE)	ميثيل بروميد (METHYL BROMIDE)
$S=C=S$	CH_3Br

بروميد الميثيل مدخن عام من الدرجة الأولى، قاتل لجميع مظاهر الحياة النباتية والحيوانية، ولذلك يصنف كمعقم. والغاز مدخن للتربة لمكافحة الحشائش، بذور الحشائش، النيماتودا، الحشرات، والممرضات الموجودة في التربة. ويستخدم أيضاً لمكافحة النمل الأبيض داخل الأخشاب الجافة فوق سطح التربة، تدخين المنتجات الزراعية،

ومكافحة القوارض. ولاستخدامه كمبيد للنيماتودا يجب تطبيقه قبل الزراعة بسبب سميته النباتية، ثم التهوية لوقت كافي. يعتبر الانتظار لمدة أسبوعين بعد التدخين وقت كافي، وهي قاعدة عامة. نظراً لخاصة هذا الغاز المستنفذة للأوزون فقد بدأ العالم في إلغاء استخدام هذا الغاز لاستبعاده تماماً عام ٢٠٠٥م. كان الهدف في عام ٢٠٠٣م إستبعاد ٧٠٪ من استخداماته في عام ١٩٩١م. بالرغم من التقدم في وقف استخدام هذا المركب إلا أن الجهود المبذولة لايجاد البديل كانت قليلة. (انظر المدخنات تحت فصل المبيدات الحشرية). يعتبر أيودوميثان (ميثيل أيوديد، ميداس) (Iodomethane (methyl iodide, Midas® المبيد الحشري الذي يستخدم لتدخين التربة من المبيدات التي قيمت لتحل مكان الميثيل بروميد جزئياً. وهو يستخدم مؤقتاً كمبيد نيماتودي في الفراولة، الطماطم والفلفل مع إمكانية استخدامه في النباتات المستخدمة في الغذاء والزينة.

تحتوي معظم مبيدات النيماتودا الهيدروكربونية المهلجنة على ١ – ٢٪ كلورويكرين كمادة تحذير. وطريقة تأثير هذه المواد أنها مدخنات ذات تأثير تحذيري على النيماتودا. فهي مواد تميل للذوبان في الدهون، ويؤدي وصولها إلى النظام العصبي البدائي إلى حدوث القتل بطريقة طبيعية أقرب من كونها كيماوية.

كلورويكرين (CHLOROPICRIN)



Trichloronitromethane

مركبات الأيزوثيوسيانات
ISOTHIOCYANATES

تحتوي مركبات الأيزوثيوسيانات على الأصل -N=C=S- الذي يوقف نشاط مجموعات السلفاهيدريل في الأحماض الأمينية. صنفت من هذه المجموعة ثلاثة مركبات كمبيدات نيماتودا هي ميتام صوديوم (metam-sodium)، فورلكس (Vorlex®)، ودازومت (dazomet) المعروف بالاسم التجاري بازاميد (Basamid®). ينتمي ميتام–صوديوم Metam-sodium (فابام Vapam® ، تريماتون Trimaton®) إلى مجموعة دايثيوكاربامات (dithiocarbamate) المشار إليه بالفصل الرابع عشر الخاص بالمبيدات الفطرية، ويتحول بسهولة إلى أيزوثيوسيانات ويصبح فعّالاً ضد جميع مظاهر الحياة داخل التربة. فهو شديد الفعالية ضد الحشائش وبذورها، ضد النيماتودا وكذلك ضد فطريات التربة.

يتم تطبيق فورلكس (Vorlex®)، قبل الزراعة كمدخن للتربة لمكافحة الحشائش، الفطريات، الحشرات، وتم وقف استخدامه في عام ١٩٩١م.

الدازومت (dazomet) من مجموعة الدبازين ، وهو يشبه قليلاً مجموعة الثيازول (thiazole) انظر الفصل الرابع عشر. يحدث لهذا المركب كسر في الحلقة ، ثم تتحول الحلقة في التربة إلى المجموعة القاتلة ميثيل أيزوثيوسيانات (methyl-isothiocyanate) ، وهو واسع الفعالية كمبيد نيماتودي وفطري وبكتيري ومبيد حشائش.

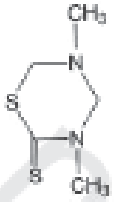
ميثام-صوديوم (فابام)
METAM-SODIUM (SMDC) (Vapam®)

sodium N- methyldithiocarbamate dihydrate

فورلكس
(Vorlex®)

isothiocyanatomethane

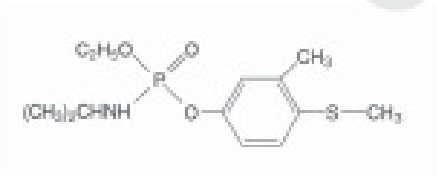
دازومت (بازاميد)
DAZOMET (Basamid®)



مركبات الفوسفات العضوية
ORGANOPHOSPHATES

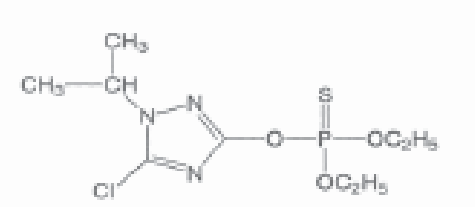
يوجد للنيماتودا جهاز عصبي يشبه الموجود بالحشرات ، وبرغم أن النيماتودا أكثر بدائية ، فهي حساسة لتأثير مبيدات الفوسفور العضوية الحشرية. ولسوء الحظ ، فإن هذه المجموعة سهلة التحطم في التربة وفعالة لفترة قصيرة من الزمن. وهي ليس بالضروري أن تكون جهازية في فعلها ، ولكنها تعتمد على ضغطها البخاري أو ذوبانها في الماء للوصول إلى الآفة المستهدفة.

فيناميفوس (نيماكور)
FENAMIPHOS (Nemacur®)



ethyl 3- methyl-4- (methylthio)-phenyl
(1- methylethyl) phosphoramidate

ايزازوفوس (ميرال، ترايمف)
ISAZOFOS (Miral®, Triumph®)



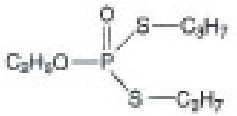
O-5-chloro-1-isopropyl-1H-1,2,4-triazol-3-yl
O,O-diethyl phosphorothioate

obeikandl.com

دايسلفوتون (دايسيس تون)
DISULFOTON (Di-Syston®)

O,O-diethyl *S* [2-(ethylthio) ethyl] phosphorodithioate

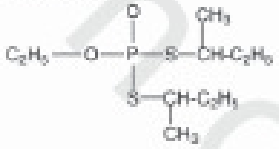
ايثوبروب (موكاب)
ETHOPROP (Mocap®)



O-ethyl *S,S*-dipropyl phosphorodithioate

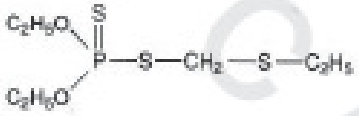
يستخدم عدد قليل من هذه المجموعة كمبيدات نيماتودية وحشرية، ويستخدم القليل منها كمبيدات نيماتودا. من ضمن هذه المركبات كادوسافوس Cadusaphos (راجبي® Rugby، آباش® Apache)، ايثوبروب Ethoprop (موكاب® Mocap)، فينامفوس Fenamiphos (نيماكور® Nemacur)، فوسثيازات Fosthiazate (نيماثورين® Nemathorin)، إيسازوفوس Isazofos (ترومف® Triumph، ميرال® Miral) و تيربوفوس Terbufos (كونتر® Counter). تثبط جميع مركبات الفوسفات العضوية إنزيم الكولين استريز، محدثة الشلل، ثم موت النيماتودا المتأثرة في النهاية.

كادوسافوس (راجبي، آباش)
CADUSAPHOS (Rugby®, Apache®)



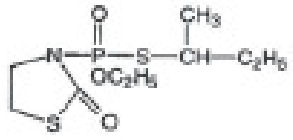
O-ethyl S,S-di-sec-butyl phosphorodithioate

فورات (ثايمت)
PHORATE (Thimet®)



O,O-diethyl *S*-(ethylthio) methyl phosphorodithioate

فوسثيازيت (نيماثورين)
FOSTHIAZATE (Nemathorin®)



(RS)-S-sec-butyl O-ethyl 2-oxo-1,3-thiazolidin-3-yl-phosphonothioate

من مبيدات الفوسفات العضوية المستخدمة ضد النيماتودا والتي لم يستمر تصنيعها دايكلوفنثيون dichlofenthion (نيماسيد® Nemacide، موبيلون® Mobilawn)، الثيونازين thionazin (زينوفوس® Zinophos)، الديميدفوس diamidfos (نيليت® Nellite) والفوسثيتان fosthietan (نيم-أ-تاك® Nem-A-Tak).

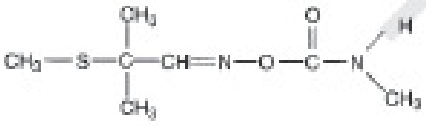
الكاربامات
CARBAMATES

الألديكارب (aldicarb)، المذكور في الفصل الرابع كمبيد حشري جهازي، والألدوكسيكارب (aldoxycarb)، هما الوحيدان من مجموعة الأوكسيم المستخدمان كمبيدات نيماتودا. وقد سجل مبيد الألديكارب للاستخدام على عدة محاصيل تشمل القطن، البطاطس، بنجر السكر، البرتقال، الجوز الأمريكي، الفول السوداني، البطاطس السكرية، ونباتات الزينة. وبخلاف أكثر المبيدات النيماتودية الأخرى، يجهز الألديكارب في صورة مواد محببة فقط بسبب سميته العالية، لأن صورة المحببات تخفض بشكل ملحوظ الأخطار الناتجة من التداول، ويتم إضافتها إلى التربة عند الزراعة، أو خلال المراحل المختلفة من نمو النبات. وهي قابلة للذوبان في الماء، وتمتص بواسطة الجذور، ومن ثم تنتقل إلى أجزاء النبات، قاتلة الحشرات التي تثقب أو تمتص عصارة النبات وكذلك النيماتودا الموجودة داخل أو حول الجذور.

الألدوكسيكارب (Aldoxycarb "Standak®") هو السلفون (المشابه الأكسجيني) للألديكارب، وتم تسجيله كمبيد نيماتودي حشري وجهازي في الولايات المتحدة، وله أهمية كبيرة بسبب سميته المنخفضة عن الألديكارب.

الكاربوفيوران (Carbofuran) من مجموعة الكاربامات الجهازية، وهو مبيد حشري – نيماتودي مسجل كمبيد نيماتودي على البرسيم، التبغ، الفول السوداني، قصب السكر، فول الصويا، العنب، والحبوب. وهو أقل بقاءاً، مما يجعله مفيداً للاستخدام على محاصيل العلف وعلى محاصيل الخضراوات.

الديكارب (تيميك)
ALDICARB (Temik®)

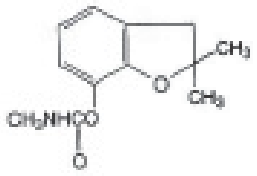


2-methyl-2-(methylthio) propionaldehyde
O-(methylcarbamoyl) oxime

الدوكسيكارب (ستاندك)
ALDOXYCARB (Standak®)

2- methyl-2- (methylsulfonyl) propanal
O-[(methylamino) carbonyl] oxime

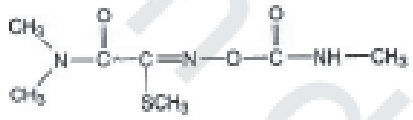
كاربوفيوران (فيورادان)
CARBOFURAN (Furadan®)



2,3-dihydro – 2,2- dimethyl-7- benzofuranyl methylcarbamate

أوكساميل Oxamyl (فيدات Vydate®) من مجموعة الكارباميات، ويستخدم كمبيد حشري، نيماتودي، وأكاروسي في العديد من المحاصيل الحقلية، الخضراوات، الفاكهة، وعلى نباتات الزينة، وتعتمد كفاءته على ذوبانه الكامل في الماء. والكربوسلفان carbosulfan (أدفانتدج Advantage®، مارشال Marshall®) مبيد حشري ونيماتودي تحت التجربة.

أوكساميل (فيدات)
OXAMYL (Vydate®)



methyl *N'*,*N'*- dimethyl – *N* – [(methyl carbamoyl) oxyl] – 1- thiooxamimidate

مركبات متنوعة
MISCELLANEOUS

كلاندوسان (Clandosan) مبيد نيماتودي طبيعي، يستخرج من قشور سرطان البحر والروبيان، وهو مسحوق جاف، يتكون من بروتين كيتيني (chitin protein) يعزل من الهيكل الخارجي للقشريات المائية بخلطها مع اليوريا. وهو يُنشط نمو الكائنات الحية الدقيقة النافعة التي تعيش في التربة، وتكافح النيماتودا، ولكن ليس له تأثير ضار مباشر على النيماتودا.

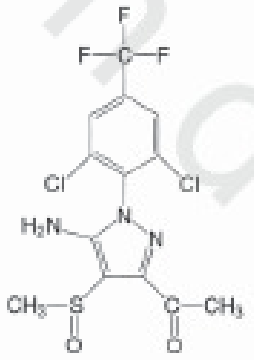
يستخدم مركب انزون (Enzone® "sodium tetrathiocarbonate") على العنب، الموالح، التفاحيات، الطماطم، والبطاطس. ويتم تطبيقه مع مياه الري. وهو يتحطم داخل التربة إلى مركب ثاني كبريتيد الكربون الذي يؤثر بسرعة، ويتحطم بسرعة أيضاً، محدثاً تأثيره ضد النيماتودا، حشرات التربة، وممرضات التربة.

وتعتبر مشكلة متبقيات مبيدات النيماتودا ظاهرة عامة وخطيرة، استوجبت الاختبارات الدقيقة للمدخنات المحتوية على الكلور والبروم من قبل وكالة حماية البيئة الأمريكية (EPA) لمعرفة تأثيراتها الصحية على المدى البعيد. وبدون شك فإن استخداماتها سوف تقل عندما تُظهر دراسات التغذية على حيوانات التجارب تأثيراتها الضارة على المدى الطويل.

ونتيجة لذلك، فإن مركبات الكارباميات والفوسفات العضوية الغير متطايرة، ذات الأثر المتبقي القصير، سوف تصبح مبيدات النيماتودا في المستقبل.

وحديثاً فقد دخل اثنين من المركبات وبدأت في الظهور. أحد هذه المركبات هو أسيتوبرول acetoprole وهو ينتمي إلى مجموعة البيرزول من المبيدات الحشرية والأكاروسية ويظهر بعض الخواص التأثيرية على النيماتودا. المركب الآخر الجديد هو DMDP وهو مستخرج نباتي من الأشجار الاستوائية *Lonchocarpus felipei* ويكافح النيماتودا التي تصيب البطاطس في كوستاريكا. ولا يوجد دليل في الوقت الحاضر على استخدامها بالولايات المتحدة الأمريكية.

أسيتوبرول
ACETOPROLE



1-(5-amino-1-(2,6-dichloro-α,α,α-trifluoro-p-tolyl)-4-(methylsulfinyl) Pyrazol-3-yl) ethanone