بعض التفسيرات الفسيولوجية لتأثير المبيدات الحشرية على الحشرات

المهندس الزراعى عبد الحكيم محمد كامل
الإخصائى الأول بمراقبة البحوث الحشرية فى وزارة الزراعة

مقدمة :

يعتبر علم وظائف أعضاء الحشرات insect physiology أساساً لبناء علم الحشرات الاقتصادى eeonmic Lntomology بالرغم من أنه إلى وقتنا هذا ليس الوسيلة المباشرة لما نحتاج إليه من علاجات مختلفة ، وإن كان له ارتباط وثيق بطرق العلاج المختلفة ، سواء أكانت بالوسائل الكيماوية أم الطبيعية أم البيئة أم غيرها ، ويكشف هذا العلم عن نقط الضعف فى البيئة التى تحمى الحشرات . ودراستها تسهل الوصول إلى العلاج اللازم للحشرات ، كما أن الإلمام بعلم الفسيولوجيا الحشرية يسهل دراسة بيئتها .

وسأقوم فى هذا المقال المختصر بسرد ومناقشة بعض الظواهر التى تعترض كل مشتغل بمقاومة الآفات ، ونخص بالذكر تأثير بعض المبيدات الحشرية على بعض الحشرات دون غيرها محاولا تعليل هذه الظواهر تعليلا فسيولوجيا وتفسيرها :

وسأتناول فى هذا المقام بإيجاز تام ما يأتى :

المساحيق الملامسة .

السموم المعدية .

مواد الرش .

الزيوت وتأثيرها على البيض .

مواد التبخير .

مقاومة الحشرات لفعل المبيدات .

الحرارة المرتفعة .

المساحيق الملامسة

خلط الحبوب بالمساحيق الناتجة من الأفران معروف منذ قديم الزمان ، ثم تطورت الأبحاث إلى استعمال الفحم النباتى والأوكسيدات وكربونات المغنسيوم والكالسيوم وأملاح السيليكا ومساحيق الألومينيوم الناعمة والكوارتز والصخور والألوميت والمركبات الفسفاتية والبنتونيت وغير ذلك من المركبات الحديثة ، وقد وجد أن هذه المساحيق غير فعالة فى جو يحتوى على رطوبة نسبية ١٠٠ ٪ وأن أثرها يزداد إذا كان الجو يميل إلى الجفاف وفعل هذه المساحيق يكون نتيجة لسحب الماء من جسم الحشرات ، فعندما تكون المادة هيجروسكوبية وجارحة abrasive كالبيروفيليت والسيليكا مثلا يحدث نتيجة لهذا جرح للطبقة الحافظة للماء water proof layer بقشرة الحشرة فتفقد بذلك ماء جسمها ، وقد وجد أن تأثير المادة المبيد على الحشرات فى مثل هذه الحالات يتوقف على مقدار الخدوش أو الجروح التى تحدث فى الحشرة ، ويتناسب ذلك تناسباً طردياً مع عدد الخدوش أو الجروح .

كما وجد أن هذه المساحيق يمكنها بخاصية التبلور إزالة الطبقة الشمعية أو الدهنية من بشرة القشرة ، أما الطبقة الدهنية الداخلية لبشرة القشرة ، وهى الملاصقة لطبقة البروتين الداخلية فهى مقاومة إلى حد ما لهذه العملية ما لم تتأثر ميكانيكياً .

ويحدث التأثير الميكانيكى نتيجة لحركات الحشرة نفسها ، وهو ينتهى باحتكاك المسحوق بجسم الحشرة وجرحه لبشرة القشرة ، فإذا وقت الحشرة نفسها من عملية الاحتكاك هذه فإنها لا تفقد ماء جسمها ولا تجف ، أما إذا حدث احتكاك للجهة البطنية أى السطح الذى تسير عليه الحشرة فإنه ينشأ عن ذلك احتكاك ينتهى بجرح بشرة القشرة وفقد ماء جسمها وموتها بالتالى .

وقد وجد أن الخدوش الناشئة من احتكاك المساحيق بجوار الجسم تسهل عملية ملامسة المسحوق للجسم والدخول إليه ، ولذلك أصبحت المدة اللازمة لقتل حشرة Rhodnius بهلك حشرى ملامس كالروتينون يوما واحدا فقط بدلا

من ثلاثة أسابيع نتيجة لذلك لحشرة بهذا المسحوق ، كما أن فترة الشلل اللازمة للحشرة نفسها بعد رشها بسلفات النيكوتين تقصت من ٢٤ ساعة إلى ٢٠ دقيقة للسبب ذاته ، ولهذا تبين أن خلط الروتينون بمادة مخففة وجارحة كالبيرفيليت يزيد مفعولها من ثلاث إلى خمس مرات ضد حشرات خنفساء كلورادو وخنفساء القثاء وأبى دقيق الكرنب .

وقد وجد أن الحشرات الأرضية ، تحدث لها بعض الخدوش إذا احتكت بالتربة ، وتكون هذه الظاهرة واضحة بجلاء فى الثنيات الجانبية لبعض الديدان القارضة والديدان الغمدية الأجنحة وغشائيتها ، كما وجد أن نسبة فقد الماء فى الديدان السلكية يتناسب تناسباً طردياً مع نسبة الخدوش الحادثة فى الجلد ، كما تدخل فى بعض الأحيان مركبات الزرنيخ إلى جسم هذه الديدان عن طريق هذه الخدوش .

وتخدش جسم حشرات الحبوب المخزونة قليلا بتقدم سنها أما إذا أضيف أحد المساحيق البلورية إلى الحبوب لوقايتها فان أكثر الحشرات نشاطاً مثل خنفساء الدقيق من جنس ترايبوليوم وسوسة الأرز والقمح تصاب بخدوش أكثر من الحشرات القليلة الحركة مثل An obicem وتحدث هذه الخدوش أولا فى مفاصل الأرجل .

وقد تدخل بعض هذه المساحيق إلى جسم الحشرة عن طريق قصباتها الهوائية فى ظروف خاصة ، وتدل بعض الشواهد على أن زرنيخيت الصوديوم تدخل المنطقة الخارجية للقصبات الهوائية للجراد أثناء طيرانه كما أن الديرس يدخل القصبات الهوائية لحشرة Melophagus مع الهواء الجوى وليس عن طريق أدمة جلدها .

ولاينطبق هذا الكلام على جميع الحشرات بصفة عامة .

ويمكن القول بأن العامل الفعال فى إبادة الحشرات بالملامسة هو الفقدالسريع لماء جسمها وموتها بالجفاف ، ويطلق على هذه الظاهرة « ظاهرة زاخر » ويكون

ذلك إما بإزالة طبقة الدهن المحيطة بكيتين الحشرة أو بإحداث جروح فى جسمها وفقد ماء جسمها فى الحالتين .

أو يكون ذلك نتيجة لمنع تنفس الحشرات على أثر دخول تلك المساحيق إلى الثغور التنفسية فالقصبات الهوائية .

السموم المعدية

تدخل السموم المعدية إلى الجسم عن طريق المعدة لأنه هو مكان امتصاص الأغذية المهضومة ، وهو فى الوقت ذاته المكان الوحيد فى القناة الهضمية غير المبطن بالكيتين ، وبالرغم من أن الغذاء المسمم قد يخزن بعض الوقت فى الحوصلة الخاصة بالجراد والصراصير وفى معدة العسل haney stamach بالنحل فانه يحدث امتصاص عن طريق هذه الأعضاء ، وقد وجد أنه عند تغذية نحل العسل بالنيكوتين المخلوط بصبغة أنديجوكارمين indigocarmine أظهرت الصبغة أن النيكوتين امتص عن طريق المعدة ، كما أن آثاراً منه تخللت بعض العضلات وأنابيب ملبيجى عن طريق بلازما الدم haembymph ولم يظهر أى أثر لتحلل هذه المواد عن طريق المستقيم أو الأمعاء الدقيقة أى الأمعاء الخلفية . كما وجد أن مادة ميثا زرنيخيت الصوديوم التى غذيت للصرصار الأمريكى periplaneta amerieana امتصت كذلك عن طريق المعدة وبعد ذلك رسبت فى الأنسجة ، وبتحليل القناة الهضمية للصرصار والجراد المسمم بالمواد الزرنيخية ظهر أن أكثر هذه السموم علق بالأنسجة المحيطة بالمعدة وقليل منها فى الأمعاء الخلفية ، وأقل من ذلك بكثير فى الأمعاء الأمامية .

وتحجم الحشرات عن تناول السموم بمجرد شعورها بالرائحة ، وتعتبر هذه الغريزة أول خط دفاعى للحشرات ، وقد لوحظ أن يرقات الذباب تبتعد بمجرد اقترابها من سم الكومارين Coumarin poisou أما نحل العسل فلا يتأثر برائحة سادس كلورور البنزين التى تعتبر شديدة للانسان .

أما خط الدفاع الثانى فهو رفض الحشرات تناول المواد الغذائية المسممة بكميات كافية لتأثير المبيد عليها ، كما هو الحال فى يرقات Eaproctis Euxoa التى تتجنب

أكل النباتات الخضراء المسممة بزرنيخيت الصوديوم بالرغم من أنها لا تمتنع عن تناول الغذاء المسمم بفلوسليكات الصوديوم، كما يمتنع الجراد المهاجر عن أكل الغذاء المسمم بزرنيخيت الصوديوم أو أخضر باريس ، ولكنه لا يمتنع عن أكل الغذاء المسمم بالكبريت أو كازينات الكالسيوم ، هذا مع ملاحظة أن الروتينون مع كونه سماً جداً للدودة الحرير فإنها تمتنع عن تناول المزيد منه .

ويمكن للحشرة التخلص من الغذاء المسمم بواسطة طرده من القناة الهضمية. وقد وجد أن تأثير زرنيخيت الصوديوم على يرقة Euxoa هو منع الانقباضات العادية للعضلة الغالقة sphinctor للأمعاء الوسطى ويطرد بعد ذلك بواسطة انقباضات متلاحقة تنتهى بالقىء ولا تظهر هذه الحالة فى دودة الكرنب pieris brassieae وعلى ذلك فانه قد يكون من المفيد إضافة مهدئات أو مخدرات معدية للسموم المعدية حتى تمنع عملية طرد الغذاء وقيئه . وقد وجد أن تحت كربونات البزموت زادت من فعل زرنيخات الرصاص على خنفساء اليابان popillia jponica .

ويحدث لبعض الحشرات إسهال من المواد الزرنيخية القابلة للذوبان سواء أكان ذلك الإسهال بخاصة البلزمة plasmolytic effect أو بالإكثار من مواد الإخراج من سوائل الامعاء . وقد يكون ذلك سبباً فى إبعاد المادة السامة أو أكثرها وبالرغم من أن ميتا زرنيخيت الصوديوم وأخضر باريس يسببان إسهالا لحشرتى Euxoa و pieris إلا أنهما عكس ذلك بالنسبة لحشرة Locuste

وتسبب مادة الروتينون وزرنيخيت الرصاص بطء مرور الغذاء، وتطيل بالتالى فترة الهضم فى أمعاء الجراد ، أما مادتا كلورور الصوديوم أو أكسيد الزرنيخوز فإنها تسرع مرور الغذاء فتقصر فترة الهضم .

وتمر مادة الروتينون خلال القناة الهضمية ليرقة البروديا proderie دون أن يمتص منها شىء . كما لوحظت هذه الظاهرة كذلك فى الصراصير باستعمال مادة الفينوثيازين وأنه من الممكن لبعض السموم ذات الجزيئات الكبيرة أن تعلق بالغشاء المبطن للمعدة وتتجمع حولها كتل الغذاء فى المعدة الوسطى ولا تدخل إلى الخلايا الطلائية ، وقد اتضح من الأبحاث التى أجريت على بعض أجناس النحل

الأبيض أن جزيئات الكونجو الحمراء تعلق بالغشاء المبطن ، أما صبغة الجلوسينا فإنها تنتشر خلاله ، وعلى ذلك لا تمر من هذا الغشاء إلا الأصباغ ذات الجزيئات الغروية colloidal وتنفذ إلى خلايا المعدة الوسطى للنحل ، وحشرة calliphora

ولبعض الحشرات القدرة على تحطيم وتفتيت السموم المعدية ، فيمكن مثلا ليرقة prodenia eriania أن تحلل البيرثرينات فى قناتها الهضمية لدرجة تجعلها غير سامة لها .

وقد وجد أن يرقة Euxoa تمتص جزءاً يسيراً جداً من الزرنيخ الموجود فى زرنيخيت الصوديوم وأخضر باريس الموجود مع الغذاء ، أما يرقة pieris والجراد من جنس Loceesta فيمتص كمية أكثر منها ، وهذه الحقيقة لها دخل فى حساب الجرعة المميتة الوسطية Median Lethal concent aticn ، وبلغت نسبة الزرنيخ فى أنسجة الجسم ليرقة pieris ٣٥ ٪ ، وفى Locusxa ٤٠ ٪ أما فى Euxoa فبلغت ٢٠ ٪ من النسبة المأخوذة فعلا ، وتلعب أنابيب ملبيجى دوراً هاماً فى طرد السم الممتص .

أما الحشرات التى لها قابلية التأثر بالسموم المعدية فإن الزرنيخ يزداد فى جسمها بسبب ثبوته فى المعدة ، أما فى يرقة Euxoa فلا تزداد نسبة الزرنيخ فى جسمها حتى لو بلغت الجرعة عشرة أمثالها .

والسموم المعدية غير العضوية تستعمل على هيئة سموم غير قابلة للذوبان فى الماء حتى لاتزول بمياه الأمطار أو الندى ، ولكنها يجب أن تكون قابلة للذوبان فى عصارة المعدة حتى تمتص وتؤدى التأثير السمى ، ونظراً لأن ذوبان المواد الزرنيخية له تأثير بالحموضة المعدية P H فإنه من الأفضل ضبط حموضتها قبل إعطائها للحشرات ، إذ أنه اتضح أن المواد الزرنيخية ذات الحموضات المختلفة سم معدى مثالى .

ويزداد ذوبان زرنيخات الرصاص فى القلويات . أما زرنيخات الكالسيوم

والمغنسيوم فتنعدم نسبة ذوبانها فيها تقريباً ولاتذوب زرنيخات الكالسيوم القاعدية فى القناة الهاضمة لدودة الحرير القلوية التأثير (PH من ٨ — ٩) ولهذا فإنها تخرج دون أى تغيير ، ولكن هذه المادة ذاتها فعالة جداً ضد حشرة Dixippus لأن قناتها الهاضمة ذات تأثير حامضى (PH ٦،٦) وزرنيخات الرصاص التى ينقص فيها ½ الزرنيخ فعالة ضد دودة التفاح المعروفة باسم Carpocapsa pomorella ذات المعدة القاعدية (PH ٨،٥) .

ونظراً لأن الزرنيخات أملاح لأحماض ضعيفة فإن تأثير أحماض المعدة عليها هو توليد حامض زرنيخيك منفرد ، ويكون بواسطة حامض الكلورودريك والفسفوريك فى القناة الهضمية ، وتتحول زرنيخات الرصاص داخل القناة الهضمية إلى فسفات رصاص غير قابلة للذوبان ، وحامض زرنيخيك أو زرنيخات قابلة للذوبان .

وقد اختبر التأثير السمى لزرنيخات الرصاص والكالسيوم والمغنسيوم فى تسعة أجناس من الحشرات الآكلة للنباتات فوجد أن سميتها تتمشى مع قابلية الزرنيخات للذوبان ، وذلك بتحويلها إلى الحموضة المناسبة للإذابة فى المعدة .

وقد ذكر باحث يابانى أن الكربونات التى تدخل فى تركيب بعض المساحيق تتفاعل مع الأحماض الموجودة فى حوصلة الحشرة ، وتنتج عن ذلك كميات كبيرة من غاز ثانى أكسيد الكربون ، كما أنه يحدث فوراناً يتسبب عنه تهتك فى أنسجة الحوصلة ، وبالتالى موت للحشرة .

وقد تمتنع الحشرات عن تناول الطعام المسمم أو يحدث لها عسر هضم يتسبب عنه حدوث انتفاخات بسبب تكوين كبريتور الأيدروجين .

مواد الرش

تختلف طريقة دخول المبيدات التى تستعمل رشاً فى جسم الحشرة باختلاف الحشرات إذ تدخله عن طريق القشرة . فمى الذباب والمن تدخل هذه المواد

عن طريق قصباتها الهوائية التنفسية ، وهذا هو السبب فى سرعة الإبادة knock down لهذه الحشرات فور رشها ، كما توجد حشرات أخرى كثيرة لها نفس هذه الخاصة ، أما النحل فله القدرة على غلق فتحاته التنفسية ، وقد وجد أن النيكوتين الذى يستعمل رشاً لا ينفذ محلوله خلال الجلد ولا إلى القصبات الهوائية ، بل تدخل الغازات الناتجة منه عن طريق القصبات الهوائية ، ومن ثم يتوزع فى جميع الأنسجة وتموت الحشرة بسبب شلل جهازها العصبى .

وتختلف الحشرات من حيث الطريق الذى يدخل منه المبيد الواحد ، فمثلا يقتل الديرس حشرة Melophagus عن طريق الثغور التنفسية ، ولكنه يقتل دودة الحرير عن طريق البشرة فى حالة إغلاق جميع الفتحات التنفسية بطريقة صناعية ، كما تختلف سرعة القتل بالمبيدات التى تستعمل رشاً ، ويتوقف ذلك على مقدرة المبيد على التخلل إلى القصبات الهوائية فى خنفساء Melasoma إذ أمكن تقسيم مواد الرش المستعملة إلى قسمين : مواد تتخلل عن طريق القصبات الهوائية ، والأخرى عن طريق الجلد .

وبالرغم من أن الكيروسين له قوة تخلل سريعة لقصبات aoridiella إلا أنه يطرد ثانية بالحركات التنفسية ويفقد بعد ذلك بالتبخير ، أما المواد اللزجة نوعاً كزيت بذر الكتان أو زيت بذرة القطن فإنها تتخلل تماماً وتبقى داخل القصبات ، أما التربنتين وحامض الأوليك والزيوت الذائبة فى الماء فإنها تتخلل فى مسافة محدودة خلال جهازها التنفسى وتبقى مكانها ويقل تخلل الزيوت فى القصبات الهوائية بنسبة طردية لقطر القصبة ، وعلى ذلك فكلما تخلل الزيت إلى الفريعات كلما احتاج إلى قوة أكبر لطرده .

ويبطىء ضغط الهواء داخل القصبة دخول الزيوت إليها ، وهو يستمد من ضغط السوائل فى القصيبات . وقد لوحظ فى حشرة Aonidilla أن بعض الزيوت التى توقفت عن الاستمرار فى التخلل تعود إلى التخلل فجأة نتيجة لاختفاء الضغط داخل القصبات . وقد يحدث عكس ذلك ، إذ يزداد التخلل نتيجة لحركات التهوية ويزداد التخلل فى الناموس ويرقاته ، نتيجة لهبوط الضغط فى الأجزاء غير الممتلئة ، وقد تحمى يرقات الناموس نفسها بانقباض الفتحات التنفسية ، وتحدث هذه الظاهرة

عادة عند استعمال زيوت سامة عطرية toxie ar omatic oils ، وعلى ذلك كان تأثيرها القاتل أبطأ من الزيوت الأليفاتية السامة toxie aliphatic oils

وتسيل الزيوت داخل القصبات الهوائية والقصيبات الشعرية وتنتشر أبخرتها فى بلازما الدم Haemolymdh خلال جدر القصبات والقصيبات الهوائية وقد استعملت المحاليل البيرثرينية الملونة بصبغة gentian البنفسجية ، وهدى استعمالها إلى أن الانتشار قد يحدث أيضا من جدر القصبات وبعد ذلك تأخذ أبخرة هذه الزيوت طريقها إلى العقد العصبية genglia فى الصرصار peiplaneta أما فى يرقات الناموس فإن مثل المحلول يتجه مباشرة إلى العقد العصبية .

وتسبب بعض المواد كالبنزين إذابة الدهون الموجودة فى الأنسجة ، وتؤثر نتيجة لذلك على الأعصاب ، كما أن الصابون يتخلل القصبات الهوائية بعد تحلله إلى أحماض دهنية .

وتعمل القنوات الخاصة بالغدد الجلدية dermal duet glands كممر للزيوت التى تبيد بالملامسة . وقد لوحظ ذلك على حشرة Rhodnias أما باستعمال البيرثرم فتكون سرعة تخلله فى الحشرة ذاتها نتيجة لمروره فى الـ pore eanals (P.C.) حيث تستقيم وبذلك تقصر المسافة وهى بصفة عامة ذات أهمية خاصة كممرات للسوائل ، وقد اتضح أن قابلية الحشرات للتأثر بالمواد الملامسة تتناسب طرديا مع عدد الـ pore eanals الموجودة ، وقد تكون اليرقة شديدة التأثر لهذه المواد بسبب آخر غير ذلك كما فى يرقات الناموس ، إذ بها القليل من هذه القنوات .

ويتوقف على سمك طبقة القشرة مدى قابلية الحشرة للتأثر بهذه المواد ، فكلما كانت طبقة القشرة سميكة كلما كانت الحشرة أكثر مقاومة ، كما أن هذه المقاومة تتأثر بوجود الشعيرات الحسية وبكثرة الـ Pore eanals وعلى طبقة بشرة القشرة نفسها .

وتقاوم اليرقات المبيدات بالملامسة كلما تقدم بها العمر حتى أنها تصبح أشد مقاومة فى طور ما قبل العذراء ، وأنه من المحتمل أن يكون ذلك مرتبطا ارتباطا

وثيقاً بسمك طبقة القشرة وكثرة تصلبها كلما تقدم بها العمر ، وعلى ذلك فإن اليرقة الحديثة الفقس تكون أشد قابلية للتأثر حيث إن طبقة القشرة تكون رقيقة جداً وحيث تكون الـ Pore eanals ممتلئة بالنموات السيتوبلازمية كما تزداد مقاومة ديدان الحرير عند الانسلاخ الخامس لانخفاض عدد الـ Pore eanals والشعرات الحسية.

ويؤثر الـ د . د . ت والميزوكسيكلور واللندين والـ TEPP والبيروثرين على أعصاب الحشرات فيسبب زيادة ملحوظة فى استهلاك الأوكسيجين عند تهيج الحشرات بعد استعمالها ، ودليل ذلك سرعة حركتها العصبية .

أما التوكسافين والكلوردين والهبتاكلور والألدرين والديلدرين والباراثيون فلا تسبب هذه الزيادة إلا بعد زمن يتراوح بين ½ ساعة و ٦ ساعات تبقى الحشرة خلاله غير متأثرة Passive ولا يعرف سوى القليل عن طبيعة تأثير التوكسافين على الحشرات فسيولوجيا ، ولكنه يسبب اضطرابا وعدم استقرار ويحدث تنميلها فى ضربات قلب الصرصار الأمريكى ويزيد من سرعة تنفس Blaxella عقب الاستعمال بفترة قليلة . . .

الزيوت وتأثيرها على البيض

تتركب طبقة قشرة البيضة أو الكريون chorion من كريون خارجى سميك من بروتين دهنى Lipoprotein وداخلى رفيع من البروتين ، وقد اتضح فى بعض الحالات أن التخلل يحدث خلال الثقوب الدقيقة جدا التى توجد فى الكريون ، أو من منطقة النقير ، وتنفذ الزيوت البترولية فى بيض خنفساء القثاء ودبور chrysopa خلال الكريون المسامى فتحدث داخله طبقة زيتية وفى بعض حالات أخرى حيث الكريون غير مسامى يقتصر التخلل على فتحة النقير . ولم يشاهد أى تخلل لزيوت بترولية فى بيض oedes لصلابة الكريون .

أما حشرة Rhodnius فإن النفاذ خلال بيضتها يكون من فتحات النقير المتعددة ، وفى حالة البيض الموضوع من إناث صغيرة تكون هذه الفتحات مغلقة ببروتين مصبوغ ويغطى الكريون بعد ذلك بطبقة شمعية وتمر المحاليل المائية من

الجزء الخارجي للنقير ببطء ، أما الزيوت فإنها تنفذ بسرعة أكبر ، لأن لها القدرة على إزالة أو خدش الطبقات الشمعية ، وعلى ذلك تعتبر مبيدات للبيض ovicides

وبيض المنّ مقاوم للزيوت البترولية ، ولهذا اتجهت الأبحاث نحو الفينولات والكريزول و DNOC وقد وجد أن تأثير الفينول هو تليين القشرة وينشأ عنه تحطيم الكريون ويتخلل حامض الخليك الكريون ببطء ، أما محلول الجير والكبريت Lime sulphur فإنه يجفف الكريون ويصلبه ، وتبعا لذلك يجف الجنين داخلها .

وتدل بعض الشواهد على أن الزيوت البترولية تحدث الإبادة للبيض دون تخلل الكريون وبهذا لا يتم التنفس ، فمثلا يموت بيض حشرة Oedes دون وجود أى زيت داخلها ، كما أن بيض العنكبوت الأحمر الأوربى لا يتنفس بعد معاملته بالزيوت الصيفية بالرغم من عدم تخلل الزيت للكريون ، لأن الجنين لا ينمو بسبب تحول القشرة إلى طبقة صلبة Xough

مواد التبخير

يدخل الهواء الجوى إلى الجهاز التنفسى للحشرة بالانتشار وبمساعدة الحركة التنفسية للصدر والبطن مارا بالثغور التنفسية ثم بالقصبات الهوائية ثم بالقصيبات الشعرية المنتشرة داخل الجسم حيث ينتشر منها الأوكسيجين إلى العصير الخلوى ، فإذا وضعت الحشرة فى جو به غاز سام فإن هذا الغاز يدخل إلى الجسم فورا مع الهواء الجوى الذى تتنفسه الحشرة ثم يصل إلى خلايا الجسم بالطريقة نفسها .

وقد وجد شافر عام ١٩١٥ أنه عند وجود بعض الغازات كثانى أوكسيد الكبريت (كب ا٢) وغاز حمض الايدروسيانيك (يدك ز) والنشادر ز يد٣ فى الهواء فإن الحشرات تستمر فى امتصاصها وهى حية وتتحد الغازات كيماويا مع بعض أنسجة الحشرة ويتكون بذلك مركب غير قابل للتطاير لا يمكن التخلص منه إذا ما ابعدت الحشرة عن هذا الجو إلى جو خال من الغازات . أما بعض الغازات الأخرى مثل ثانى كبريتور الكربون ك كب٢ وثانى اكسيد الكربون ك ا٢ فإنها

تمتص بسرعة داخل الجسم حتى تتشبع بها الأنسجة ، فإذا أعيدت الحشرة إلى جو خال من هذه الغازات - تتطاير الغازات ثانية وتخرج من الأنسجة التى تشبعت بها . وقد ذكر كاربنترومور أن الحشرات المختلفة تختلف فى قوة امتصاصها لغاز حمض الأيدروسيانيك تحت ظروف متشابهة ، وهذا هو سبب موت الحشرات بهذا الغاز دون غيرها تحت ظروف واحدة .

ويرجع تأثير مواد التبخير بصفة عامة إلى معدل التنفس للحشرة ، ويتأثر هذا المعدل للحشرة بالعوامل الآتية :

(أولا) درجة الحرارة : يقل نشاط الحشرات فى درجات الحرارة المنخفضة ، وتبعاً لذلك يقل معدّل تنفسها . وفى هذه الحالة تكون الحشرات شديدة المقاومة بصفة عامة لمواد التبخير فتحتاج إلى تركيزات عالية للإبادة ، أما عند ارتفاع درجة الحرارة فإن ذلك يرفع معدل التنفس ويساعد بالتالى على ازدياد قابلية الحشرات للتأثر بمواد التبخير .

(ثانياً) نقص الأوكسجين : فإنه كلما قل الأوكسيجين فى الجو كلما زاد معدل التنفس للحشرات ، وإن كان ذلك يحتاج إلى إنقاص الأوكسيجين إلى درجة كبيرة جداً ، وعلى هذا الأساس بنيت نظرية التبخير الفراغى .

(ثالثاً) زيادة ثانى أكسيد الكربون : يعتبر CO_2 مهيجاً للمراكز التنفسية للحيوانات ، وقد ثبت أن هذا الغاز يؤثر على الحركات التنفسية والتحكم فى الصمامات القصبية للحشرات ، وأنه يسرع تخلل بعض الغازات كغاز حمض الأيدروسيانيك إلى جسم الحشرة ، وبذلك يسرع التأثير السمى للغاز ، وقد وجد أن إعطاء نسبة إبادة جيدة بأقل كمية من غازات التبخير يتوقف على زيادة نسبة ثانى أكسيد الكربون فى الجو إلى حد محدود ، وتتوقف النهاية العظمى للكمية المفيدة للاستعمال من CO_2 على مادة التبخير نفسها .

كما توجد عوامل أخرى تؤثر فى نتائج عمليات التبخير نذكر منها دون تعليق ما يلى :

جنس الحشرة ـ طور الحشرة ـ عمر الحشرة ـ غذاء الحشرة ـ تجويع الحشرة قبل التبخير ـ وزن جسم الحشرة ـ التوازن المائى للحشرة ـ فترة ما قبل التبخير للحشرة ـ خاصية التنفيذ لأغشية الحشرة ، وغير ذلك من العوامل .

كما ثبت نظرياً أن قابلية الحشرات للتأثر بمواد التبخير له علاقة بمعدل تنفس تلك الحشرة فى الهواء الطلق .

وتقتل مواد التبخير الحشرات ـ عموماً ـ بمنع تمثيل الأوكسيجين داخل الأنسجة . فمثلا النتروجين والأيدروجين يميتان الحشرات بمنع الأوكسيجين من الدخول إلى جسم الحشرة . وهناك غازات تؤثر تأثيراً سيئاً على نشاط الأنزيمات التى توجد بخلايا التنفس فتمنع الأنسجة من الإتحاد بالأوكسيجين .

وعند بحث تأثير مواد التبخير المختلفة على أنسجة الحشرة وجد أن معدل التنفس للحشرات التى عرضت لغاز ك كب ٣ مثلا وغاز يد ك زكانت فى ازدياد وبشكل ملحوظ يدل على أن وجود أبخرة سامة وقف بشكل ما تمثيل الأوكسيجين بواسطة الأنسجة .

وتوجد فى الحشرات أنزيمات كالتى توجد بالكائنات الحية الأخرى تعرف بالاوكسيداز والبيروكسيداز والكاتالاز والريدكتاز ، وهى أنزيمات حيوية جداً لتمثيل الأوكسيجين داخل الخلايا .

وقد ثبت أن الأبخرة المختبرة أثرت إلى مدى متفاوت فى وظائف واحدة أو أكثر من هذه الأنزيمات ، فأثرت أبخرة ك كب ٣ فى نشاط أنزيمات الاوكسيداز والكاتالاز ، بينما كان التأثير على أنزيم الريدكتاز أقل بكثير ، وأثرت بالعكس أبخرة الكلوروفورم فى نشاط أنزيم الريدكتاز فى حين أن تأثيرها فى فعل الأوكسيداز والكاتالاز كان بسيطاً جداً . وقد أثر غاز حمض الأيدروسيانيك إلى حد كبير على نشاط الاوكسيداز ، وإلى حد أقل فى الكاتالاز ، وإلى حد أكثر قلة فى الريدكتاز .

كما وجد أن الحشرات لم تكن لتموت أبدا إلا إذا كان تركيز الأبخرة قد أثر كثيراً فى نشاط واحدة أو أكثر من هذه الانزيمات ، وعلى ذلك يبدو محتملا أن تأثير الأبخرة فى أنزيمات الخلية هو المسئول الأول إلى حد بعيد عن موت الحشرة وإن كان تأثير أبخرة معينة على الجهاز العصبي قد يعجل بالموت .

مقاومة الحشرات لمواد التبخير الضعيفة :

وجد أن الحشرات التى توجد فى جو من النيتروجين أو الايدروجين أو فى جو نزع منه الاوكسيجين ميكانيكيا ـ وبعد فترة وجيزة من النشاط الشديد الناتج عن رغبتها فى الهواء والتخلص من وسط غير مرغوب فيه ـ ينتهى به الأمر إلى حالة سكون يقف جميع نشاط العضلات ويقلل النشاط التمثيلى للحشرة إلى درجة كبيرة ، فإذا لم تعرض الحشرة لجو طبيعى بعد فترة معينة كانت النتيجة الحتمية لذلك هى موت الحشرة ، وتختلف المدة التى تمكثها الحشرة على هذه الحالة من النشاط المتوقف بين بضع ساعات وبضعة أيام ، ويختلف ذلك باختلاف الحشرة ودرجة الحرارة إذ أن بعض الحشرات أكثر مقاومة لقلة الأوكسيجين عن الأخرى وعلى أى حال فإن موتها جميعاً يكون أسرع بازدياد درجة الحرارة ، وتحتفظ الحشرة بحياتها فى فترة السكون باستعمال الاوكسيجين المتحد كيمائيا والمخزون فى جسمها على هيئة دهون بتحويلها بواسطة انزيم الاوكسيداز .

التخدير الوقائى Protective stupefaction :

إذا انقرضت الحشرات أثناء التبخير بالغازات لجرعة دون الجرعة القاتلة فإنها تقع فى غيبوبة تقف معها عمليات التنفس والنشاط إلى حد يمنع تأثير الغاز عليها حتى لو رفعت الجرعة بعد ذلك إلى الحد المميت ، ويطلق على هذه الظاهرة « التخدير الوقائى » .

مقاومة الحشرات لفعل المبيدات الحشرية

إنها لظاهرة قديمة ، فقد لوحظت على الحشرة القشرية Quadrasdidiotus

perniciosus عام ١٨٩٧ وكان يستعمل فى إبادة هذه الحشرة فى ذلك الوقت محلول قوى من محلول الجير والكبريت واتضح أن هذه الحشرة تقاوم فعل هذا المزيج فى جهة دون أخرى .

وظهرت بوادر مقاومة الحشرة القشرية لغاز حمض الايدروسيانيك عام ١٩١٦ ودرست هذه الظاهرة على حشرة Saissetia oleae وتم التوصل إلى سلالات مقاومة تماما بالجرعات العادية

وظهرت مقاومة دودة التفاح Carpoeapsa pomonella لزرنيخات الرصاص بعد أن استمر علاج الحشرة بهذه المادة ٤٠ عاما ، وتظهر بوضوح فى المناطق الجافة والحارة بالولايات المتحدة .

كما ظهرت فى العصر الحديث مشكلة مقاومة الحشرات لبعض المبيدات الايدركربونية العضوية الكلورينية ، ونخص بالذكر الذباب وعشرين نوعا أخرى من مختلف الحشرات ، فإنه بعد أن كان الرش بالمهلكات الحشرية الكلورينية يحصد الذباب ويستأصله ظهر أن الرش حتى الثقيل والمتكرر بالد . د . ت لا يؤدى إلى نتائج مرضية فى مكافحة سلالات من الذباب وصار الذباب مقاوما لفعل هذا المبيد الحشرى القوى . وقد أعلن فى عام ١٩٤٩ .

١ — ظهور سلالات من الذباب مقاومة لفعل الد . د . ت والديلدرين والكلوردين واللينديين والتوكسافين والميثوكسيكلور والبيرثرينات والبارا أوكسون ومخلوط من جميع العقاقير الفعالة الموجودة فى المواد الايدروكربونية الكلورينية .

٢ — ظهر أن جميع السلالات التى اكتسبت ظاهرة المقاومة بلغت مقاومتها الحد الأقصى ما عدا السلالات المقاومة للبيرثرينات والبارا أوكسون .

٣ — إن السلالات التى قاومت الد . د . ت كانت أشد واسرع مقاومة للمبيدات الأخرى التى استعملت فى مقاومة الذباب بدلا من الد . د . ت كالكلوردين والديلدرين واللينديين .

وقد فسرت هذه الظاهرة فى الذباب بأنها تكييف فردى indiridual adaptation لأنها شاعت فى جموع الذباب شيوعا واسع المدى ، ولكنها ظاهرة

تدل على تغيير فعلى فى التركيب الجينى genetis make up ، وقد حدث هذا التغيير الجينى بالانتخاب التدريجى بين أفراد تكيفت فتحولت إلى أفراد انتقالية adapxive meetatins تغيرت فيها عملياتها الحيوية والفسيولوجية بطريقة مكنتها من إفساد سمية المبيد أو تحويله إلى مواد غير سامة inactiuated or detoxified .

ودلت البحوث التى أجريت لمعرفة التغييرات الجينية التى ورثت الحشرات قدرتها على مقاومة المبيدات على أن كلا الجنسين (الذكور والإناث) يحمل صفات مقاومة الـ د. د. ت resistant characters وأن تغييرا جينيا يحدث فى جيل الهجين الأول يتكون من تآلف أو اتحاد عمليات فسيولوجية تكسب قدرة مقاومة بدرجة بسيطة ، وفى الوقت نفسه لاتوجد فروق واضحة بين المقاوم وغير المقاوم من حيث القوة والنشاط ، ولا يوجد من الوجهة الوراثية أمل فى استبعاد ظاهرة المقاومة بالتزاوج الخلطى بين ذباب مقاوم وآخر غير مقاوم ، ذلك لأن صفة المقاومة تنتج من عدة تغييرات جينية لاتجعلها فى عداد الصفة السائدة أو الصفة المنتحية .

وقد ذهب الباحثون مذاهب شتى فى تفسير أسباب هذه الظواهر فقيل :

١ — إن تغييرات تحدث فى بشرة الحشرة تحول دون اختراق أو نفاذ المبيد إلى جلدها .

٢ — أو أنه ازدياد فى سرعة تحويل المادة السامة إلى مادة غير سامة .

٣ — أو أن المادة السامة قد تكون طاردة للحشرات ، أو أن الانتخاب الطبيعى قد ينتج ذبابا يمتاز بطبائع وقائية proteetiue habits فلا يسقط إلا فى الأماكن التى لاتتعرض للمعاملة بالمبيدات .

٤ — وقيل بإمكان حصول تغييرات مورفولوجية تؤثر فى جسم الذباب .

وفيما يختص بعدم نفاذ المبيد فى بشرة الحشرة لا يمكن اعتباره وحده سببا للمقاومة ، لأن الحشرات التى حقنت بالمبيد ودخل دون شك فى جسمها اكسبها أيضا قدرة المقاومة . أما فيما يختص بتحويل المادة السامة إلى مواد غير سامة فقد ظهر أنه صحيح .

وتوجد فى أجسام كثير من أنواع الحشرات مادة كيماوية شديدة الأهمية فى نقل رسالة الأعصاب nerve impulse إلى الموصلات التى تربط الخلايا الحسية فى أجسام هذه الحيوانات ، وهذه المادة تسمى acetylcholine كما يوجد فى الأنسجة العصبية أنزيم خاص يعرف باسم eholinestrase وهو يسبب انعدام مادة الـ acetylcholine

والكولين استراز موجود بدرجة مركزة مرتفعة فى الأنسجة العصبية للحشرات ولهذا يقوم بدور هام فى العمليات الفسيولوجية المؤدية إلى قدرة الحشرات على مقاومة المبيد

وقد وجد الباحثون أن نشاط انزيم الكولين استراز فى رءوس الذباب المقاوم أقل من نشاطه فى رءوس الذباب العادى فتستجيب أعصابها لفعل المبيد ، ومعنى هذا أن عملية نقل الإحساسات العصبية بواسطته لا تتعطل فى الذباب العادى فتستجيب أعصابها لفعل المبيد السام .

كما وجد أن الذباب المقاوم يمتص الـ د . د . ت الذى يصل إلى جسمه من الخارج ثم يمثله أى يحوله إلى مواد غذائية متحولة metapolised ووجد أن ناتج هذا التمثيل الغذائى أغلبية مركب من D D E (دايكلورو - داى فيفيل ايثيلين) وقليله بل الواقع أن كمية صغيرة منه تتكون من مركب D D A (دايكلورو — داى فيفيل حمض الاسيتيك) وكلا المركبين الناتجين من الـ د . د . ت غير سامين ويهضمهما الجسم ولا تخرج الحشرة منهما إلا قدرا ضئيلا .

أما الذباب الذى لا يقاوم الـ د . د . ت فلا يقدر على تمثيل الـ د . د . ت إلا بمقدار لا يذكر فى مدى ٢٤ ساعة ولا يتكون فى هذا الذباب D D E ولا D D A

وقد اتضح أن انزيم eytochrome oxidase عامل مهم جدا فى عمليات التمثيل الغذائى ، وأن نشاطه فى الذباب المقاوم يزيد بدرجة كبيرة جدا عن نشاط الذباب العادى .

وشوهدت ظاهرة المقاومة هذه على البعوض ، ولكن بدرجة أقل ، كما اكتسب الالوفيل مقاومة ضد الميزوكسيكلور .

الحرارة المرتفعة

تموت الحشرات بارتفاع درجة الحرارة لأحد الأسباب الآتية أوبها مجتمعة :

١ — تجمد البروتينات الذائبة بأنسجة الحشرة .

٢ — فى درجات الحرارة المنخفضة عن الحرارة اللازمة لتجميد البروتينات تفقد الحشرة محتوياتها المائية ، وبالتالى تموت بالجفاف .

٣ — تتأثر الانزيمات التى فى جسم الحشرة بدرجة حرارة تقل كثيرا عن تلك التى تسبب تحلل البروتينات فتموت الحشرة بسبب ذلك .

المراجع

1 — Brown, A. W. A, 1951 ; Insect control by chemicals

2 — Cotton, R. T. , 1956 ; Insect pests of stored grains a grain products.

3 — Shepard, H. H. , 1951 ; The chemistry and action of insecticides.

4 — U. S. D. A; 1952 ; Insects, the year book of agriculture.

5 — Yun Pei Sun, 1947 ; An analysis of some important factors affecting the results of fumigation tests on insects.

6 — Wigglesworth, V. B. , 1939; The principles of inse el physiology.

7 — Wigglesworth, V. B. ; 1947 ; Cuticular abrasion in four insects.

٨ — الحشرات تقاوم المبيدات : مجلة الفلاحة لسنة ١٩٥٣
الاستاذ محمد سليمان الوهيبى

٩ — خلط الحبوب بالمساحيق المبيدة للحشرات : مجلة الفلاحة لسنة ١٩٥٦
الاستاذ عبد الحكيم كامل