

مقاومة الآفات الحشرية للمبيدات

Insecticide Resistance

محمد بن محسن الشرحي

قسم وقاية النبات، كلية علوم الأغذية والزراعة، جامعة الملك سعود، الرياض

المقدمة

استخدم الإنسان المبيدات لألف السنين في مكافحة الآفات. وفي السنوات الأخيرة استخدمت المبيدات المصنعة على مدى واسع في مكافحة الآفات الزراعية وآفات الصحة العامة ، ونجاح استخدام مبيد DDT كانت بمقاومة حرب على الآفات وكانت النتيجة هو الانتصار لصالح الإنسان. بعد الانتصار المدهش بفترة قريبة جدا بدأت المبيدات تنخفض فعاليتها في مكافحة الآفات نتيجة الاستخدام المتزايد لهذه المبيدات. وأصبحت بعد ذلك الآفات مقاومة لهذه المبيدات .

تعد مقاومة الآفات للمبيدات من أهم التحديات التي تواجه الزراعة العالمية في القرن الواحد والعشرين. واكتشفت مقاومة الآفات للمبيدات من قبل منظمات صحة الإنسان ومنتجات الغذاء حيث وجد فشل بعض المبيدات في تثبيط تعداد الآفات . في أغلب الحالات عندما تكون عشائر الآفات لا تكافح لفترات طويلة بشكل كافي بواسطة المبيدات الحشرية، عامل المقاومة يستقر تماما في عشائر الآفات . في أغلب النقص الحيوي في تعريف المقاومة ، يستخدم العاملون الجرعت العالية من المبيد LD50 Or LD90 لوصف أو معرفة المجاميع المقاومة للمبيد. زيادة الجرعة تحدد بواسطة معدل مستوى الجرعة حيث أن ٥٠% (LD50) للسلالة المختبرة مقسوما على LD50 للسلالة الحساسة (LD50 R/LD50 S). علماء الوراثة غالبا يفضلون تعريف المقاومة بأنها علامات في زيادة لتتابع الأليلات لجين المقاومة في المجاميع المستهدفة ، والبعض يفضلون تعريف المقاومة بأنها مصطلحات الميكانيكية المستخدمة بواسطة الكائنات الحية للهروب من وسيلة المكافحة (على سبيل المثال المقاومة الفسيولوجية أو السلوكية أو الأيضية) . في جميع هذه الحالات ، الميزة الأساسية لعشائر الآفات المعرفة والتي تكون مهياة لحالة المقاومة من خلال انتخاب العشيرة. تتطلب عملية التحول للآفات حتى

تصبح مقاومة أربع عناصر: أولها يجب أن تبدي العشيرة تغير أثناء الانتخاب والذي يحدث كنتيجة طفرة ،تدفق جيني، تكاثر جنسي. ثانيا موت أفراد العشيرة الحساسة بواسطة قوة الإختيارية. ثالثا، نسبة الأفراد الغير حساسة يجب أن تكون حية والتي غالبا لديها ميزة وراثية والتي ينتقل إليها ميزة التكيف في وجود قوة الإختيارية . رابعا التكاثر بين الأفراد المتبقية الغير حساسة يجب أن يحدث لكي تدخل هذه الميزة الوراثية إلى الجيل الثاني وفي الجيل اللاحق تزداد ميزة المقاومة المتكررة كنتيجة لعملية التحول أو التطور في المقاومة .

لإدارة مثل هذه المقاومة التي تظهرها الأفات وتأجيل ظهورها لا بد من فهم كيفية ظهورها وأسبابها والإستراتيجيات المناسبة لمنعها. لذا تستهدف هذه الدراسة إلى معرفة أبعاد المشكلة ومعرفة الأسباب والطرق المناسبة لحلها أو تأجيل ظهورها.

Resistance History

تاريخ المقاومة

المقاومة من المحتمل أنها وصفت قبل ٣٠٠ سنة قبل الميلاد في ديدان الحرير في الصين. نظرية ظهور المقاومة تقترح أن الكائنات الحية أختيرت في كل مكان لأوقات للمقاومة بواسطة مواد ثانوية التي .(Futayma & Slatcm 1983) تنتجها النباتات للدفاع عن نفسها ضد العاشبات اليوم يوجد أكثر من ٥٠٠ نوع من الحشرات و ١٠٠ من الممرضات و ٦٠ من الأعشاب ونوع من النيما تودا مقاومة كحد أدنى لواحد من المبيدات (Georghiou & Laques-Tajeda 1991). أنواع من الأفات كخفساء كلورادو تطور عندها المقاومة المتعددة أو المشتركة للعديد من مركبات المبيدات المتنوعة. وثقت المقاومة للمبيدات لأكثر من ٧٥ عام وكان أول حدوث مقاومة التي سجلت من قبل (1914) Melander ووصف عشائر الأفة *Quadraspidiotus* San Jose scale *pemidosus* والتي كانت مازالت حية تحت القشور المرشوشة الجافة وكان المبيد الكبريت الكلسي المستخدم في مكافحة الحشرات القشرية. لضمان بقاء عشائر الأفة يجب أن تجد طريقة للهروب من التأثير السام وهذا ما قد يتم بواسطة تطوير مقاومة للمبيدات الحشرية. عندما تحدث المقاومة والمبيدات لم تعد فعالة يبدأ الإحلال للأفات.

بين عام ١٩١٤ و عام ١٩٤٦ حوالي ١١ حالة من المقاومة للمبيدات وثقت مثل الحشرات القشرية والتربس وذلك للمبيدات الغير عضوية (Babers & Pratt 1951؛ Forgash 1984) وكذلك المقاومة للمبيدات العضوية مثل DDT . وكانت في أوائل ١٩٤٠ ثورة زراعية وتقليل المخاوف

من مقاومة الآفات للمبيدات الحشرية. ومع ذلك مقدمة كل مبيد جديد كان يتبعه تقارير المقاومة في سنوات قليلة. هذه السلسلة لمقدمة المبيد الجديد ومقاومة الآفة لهذا المبيد كان لهذا المبيد نهاية. وفيما الجدول التالي بعض الآفات التي أصبحت مقاومة لأحد المبيدات وأعطت مقاومة لمركبات جديدة. هذه الظاهرة تعود إلى المقاومة المشتركة، حيث أن المبيد يحث على المقاومة. فعندما سجل الأليكارب في عام ١٩٦٦ بعض مجاميع الآفات كونت مقاومة مباشرة (Kuhr & Dorough 1976). وعندما دخلت المبيدات البيروثرويدية على نطاق واسع في أواخر ١٩٦٠ ظهرت المقاومة بسرعة وربما استحثت هذه المقاومة بواسطة المقاومة المشتركة لمبيد DDT.

جدول يوضح التقارير الأولية لظاهرة المقاومة لمجاميع المبيدات المختلفة

| المبيد | السنة | الحشرة المقاومة | المرجع |
|----------------------|------------|-----------------|-----------------------|
| المبيدات الغير عضوية | منتصف ١٨٠٠ | الحشرات القشرية | Melander 1914 |
| DDT | 1942 | الذباب المنزلي | Weismann 1947 |
| السيكلودايين | ١٩٤٨ | البعوض | Gjullen & Peters 1952 |
| الكاربامات | ١٩٥٦ | لغافات الأوراق | Smith 1963 |
| أوكسيد الكاربامات | ١٩٦٦ | ديدان الخضر | Davis & Kuhr 1974 |
| البيروثويدات المخلقة | ١٩٦٧ | خنفساء الأزهار | Champ & Campbell 1970 |
| | | | |

المقاومة كظاهرة عامة Resistance is a General Phenomenon

لا توجد إستراتيجيات معروفة لتثبيط الآفات وإذا ما استخدمت إستراتيجيات فعالة وجديدة سرعان ماتؤدي إلى ضغط انتخابي للآفات وذلك بالتخلص من الأفراد الحساسة من مجاميع الآفات ومن ثم تصبح الآفات مقاومة للعديد من الإستراتيجيات المستخدمة في المكافحة أولها المبيدات، ومن أنواع هذه المقاومة: المقاومة المشتركة والمتضاعفة والسلوكية والفسيوولوجية .

Cross-Resistance

١. المقاومة المشتركة

وهي تلك المقاومة التي تظهر نتيجة الضغط الانتخابي بمبيد معين مؤديا إلى انخفاض حساسية الآفة تجاه مبيدات أخرى من نفس المجموعة أو مجموعات أخرى لم تتعرض لها الآفة وتعزى هذه المقاومة إلى التغير في صفة معينة مثل مستوى امتصاص الكيوتيكول أو قدرة نفاذية الغلاف العصبي أو إمكانية النظم الإنزيمية الخاصة بالمقاومة. وتختلف عن المقاومة المتعددة في أن المتعددة تحدث عندما يكون الكائن يطور مقاومة متعددة للمركبات من خلال آليات متعددة. توجد العديد من الأمثلة للمقاومة المشتركة في المراجع. وأشهر الأمثلة للمقاومة المشتركة والتي حثت على ظهور المقاومة للمبيدات البيروثرويدية دون أن تتعرض لها هو مبيد DDT (Hoyt & Croft 1982).

Behavioral resistance

٢. المقاومة السلوكية

وهي عبارة عن قدرة الحشرة على تجنب الجرعات السامة من مبيد معين لا تستطيع الأفراد الأخرى من نفس النوع تفاديه (Lockwood et al. 1984). حيث أن الحشرة لها القدرة على كشف الأسطح المعاملة بالمبيد عبر عوامل محفزة سلوكية مؤدية إلى تغيير الآفة للنباتات المعاملة.

٣. المقاومة الفسيولوجية physiologica Resistance

كتغير في الخصائص الفسيولوجية للعوازل الموجودة مسبقا والتي تمنع المبيد من الوصول الى موقع الهدف (Patil & Guthrie 1979) كنتيجة لمقاومة نفاذية المبيد والتي قد تعطي حماية لمدى واسع من المبيدات على سبيل المثال إذا كانت الحشرات تستطيع أن تؤجل الإختراق أو مكان الهدف للمركب لها فرصة كبيرة لإفراز السكريات أو عمليات الهدم للمبيدات الحشرية.

٤. المقاومة المتعددة Multiple Resistance

هي عبارة عن مقاومة الآفة لأكثر من مبيد أو مبيدات من مجموعات مختلفة نتيجة التعرض للمبيدين التي طبقت عليها مثل DDT والمبيدات البيروثرويدية .

آليات المقاومة Mechanisms of Resistance

ترجع أسباب ظهور المقاومة إلى العديد من العوامل تتمثل في آليات أو ميكانيكات تظهرها الحشرة كرد فعل تجاه المبيد المستخدم وقد صنفت هذه الآليات أو الميكانيكات إلى أربع مجموعات وهي: سلوكية، إختراقية، وأيضية وتغيير المواقع المستهدفة (Wierenga and Hollingworth 1994) هذا التصنيف يخفف التداخل بين آليات المقاومة .

أولاً: المقاومة السلوكية Behavioral Resistance

سجلت أول مقاومة سلوكية في البعوض حيث لوحظ أنه لم ينزل على الأسطح المعاملة بمبيد DDT هذه المقاومة والسلوكيات الأخرى سجلت في ثمان رتب إضافية لمجاميع عديدة من المبيدات متضمنة المبيدات الفسفورية (Smith & Yearian 1964) ، والمبيدات الكرباماتية (Burden 1975, Prickett & Radcliffe 1977). ذكر أيضا (Ebeling et al. 1968) ، والمبيدات البيروثرويدية (Burden 1975, Prickett & Radcliffe 1977). ذكر أيضا أن ١٥٧ حالة مقاومة سلوكية في ٤٥ نوع من الحشرات الى ٣٥ مركب كيميائي متنوع. (Lockwood et al. 1984).

علاقة المقاومة السلوكية بآليات المقاومة الأخرى متضاربة إلا أنه ذكر أنه توجد علاقة عكسية بين آلية المقاومة السلوكية والفسيلوجية (Georghiou 1972) ومع ذلك أوضحت دراسات أن المقاومة الفسيلوجية والسلوكية متواجدة في نفس الفرد (Prickett & Radcliffe 1977) . في حوالي نصف الحالات المدروسة كلا المقاومة الفسيلوجية والسلوكية مهمة للمجاميع المقاومة (Lockwood et a/. 1984).

دور السلوك في المقاومة قد تقلل من أهميتها في المراجع بسبب أن المقاومة السلوكية صعبة التشخيص، وتشخص نموذجيا بعد الاختبارات المعملية الواسعة ، بالرغم من أن الاختبار الحقلية للبعوض طور بواسطة منظمة الصحة العالمية (W.H.O. 1970) . هناك بعض الاستراتيجيات لإدارة المقاومة متوفرة للمقاومة السلوكية . نظرا لإرتباط المركبات يمكن أن تأخذ تغيير تأثيرات واسعة معتمدة على محفزات مثل الطرد أو الإثارة (Kaschef 1970) تعاقب أو تبديل المبيدات الحشرية يمكن أن يؤجل تلك التأثيرات. استراتيجيات أخرى للإعتبار تروج للمقاومة السلوكية في الحشرات خصوصا في الحشرات الأكلة للأعشاب. المقاومة السلوكية القوية يمكن أن تجعل المحصول أو أجزاء من المحصول غير مناسب للآفة عندما يكون المبيد موجود. بتزويد هذه

الأفات المقاومة سلوكيا مع مناطق ملائمة مثل محصول صائد حساسة فسيولوجيا يمكن أن تكون باقية أو على قيد الحياة. النباتات المهندسة وراثيا تشجع على المقاومة السلوكية (مقابل المقاومة الفسيولوجية).

Penetration Resistance

ثانيا: مقاومة نفاذية المبيد

الحواجز المعدلة التي تبطن من امتصاص المبيد إلى أو بين أنسجة الحشرة مثل التغيير في سمك أو نفاذية الجليد قد تكون موجودة في المجاميع المقاومة للمبيدات. القاعدة العامة لمقاومة النفاذية هي تغيير في الخصائص الفسيولوجية للعوازل الموجودة مسبقا والتي تمنع المبيد من الوصول الى موقع الهدف. (Patil & Guthrie 1979) كنتيجة لمقاومة نفاذية المبيد والتي قد تعطي حماية لمدى واسع من (Sawicki & Lord 1970). أوضح (Vinson & Law 1971) أن زيادة الليبيدات والبروتينات والسكريات في ديدان براعم التبغ المقاومة مقارنة بالحساسة. أيضا Patil & Guthrie (1979) أوضح المستويات العالية من الفسفوليبيدات في كيوبيكل سلالات الذباب المنزلي المقاوم. وصف (Forgash et al, 1962) أول مقاومة نتجت عن مقاومة النفاذية حيث أظهروا ٢-٣ أضعاف زيادة في النفاذية للديازينون لسلالة الذباب المنزلي المقاومة. وقد عزل وعرف الجين المسؤول عن مقاومة النفاذية (Plapp & Hoyer 1968). وجود الجين أدى على ما يبدو عازل النفاذية العام مع تخفيض مضاعف لنفاذية مبيد DDT والديلدرين . وكان أقل فعالية مع المبيدات القطبية. انخفاض مستوى نفاذ المبيد أحد العوامل في بعض أشكال المقاومة في الصرصور الألماني (Ku & Bishop 1967). بعوضة الكيوليكس (Weidemann 1947) والبعوض (Shrivastava 1970). ديدان براعم التبغ (Vinson & Law 1971) حلم الموالح الأحمر, (Hirai et al. 1973) دودة ورق القطن الصغرى. (Delorme et al. 1988) في أغلب الأحيان تساهم المقاومة للنفاذية ٢-٣ أضعاف درجة المقاومة .

أهمية انخفاض النفاذية كآلية مقاومة تكمن في تفاعلها مع عوامل المقاومة الأخرى. ذكر (Georghiou 1971) بأنه توجد علاقة تعاونية بين النفاذية وآليات المقاومة الأخرى في الحقيقة في كل حالة مقاومة للنفاذية أكتشف حالة أصلا كانت مرتبطة بعوامل المقاومة الأخرى. مؤخرا اقترح أن السيتركروم ذات أهمية في ميكانيكية نفاذية الكيوبيكل. (Gunning et al. 1991).

ويتم الكشف عن المقاومة للنفاذية بواسطة الكروماتوجراف الغازي أو بواسطة باحثين مختصين يطبقون كميات معروفة من المبيد على كيوتيكل الحشرة ويتبعون حركة المبيد مع الوقت بواسطة تقدير أنسجة عديدة للحشرة للمبيد الحشري. مخرجات الحشرة تغسل في المذاب لإزالة جزء من المبيد الذي ليس له نفاذية في الكيوتيكل ومن ثم أن المتشابهة تستخلص المتجانس مع المذاب المناسب وكلا الأجزاء المذابة والغير مذابة جربت للمبيد. بعد ذلك المقاومة للنفاذية تكون معتمدة على خصائص فسيولوجية للكيوتيكل التعاقب أو التناوب للمبيدات أو مستوى تجهيزات من نفس المبيد يمكن أن يؤجل أو يمنع نمو وتطور مثل آلية هذه المقاومة .

ثالثا: المقاومة الأيضية (بالتمثيل وهدم المبيد) Metabolic Resistance

تعد من أشهر آليات المقاومة في الحشرات عن طريق تفاعلات انزيمية والتي تعمل على تحويل المبيد الى مركب أقل سمية و عديم السمية للحشرة (تحول هدمي)، وقد تحوله الى مركب يسهل على الحشرة طرده من الجسم وفي حالات قليلة قد يتحول الى مركب أكثر سمية (تحول تنشيطي) . وقد أثبتت الدراسات أن من أهم العوامل المسببة لمقاومة الحشرات لمعظم المبيدات تلك التفاعلات الإنزيمية التي تغير جزئ المبيد بعد دخوله الجسم بسرعة وتحوله إلى مواد غير سامة بحيث تكون النتيجة النهائية فشل المبيد في الوصول إلى الهدف بالتركيز القاتل ومثل هذا الأنظمة من التفاعلات موجودة أصلا في الحشرات وذلك لحماية نفسها من المواد الكيميائية السامة.

الأيض المتزايد للمبيدات الحشرات من أكثر آليات المقاومة التي وثقت في الحشرات (Matsumura 1985) تمتلك الحشرات أنظمة أنزيمية مسؤولة عن تحلل المواد الغريبة مثل المبيدات . إن مثل هذا النظام ذات الكفاءة العالية والقادرة على الرد والتكيف لمدى واسع من المبيدات. في بعض الحالات الانزيمات. عمليات الأيض للمبيدات الحشرية ليست فقط تخفف سميتها العالية وتجهيزها للإفراز ولكن يمكن أن تنتج مركبات مع السمية الأعلى (Aldridge & Davison 1952, Drabek & Neumann 1985). ومن أهم الإنزيمات الهادمة للمبيدات انزيمات التحلل المائي مثل الإنزيمات الهادمة للDDT والأنزيمات الهادمة للمبيدات الفسفورية.

تعد إنزيمات تحلل المبيدات الفسفورية كإنزيم الفوسفاتاز **phosphatase** أو الإستريز الأليفاي **Aliesterases** وإنزيم كربوكسي استراز أحد العوامل المهمة في المقاومة للمبيدات الفسفورية. وتوجد مثل هذه العوامل في الحشرات الحساسة والمقاومة إلا أن المقاومة تحتوي على كمية أكبر من هذه الإنزيمات ويعتقد أن لها القدرة على منع المبيد الفسفوري العضوي من الوصول إلى الجهاز الحساس بتركيز قائل بينما تعمل عوامل أو إنزيمات أخرى على هدم جزء من المبيد كما في يرقات بعوض الكيوليكس الحساسة والمقاومة للملاثيون حيث وجد كمية أكبر من إنزيم كربوكسي استراز في الحشرات المقاومة (Matsumura & Brown 1961). ويرجع السبب في مقاومة الذباب المنزلي للمبيدات الفسفورية (الملاثيون) إلى سرعة هدم المبيد بفعل إنزيم الفوسفاتاز و أو إنزيمات الكربوكسي استراز. ومقاومة الصرصور الأمريكي والألماني إلى هدم مبيد الملاثيون بفعل إنزيم الكربوكسي وإنزيم الفوسفاتاز. كذلك تعد هذه الإنزيمات أحد العوامل المتسببة في هدم البيروثرويدات (Jao & Casida 1974) ووثقت آلية هذه المقاومة في عشرة أنواع على الأقل من العناكب.

يتم تمثيل أو هدم المبيدات الكرباماتية عن طريق تفاعلات لإنزيمات الأكسدة بالتحلل المائي للحلقات العطرية وتوجد في جسم الحشرة عدة إنزيمات مؤثرة على مبيدات الكربامات مثل إستراز الكولين حيث يتم تثبيط هذا الإنزيم بفعل المبيدات الفسفورية العضوية ومبيدات الكاربامات وتعمل المنشطات على تثبيط عمل الإنزيمات الهادمة للكربامات. أحد الأدوات المستخدمة في التعامل مع المقاومة الأيضية هو استخدام المنشطات التي تثبط عمل الإنزيمات الهادمة

رابعاً: المقاومة لمواقع أو أماكن التأثير Target-site Resistance

تفاعلات مواقع التأثير عوامل ثانوية لعملية الأيض أو الهدم كآلية مقاومة (Oppenoorth 1985). مثل تفاعل مواقع تأثير المتضمن مستقبلات الأسيثيل كولين المرتبطة بالنيكوتين، تأثير مبيدات السيكلودايين على قناة الكلوريد وتثبيط إنزيم الأسيثيل كولين بواسطة المبيدات الفسفورية. مقاومة DDT والبيروثرويدات يعتقد بأن يكون ناشئ عن حساسية مواقع التأثير لقناة الصوديوم المعتمدة على الفولتية (Matsumura & Ghiasuddin 1983). تعديل إنزيم الأسيثيل كولين كقاعدة للمقاومة للمبيدات سجلت من قبل (Smisaaert 1964). منذ ذلك الحين مثل هذا النموذج سجلت العديد من الأنواع الحشرية كمقاومة نتيجة عن تغير إنزيم الأسيثيل كولين كالبعوض والذباب

المنزلي وذبابة الدروسفيلا والديدان النطاطة ونطاط الأوراق وخنفساء كلورادو (Wierenga and Hollingworth 1994) كما هو مع الإنزيمات الأخرى المشتركة في المقاومة.

مقاومة المواقع المستهدفة يمكن أن تكون ناتجة عن الكميات العالية لوجود انزيم الاسيتايل كولين أو التغيرات النوعية . في أغلب الحالات ظهورها من خلال التغيرات النوعية مسؤلة بشكل كبير عن المقاومة لكن العامل الوحيد في آلية المقاومة هو كميات انزيم الاسيتايل كولين في الحشرات فعلي سبيل المثال الذباب المنزلي والبعوض يبدو أنها تمتلك وفرة من الأنزيم النشط بينما خنفساء كلورادو يبدو أن بها بالكاد كميات تكفي للقياس (Wierenga & Hollingworth 1993) أفضل أداة يمكن أن تستخدم في إدارة منع مقاومة التغير في المواقع المستهدفة هو التبديل بين المركبات المستخدمة في مكافحة. هناك دليل لإقترح أن المركبات مرتبطة بإنزيم في التكيفات المختلفة ، والمقاومة في المواقع المستهدفة قد تكون انتقائية جدا نحو مجموعة وحيدة أو صغيرة من المركبات .(Wierenga & Hollingworth 1993). يوجد أمثلة لسلاطات المقاومة تكون حساسة للمركبات المرتبطة لذا إذا كانت محصورة لاستخدام المركبات المثبطة لانزيم الاسيتايل كولين، فالتبديل بين المركبات الكارباماتية والفسفورية مفيد في تأخير ظهور المقاومة .

أدارة المقاومة Resistance Management

إدارة المقاومة هي عملية إطالة حياة الآفة باستخدام استراتيجيات ، تكتيكات و أدوات توجّل نمو وتطور المقاومة للأفات الحشرية وزيادة نمو وتطور المقاومة أو بقاء الأعداء الحيوية. برامج إدارة المقاومة تبدو فلسفية ضمن سياق الإدارة المتكاملة للأفات، في برامج IPM الأفات المدارة تحت الحدود الإقتصادية للضرر مع أفضل مجموعة استراتيجيات، تكتيكات وأدوات بنتائج اقتصادية وبيئية معاكسة أقل مايمكن. نظرا لأن المقاومة يمكن أن تسبب أزمة اقتصادية اجتماعية، تنظيمية و / أو بيولوجية، إدارة المقاومة من أجل ذلك الغرض يمكن أن تتقدم برامج IPM بأكثر فعالية واستمرارية. من ضمن استراتيجيات الإدارة لمنع حدوث المقاومة، الإدارة بالإعتدال والتي تشمل جرعات قليلة وتقليل عدد مرات الرش ، استخدام المنشطات مع المبيدات لتثبيط عمل الإنزيمات الهادمة وكذلك الإدارة بتعدد طرق مكافحة باستخدام طرق عديدة أو مخالط من المبيد أو تبديل بين المبيدات من مجموعات مختلفة.

Summary الملخص

مهمة مهديت التكنولوجيا المستخدمة في مكافحة الآفات، فإن الآفات قد تتغلب على سمية المبيد إما بهدم المبيد إلى مواد أقل سمية أو بتغيير أماكن أو مواقع التأثير أو تقليل نفاذية المبيد وذلك لحماية نفسها من المواد الكيميائية السامة. لذا تعتبر المقاومة من أهم المشاكل التي تواجه استخدام المبيدات وستكسب أهمية كبيرة في المستقبل نتيجة الاستخدام المتكرر للمبيدات. ومن أفضل النتائج للحد من هذه المشكلة هو عمل برامج إدارة متكاملة للآفات لمنع حدوث المقاومة أو على تأجيل ظهورها من خلال تكتيكات مناسبة مثل استخدام طرق متعددة في مكافحة أو استخدام مخاليط من المبيد أو التبديل بين الكيماويات ضمن إطار الإدارة المتكاملة للآفات.

المراجع

Bellinger, R. G. 1996. Pest Resistance to Pesticides. Southern Extension and Research Activity - Information Exchange Group 1. 3 pp.
(http://ipmwww.ncsu.edu/safety/Southern_region/pestrest.pdf)

Wierenga, J.M.and M.R. Bush and R. Hollingworth . 1994 . Mechanisms of Insecticide Resistance.Global pest Resistance Management Summer Institute ,Training the World's Trainers. 9-25.