الفصل الثامن

# أسس مكافحة الأمراض والآفات

## مقدمة

لا تختلف الأسس العامة لمكافحة الآفات فى الزراعات المحمية كثيرًا عما فى الزراعات المكشوفة، إلا أن الطبيعة المغلقة للبيوت المحمية وزيادة التكلفة الإنتاجية للمتر المربع الواحد من البيت يجعلان من الممكن – بل ومن الضرورى أحيانًا – اتباع طرق معينة فى المكافحة قد يستحيل إجراؤها فى الزراعات المكشوفة، ويكون إجراؤها أمرًا غير اقتصادى.

تعد بيئة البيوت المحمية مثالية لتطبيق مبدأ المكافحة المتكاملة للآفات؛ فيشكل كل بيت حيزًا مغلقًا ومنعزلاً عن البيئة الخارجية؛ يمكن التحكم فيه، خاصة فيما يتعلق بإطلاق الأعداء الحيوية للقضاء على الآفات المختلفة، سواء أكانت حشرية، أم مرضية. أم غير ذلك؛ إذ يمكن التحكم فى درجة الحرارة، والرطوبة النسبية، والرطوبة الأرضية بدرجة كبيرة، وتعديل أى منها لتصبح فى المجال غير المناسب لآفات معينة، كذلك تحتوى معظم الأصناف المستخدمة فى الزراعات المحمية على مقاومة وراثية لمعظم الأمراض. ويمكن الوقاية من بعض الأمراض بسهولة؛ وذلك باتخاذ الاحتياطات اللازمة لمنع وصول مسببات الأمراض إلى داخل البيت . ومع أن المكافحة الكيميائية يتم التحكم فيها بصورة جيدة فى الزراعات المحمية – وذلك نظرًا لعدم وجود مشاكل أمطار، أو رياح قوية، تحد من فاعلية الرش – إلاّ أن لها مساوئها الخاصة فى الزراعات المحمية؛ فقد يُحدث استخدام المبيدات مثلاً أثناء ضعف شدة الإضاءة أو ارتفاع درجة الحرارة تسممًا للنباتات، وهو ما يعرف باسم Phytotoxicity. كما أن قطف الثمار يستمر لفترة طويلة لا يجوز خلالها المكافحة بالمبيدات الخطرة على صحة الإنسان.

وعلى الرغم من أن هذا الفصل يتضمن بعض أساليب المكافحة التى لم ترد فى كتابى "الأساليب الزراعة لمكافحة أمراض، وآفات، وحشائش الخضر" (حسن ٢٠١٠)، إلا أنه ليس بديلاً عنه، وتعد الإحاطة بما جاء فى كليهما أمرًا ضروريًا للسيطرة على أمراض وآفات الخضر فى الزراعات المحمية.

## استعراض لوسائل المكافحة فى الزراعات المحمية

### إجراءات عامة

تتضمن المكافحة المتكاملة للآفات فى الزراعات المحمية الإجراءات التالية

١- برنامج للمراقبة وتتبع الإصابة Scouting أو Monitoring . يتضمن:

أ- فحص نباتات فردية.

ب- استعمال الكروت اللاصقة الصفراء أو الزرقاء أو الوردية القاتمة اللون

جـ- زراعة النباتات الدالة indicator plants

٢- التعرف على الآفة ومراحل حياتها.

٣- تسجيل النباتات للتعرف على الاتجاهات وتوجيه برنامج المكافحة المتكاملة.

٤- استخدام أساليب الاستبعاد لمنع دخول الآفة إلى مكان الإنتاج، فتستخدم — مثلاً — شباك السيران لمنع دخول المنّ والذباب الأبيض والتربس من خلال الأبواب وفتحات التهوية

٥- اتباع الممارسات الزراعية لأجل منع المشاكل، مثل إجراء اختبارات التربة واتباع أساليب النظافة العامة

٦- اللجوء إلى المكافحة البيولوجية باستعمال كائنات حية من شأنها خفض تواجد الآفة المستهدفة.

٧- استعمال منظمات النمو الحشرية والمبيدات الحشرية التى تتعارض مع تطور النمو الحشرى الطبيعى أو مع عملية الانسلاخ

٨- المكافحة الكيميائية:

أ- الاختيار المناسب للمبيدات.

ب- التوقيت المناسب للمعاملة بالمبيدات.

جـ- اختيار الطريقة المناسبة للمعاملة بالمبيدات.

٩- اتباع الأساليب التى تساعد على زيادة فرصة نجاح برنامج المكافحة المتكاملة مثل

أ- تغطية كل السطوح غير المزروعة (وكذلك المزروعة فى حالة المزارع المائية) بالخرسانة أو بالبلاستيك الأسود.

ب- عدم دخول الأفراد إلا للضرورة القصوى.

جـ- بسترة بيئة الزراعة.

د- غلق الأبواب دائمًا (Integrated Pest Management for Greenhouse – أترا Attra – الإنترنت – ٢٠٠٧).

١٠- تعقيم أو بسترة التربة بالتشميس:

نتناول شرح هذا الموضوع بالتفصيل فى موضع آخر، وكمثال تطبيقى على الزراعات المحمية، وجد أن تعقيم أو بسترة التربة بالتشميس solarization فى البيوت البلاستيكية أعطى – فى إيطاليا – مكافحة جيدة لكل من *Verticillium dahliae*، و *Pyrenochaeta lycopersici*. و *Meloidogyne* spp. (Cartia وآخرون ١٩٩١- FAO Production and Protection Bulletin 109 – الإنترنت).

## إجراءات محدودة التوقيت أو الأهداف

إن من أهم ما تجب مراعاته بشأن مختلف جوانب المكافحة المتكاملة فى الزراعات المحمية، ما يلى:

**أولاً: قبل بدء موسم الزراعة:**

١- العمل على توفير مدة شهر كامل قبل الزراعة يكون خاليًا من أى زراعات أو أى نمو للحشائش.

٢- تطهير كافة الأسطح

٣- التخلص من بيئات الزرعة التى سبق استعمالها أو تعقيمها

٤- تطهير شبكة الرى

**ثانيًا: عند إنتاج الشتلات:**

١- يجب الحصول على البذور من مصادر موثوق بها ويتعين غمر بذور الطماطم — وغيرها من بذور الخضر — لمدة ٤٠ دقيقة فى محلول ٢٠٪ كلوراكس تجارى (الذى يحتوى على ٢٥ ٥٪ هيبوكلوريت الصوديوم)، على أن تجفف البذور بعد ذلك بوضعها فى كيس قماشى. ثم وضع الكيس فى مجفف للملابس دون رفع درجة حرارة المجفف

٢- تجب فصل الشتلات التى ترجع إلى مصادر مختلفة عن بعضها البعض لتجنب حدوث أى تلوث بينها

٣- يجب غسيل الأيدى والأدوات بمحلول كلوراكس تجارى بتركيز ٥٪، أو بالماء والصابون قبل تداول مجموعة جديدة من الشتلات

٤- استعمال بيئة زراعية جديدة أو بيئة عُقِّمت بالبخار فى إنتاج الشتلات

٥- زراعة الأصناف المقاومة للأمراض، واستعمال الأصول المقاومة ما أمكن ذلك.

٦- إنتاج الشتلات فى صوبة منفصلة عن صوبات إنتاج المحصول

**ثالثًا: عند إنتاج المحصول:**

١- الاحتفاظ بسجل يومى لكل عمليات الخدمة الزراعية ودرجات الحرارة الدنيا والعظمى وتواريخ مختلف مراحل النمو

٢- اختبار مياه الرى لمدى تواجد الكربونات والعناصر التى يمكن أن تتعارض مع بقاء الـ pH مناسبا لأجل ذوبان الأملاح السمادية

٣- قياس pH الماء قبل إضافة الأسمدة للتأكد من إمكان ذوبانه، وكذلك قياس pH المحلول السمادى المستعمل. وذلك بصفة دورية.

٤- إجراء تحليل شهرى للنموات الخضرية للتأكد من سلامة برنامج التسميد.

٥- تعديل برنامج التسميد تبعًا لنتائج تحليل النموات الخضرية.

٦- استعمال جهاز لقياس درجة التوصيل الكهربائى لمتابعة تركيز المحلول المغذى.

**رابعًا: مكافحة الآفات بصورة عامة:**

١- عدم زراعة أكثر من محصول واحد فى الصوبة الواحدة.

٢- عدم السماح بنمو أى حشائش فى الصوبة.

٣- مراقبة الإصابات المرضية والحشرية أسبوعيًا.

٤- المحافظة على سجلات لمراقبة الإصابات وكذلك لعمليات الرش لأجل المكافحة.

٥- المحافظة على وجود مساحة خالية من النمو النباتى حول الصوبة.

٦- فحص النباتات المزمع زراعتها لدى استلامها، وعزل تلك التى تظهر عليها علامات الإصابة المرضية أو الحشرية.

**خامسًا: مكافحة الأمراض:**

١- خفض الكثافة النباتية لأجل توفير التهوية الكافية حول النباتات.

٢- توفير تهوية جيدة لخفض تكثف الماء وخفض الرطوبة النسبية.

٣- إزالة جميع الأوراق التى تتواجد أسفل العناقيد الثمرية العاقدة والتخلص منها خارج الصوبة تقطع الأوراق من المكان الذى يحدث فيه الانفصال الطبيعى عند شيخوختها.

٤- إزالة أى أوراق أو ثمار مصابة بالأمراض والتخلص منها خارج الصوبة.

٥- عدم السماح بالتدخين لأى فرد يمكن أن يلمس النباتات أو هياكل الصوبة.

٦- قيام أى فرد يلامس النباتات بغسيل يديه، مع تطهير الأدوات قبل دخولها الصوبة

٧- لا تتم المعاملة بمبيدات إلاّ عند بداية ظهور المرض

٨- التربية الرأسية بهدف سرعة جفاف النموات الخضرية وخفض الرطوبة النسبية حولها وعلى سبيل المثال – أفادت تربية الأصناف الطويلة من الفاصوليا رأسيًا – حتى مع زيادة كثافة الزراعة – فى خفض شدة الإصابة بالفطر *Sclerotinia sclerotiorum* مسبب مرض العفن الأبيض (Saindon وآخرون ١٩٩٥).

٩- خفض الرطوبة النسبية فى البيوت المحمية إلى أدنى مستوى ممكن بمراعاة ما يلى

أ- تغطية سطح التربة بشريحة بلاستيكية بيضاء

ب- عدم بلّ النموات الخضرية أثناء الرى

جـ- تجنب تراكم الماء على سطح التربة

د- إدخال هواء جديد باستمرار فى الصوبة عندما تكون مراوح الشفط فى حالة توقف

هـ- الاهتمام التام بالتهوية الجيدة للصوبة.

١٠- بمجرد الانتهاء من حصاد المحصول، تُطهر الصوبة بمراعاة ما يلى.

أ- إزالة كل النموات النباتية الهوائية والجذرية والتخلص منها فى كومة كومبوست.

ب- غسيل كل الأسطح والأدوات والمعدات المستخدمة فى الصوبة بتيار قوى من الماء

جـ- حراثة التربة وإزالة أى متبقيات نباتية قد تتواجد فيها.

د- تعقيم التربة بالتشميس لمدة أسبوعين صيفًا بعد ترطيبها جيدًا وتغطيتها بالبلاستيك، على ألا تقل حرارة الصوبة خلال تلك الفترة عن ٦٣°م نهارًا، مع بقاء الرطوبة عالية (Averre وآخرون ٢٠٠٠)

**سادسًا: مكافحة الحشرات:**

١- وضع شباك (سيران) على جميع الفتحات.

يجب وضع شبك بلاستيكى حول وسائد التبريد وعلى فتحات التهوية لمنع تسرب

الحشرات إلى داخل الصوبة. تفيد تلك الشباك فى منع دخول الحشرات الكبيرة كالفراشات والخنافس ونطاطات الأوراق. ولكنها لا تفيد فى منع تسرب الحشرات الصغيرة مثل التربس. ويؤدى استعمال شباك دقيقة جدًّا — لأجل منع تسرب الحشرات الدقيقة — إلى إعاقة حركة الهواء خلال وسائد التبريد، ومن خلال فتحات التهوية. ويمكن التغلب على تلك المشكلة بوضع الشباك الدقيقة على هيكل أكبر من الوسادة أو فتحة التهوية، بحيث تزداد المساحة التى يمكن أن يسحب أو يطرد من خلالها الهواء.

٢- وجد أن أكثر من ٩٧٪ من أفراد الذبابة البيضاء التى تدخل البيوت المحمية يكون — دخولها — فى الخريف حينما تكثر أعدادها — فيما بين السابعة صباحًا والواحدة بعد الظهر، ويحدث ذلك — غالبًا — من فتحات التهوية السقفية، مع تضاعف مخاطر دخولها من فتحات التهوية المقابلة لاتجاه الريح، مقارنة بالفتحات الأخرى. وبالمقارنة فإن نحو ٨٥٪ من التربس الداخل للصوبة كان دخوله فى الصباح، مع نحو ١٠٪ عند الغروب. ولم يحدث أى طيران للتربس عندما زادت سرعة الرياح عن ١٠ كم/ساعة. وتفيد تلك المعلومات فى تصميم فتحات التهوية ومحاولة إغلاقها فى الفترات التى تنشط فيها الذبابة البيضاء والتربس فى دخولها (Ben-Yakir وآخرون ٢٠٠٨).

٣- مراقبة أعداد الحشرات باستعمال كروت صفراء لاصقة مع تسجيل الأعداد أسبوعيًّا وتغيير الكروت كلما تطلب الأمر ذلك.

٤- إطلاق الأعداء الطبيعية المناسبة بالمعدلات وعلى الفترات الموصى بها مع بداية ظهور أولى علامات الآفة المطلوب مكافحتها.

٥- لا تُستعمل المبيدات الحشرية إلا ضد الآفات التى لا تتوفر لها أعداء طبيعية (عن Elements of IPM for greenhouse tomatoes in NY State — الإنترنت — ٢٠٠٨).

ولقد أمكن على سبيل المثال حماية الطماطم من الإصابة بفيرس ذبول الطماطم

المتبقع الذى ينقله التربس *Frankiniella accidentalis* بزراعتها فى بيوت مغطاة بشبك ١٤ × ١٠ خيط/سم (Diez وآخرون ١٩٩٩).

## التحكم فى الطول الموجى للأشعة النافذة من الأغطية البلاستيكية

يمكن عن طريق الغطاء البلاستيكى للبيوت المحمية التحكم فى أطوال الموجات الضوئية التى يُسمح بنفاذها، الأمر الذى يمكن أن يؤثر فى نمو وتجرثم عديد من الفطريات الممرضة للنباتات. فمن المعروف منذ ستينيات القرن العشرين أن الأشعة فوق البنفسجية — وخاصة فى المدى الموجى من ٢٨٠ إلى ٣٢٠ نانو ميتر (أى الـ UV-B) — تؤثر فى تجرثم كثير من الأجناس الفطرية، مثل: *Alternaria*، و *Botrytis*، و *Cercospora*، و *Cercosporella*، و *Fusarium*، و *Helminthosporium*، و *Stemphylium*، و *Trichoderma* وربما يكون للضوء الأزرق تأثير حاث للتجرثم كما فى *Trichoderma viride*، و *Verticillium agaricinum*، أو تأثير مثبط كما يحدث مع *Alternaria cichorii*، و *Alternaria tomato*، و *Helminthosporium oryzae*، وقد وجد أن تجرثم *Botrytis cinerea* يُستحث بواسطة الأشعة البنفسجية UV-B، ويُثبط بواسطة الضوء الأزرق كما وجد تأثير عكسى لكل من الضوء الأزرق والأشعة فوق البنفسجية على كل من إنتاج الحوامل الكونيدية وعلى المراحل الأخيرة للتجرثم فى الفطريات كذلك وجد أن التعريض للضوء الأزرق يثبط إنتاج الجراثيم الأسبورانجية فى أوراق الخيار المصابة بالفطر *Pseudoperonospora cubensis*.

كذلك أظهرت الدراسات أن تعريض مزارع الفطر *B. cinerea* لومضات قصيرة من الضوء الأحمر يثبط التجرثم، بينما يؤدى تعريضها لومضات الأشعة تحت الحمراء إلى تحفيز التجرثم كذلك فإن التجرثم الذى يحدث فى الظلام يمكن تثبيطه بالتعريض بعد ذلك للضوء الأزرق. وهذا التثبيط يبدأ بتحول صبغة ميكوكروم mycochrome من صورة $M_R$ التى تستحث التجرثم إلى صورة $M_{Nuv}$ التى تثبطه (Raviv & Reuveni ١٩٩٨).

ويُستعمل فى معظم البيوت البلاستيكية أغطية بلاستيكية تحتوى على مواد تعترض الأشعة فوق البنفسجية بهدف زيادة طول فترة حياة الغطاء، الذى يكون منفذًا للأشعة النشطة فى البناء الضوئى. تنقسم تلك الأغطية إلى فئتين تعترض إحداهما معظم الموجات الضوئية التى تكون بطول ١٦٠ نانوميترًا أو أقصر من ذلك (306 nm>)، بينما تعترض الثانية الموجات الضوئية التى تكون بطول ٣٨٠ نانوميترًا أو أقل (380 nm>).

وقد أوضحت عديد من الدراسات أن الأغطية الـ 380 nm> تقلل من تجرثم الفطر *Botrytis cinerea*، وتقلل من أعداد الآفات الحشرية، ومن الإصابات الفيروسية التى تنقلها الحشرات إلى النباتات (عن Costa وآخرين ٢٠٠١).

كما وجد أن الأغطية الـ 380 nm> تتميز — كذلك — بأنها تزيد من دوام حيوية جراثيم الفطر *Beauveria bassiana* المستعمل فى المكافحة الحيوية، وذلك مقارنة بحالة الجراثيم عند استعمال الأغطية الـ 360 nm> (Costa وآخرون ٢٠٠١).

إن بداية التفكير فى مكافحة الإصابات المرضية فى البيوت المحمية بالتحكم فى الطول الموجى للضوء النافذ من خلال الغطاء كانت فى عام ١٩٧٣، وذلك بالنسبة للفطر *Botrytis cinerea*.

وقد أدت تغطية البيوت المحمية بأغشية فينيل vinyl films ماصة للأشعة فوق البنفسجية — ذات الموجات الضوئية الأقصر من ٣٩٠ نانوميتر — إلى المكافحة الجزئية للعفن الرمادى — الذى يسببه الفطر *B. cinerea* — فى كل من الطماطم والخيار، مقارنة بالوضع فى البيوت المحمية المغطاة بأغشية غير ماصة للأشعة فوق البنفسجية.

وقد أدى استعمال الأغشية الماصة للأشعة فوق البنفسجية إلى تثبط تطور تكوين أبوثيسيا apothecia الفطر *Sclerotinia sclerotiorum* — مسبب مرض عفن الساق — فى كل من الباذنجان والخيار. وكذلك تثبيط تجرثم الفطر *Alternaria dauci* مسبب مرض لفحة الأوراق فى الجزر، و *A. porri* مسبب مرض لفحة الأوراق فى بصل ويلز *Allium fistulosum*، و *A. solani* مسبب مرض اللفحة المبكرة فى الطماطم، و *Botrytis*

*squamosa* مسبب مرض لفحة الأوراق فى الشيف الصينى *Allium tuberosum*، وقد صاحب تلك التأثيرات انخفاض فى شدة الإصابات المرضية فى شتى المحاصيل المذكورة

كذلك وجد أن استعمال أغشية من البوليثيلين الأزرق لغطاء البيوت المحمية — بدلاً من الأغشية الماصة للأشعة فوق البنفسجية أحدث خفضًا واضحًا فى انتشار البياض الزغبى — الذى يسببه الفطر *Pseudopernospora cubensis* — فى الخيار، حيث لم ينتشر الفطر إلاّ فى الأوراق الحديثة فى قمة النبات (Raviv & Reuveni ١٩٩٨).

وأدى استعمال غطاء من البوليثيلين المضاف إليه صبغة زرقاء اللون (ذات قدرة على امتصاص الطيف الأزرق تبلغ ذروتها عند ٥٨٠ نانو مترًا) أدى استعمالها فى إنتاج الخيار فى البيوت المحمية إلى تثبيط جوهرى فى إصابة النباتات بالفطر *P cubensis* مسبب مرض البياض الزغبى، وفى قدرة الفطر على إنتاج الأكياس الجرثومية، بينما أدت فلترة الطيف فى منطقة الأشعة فوق البنفسجية (٢٨٠ إلى ٣٢٠ نانومترًا) — أى جعله يسمح بمرور الأشعة فوق البنفسجية — إلى تحفيز الإصابة بالفطر دون التأثير على قدرة الفطر على إنتاج الأكياس الجرثومية. هذا إلا أن محصول الخيار لم يزدد جوهريًا تحت الغطاء الأزرق — على الرغم من انخفاض شدة الإصابة بالبياض الزغبى — وربما كان ذلك بسبب انخفاض شدة الأشعة النشطة فى البناء الضوئى تحت الغطاء البلاستيكى الأزرق (Reuveni & Raviv ١٩٩٧).

ولقد وجد أن امتصاص الـ UV-B كان فعّالاً فى تثبيط تكوين الأكياس الاسبورانجية sporangia للفطر *P cubensis* عندما كان ذلك الامتصاص مقرونًا — كذلك — بامتصاص للموجات الضوئية فى منطقة الضوء الأخضر والأصفر، ولكنه لم يكن مؤثرًا خلال مرحلة الإصابة الفطرية للنباتات هذا بينما أدى خفض شدة الضوء الأخضر/الأصفر الذى يصل للفطر والنبات إلى التأثير على كل من مراحل التطور الفطرى والإصابة، وخفّض جوهريًا شدة الإصابة بالبياض الزغبى فى الخيار وعلى الرغم من انخفاض شدة الإشعاع النشط فى البناء الضوئى PAR بسبب امتصاص الأشعة فى المدى الموجى الأخضر والأصفر، فإن

المحصول لم ينخفض. ربما بسبب أن الأغشية الزرقاء خفضت من شدة الإصابة بالمرض (Raviv & Reuveni ١٩٩٨)

إن أغلب الأغشية المعاملة ضد الأشعة فوق البنفسجية تمنع نفاذ غالبية الأشعة فوق البنفسجية التى تقل أطوال موجاتها عن ٣٦٠ نانوميتر، إلا أن بعض المواد التى تُعامل بها الأغشية يمكنها منع نفاذ الموجات التى يقل أطوالها عن ٣٨٠ نانوميتر. وقد أدى استخدام تلك الأغشية الأخيرة إلى خفض أعداد الذبابة البيضاء والمنّ والتربس على الخضروات النامية تحتها مقارنة بالأعداد التى إصابتها تحت الأغشية التى تمنع نفاذ الأشعة التى يقل أطوال موجاتها عن ٣٦٠ نانوميتر. ويُعتقد أن ذلك الخفض فى أعداد الحشرات كان له علاقة بحدوث تحور فى النظام الحشرى الطبيعى لاستخدام الأطوال الموجية للأشعة فوق البنفسجية أثناء الطيران والتوجه نحو العوائل. وقد تبين من حشرات الذبابة البيضاء العادية وذبابة البيوت المحمية البيضاء وتربس الأزهار الغربى تفضل دخول البيوت المحمية التى تسمح أغطيتها بنفاذ قدر أكبر من الأشعة فوق البنفسجية (Costa وآخرون ٢٠٠٣)

**ومن الأمثلة الأخرى للدراسات التى أجريت على التحكم فى الطول الموجى للأشعة النافذة من خلال أغطية البيوت المحمية لأجل مكافحة الأمراض، ما يلى:**

- أدى استعمال غشاء بلاستيكى يمتص الأشعة فوق البنفسجية فى الزراعات المحمية للسبانخ إلى إحداث نقص كبير فى إصابة النباتات بالذبول الفيوزارى وفطريات الذبول الطرى *Pythium* spp، و *Fusarium* spp، و *Rhizoctonia* spp، وذلك مقارنة بالوضع فى نباتات الكنترول (Naito & Honda ١٩٩٤).
- انخفضت أعداد الذبابة البيضاء المتواجدة على النباتات فى البيوت المحمية البلاستيكية المغطاة بأغشية الفينيل vinyl films المتصة للأشعة فوق البنفسجية عما فى البيوت المحمية المغطاة بأغشية الفينيل العادية (Shimaa ١٩٩٤).
- أدى استعمال أغطية بلاستيكية مانعة للأشعة فوق البنفسجية فى البيوت المحمية

إلى إحداث خفض كبير فى أعداد الحشرات الرئيسية: صانعات الأنفاق *Liriomyza trifolii*، وتربس الأزهار *Frankliniella occidentalis*، والذبابة البيضاء *Bemisia tabaci*، وكذلك خفض معدلات الإصابات الفيروسية التى تنقلها تلك الحشرات (Antignus وآخرون ١٩٩٦)

● درس تأثير ستة أنواع من شرائح البوليثيلين توجد بها صبغة زرقاء أو لا توجد، وأقصى امتصاص لها فى منطقة الضوء الأصفر (٥٨٠ نانوميتر) فى توافقات مع ثلاثة مستويات من الامتصاص للأشعة فوق البنفسجية UV-B (من ٢٨٠ إلى ٣٢٠ نانوميتر). دُرس تأثيرها على إنتاج الفطر *Pseudoperonospora cubensis* للجراثيم الاسبورانجية واستعماره لنباتات الخيار فى غرف النمو، وكذلك على وبائية الإصابة بالبياض الزغبى فى البيوت المحمية. أحدثت إضافة الصبغة الزرقاء للأغشية تثبيطًا جوهريًا فى إنتاج الفطر للجراثيم الاسبورانجية وفى قدرته على استعمار نباتات الخيار، بينما أسرع ترشيح المدى الموجى للأشعة فوق البنفسجية من استعمار الفطر للنباتات دون أن يكون لذلك تأثير على إنتاج الجراثيم. وقد تأخر ظهور أول أعراض المرض على النباتات تحت الأغطية البلاستيكية الزرقاء، ومن ثم انخفضت حدة الإصابة جوهريًا بالمرض (Reuveni & Raviv ١٩٩٧)

● يستدل من دراسات Naito وآخرين (١٩٩٧) أن تعريض نباتات السبانخ للأشعة فوق البنفسجية UV-B تحفز إصابتها بالذبول الفيوزارى الذى يسببه الفطر *Fusarium oxysporum* f sp *spinaciae*.

● بينما كان تعريض أوراق الفول الرومى للضوء الأحمر فعّالاً فى الحد من إصابتها بالفطر *Botrytis cinerea*، فإن تلك المعاملة لم يكن لها تأثير على الفطر فى البيئات الصناعية، مما يدل على أن معاملة الأوراق تسببت فى تراكم مركب أو مركبات مضادة للفطريات كانت هى المسئولة عن مقاومتها للفطر *B. cinerea*. وقد تبين — كذلك — أن تراكم تلك المركبات يزداد — فى الضوء الأحمر — مع العدوى بالفطر (Islam وآخرون ١٩٩٨).

● أدى استعمال غطاء فينيل ماص للأشعة فوق البنفسجية UV-absorbing film إلى تثبيط تجرثم كلاً من *Botrytis cinerea*، و *Sclerotina sclerotiorum*، و *Alternaria solani*. وخفض شدة الإصابة بها على الطماطم بنسبة ٦٠٪-٧٠٪ تحت ظروف الحقل (Shim وآخرون ١٩٩٨).

● أدى استعمال شرائح من البولى إثيلين قادرة على منع نفاذ الأشعة ذات الطول الموجى حتى ٤٠٥ نانوميتر (near ultra violet light) إلى إحداث خفض شديد فى إنتاج الجراثيم الكونيدية للفطر *Botrytis cinerea*، مع خفض مماثل فى نسبة الإصابة بالعفن الرمادى فى كل من الفاصوليا والفراولة (West وآخرون ٢٠٠٠).

● أدت معاملة بادرات الطماطم والفلفل والقرع العسلى بالضوء الأحمر إلى خفض معدل إصابتها بالذبول الطرى الذى يسببه الفطر *Phytophthora* sp. بنسبة وصلت إلى ٧٩٪، حيث أصيبت ٢١٪ إلى ٣٦٪ من البادرات التى عُوملت بالضوء الأحمر، مقارنة بإصابة ٧٨٪ إلى ١٠٠٪ من نباتات الكنترول (Islam وآخرون ٢٠٠٢).

● أدى استعمال الأغشية البلاستيكية المتصة للأشعة فوق البنفسجية إلى الحد من أعداد المنّ *Macrosiphum euphorbiae*، و *Acyrthosiphum lactucae* وتأخير استعماره لزراعات الخس المحمية، مع تقليل أعداد النباتات التى أصيبت بالفيروسات التى ينقلها المنّ (أساسًا الـ poty viruses)، كما أحدث استعمال تلك الأغشية خفضًا مماثلاً فى أعداد التربس *Frankliniella occidentalis* وانتشار فيرس ذبول الطماطم المتبقع، هذا إلاّ أن الغطاء لم يكن مؤثرًا على أعداد ذبابة البيوت المحمية البيضاء (Diaz وآخرون ٢٠٠٦).

● أدى استعمال الأغطية البلاستيكية الماصة للأشعة فوق البنفسجية إلى خفض أعداد الذبابة البيضاء جوهريًا إلى صفر-٠,٥ ذبابة لكل ورقة طماطم فحصت، مقارنة بـ ١-٥ ذبابات لكل ورقة عندما استعملت الأغطية البلاستيكية التقليدية، وصاحب ذلك انخفاض فى نسبة الإصابة بفيرس اصفرار وتجعد أوراق الطماطم إلى صفر ٪-٢٥٪ تحت الأغطية الماصة للأشعة فوق البنفسجية. مقارنة بـ ٤٪-٧٠٪ إصابة تحت الأغطية التقليدية (Rapisarda وآخرون ٢٠٠٦).

● أوضحت دراسات Islam وآخرون (٢٠٠٨) أن الضوء الأحمر يستحث المقاومة الجهازية لنيماتودا تعقد الجذور *Meloidogyne javanica* فى نبات الـ *Arabidopsis*.

● كذلك فإن الأشعة تحت الحمراء تصل إلى سطح الأرض نهارًا مع الأشعة الشمسية فى موجات تتراوح أطوالها بين ٧٥٠ نانوميترًا و ٢٠٠٠ نانوميتر، وتؤدى إلى رفع حرارة التربة والنباتات وفى المقابل تفقد التربة والنباتات حرارتها ليلاً فى صورة أشعة تحت حمراء يتراوح أطوال موجاتها بين ٧٠٠٠–١٤٠٠٠ نانوميتر؛ الأمر الذى يؤدى إلى برودة البيوت المحمية ليلاً عندما تكون أغطيتها منفذة لهذه الأشعة.

ولانخفاض درجة الحرارة ليلاً تأثيراته المباشرة وغير المباشرة على إصابة النباتات بالأمراض، فالنباتات تكون أضعف نموًا وأكثر قابلية للإصابات المرضية. كما أن الهواء يكون أكثر تشبعًا بالرطوبة – بسبب انخفاض درجة الحرارة – الأمر الذى يناسب معظم إصابات النموات الخضرية المرضية.

● وقد وجد Vakalounakis (١٩٩٢) أن نفاذية غطاء الصوبة للأشعة تحت الحمراء ليلاً كانت ٧,٣٪ فقط عند استعمال غطاء فينيل vinyl ماص لهذه الأشعة، بينما وصلت إلى ٥٠,٩٪ عندما استعمل غطاء من البوليثيلين العادى. وقد صاحب ذلك انخفاض فى الإصابات المرضية (الندوة المبكرة التى يسببها الفطر *A. solani*، وعفن الأوراق الذى يسببه الفطر *Cladosporium fulvum*، والعفن الرمادى الذى يسببه الفطر *Botrytis cinerea*) بنسبة تراوحت من ٤٠٪–٥٠٪ عندما استعمل الغطاء غير المنفذ للأشعة تحت الحمراء، كما كانت النباتات أقوى نموًا وأكثر تبكيرًا فى الحصاد بنحو شهرين مما كانت عليه الحال عندما استعمل غطاء من البوليثيلين العادى.

## تعقيم التربة والمواد والبيئات المستخدمة فى الزراعة

يعد تعقيم التربة – وكذلك تعقيم المواد والبيئات المستعملة فى إنتاج الشتلات – أمرًا روتينيًا وضروريًا فى الزراعات المحمية، وقد تناولنا هذا الموضوع بإسهاب فى حسن (٢٠١٠)، كما أشرنا إليه فى الفصل السابق

## استعمال الأغطية البلاستيكية للتربة

قورن تأثير استخدام المبيدات الفطرية باستخدام الغطاء البلاستيكى لتربة البيوت المحمية على إصابة كل من الطماطم بالفطر *Phytophthora infestans* مسبب الندوة المتأخرة. والخيار بالفطر *Pseudoperonospora cubensis* مسبب مرض البياض الزغبى. فى الطماطم لم يكن استعمال المبيدات الفطرية فعّالاً بصورة دائمة، بينما كان استعمال الغطاء البلاستيكى للتربة فعّالاً بصورة جوهرية ومستمرة، وكان التأثير المشترك لكليهما إضافى، ولم يكن للون البوليثيلين المستخدم تأثيرًا فى هذا الشأن. وبالنسبة للخيار، فإن استعمال الغطاء البلاستيكى للتربة كان فعّالاً — كذلك — فى الحد من إصابته بالبياض الزغبى، إلا أن تأثيره لم يكن بنفس قوة تأثيره فى حماية الطماطم من الإصابة بالندوة المتأخرة ويبدو أن تأثير الملش فى الحد من الإصابات المرضية كان مرده إلى تقليل فترة ابتلال الأوراق. لأن استعمال الملش أدى إلى تقليل كل من عدد الليالى التى تكوَّن فيها الندى. وعدد الساعات التى ظهر فيها الندى عندما حدث. كذلك أدى الملش إلى خفض الرطوبة النسبية حول النموات الهوائية، الأمر الذى ربما قلل من تجرثم الفطرين المرضين (Shtienberg وآخرون ٢٠١٠).

## استعمال بينات للزراعة تستحث مقاومة الأمراض

تُعطى شجرة الـ Sugi (وهى *Cryptomeria japonica*) — التى تتواجد بكثرة فى اليابان ودول آسيوية أخرى — كميات كبيرة من القلف. لم يمكن استخدام هذا القلف فى الكومبوست نظرًا لأنه لا يتحلل بسهولة، ولكن أمكن استخدامه فى المزارع اللاأرضية بدلاً من الصوف الصخرى، حيث تُملأ به الوسائد. لم يختلف نمو نباتات الطماطم فى وسائد هذا القلف مقارنة بنموها فى الصوف الصخرى، إضافة إلى أن استعمال القلف خفض — بشدة — من الإصابة بكل من الذبول الفيوزارى (*Fusarum oxysporum* f sp. *lycopersici*). وعفن التاج والجذر الفيوزارى (*F. oxysporum* f. sp. *radicis-lycopersici*). والذبول البكتيرى (*Ralstonia solanacearum*)، وكان القلف

الحديث أكثر تأثير على تلك المسببات المرضية عن القلف القديم، وتبين أن مستخلص القلف كان مثبطًا لكل من الـ *Fusarium* والـ *Pseudomonas*، وأن مستخلص القلف الحديث كان أقوى تأثيرًا عن مستخلص القلف القديم، وأن التأثير كان مرده إلى زيوت طيارة وفينولات ومواد حامضية توجد بالقلف ووجد أن أهم المكونات المؤثرة فى الزيت كانت الـ isophyllodecene، والـ ferruginol وعندما حقنت زيوت طيارة من أوراق الـ sugi فى الصوف الصخرى، فإن ذلك أدى إلى تثبيط الإصابة بالذبول البكتيرى (Yu وآخرون ١٩٩٧)

## استعمال أصول مقاومة للأمراض الهامة

يراجع الموضوع فى الفصل السابع من هذا الكتاب، وتحت مختلف المحاصيل فى الفصول التالية

## التغطية بالشباك غير المنفذة للحشرات

تستعمل لذلك شباك ذات فتحات دقيقة لا تسمح بمرور الحشرات حتى الصغيرة منها، مثل الذبابة البيضاء وتعرف هذه الشباك — عادة — باسم "الشباك المضادة للفيروسات Anti-Virus Nets"؛ لأن كثيرًا من الحشرات التى تمنع هذه الشباك مرورها (مثل الذبابة البيضاء، والمنّ، والجاسيدز .. إلخ) تَنْقُل إلى النباتات عديدًا من الفيروسات الخطيرة، مثل فيرس تجعد واصفرار أوراق الطماطم فى الطماطم، وفيروسات الاصفرار (بين العروق فى الأوراق السفلى) وموزايك الزوكينى الأصفر، وموزايك البطيخ، وموزايك البباظ فى القرعيات، وموزايك الفاصوليا الذهبى فى الفاصوليا

توضع هذه الشباك إما على على فتحات التهوية والأبواب المزدوجة فقط، وإما أن تُغطَّى بها البيوت المحمية بالكامل، مع توفير أكبر قدر من التهوية فى المواسم الحارة. وتعامل هذه الشباك عند تصنيعها بمواد تجعلها تقاوم الأشعة فوق البنفسجية، بحيث يمكن استعمالها لعدة سنوات

### استعمال لوحات ملونة جاذبة للحشرات ولاصقة لها

من المعروف علميًا أن بعض الحشرات تنجذب نحو ألوان معينة، كما هى الحال بالنسبة للذبابة البيضاء التى تفضل اللون الأصفر. وقد أمكن الاستفادة من هذه الخاصية بجذب الحشرات نحو لوحات ملونة ومغطاة بمادة لاصقة لا تستطيع الحشرة الفكاك منها إذا لامستها. ومن المفضل وضع هذه اللوحات فى مواجهة وسائد التبريد؛ للتخلص من حشرة الذبابة البيضاء التى قد تتسرب إلى داخل البيت.

### التحكم فى الرطوبة النسبية

تناولنا بالشرح فى الفصل الثالث وسائل التحكم فى الرطوبة النسبية داخل البيوت المحمية. ومن الأهمية بمكان المحافظة على مستوى معتدل من الرطوبة النسبية لوقف انتشار الأمراض التى تناسبها الرطوبة العالية، مثل أمراض البياض الزغبى والبياض الدقيقى من جهة. ولتجنب التكثيف الرطوبى الذى يحدث عند انخفاض درجة الحرارة والذى يحفز الإصابة بمسببات مرضية أخرى خطيرة — مثل الفطر *B. cinerea* — من جهة أخرى.

إن الإصابة الأولى بمعظم الفطريات الممرضة تحدث فى الصوبات الزجاجية فى وجود غشاء مائى أو قطرة من الماء على السطح النباتى، وهى التى يمكن منعها بالمحافظة على حرارة النموات الهوائية أعلى من حرارة تكثف الندى؛ ومن ثم يمنع إنبات الجراثيم. هذا ألا أن معظم البيوت المحمية فى مناخ منطقة البحر الأبيض المتوسط غير مدفأة، فضلاً عن أن المحافظة على حرارة الهواء الهوائية أعلى من حرارة تكثف الندى — حتى ولو كانت البيوت مدفأة — يكون أمرًا مكلفًا (Raviv & Reuveni ١٩٩٨).

وقد أدت تهوية البيوت المحمية ليلاً، أو ليلاً ونهارًا إلى خفض شدة إصابة الطماطم النامية بها بالفطر *Botrytis cinerea* (Baptista وآخرون ٢٠٠٨).

وأوضحت دراسة عن تأثير مستويات مختلفة من الرطوبة النسبية فى هواء البيوت المحمية (٨٠٪، و ٨٧٪، و ٩٠٪، و ٩٥٪) — تم فيها التحكم فى الرطوبة النسبية

باستخدام الكمبيوتر - على شدة إصابة الطماطم بالفطر *Oidium lycopersici* — مسبب مرض البياض الدقيقى — أن أعلى شدة إصابة كانت فى رطوبة نسبية ٨٠٪، وأن الإصابة انخفضت بعد ذلك حتى بلغت أقل شدة فى رطوبة نسبية ٩٥٪ ( Whipps & Budge ٢٠٠٠).

## التحكم فى الإضاءة

وجد لدى مقارنة مدى انجذاب حشرة الذبابة البيضاء *B tabaci* من طراز B لنباتات الخيار النامية تحت ١٢ ساعة ضوء شدته ٣٥٠ ميكروجول/م$^2$ فى الثانية من أى من لمبات فلورسنتية (FL)، أو لمبات هاليد معدنية (ML)، أن انجذاب الذبابة كان بنسبة ٣٦٪، و ٦٤٪ فى حالة مصدرى الضوء، على التوالى. هذا مع العلم بأن نسبة الأشعة الحمراء إلى تحت الحمراء كانت ٧.٠ للمبات الـ FL، و ١,٢ للمبات الـ ML وقد احتوت بادرات الخيار التى نُميِّت تحت اللمبات الـ FL على محتوى أعلى من الكلوروفيل، وكانت أوراقها أسمك عما فى تلك التى نُميِّت تحت اللمبات الـ ML. ويبدو أن انجذاب الحشرة الأقل للخيار النامى تحت اللمبات الـ FL كان مرده إلى التغيرات المورفولوجية التى أحدثتها النسبة العالية للأشعة الحمراء إلى تحت الحمراء التى وفرتها اللمبات الفلورسنتية، وذلك مقارنة بالوضع فى حالة اللمبات الهاليد المعدنية (Shibuya وآخرون ٢٠١٠).

## تعديل هواء البيوت المحمية

أدى غياب الأكسجين فى الصوبات لمدة ساعة واحدة إلى قتل ١٠٠٪ من حشرات الذبابة البيضاء البالغة، ولكن لزم ٨ ساعات من غياب الأكسجين للتخلص من ٨٠٪ من بيض وحوريات الحشرة وعلى الرغم من ذلك، فإن الصوبات التى تزود بثانى أكسيد الكربون لمدة ثمانى ساعات يوميًا يقل فيها تواجد الحشرة، ربما بسبب زيادة تركيز المواد الكربوهيدراتية فى أنسجة تلك النباتات، بما يعنى حصول الذبابة على قدر أقل - نسبيًا — من النيتروجين فى غذائها

### ممارسة الأساليب المناسبة لمنع تفشى الأمراض

تعرف هذه الأساليب لغويًا باسم التصحاح Sanitation، والهدف منها الحد من تفشى الأمراض وانتشارها، ومنها: تعقيم تربة الصوبة، واستعمال بذور وشتلات خالية من الإصابات المرضية، واستعمال أبواب مزدوجة للحد من دخول مسببات الأمراض والحشرات إلى داخل البيت عند فتح الباب الخارجى، ووضع مُطهِّر (مثل الفورمالين) فى المسافة بين البابين؛ لتطهير أحذية الداخلين إلى الصوبة، وتطهير جميع الآلات الحقلية قبل استعمالها فى الصوبة، وتطهير الأيدى ومقصات التقليم بعد تداول نبات مصاب بأحد الفيروسات التى تنتقل ميكانيكيًا .. إلخ.

هذا وتكون الفيروسات التى تنتقل ميكانيكيًا (أى باللمس مثلاً) سريعة الانتشار فى البيوت المحمية، لأن عمليات التقليم والتربية الرأسية التى تجرى للنباتات تزيد كثيرا من تعرض النباتات السليمة للإصابة بعد ملامسة العامل لنبات مصاب، أو بعد استعمال العمال لمقصات التقليم فى تقليم نباتات مصابة؛ ولذا .. يفضل — دائمًا — استعمال أصناف مقاومة لهذه الفيروسات فى الزراعات المحمية

ويفحص ماء الإدماع Guttation لنباتات طماطم مصابة جهازيًا بفيرس موزايك الطماطم ونباتات فلفل مصابة بفيرس تبرقش الفلفل المعتدل Pepper Mild Mottle Virus — وكلاهما ينتقل ميكانيكيًا — وجد French وآخرون (١٩٩٣) أنه يحتوى على جزيئات من الفيروسين فى المحصولين، على التوالى. وكان تركيز كلا الفيروسين فى ماء الإدماع كافيًا لإحداث الإصابة فى النباتات السليمة. ويرى الباحثون أن ماء الإدماع هذا يمكن أن يشكل وسيلة هامة لانتشار الأمراض الفيروسية — التى تنتقل ميكانيكيًا — فى الزراعات المحمية، علمًا بأن ظاهرة الإدماع تزداد فى ظروف الرطوبة النسبية الشديدة الارتفاع ليلاً.

### المكافحة الحيوية

تحتل المكافحة الحيوية للأمراض والآفات موقعًا متميزًا فى الزراعات المحمية،

بالنظر إلى إمكان التحكم فى موقع المكافحة مكانيًا وبيئيًا. هذا بالإضافة إلى كونها أقل تكلفة وأكثر مناسبة لمحاصيل الصوبات التى قد تحصد ثمارها يوميًا، الأمر الذى يستحيل معه معاملتها بالمبيدات الحشرية والأكاروسية

## مكافحة مسببات الأمراض

تتنوع كثيرا الكائنات المستخدمة فى المكافحة الحيوية لمسببات الأمراض، كما يلى:

**المنتجات المستخدمة فى المكافحة الحيوية للمسببات المرضية التى تعيش فى التربة**

إن أهم المنتجات المستخدمة فى هذا الشأن، ما يلى:

١- منتجات تحتوى على الفطر *Coniothyrium minitans*:

يقوم هذا المتطفل بإتلاف الأجسام الحجرية للفطرين *Sclerotinia sclerotiorum*، و *S. minor*، وهو يسوق كحبيبات قابلة للبلل تحت الاسم التجارى Contans.

٢- منتجات تحتوى على الفطر *Gliocladium virens* (= *Trichoderma virens*)

عزل هذا الفطر فى أواخر ثمانينات القرن الماضى من تربة بولاية ميرلاند الأمريكية. ثم تبين أنه يتواجد فى التربة فى جميع أنحاء العالم. وقد استخدم فى مكافحة الفطرين *Pythium ultimum*، و *Rhizoctonia solani* فى مخاليط الزراعات اللاأرضية. وهو يسوق تحت الاسم التجارى SoilGard.

٣- الفطر *Trichoderma harzianum* السلالة T-22):

أنتجت هذه السلالة فى أواخر ثمانينات القرن الماضى بطريقة إندماج البروتوبلاست بين كل من T-95 (وهى سلالة من *T. harzianum* عُزلت من تربة فى كولومبيا وتعد منافسًا قويًا على استعمار المحيط الجذرى النباتى)، و T-12 (وهى — كذلك — سلالة من *T. harzianum* عزلت من نيويورك) ويمكن لهذه السلالة (T-22) التى تعد منافسا قويًا بالمحيط الجذرى استعمار كل أجزاء المجموع الجذرى والبقاء لفترة طويلة عند استعمالها فى معاملة الجذور أو التربة سقيًا أو كحبيبات، وهو يُسوق

تحت الاسم التجارى RootShield كحبيبات، وكذلك الاسم PlantShield كمعلق مائى يحتوى على كونيديات الفطر.

ولقد أظهرت المنتجات التجارية للفطر قدرة على مكافحة عفن التاج والجذور الفيوزارى فى الطماطم، والفطريات *R. solani*، و *Catharanthus* sp.، و *Pythium* spp. فى عدد من نباتات الزينة. وتتساوى قوة المكافحة التى يوفرها الفطر مع تلك التى تُحدثها المبيدات الفطرية.

ويقوم الفطر *T. harzianum* بفعله من خلال عدة آليات، منها التطفل الفطرى mycoparasitism عن طريق إنتاج إنزيمات الشيتينات chitinases، والـ β-1-3 glucanases، والـ β-1-4 glucanases، ومضادات الحيوية antibotics، والتنافس competition، وإذابة المغذيات النباتية غير العضوية، وحث المقاومة، وتثبيط نشاط إنزيمات المسببات المرضة ذات الأهمية فى التطفل المرضى لها.

حققت هذه السلالة ومنتجاتها التجارية انتشارًا واسعًا، ومن بين السلالات الأخرى للفطر ذاته كل من: T-35 (أو Trichodex) من إسرائيل، و Binab T من السويد، و Supresivit من جمهورية التشيك.

٤- الاستربتوميسيت *Streptomyces griseovirids* (السلالة K61):

يُسوق هذا الاستربتوميسيت تحت الاسم التجارى Mycostop، وكان قد عزل ابتداءً من الاسفاجنم، واستُخدم فى المكافحة الحيوية للذبول الفيوزارى للقرنفل. كذلك يُفيد هذا المنتج فى مكافحة الفطر *Pythium aphanidermatum*.

٥- الفطر *Gliocladium catenulatum* (السلالة J1446):

عُزلت هذه السلالة من التربة بأحد الحقول فى فنلندة، وهى المكون الفعال فى المنتج التجارى Primastop. ومن بين الفطريات التى ينجح هذا الفطر فى مكافحتها: تساقط البادرات، وأعفان البذور، وأعفان الجذور، وأمراض الذبول. ويسوق المنتج التجارى كمسحوق قابل للبلل يمكن استخدامه فى معاملة التربة والجذور والنموات الخضرية،

ويُستخدم – خاصة في معاملة مخاليط الزراعة لمكافحة فطريات الذبول الطرى *Pythium* spp.، و *Rhizoctonia solani* وقد تبين من بعض الدراسات أن فاعلية *G. catenulatum* فى المكافحة كانت مماثلة لفاعلية المبيدين الفطرين propamocarb، و tolclofos.

٦- السلالة غير المرضية Fo47 من الفطر *Fusarium oxysporum*:

عُزلت هذه السلالة من تربة مثبطة للفيوزاريم بفرنسا، وهى فعالة ضد أمراض الذبول الفيوزارى فى عدد من النباتات، منها الطماطم والقرنفل، وضد مرض عفن التاج والجذور الفيوزارى فى الطماطم. ومن بين آليات فعل هذه السلالة: المنافسة على الكربون، والمنافسة المباشرة مع السلالات المرضة، وحث المقاومة بالعائل.

٧- البكتيريا *Bacillus subtilis* var. *amyloliquefaciens* (السلالة FZB24):

تأتى بعض الأنواع البكتيرية التابعة للجنس *Bacillus* الثانية فى الترتيب من حيث الاستخدام فى المكافحة الحيوية بعد البكتريا التابعة للجنس *Pseudomonas*، وذلك من بين كل الأجناس البكتيرية. وتسوق البكتيريا *Bacillus subtilis* تحت الاسم التجارى Kodiak، وتستخدم فى معاملة البذور وكإضافة للتربة. كذلك أنتج المستحضر BioYield الذى يحتوى على نوعى البكتيريا *Bacillus amyloliquefaciens*، و *B. subtilis* لأجل استخدامه فى الزراعات المحمية

ومن بين سلالات *B. subtilis* التى اختبرت لمكافحة الفطرين *Pythium aphanidermatum*، و *Phytophthora nicotianae* فى الطماطم والخيار بالزراعات المحمية، كانت أفضلها السلالتين FZB13، و FZB44، كما حفزت السلالة FZB-G نمو نباتات الطماطم، وأنتجت السلالتان FZB C، و FZB G مضادات حيوية من الببتيدات الفعالة ضد الفطر *Fusarium oxysporum* f. sp. *radicis-lycopersici* (Paulitz & Bélanger ٢٠٠١).

## المنتجات المستخدمة فى المكافحة الحيوية لأمراض النموات الخضرية

إن من أهم المنتجات المستخدمة لهذا الغرض، ما يلى:

١- الفطر *Ampelomyces quisqualis*:

يعد الفطر *A. quisqualis* أول فطر عُرف بتطفله على فطريات البياض الدقيقى، وهو مضاد لأنواع من الرتب الفطرية: Erysiphales، و Mucorales، و Perisporiales. ولقد وجد أن *A. quisqualis* يستعمر الهيفات والجراثيم الكونيدية وحواملها conidiophores لعوائله.

لا يكون هذا الفطر فعّالاً فى المكافحة إلا فى ظروف الرطوبة النسبية العالية جدًا؛ ولذا .. اقترح الرش بالماء — عند المعاملة بالفطر — كوسيلة لرفع الرطوبة النسبية، إلا أن عملية الرش تلك تقلل — فى حد ذاتها — من شدة نشاط الفطر *S. fuliginea*. ويعد الفطر *A. quisqualis* متحملاً لبعض المبيدات الفطرية؛ مما يسمح باستخدامه ضمن برنامج المكافحة المتكاملة ضد البياض الدقيقى عندما تكون الرطوبة النسبية عالية. وتحت ظروف الحقل اقُترح استخدام مخلوط من *A. quisqualis* مع ٢٪ زيت بارافين لمكافحة البياض الدقيقى.

وقد أُنتج التحضير AQ-10 الذى يحتوى على الفطر *A. quisqualis* فى صورة حبيبيات قابلة للانتشار فى الماء على اعتبار كونه سلالة جديدة يمكن أن تعمل فى ظروف الرطوبة النسبية المنخفضة، وهو مسجل للاستخدام مع عديد من محاصيل الخضر والفاكهة، ويوصى بأن يستعمل معه مادة ناشرة للماء للتغلب على احتياجات الفطر للرطوبة.

٢- الفطر *Trichoderma harzianum* (السلالة T-39):

طُورت السلالة T-39 من الفطر *T. harzianum* فى إسرائيل واستخدمت فى إنتاج المستحضر التجارى TRICHODEX، وهو فعّال ضد الفطر *Botrytis cinerea*، ويستخدم فى مكافحته. وهو يعمل من خلال منافسته الفطر الممرض على الغذاء وإعاقته لقدرته على إنتاج الإنزيمات المحللة، كما يمنع اختراق الفطر الممرض لأنسجة العائل وتحليله لها.

٣- البكتيريا *Bacillus subtilis* (السلالة QST713):

يُعد المنتج التجارى Serenade أفضل تحضيرات هذه السلالة البكتيرية، وهو فعّال ضد أكثر من ٤٠ مرضًا نباتيًا، من بينها العفن الرمادى (*B. cinerea*)، وتساقط البادرات

(*P. ultimum*، و *R. solani*)، والبياض الدقيقى. وتعمل البكتيريا من خلال عدة آليات منها التنافس، والتطفل، والتضادية الحيوية، وحث المقاومة الجهازية ( Paulitz & Bélanger ٢٠٠١)

**ومن بين الدراسات التى أجريت فى مجال المكافحة الحيوية للفطريات، ما يلى:**

- أدت المعاملة بمستخلصات كومبوست كلا من سبلة الماشية وسبلة الخيل إلى مكافحة لفطر *Pseudoperonospora cubensis* — مسبب مرض البياض الزغبى فى الخيار — بشكل جيد تحت ظروف الزراعات المحمية (Ma وآخرون ١٩٩٦)

- أمكن مكافحة فطريات البياض الدقيقى بالفطر المتطفل *Ampelomyces quisqualis* الذى ينتج جراثيم كونيدية لزجة يمكن أن تنتشر مع رذاذ الماء، وكذلك بجراثيم الفطر المضاد *Sporothrix* spp الشبيه بالخميرة. يعد كلا الكائنين فعالاً ضد الفطر *Sphaerotheca fuliginea* المسبب للبياض الدقيقى فى القرعيات فى الرطوبة العالية ويعنى ذلك ضرورة توفير رطوبة عالية مع تعريض النباتات لرذاذ من الماء على فترات للمساعدة على انتشار جراثيم الكائنات المستعملة فى المكافحة الحيوية، ولكن يراعى ألا تتبقى أغشية مائية على النباتات لفترات طويلة؛ لكى لا تساعد على انتشار مسببات مرضية أخرى خطيرة؛ مثل الفطر *Botrytis cinerea*.

- ومن الفطريات الأخرى التى تُضاد فطريات البياض الدقيقى كل من: *Tilletiopsis* spp.، و *Stephanoascus* (عن Jarvis ١٩٨٩).

- حقق استعمال الفطر *Gliocladium roseum* نجاحًا كبيرًا فى مكافحة مرض العفن الرمادى فى الفراولة، حيث ثبطت عزلاته نمو الفطر *B. cinerea* بنسبة ٩٨٪ فى اختبارات على مختلف الأجزاء النباتية (الأوراق، والبتلات، والأسدية الزهرية) المفصولة عن النبات وغير المفصولة، وكان أكثر كفاءة عن غيره من الكائنات المستخدمة فى المكافحة الحيوية. مثل *Trichoderma viride*، و *Alternaria alternata*، و *Myrothecium verrucaria*، و *Penicillium* spp.، كما كان أكثر كفاءة عن المبيد الفطرى

القياسى كابتان. وفى دراسة أخرى حقق استخدام الفطر *G. roseum* تثبيطًا للعفن الرمادى تراوح بين ٧٩٪، و ٩٣٪ فى أسدية أزهار الفراولة، وبين ٤٨٪، و ٧٦٪ فى ثمارها، وقد تماثل فى تلك الكفاءة مع الكائنات الرئيسية المستخدمة فى مكافحة الفطر *B. cinerea* بيولوجيًا أو كان أكفأ منها. وظهرت كفاءة هذا الفطر فى مكافحة العفن الرمادى حتى فى ظروف الرطوبة النسبية العالية جدًا فى البيوت المحمية البلاستيكية. كما أظهر فاعلية كبيرة فى المكافحة ليس فقط فى أزهار وثمار الفراولة، وإنما فى نمواتها الخضرية كذلك، وهى التى تعد المصدر الرئيسى للإصابة بالفطر تحت ظروف الحقل، وتراوحت كفاءته فى تثبيط إنتاج الفطر *B. cinerea* لجراثيمه بين ٩٠٪، و ١٠٠٪، وتشابه فى ذلك مع كفاءة أقوى المبيدات المستعملة فى مكافحة الفطر، وهى الكلوروثالونيل chlorothalonil.

● وقد جرت محاولات ناجحة لاستعمال نحل العسل فى نقل الفطر *G. roseum* إلى أزهار الفراولة. قامت فيها الحشرة بنقل الفطر بكفاءة إلى الأزهار أثناء زيارتها لها، واستخدم لأجل ذلك مسحوق من الفطر وضع فى موزع للقاح القطرى على خلية النحل (عن Sutton وآخرين ١٩٩٧).

● بينما أدت عدوى نباتات الطماطم فى مزرعة لا أرضية بالفطر *Phytophthora nicotianae* إلى خفض جوهرى فى الوزن الجاف للنموات الهوائية والجذرية، فإن معاملة المزرعة بالبكتيريا *Bacillus subtilis* ثبطت النمو الفطرى وأحدثت زيادة جوهرية فى محصول الطماطم مقارنة بمحصول نباتات الكنترول التى لم تعامل بالبكتيريا (Grosch & Grote ١٩٩٨).

● أفاد فى المكافحة الحيوية للفطر *F. oxysporum* f. sp. *fragariae* المسبب لمرض الذبول الفيوزارى فى الفراولة عدوى التربة بكائنين دقيقين، هما: العزلة B501 من البكتيريا *Bacillus* spp.، والعزلة S506 من الاستربتوميسس *Streptomyces* spp.، مع المحافظة على تواجدهما فى التربة بتركيز مرتفع حتى بداية الإزهار، وهى المرحلة التى تبدأ عندها أعراض الذبول فى الظهور على نباتات الفراولة. وبالمقارنة بالتبخير ببروميد الميثايل الذى أدى إلى مكافحة المرض بنسبة ١٠٠٪، أدت المعاملة بالباسيلّس على

تحقيق ٩٤٪ مكافحة وهم تختلف جوهريًا عن معاملة بروميد الميثيل، بينما أعطت معاملة الاستربتوميسس مكافحة بنسبة ٧٧٪ وكانت أقل جوهريًا من معاملتى بروميد الميثايل والباسلّس (Wang وآخرون ١٩٩٩)

o وجد أن لكل من التريكوديرما *Gliocladium virens* (كما فى التحضير التجارى RootShield)، والبكتيريا *Radoporidium diobovatum* (السلالة S33) القدرة على مكافحة تقرح الساق الذى يحدثه الفطر *Botrytis cinerea* بنباتات الطماطم فى الزراعات المحمية (Utkhede وآخرون ٢٠٠١)

o أدت معاملة الطماطم بالفطر *Penicillium oxalicum* — فى كل من الزراعات المائية والزراعات العادية فى التربة — إلى الحد من إصابتها بفطر الذبول الفيوزارى *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici*، علما بأن فطر البنيسلّم استعمر المحيط الجذرى للطماطم ولم يؤثر على تواجد فطر الذبول فيه (DeCal وآخرون ١٩٩٧).

o تبين لدى اختبار عدد من الكائنات الدقيقة المستخدمة فى المكافحة الحيوية للمسببات المرضية التى تعيش فى التربة أن أكثرها قدرة على الاحتفاظ بحيويتها لفترات طويلة فى مخاليط الزراعة لتى تُعدُّ للاستعمال (ولكنها قد تخزن لفترات متباينة قبل استعمالها) كلا من البكتيريا *Bacillus subtilis*، والميكوريزا *Trichoderma harzianum* (Nemec ١٩٩٧)

o وجد تحت ظروف الصوبات أن كفاءة كلا من *T. harzianum* T39، و *A pullulans* فى مكافحة فطر البوترتيس كانت أعلى من كل من المبيد الفطرى ذو التأثير الواسع المدى tolylfluanid والمبيد الفطرى المتخصص iprodione، إلاّ أن المكافحة كانت أفضل بالنسبة لإصابات السوق عنها بالنسبة لإصابات الثمار (Dik & Elad ١٩٩٩).

o أفادت المعاملة بالسلالة BACT-O من *Bacillus subtilis* فى الحد من إصابة الخس بالفطر *Pythium aphanidermatum* فى المزارع المائية (Utkhede وآخرون ٢٠٠٢)

● تعطى المعاملة بالكومبوست المضاف إليه الفطر *Pythium oligandrum* مكافحة جيدة جدًا للفطر *Fusarium oxysporum* f. sp. *radicis-lycopersici* فى مزارع الطماطم فى البيت موس. وتحدث المقاومة بتكوين تراكيب فيزيائية فى المواقع المحتملة للإصابة تعيق حدوث الإصابة وتقدم الفطر (Pharand وآخرون ٢٠٠٢).

● أظهر عديد من أنواع الكائنات الدقيقة قدرة عالية على الحد من إصابة الطماطم فى الزراعات المائية بعفن الجذور الذى يسببه الفطر *Pythium ultimum*، وكان منها ما يلى:

*Penicillium brevicompactum*
*Penicillum solitum* strain 1.
*Pseudomonas fluorescens* subgroup G. strain 2.
*Pseudomonas marginalis*
*Pseudomonas putida* subgroup B strain 1.
*Pseudomonas* syringae strain 1.
*Trichoderma atroviride*

(Gravel وآخرون ٢٠٠٧).

● أدت معاملة نباتات الطماطم النامية فى مزارع الصوف الصخرى بسلالات من الفطر المحفز للنمو النباتى *Fusarium equiseti* إلى توفير حماية جيدة للنباتات ضد الإصابة بالفطر *Fusarium oxysporum* f. sp. *radicis-lycopersici* مسبب مرض عفن التاج والجذر الفيوزارى. وقد أظهرت الدراسة أن مستخلصات ساق النباتات المعاملة بالفطر *F. equiseti* — سواء أكانت قد حقنت بفطر عفن التاج والجذر الفيوزارى أم لم تحقن — كانت مثبطة لإنبات الجراثيم الميكروكونيدية للفطر الممرض ولاستطالة أنابيبها الجرثومية فى البيئات الصناعية (Horinouchi وآخرون ٢٠٠٧).

● دُرس تأثير ثلاثة منتجات تجارية تستخدم فى المكافحة الحيوية على مكافحة ثلاثة من مسببات الأمراض التى تصيب الطماطم عن طريق الجذور فى مزارع لأرضية مغلقة تتكون فيها بيئة الزراعة إما من البيت، وإما من الخفَاف pumice. ولقد وجد أن مستوى المكافحة المرضية يتباين تبعًا لنوع الكائن المستخدم فى المكافحة الحيوية، وبيئة الزراعة، والمسبب المرضى، كما يلى.

١- أدت المعاملة بمستح Binab T (الذى يحتوى على خليط من كل من الفطرين *Trichoderma polysporum*، و *T. harzianum*)، أو Gliomix (الذى يحتوى على الفطر *Gliocladium cantenulatum*)، أو Mycostop (الذى يحتوى على الاستربتوميسيت *Streptomyces griseoviridis*) فى بيئة الخفاف إلى تقليل الإصابة المرضية بالمسببات الثلاثة: *Pythium aphanidermatum*، و *Pyhtophthora cryptogea*، و *Fusorium oxysporum* f. sp. *radices-lycopersici*

٢- لم يكن للـ Mycostop تأثير جوهرى على مستوى الإصابة بأى من المسببات المرضية الثلاثة فى البيت، على الرغم من أن كلا من الـ Binab T، والـ Gliomix حققا مكافحة بيولوجية ناجحة

٣- فى كلتا البيئتين كانت المكافحة الحيوية للفطر *F. oxysporum* f. sp. *raics-lycopersici* ضعيفة مقارنة بتلك التى تحققت مع أى من *P. aphanidermatum*، أو *P. cryptogea*.

٤- تحسن نمو نباتات الطماطم بعد معاملة بيئة الزراعة بأى من المنتجات الحيوية الثلاثة فى وجود أى من المسببات المرضية الثلاثة، مقارنة بنموها فى معاملات الكنترول (Khalil وآخرون ٢٠٠٩).

● أمكن عزل بكتيريا (أعطيت الكود LSW25) من المحيط الجذرى لنباتات الطماطم كانت سالبة لصبغة جرام. ومضادة للبكتيريا *Pseudomonas corrugata* — التى تُصيب أوعية نباتات الطماطم وتحللها — ومحفزة لنمو بادرات الطماطم. وقد انتخبت من هذه العزلة طفرة طبيعية مقاومة للمضاد الحيوى rifampicin (أعطيت الكود LSW25R) لتسهيل تتبعها، وعُرِّفت بأنها *Pseudomonas* spp.، وأُعطيت الاسم *Speudomonas* sp. LSW25R. ثبطت هذه البكتيريا النمو الهيفى لإثنى عشر فطرًا، مثل *Botrytis cinerea* على بيئة آجار V8. وبالاستعانة بالميكروسكوب الإليكترونى الماسح، وجد أن هذه العزلة لا تستعمر فقط سطح الجذور حول الفتحات الطبيعية للتفرعات الجذرية الدقيقة، وإنما — كذلك — تحت خلايا البشرة. ولقد نجحت العزلة LSW25R فى استعمار جذور بادرات

الطماطم والفلفل والباذنجان، وحفزت جوهريًا طول بادرات الطماطم ووزنها الطازج والجاف عند تلقيحها بتركيز ١٠[١١] وحدة مكونة للمستعمرات cfu/مل، وحفزت جوهريًا نمو بادرات الباذنجان والفلفل عند استعمالها بتركيز ١٠[٤] cfu/مل؛ بما يعنى أن التركيز المناسب من هذه البكتيريا لتحفيز النمو يختلف من نوع نباتى لآخر. كذلك فإن كثافة تواجد هذه البكتيريا داخل الجذور وأول أوراق الطماطم — عند قاعدة النبات — كانت أكثر من ٩٣ × ١٠[٣] cfu/جم. وقد وجد أن التأثير المحفز لهذه البكتيريا حدث فى كل من ظروف التغذية الطبيعية، وكذلك عند نقص أى من النيتروجين أو الكالسيوم، إلا أن امتصاص الكالسيوم لم يزدد إلاّ فى ظروف التغذية الطبيعية، وقد أسهمت تلك الزيادة فى خفض الإصابة بتعفن الطرف الزهرى (Lee وآخرون ٢٠١٠).

## مكافحة الحشرات

### ١- مكافحة الذبابة البيضاء:

يتطفل الزنبور *Encarsia formosa* على حشرة الذبابة البيضاء. يبلغ طول أنثى الزنبور البالغة حوالى ٠,٥مم، وهى تعيش لمدة ١٤ يومًا، تتغذى خلالها على الإفرازات السكرية للذبابة البيضاء. تضع الأنثى خلال حياتها حوالى ٦٠ بيضة، كل منها منفردة على الطور الثالث — فقط — لحوريات الذبابة البيضاء. يفقس البيض خلال أربعة أيام فى حرارة ٢١°م؛ لتتطفل يرقات الزنبور على حوريات الذبابة.

ولدرجة الحرارة تأثير كبير على سرعة تكاثر كل من الطفيل (الزنبور) والحشرة (الذبابة البيضاء)، حيث تكون مدة دورة حياة كل منهما — باليوم — كما يلى:

| الحرارة (°م) | الذبابة البيضاء | *Encarsia* |
|---|---|---|
| ١٠ | ٧٢ | — |
| ١٥ | ٥١ | ٥٥ |
| ٢٠ | ٣٧ | ٢٥ |
| ٣٠ | ٢٥ | ١٥ |

ويتبين من ذلك ن لكفحة الحيوية للذبابة البيضاء تكون أكثر فاعلية في حرارة أعلى من ٢٠°م كذلك ينخفض نشاط الزنبور المتطفل في الإضاءة الضعيفة ويعتبر الزنبور أكثر حساسية للمبيدات الحشرية من الذبابة البيضاء ذاتها

يربى الزنبور المتطفل علي أوراق التبغ أو الطماطم. ويسمح له بالتطفل على حوريات الذبابة البيضاء قبل توزيعه بتجانس تام داخل البيوت المحمية (عن Gould ١٩٨٧)، ويستخدم الزنبور المتطفل لهذا الغرض منذ أكثر من ٧٠ عاما

كذلك تتطفل سلالة من الفطر *Cephalosporium lecanii* على ذبابة البيوت المحمية البيضاء التى عزلت منها ويتوفر الفطر فى صورة تحضير تجارى يعرف باسم Mycotal، وهو لا يؤثر على الزنبور *Encarsia formosa* المتطفل على الذبابة

يتطفل الفطر على جميع أطوار الذبابة البيضاء *T vaporariorum* فيما عدا البيض. ويكفى — عادة — رشّتان بالفطر إذا أحسن توقيتهما لمكافحة الحشرة بصورة جيدة طوال موسم النمو ويلزم لإصابة الفطر للحشرة توفر رطوبة نسبية عالية (أقل من ٠,٢ كيلو باسكال Kpa Vpd 0 2 >) لمدة عشرة أيام أما عملية تطفل الفطر على الحشرة لحين قضائه عليها فلا يلزم — لاستمرارها - توفر رطوبة نسبية عالية، بينما تلزم رطوبة نسبية عالية مرة أخرى لأجل تجرثم الفطر (عن Grange & Hand ١٩٨٧)

وقد أفادت المعاملة بكل من الفطر *Beauveria bassiana* (التحضير التجارى BotaniGard الذى يحتوى على ٥,١٣ × ١٠[٣] كونيديا/مل)، والمفترس *Dicyphus hesperus*. والمتطفل *Encarsia formosa* فى مكافحة ذبابة البيوت المحمية البيضاء *Trialeurodes vaporariorum* (Labbé وآخرون ٢٠٠٩).

### ٢- مكافحة حشرة المنّ:

يُعرف عالميًا أكثر من ٤٠٠٠ نوع من المنّ، ومن أهمها — فى الزراعات المحمية — من الخوخ الأخضر *Myzus persicae*، ومن القطن *Aphis gossypii*، ومن البطاطس *Macrosiphum euphorbiae* ويُعد من الخوخ الأخضر أكثرها خطورة على محاصيل

البيوت المحمية بسبب اتساع مدى عوائله وكثرة الفيروسات التى يُسهم فى نقلها وصعوبة مكافحته.

هذا .. ويمكن لإناث المنّ إنتاج أجيال جديدة من الحشرة دون حاجة للتزاوج، حيث تنتج صغارًا مباشرة دون المرور بطور البيضة. وتسهم تلك الخاصية فى الازدياد الفجائى الكبير فى أعداد الحشرة. ويتعين تعليم المواقع التى يكتشف تواجد المنّ بها؛ ليمكن إحكام عملية المكافحة

وبينما تميل أفراد منّ الخوخ الأخضر للتعنقد على النموات الحديثة الغضة، فإن من القطن غالبًا ما ينتشر بانتظام على امتداد ساق النبات. كذلك يقل عدد أفراد منّ القطن المجنحة عما فى منّ الخوخ الأخضر.

ومن بين أهم أعراض الإصابة بالمنّ: إنتاج الإفرازات السكرية (العسلية) التى تنمو عليها الفطريات المترممة السوداء (sooty mold) على الأوراق، وتكون البقع الصفراء على سطح الأوراق العلوى، وظهور الجلود التى تطرحها الحشرات على الأوراق، والتفاف الأوراق، وتشوه النموات الجديدة.

**ومن أهم المفترسات المستخدمة فى مكافحة المنّ فى الزراعات المحمية ما يلى:**

| | |
|---|---|
| أسد المنّ | *Chrysoperla carnea, C. rufilabris & Chrysopa* sp. |
| ذبابة المنّ | *Aphidoletes aphidimyza* |
| الزنابير المتطفلة | *Aphidius colemani & A. maticariae* |
| خنفساء أبو العيد | *Hippodamia convergens* |

١- الفطر *Beauveria bassiana*

يعمل هذا الفطر من خلال اتصاله بالسطح الخارجى للحشرة، ثم اختراقه لها وقتلها، وهو يسوق تجاريًا تحت أسماء مختلفة، منها Naturalis-O، و BotaniGard.

٢- الفطر *Verticillium laccani*:

من بين التحضيرات التجارية لهذا الفطر Vertalec، و Mycotal.

يتطلب إنبات ونمو جراثيم هذا الفطر رطوبة نسبية لا تقل عن ٩٣٪ وحرارة بين ١٥ و ٢٧°م. ويجب ألا تقل الرطوبة عن تلك الحدود لمدة ١٠-١٢ ساعة يوميًا ويعد هذا الفطر حساسًا للمبيدات الفطرية (Greer ٢٠٠٠).

هذا ويتطفل الزنبور *Aphidius matricariea* على نوع المنّ *Myzus persicae* فقط يبلغ طول الحشرة المتطفلة البالغة نحو ملليمترين. وتضع الإناث بيضها في جسم حشرة المنّ الصغيرة، حيث تفقس إلى يرقات خلال ١٣ يومًا، وتخرج من ثقب تصنعه في حشرة المنّ التي تبقى كـ "مومياء" ملتصقة بالأوراق

وقد استخدم في مكافحة منّ الخوخ الأخضر، ونوع المنّ *Macrosiphum euphorbiae* على نباتات الباذنجان مجموعة من الأعداء الطبيعية للمنّ تشكلت من الطفيل *Aphelinus asychis*، ونوعي أسد المنّ *Chrysoperla perla*، و *C formosa* (Rott & Ponsonby ٢٠٠٠)

كذلك تتطفل يرقات الذبابة *Aphidoletes aphidimyza* على عدة أنواع من المنّ، خاصة تلك التي تكوّن مستعمرات عنقودية، مثل *Aphis gossypii*. تضع الأنثى بيضها (نحو ٧٠ بيضة) على السطح السفلي للأوراق قريبًا من مستعمرات المنّ. وبعد فقس البيض تتغذى كل يرقة من الطفيل على نحو ١٠ أفراد من المنّ قبل أن تتحول إلى عذارى في غضون ٤ أيام من الفقس. يتم إدخال الطفيل إلى الصوبات كعذارى محمولة في البيت موس، حيث ينثر بالقرب من النباتات بمعدل ٢-٥ عذارى/م٢ بمجرد مشاهدة مستعمرات المنّ ويكرر ذلك بعد نحو ٢-٤ أسابيع أخرى.

**كذلك استخدمت بعض أنواع الفطريات المتطفلة على الحشرات - منفردة، أو مع الحشرات المتطفلة والمفترسة - في مكافحة آفات البيوت المحمية، ومن أمثلة ذلك ما يلي:**

١- استخدمت الجراثيم الكونيدية للفطر *Aschersonia* - الذي يتطفل على الذباب الأبيض - في مكافحة ذبابة البيوت المحمية البيضاء.

٢- استعمال مستحضر تجارى من الفطر *Verticillium lecanii* — يعرف باسم ميكوتال Mycotal فى مكافحة ذبابة البيوت المحمية البيضاء على الخيار.

٣- يتطفل فطران، هما *Cephalosporium aphidicola*، و *Entomophthora coronata* على حشرة منّ الخوخ الأخضر. ولكن مستحضرات النوع الثانى ليست مأمونة الاستعمال بالنسبة للإنسان (عن توفيق ١٩٩٣).

٤- يستعمل كذلك الفطر المتطفل *Cephalosporium lecanii* فى مكافحة عدة أنواع من المنّ؛ منها:

| | |
|---|---|
| *Myzus persicae* | *Aphis gossypii* |
| *Aphis fabae* | *Brachycaudus helichrysi* |

ويتوفر الفطر فى صورة تحضير تجارى يعرف باسم Vertale (نسبة إلى الاسم السابق لجنس الفطر *Verticillium*). والفطر حساس لعديد من المبيدات الفطرية. يرش التحضير التجارى المحتوى على الجراثيم الكونيدية للفطر عند وجود إصابة منخفضة بالمنّ. مع ضرورة توفير رطوبة عالية (تزيد على ٨٥٪) لمدة حوالى ١٠ ساعات يوميًا خلال فترة تطفل الفطر على المنّ. يلاحظ التطفل بظهور نمو أبيض قطنى من هيفات الفطر على المنّ.

**٣- مكافحة التربس:**

يتوفر للمكافحة البيولوجية للتربس نوع مفترس من العناكب يعرف باسم *Amblyseius mackensie*، وكذلك سلالة متطفلة من الفطر *C. lecanii*.

كما تستعمل فى مكافحة التربس شرائط لاصقة، تلتصق بها يرقات الحشرة التى تسقط من الأوراق إلى التربة عندما يأتى وقت تحولها إلى عذارى. تعرف هذه الشرائط باسم Thripstick، وهى توضع أسفل النباتات لاصطياد اليرقات (عن Gould ١٩٨٧).

كذلك نجح Chambers وآخرون (١٩٩٣) فى مكافحة التربس *Frankliniella*

*occidentalis* على الفلفل باستعمال الـ anthocorid المفترس *Orius laevigatus*، وكانت المكافحة أفضل فى ظروف الإضاءة الجيدة، وعندما كانت الإصابة بالتربس منخفضة ابتداء

٤- مكافحة صانعات الأنفاق:

تكافح صانعة الأنفاق *Liriomyza bryoniae* على الطماطم بالرش بالدايمثويت، واللاثيون. والدايازينون، والبيروثرويدات الجهازية. ولكن أمثال هذه المبيدات لا يمكن استعمالها ضمن برامج المكافحة المتكاملة التى تشتمل على عنصر المكافحة الحيوية

ويعرف حاليا عدد من المتطفلات التى تتطفل على صانعات الأنفاق، مثل: *Dactirsa sibirica*، و *Diglyphus isaea*، و *Opius pallipes*، وجميعها تستعمل على نطاق تجارى فى مكافحة صانعات الأنفاق فى الطماطم.

تضع المتطفلات الداخلية *Dactirsa*، و *Opius* بيضها داخل أجسام يرقات صانعات الأنفاق. وهى تحفر داخل الأنفاق، ويستغرق الطفيل ١٦ يومًا إلى أن ينضج (فى حرارة ٢١°م). حيث تعيش الأنثى الناضجة لمدة ١٠ أيام تضع خلالها حوالى ٩٠ بيضة.

أما *Diglyphus* فهو متطفل خارجى، وتضع الأنثى بيضها منفردا، كل بيضة منها على إحدى يرقات صانعة الأنفاق. تتغذى يرقة الطفيل – بعد فقسها – على عائلها، ثم تتحول إلى عذراء داخل النفق.

وتزود البيوت المحمية بمتطفلات صانعات الأنفاق، إما كعذارى فى علب كرتونية صغيرة، وإما كأفراد فى أنابيب بلاستيكية.

٥- مكافحة يرقات حشرات رتبة حرشفية الأجنحة:

تعرف يرقات رتبة حرشفية الأجنحة Lepidopterae باسم الجرارات caterpillars، وتشمل يرقات أبو دقيق والفراشات التى تعد من أخطر الآفات الزراعية. تكافح هذه اليرقات بنجاح كبير برشها بجراثيم البكتيريا *Bacillus thuringiensis*، أو ببلورات البروتين الذى تفرزه البكتيريا. علمًا بأنه ليست لهذه المعاملة أية تأثيرات سلبية على

أية كائنات أخرى من تلك التى تستعمل فى المكافحة الحيوية. وتتوفر تحضيرات تجارية من هذه البكتيريا تستعمل فى المكافحة؛ مثل المبيد دايبل Dipel.

تكون هذه البكتيريا شديدة التأثير على اليرقات الصغيرة؛ ولذا .. يجب استعمالها بمجرد ملاحظة أضرار تغذية اليرقات على النباتات. وهى تعمل كَسُمّ مَعدى؛ حيث تتحلل البللورات البروتينية — داخل معدة اليرقة — إلى سُمّ يؤذى الأغشية المبطنة للقناة الهضمية للحشرة، ويؤدى إلى تورمها بشدة. هذا . وليس لهذا السُمّ أية تأثيرات على الإنسان أو الحيوانات الزراعية (عن Gould ١٩٨٧).

وقد أمكن نقل الجين المسئول عن تصنيع هذا البروتين السام — بطرق الهندسة الوراثية — من البكتيريا إلى عدد من الأنواع النباتية الهامة؛ منها الطماطم، والبطاطس، والقطن. الأمر الذى يجعل الأصناف التى تحمل هذا الجين مقاومة بطبيعتها لجميع يرقات الفراشات وأبو دقيق (يرقات رتبة حرشفية الأجنحة).

هذا .. ويبين جدول (٨–١) أمثلة لعديد من الأعداء الطبيعية الحشرية والأكاروسية المستخدمة فى مكافحة الحشرات والعناكب فى البيوت المحمية.

## مكافحة الأكاروسات

يستعمل العنكبوت المفترس *Phytoseiulus persimilis* فى مكافحة العنكبوت الأحمر العادى. ولكن يشترط لذلك أن تكون الحرارة بين ١٨°م، و ٢٤°م؛ حيث يكون تكاثر العنكبوت المفترس أسرع كثيرًا من تكاثر العنكبوت الأحمر. فمثلاً .. يتكاثر العنكبوت المفترس بمعدل يبلغ ضعف معدل تكاثر العنكبوت الأحمر فى حرارة ٢٠°م؛ وبذا يمكن الحيلولة دون زيادة أعداد العنكبوت الأحمر إذا أُدخل العنكبوت المفترس إلى الصوبة قبل بدء تكاثر العنكبوت الأحمر. هذا .. إلا أن كفاءة العنكبوت المفترس تقل كثيرًا فى الحرارة المنخفضة، ويتوقف عن التكاثر فى حرارة ٢٧°م، بينما يتكاثر العنكبوت الأحمر بسرعة كبيرة فى هذه الدرجة؛ حيث يكمل دورة حياته خلال ٣–٤ أيام.

جدول (٨-١). أهم الأعداء الطبيعية الحشرية والأكاروسية المستخدمة في البيوت المحمية

| الاسم العادي | الاسم العلمي | الآفات المستهدفة بالمكافحة |
|---|---|---|
| متطفل الدبابة البيضاء | *Encarsia formosa* | الدبابة البيضاء، وخاصة دبابة البيوت المحمية البيضاء |
| متطفل الدبابة البيضاء | *Eretmocerous eremicus* | الذبابة البيضاء، وخاصة دبابة أوراق الكوسة الفضية |
| | *Eretmocerus mundus* | |
| متطفل صانعات الأنفاق | *Diglyphus* spp., *Dacnusa* spp. | صانعات الأنفاق |
| مدمر الخنفساء المغبرة | *Cryptolaemus montrouzieri* | خنفساء الوالج المغبرة |
| متطفل الخنفساء المغبرة | *Leptomastix dactylopii* | خنفساء الوالج المغبرة |
| دبابة المنّ | *Aphidoletes aphidimyza* | المنّ |
| متطفل المن | *Aphidius colemani* | منّ الخوخ ومنّ الكنتالوب |
| متطفل المن | *Aphidius ervi*, *Aphelinus abdomalus* | منّ البطاطس |
| مفترس حشرات التربة | *Atheta coriaria* | عارى تربس الأزهار الغربى |
| النيماتودا الـ Entomopathogenic | *Steinernema feltiae*, plus others | يرقات بعوضة الفطر |
| العناكب المفترسة للتربس | *Hypoaspis miles* | عارى تربس الأزهار الغربى |
| العناكب المفترسة للعنكبوت الأحمر | *Phytoseiulus persimilis*, other phytoseiids | العنكبوت الأحمر |
| | *Amblyseius californicus* | |
| أسد المنّ | *Chrysoperla* sp. | المنّ – الذبابة البيضاء – العنكبوت الأحمر |
| قرصان الحشرات | *Orius insidiosus* | التربس وآفات أخرى |
| مفترس التربس | *Neoseiulus cucumeris*, Amblyseius degenerans | التربس |
| | *Amblyseius cucumeris* | |
| متطفل الفراشات | *Trichogramma brassicae* | بيض لفراشات |

يتعين إدخال العنكبوت المفترس إلى داخل البيوت سنويًا في كل موسم، لأنه – على خلاف العنكبوت الأحمر العادي – ليس له طور سكون، كما يجب توزيع أعداده بتجانس

داخل الصوبة. ويلاحظ أن العنكبوت المفترس شديد الحساسية لعديد من المبيدات التى تستعمل فى حماية المحاصيل المزروعة، خاصة المبيدات الفسفورية العضوية والبيرثرويدية. ويكثُر العنكبوت المفترس — عادة — على نباتات الفاصوليا (عن Gould ١٩٨٧).

وقد تمكن Nihouls (١٩٩٣) من إحداث التوزان بين العنكبوت المفترس *P. persimilis* والعنكبوت الأحمر *T. urticae* فى زراعات الطماطم المحمية، بإدخال العنكبوت المفترس من أحد جانبى الصوبة، مع مكافحة العنكبوت الأحمر — فى جانب الصوبة الآخر — باستعمال المبيدات (توركيو ٥٠٪ Torque 50%، ونسّورن ٥٠٪ Nissorun 50%). وقد احتاج الأمر إلى ٣٣٠٠ فرد — فقط — من العنكبوت المفترس/١٠٠م٢ من الصوبة، وثلاث رشات بالمبيدات — على ٥٠٪ من النباتات — لأجل تأمين مكافحة العنكبوت الأحمر لمدة ٣٠ أسبوعًا، حيث إن التوازن المطلوب بين الكائنين استمر تلقائيًا بمجرد حدوثه.

وأمكن تحسين المكافحة الحيوية للعنكبوت الأحمر *Tetranychus urticae* فى زراعات الخيار المحمية بالاستعانة بالعدو الطبيعى المتخصص *Stethorus punctillum* مع العدو غير المتخصص *Neoseiulus californicus* (Rott & Ponsonby ٢٠٠٠).

## مشاكل المكافحة الحيوية

من أهم مشاكل تطبيق مبدأ المكافحة الحيوية فى الزراعات المحمية ما يلى:

١- مشاكل تقنية تتعلق بالإنتاج المكثف للمتطفلات أو المفترسات؛ فهى يجب أن تُنتج على نطاق تجارى بمعرفة شركات متخصصة، وأن يكون استعمالها على أسس ثابتة ومستقرة؛ لكى تستمر هذه الشركات فى عملها. وتنهض بهذا الدور فى مصر — حاليًا — وزارة الزراعة التى تقوم بالإنتاج التجارى لأسد المنّ، والفيروسات المستعملة فى مكافحة فراشة درنات البطاطس.

٢- مشاكل إدارية تتعلق بضرورة المتابعة الدائمة والمستمرة لأعداد الحشرة الضارة، وأعداد الطفيليات أو المفترسات، وبدء التطفل أو الافتراس، وتوطده، واستمراره، مع استمرار التوازن المطلوب بين الطفيل أو المفترس وعائله.

٣- مشاكل نفسية يجب أن يواجهها المنتج الذى تعود على الحصول على مكافحة سريعة وكاملة للآفات باستعمال المبيدات، فهذا الأمر لا يتحقق أبدًا فى المكافحة البيولوجية. وعلى المنتج أن يغير من فلسفته ونظرته إلى كثير من الأمور، كما يلى:

أ- يتعين - بداية - إدخال أعداد محدودة من الحشرة الضارة التى يرغب فى مكافحتها والسماح لها بالتكاثر واحداث ضرر محدود، لكى يتوفر الغذاء اللازم للمفترس أو الطفيل قبل إدخاله الصوبة، وإذا وجد المنتج صعوبة فى تقبل ذلك، فليس أقل من إدخال الحشرة ومفترسها أو طفيلها فى آن واحد، أو الانتظار لحين تكاثر الحشرة - طبيعيًا - وبداية أضرارها قبل إدخال أعدائها الطبيعيين

ب- لا يمكن - أبدا - تحقيق مكافحة كاملة عند الاعتماد على المكافحة الحيوية، فالحشرة الضارة يجب أن تكون متواجدة باستمرار، وإلا انقرضت أعداءها التى لا تجد - حينئذٍ - غذاءً مناسبًا لها وبذا فإنه يتعين تقبل بعض الأضرار الحشرية البسيطة فى ظل نظام المكافحة الحيوية، ولكن هذه الأضرار تبقى فى الحدود المسموح بها والمحددة سلفًا

جـ- تكون المكافحة الحيوية بطيئة، فمثلاً قد تستغرق مكافحة العنكبوت الأحمر العادى مدة ٦ أسابيع

٤- مشاكل فنية تتعلق بعملية التطبيق ذاتها، مثل:

أ- قد يؤدى أى تأخير فى إدخال الطفيل أو المفترس إلى الصوبة إلى حدوث أضرار كبيرة من جراء تكاثر وتغذية الآفة، التى قد تتزايد أعدادها إلى مستويات تفقد معها المكافحة الحيوية فاعليتها

ب- ضرورة تغيير نمط بعض عمليات الخدمة الزراعية، مثل تقليل عمليات إزالة الأوراق السفلية والفروع الزائدة التى تأوى أعدادًا كبيرة من الطفيليات أو المفترسات النشطة بيولوجيًا

جـ- قد يؤدى القضاء على الآفات الهامة - مع عدم استعمال المبيدات فى المكافحة - إلى تكاثر آفات أخرى واستفحال أخطارها. ويؤدى استعمال المبيدات فى مكافحة هذه الآفات إلى فشل المكافحة الحيوية

## استعمال مبيدات فى صورة أدخنة وأيروسولات وأبخرة

نظرًا للطبيعة المغلقة للبيوت المحمية، لذا فإنه كثيرًا ما يتم القضاء على الآفات الحشرية والعناكب التى فيها؛ وذلك باستعمال مبيدات فى صورة أدخنة smokes، أو أيروسولات aerosols، لكن يجب التنبيه إلى أن المبيد المستخدم بهذه الصورة لا يتبقى منه شئ بعد تهوية البيت؛ وعليه .. فإنه يجب توقيت إعادة المعاملة بالمبيد حسب دورة حياة الحشرة. فإذا كانت دورة الحياة تستغرق ٧ أيام، فإن المعاملة الأولى تقتل معظم الحشرات الكاملة، ولكنها لا تقتل البيض. وتؤدى المعاملة الثانية إلى قتل الحشرات التى لم يتم التخلص منها فى المعاملة الأولى، وكذلك قتل الحشرات التى فقست من البيض قبل أن تضع بيضا جديدا، ولكن الحشرات التى لم تقتل فى المعاملة الأولى تكون قد وضعت بيضها وهذه تفقس، ويتم التخلص منها فى المعاملة الثالثة. وتتوقف الفترة بين المعاملة والأخرى على مدة دورة حياة الحشرة. وتتراوح دورة حياة معظم الحشرات بين ٥-٧ أيام، لكن المدة قد لا تزيد على ثلاثة أيام فى الجو الحار، كما فى العنكبوت الأحمر، وبعض الحشرات، كالذبابة البيضاء. وعلى العكس من ذلك .. تطول دورة حياة الحشرات مع انخفاض درجة الحرارة. هذا .. ومن الطبيعى أن تزداد فترة فاعلية المبيد عندما يتبقى جزء منه على الأوراق (Nelson ١٩٨٥).

ومن أهم المواد المستخدمة فى هذا الشأن، ما يلى:

| المبيد | الآفات التى يستعمل لأجل مكافحتها |
|---|---|
| أولا المبخرات Fumigants | |
| الـ Aphid Smoke | المنّ، ونطاطات النباتات، والذبابة البيضاء (الطور البالغ) |
| الـ Ditho Smoke | العنكبوت الأحمر، والمنّ، والذبابة البيضاء، والتربس |
| النيكوتين Nicotine | المنّ والتربس |
| الثيودان Thiodan | المنّ والذبابة البيضاء |
| الفابونا Vapona | العنكبوت الأحمر، والمنّ، والذبابة البيضاء، والخنفساء المغبرة |

| المبيد | الآفات التى يستعمل لأجل مكافحتها |
|---|---|
| ثانيًا الأيروسولات Aerosols | |
| الرمثرين Resmethrim | الذبابة البيضاء (الطور البالغ)، والتربس، وخنافس الخيار |
| الأورثين Orthene | المنّ، وصانعات الأنفاق، والتربس، والذبابة البيضاء |

كما أمكن مكافحة البياض الدقيقى فى البيوت المحمية بأبخرة مبيد الفانجارد Vangard. تبلل قطع من الشاش، أو القماش القطنى، أو قماش البولى بروبيلين Polypropylene أو حبل بالمبيد، ثم تعلق قطع القماش فى أجزاء متفرقة من البيت، أو يربط الحبل بامتداد خطوط الزراعة يؤدى بخار المبيد إلى وقف النمو الفطرى ومنع إنبات الجراثيم. وقد استمرت فاعليته حتى مع تهوية البيوت. وقد أمكن بهذه الطريقة مكافحة البياض الدقيقى فى القرعيات وغيرها من المحاصيل (Szkolnik ١٩٨٣)

## المكافحة بالرش بالمبيدات وبدائل المبيدات

على الرغم من الوعى العام بأخطار المبيدات على صحة الإنسان والبيئة، إلا أن استعمالها فى مكافحة الآفات فى البيوت المحمية مازال هو أكثر طرق المكافحة شيوعًا.

**ومن أهم المشاكل التى تواجه استعمال المبيدات فى المكافحة فى البيوت المحمية ما يلى:**

١- قلة أعداد المبيدات المرخص باستعمالها فى البيوت المحمية؛ فليست كل المبيدات المرخص باستعمالها على محصول معين فى الزراعات الكشوفة بصالحة له فى الزراعات المحمية. حيث تلاحظ زيادة حالات التسمم للإنسان وللنبات عند استعمال مبيدات معينة على محاصيل الصوبات، ويرجع ذلك إلى اختلاف الظروف البيئية كثيرًا بين نوعى الزراعات. ولكون البيوت المحمية ذات بيئة مغلقة.

٢- قِصَر فترة دورة حياة الحشرات والأكاروسات فى ظل ظروف الحرارة العالية فى الزراعات المحمية؛ الأمر الذى يتطلب تكرار الرش على فترات قصيرة؛ مما يؤدى إلى ظهور سلالات جديد من تلك الآفات مقاومة للمبيدات المستعملة؛ وهو ما يحدث باستمرار فى كل من الذبابة البيضاء، والعنكبوت الأحمر.

٣- صعوبة مقاومة أطوار معينة من بعض الحشرات بالمبيدات، كما هى الحال بالنسبة لطور الحوريات فى حشرة الذبابة البيضاء؛ التى تعد من أخطر آفات الزراعات المحمية. وبمجرد تحول الحورية - التى تقاوم فعل المبيدات - إلى حشرة كاملة، فإنها تعاود التكاثر من جديد؛ الأمر الذى يتطلب تكرار الرش على فترات متقاربة.

٤- حصاد جميع محاصيل الزراعات المحمية على فترات متقاربة؛ الأمر الذى يستحيل معه استعمال المبيدات الحشرية والأكاروسية خلال موسم الحصاد دون تعريض صحة الإنسان للخطر.

## معاملات خاصة لزيادة فاعلية الرش بالمبيدات

أفاد استخدام جهاز لتوليد الضباب يعمل بالموجات فوق الصوتية ultrasonic fogging device فى الصوبات فى توصيل المبيدات إلى السطح السفلى للأوراق بدرجة مؤثرة جدًا، حيث وجدت أفراد ميتة من الذبابة عند المعاملة بالإميداكلوبرد imidacloprid بهذه الطريقة بمعدل منخفض جدًا وصل إلى ٧,٠٧ جم من المادة الفعّالة للهكتار (Simmons & Jackson ١٩٩٩).

## استعمال بدائل المبيدات

يكثر استخدام بدائل المبيدات فى مكافحة الآفات فى البيوت المحمية، ويبين جدول (٨-٢) أمثلة لعديد من تلك البدائل وأوجه استخدامها فى المكافحة، كما يبين جدول (٨- ٣) تأثير بعض من تلك البدائل على بعض الأعداء الحيوية للحشرات.

جدول (٨–٢). أمثلة لبعض بدائل المبيدات وأوجه استخدامها فى المكافحة.

| المنتج | المن | الحنافس | البرقات | القطر | بعوضة | ذبابة الفاكهة | ظاطات الأوراق | صانعات الأنفاق | الحنافس المنبرة | برغوث النبات | التربس | الذبابة البيضاء | الأكاروس الصدئ | العنكبوت الأحمر |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Azadirachtin (Azatin, Ornazin, Neemix) | × | × | × | × | | × | × | × | × | × | × | × | | |
| Floramite | | | | | | | | | | | | | | × |
| *Beauveria bassiana* (Botanigard) | × | × | | | | | | | × | × | × | × | | |
| *Bacillus thuringiensis* kurstaki (Biobit, DIPel) | | | × | | | | | | | | | | | |
| *Bacillus thuringensis* aizawai (XenTari) | | | × | | | | | | | | | | | |
| *Bacillus thuringiensis* israelensis (Gnatrol) | | | | × | | | | | | | | | | |
| Insecticidal soap (M-Pede, Olympic) | × | | × | | | | × | × | × | × | × | × | | |
| Spray oil (Ultra-Fine Oil) | × | × | | | | | × | × | | | × | × | | × |
| Neem Oil (Trilogy 70%) | × | | | | | | | | × | | × | × | | |
| Nuclear Polyhedrosis Virus (Spod X) | | | × | | | | | | | | | × | | |
| Nicotine (Fulex Nicotine) | × | | | | | | | | | | × | × | | |
| Pyrethrins + piperonyl butoxide (1100 Pyrethrum TR) | × | × | × | × | | × | × | | × | | × | × | | × |
| Endosulfan (Phaser, Thionex) | × | × | × | | | | × | | | | × | × | | |

جدول (٨-٣) تأثير بعض بدائل المبيدات المستعملة فى مكافحة الحشرات والعناكب فى البيوت المحمية للخضر والأعشاب على بعض الأعداء الحيوية للحشرات

| *Orius insidiosus* | *Amblyseius cucumeris* | *Phytoseiulus persimilis* | *Encarsia formosa* | الاسم العادى للمبيد | الاسم التجارى للمبيد | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| H (nymph) | ? | H (nymph, adult) | H (adult) | Azadirachtin | Azaton | ١ |
| S | S? | S? | S | bifenazate | Floramite | -٢ |
| S? | S? | S? | S? | *Beauveria bassiana* | Botanigard | -٣ |
| S | H (nymph, adult) | S | S | *Bacillus thuringiensis* formulations | DiPel, Gnatrol, etc. | -٤ |
| ? | H (egg, nymph, | H (egg, nymph, Adult, D) | H (pupa, adult, O) | Insecticidal soap | M Pede | -٥ |
| | | | | | Olympic | ٦ |
| S | H (nymph, adult) | H (nymph, adult) | S | Paraffinic oil | Ultra Fine Oil | |
| S | S | S | S | Nuclear polyhedrosis virus | Spod X | -٧ |
| ? | H (nymph, adult, 1) | H (nymph, adult, 1) | H (adult, 0.5) | nicotine smoke | Fulex Nicotine | ٨ |
| H (adult, 0) | H (nymph, adult, 1) | H (nymph, adult, 1) | H (pupa, adult, 2) | pyrethrins + piperonyl butoxide | 1100 Pyrethrum TR | -٩ |
| H (nymph, adult) | H (egg, nymph, adult, 6-8) | H (egg, nymph, adult, 1-2) | H (adult 8-12) | endosulfan | Thiodan | ١٠ |

H ضار harmful، و S آمن safe، و ? غير معروف، و S?. آمن غالبًا، ولكن لا توجد دراسات كافية تؤكد ذلك، و adult· الطور البالغ، و nymph· الحوريات، و egg· البيض، و pupa: العذارى، والأعداد فى الأقواس بعد H: عدد الأسابيع التى يبقى فيها المبيد ضار بعد المعاملة.

## تبادل استخدام المبيدات وبدائل المبيدات التى تنتمى إلى مجموعات مختلفة

يفضل عند مكافحة الحشرات والعناكب تبادل استخدام المبيدات وبدائل المبيدات التى تنتمى إلى مجموعات مختلفة من طرق الفعل المؤثر.

**ومن أهم مجموعات طرق الفعل mode of action groups والمبيدات التى تنتمى إليها، ما يلى:**

**أولاً: المجموعة ٢٦:**

لا يُعرف على وجه التحديد فعلها المؤثر وإن كانت تعد من منظمات النمو الحشرية. ويدخل ضمنها مستخلص النيم.

يعد الآزاديراكتين Azadirachtin من أهم المواد الفعالة. تبلغ فترة الأمان قبل الحصاد pre-harvest interval (اختصارا PHI) صفرًا من الأيام، والفترة التى يتعين مرورها قبل معاودة دخول الصوبة المعاملة re-entery interval (اختصارًا: REI) ٤ ساعات لكل من الـ Azatin XL، والـ Azatin XL Plus، و Neemix، و ١٢ ساعة للـ Ornazin

يستخدم فى مكافحة المنّ، والذبابة البيضاء، والتربس، وصانعات الأنفاق، وبعوضة الفطر fungal gnats، والديدان، ويسمح باستخدامه مع كل الخضر والأعشاب.

**ثانيًا: المجموعة ١١:**

تتضمن المتلفات الميكروبية لأغشية المعى الحشرية، ومنا ما يلى:

١- البكتيريا *Bacillus thuringiensis* subsp. *kurstaki* (PHI = صفر يوم)، و REI = ٤ ساعات)

يُستخدم فى مكافحة الديدان القياسية. ودودة ثمار الطماطم xc وكيزان الذرة، والفراشة ذات الظهر الماسى فى جميع الخضر والأعشاب، ومنها دايبل ٢ إكس Dipel 2x

٢ البكتيريا *Bacillus thuringensis* subsp *aizawai* (PHI = صفر يوم، و REI = ٤ ساعات)

تُستخدم فى مكافحة الديدان القياسة، ودودة ثمار الطماطم، وكيزان الذرة، والفراشة ذات الظهر الماسى فى جميع الخضر والأعشاب، ومنها Xen Tari.

٣- البكتيريا *Bacillus thuringensis* subsp *israelensis* (PHI = صفر يوم، و REI = ٤ ساعات).

تستخدم فى مكافحة يرقات بعوضة الفطر ويسمح باستخدامها مع كل الخضر، ومنها Gnatrol

**ثالثًا: مجموعة غير مصنفة:**

يمكن استخدام التحضيرات المبينة ضمن هذه المجموعة فى نفس الدورة، ومنها ما يلى:

١- الفطر *Beauveria bassiana* (السلالة GHA): (الـ PHI = صفر يوم، والـ REI = ١٢ ساعة).

يُستخدم فى مكافحة الذبابة البيضاء، والمنّ، والتربس فى كل الخضر والأعشاب.

٢- زيت النيم neem oil (الـ PHI = صفر يوم، أو الـ REI = ٤ ساعات).

يُستخدم فى مكافحة المنّ، والعنكبوت الأحمر، والذبابة البيضاء، والتربس، كما يستخدم فى مكافحة بعض الأمراض الفطرية، وذلك فى جميع الخضر والأعشاب، ومنه Triology

٣- الصابون الحشرى insecticidal soap: (الـ PHI = يوم واحد، والـ REI = ١٢ ساعة).

يُستخدم فى مكافحة المنّ، والذبابة البيضاء، والعنكبوت الأحمر، والتربس، والديدان فى الخضر والأعشاب، ومنه M-Pede، و Olympic Insecticidal Soap.

٤- الزيت البارافينى paraffinic oil (الـ PHI = صفر يوم، و REI = ٤ ساعات).

يُستخدم فى مكافحة المنّ. ويرقات الخنافس، والتربس، والذبابة البيضاء، والعنكبوت الأحمر فى كل الخضر والأعشاب.

٥- الفيرس nuclear polyhydrosis virus (الـ PHI = صفر يوم، والـ REI = ٤ ساعات)

يستخدم فى مكافحة الديدان فى كل الخضر، ومنه Spod X LC.

٦- الميتالدهيد Metaldehyde (الـ PHI = صفر يوم، والـ REI = صفر ساعة).

يستخدم فى الطعوم السامة لمكافحة البزّاقات والقواقع فى كل الخضر، مع ضرورة عدم تلوبث الأجزاء المأكولة من الخضر بالبيد

**رابعا: المجموعة ٤ ب:**

١- النيكوتين Nicotine (الـ PHI = يوم واحد للطماطم والخيار، و ٥ أيام للخس، والـ REI بعد التهوية الجيدة).

يستخدم فى مكافحة المنّ والتربس فى الخيار والخس والطماطم بالتدخين.

**خامسًا: المجموعة ٣:**

١- البيرثرينات pyrethrins + بيبرونيل بتوكسيد piperonyl butoxide (الـ PHI = صفر يوم، والـ REI = ١٢ ساعة بعد التهوية).

يستخدم فى مكافحة المنّ، والخنافس، واليرقات، والذباب، وبعوضة الفطر، والخنافس المغبرة، والتربس، والعنكبوت الأحمر فى كل الخضر والأعشاب.

٢- بيرثرم pyrethrum + روتينون rotenone (الـ PHI = ١٢ ساعة، والـ REI = ١٢ ساعة)

يستخدم فى مكافحة المنّ، والديدان القياسية، ودودة ثمار الطماطم، والخنافس، والذبابة البيضاء، والتربس، وذبابة الفاكهة فى كل الخضر والأعشاب، كما فى Pyrellin

**سادسًا: المجموعة ٢أ:**

هى مجموعة الـ cyclodiene organochlorines.

١- إندوسلفان Endosulfan (الـ REI = ٢٤ ساعة بعد انتهاء التهوية)

يستخدم فى مكافحة المنّ. والذبابة البيضاء، والديدان القياسية، ودودة ثمار الطماطم، والخنافس البرغوثية. الـ PHI – بالنسبة للمنتج Fulex Thiodan Smoke هو ٤ أيام للطماطم. و ٧ أيام للخيار، وبالنسبة للمنتج Thionex 50WP فإن الـ PHI يومان للطماطم.

## ممارسات خاصة لمكافحة الأمراض والآفات فى الزراعات اللاأرضية

تتميز الزراعات اللاأرضية – خاصة المائية منها – بإمكان تطبيق وسائل لمكافحة الآفات فيها بيسر وسهولة وفاعلية كبيرة يصعب – أو يستحيل – تطبيقها فى الزراعات المحمية العادية، ومن هذه الوسائل ما يلى:

### تعقيم أو تطهير المحاليل المغذية فى النظم المغلقة

إن المحاليل المغذية المستعملة فى المزارع المائية ذوات النظم المغلقة – مثل تقنية الغشاء المغذى – تكون فى البداية خالية تمامًا من جميع المسببات المرضية وإذا ما حدث وتلوثت تلك المحاليل بمسببات الأمراض فإنه يمكن تعقيمها بصورة أيسر مما فى حالة تعقيم التربة أو بيئات الزراعة الأخرى. وسبب هذه السهولة فى التعقيم أن المحلول الغذائى المستعمل يمر جميعه من خلال ماسورة واحدة قبل تجمعه فى خزان المحلول.

**ومن أهم الوسائل المستعملة فى تعقيم المحاليل المغذية فى النظم المغلقة ما يلى:**

**(التعقيم بالأشعة فوق البنفسجية Utra-Violet:**

تفيد هذه المعاملة – وحتى ٢٥٠ ميجا جول/سم$^{2}$ – فى خفض أعداد الكائنات الدقيقة فى المحاليل المغذية، فمثلاً. وجد Buyanovsky وآخرون (١٩٨١) أن معاملة التعريض للأشعة فوق البنفسجية ($572\ Jm^{-2}h^{-1}$) – لمدة ٣ ساعات يوميًّا طوال فترة زراعة الطماطم – أحدث نقصًا فى عدد الكائنات الدقيقة بالمحلول المغذى من ٥٠٠–٨٠٠ × ١٠$^{3}$ إلى ١٠– ٥٠ × ١٠$^{3}$/مل، لكن Collins & Jenswn (١٩٨٣) يذكران أنه بينما كانت معاملة التعريض للأشعة فوق البنفسجية مجدية فى تقليل أعداد البكتيريا

المسببة للأمراض فى تقنية الغشاء المغذى فى المملكة المتحدة، فإن هذه المعاملة لم تكن مفيدة فى أربزونا؛ لأنها أحدثت نقصًا فى أعداد البكتيريا خلال اليومين الأولين فقط من المعاملة. أعقبته زيادة أعداد البكتيريا بعد ذلك إلى ما كانت عليه قبل الإشعاع، حتى مع استمرار الإشعاع وبينما تسببت المعاملة فى قتل الجراثيم السابحة (zoospores) لفطر الـ *Pythium* فى المحاليل المغذية، إلا أنها تسببت أيضًا فى تحويل الحديد المخلوب إلى صورةغير ميسرة لامتصاص النبات؛ وهو الأمر الذى تطلب إضافة مزيد من الحديد بعد كل معاملة تعريض للأشعة.

ولكن وُجد — لحسن الحظ — أن طرز الحديد المخلوبة تتباين فى مدى تأثرها بالأشعة فوق البنفسجية (عن Cooper ١٩٨٢).

وقد أثبتت دراسات Schwartzkopf وآخرون (١٩٨٧) على المزارع المائية للخس أن معاملة المحاليل المغذية بجرعات منخفضة من الأشعة فوق البنفسجية كانت وسيلة فعالة للتخلص من البكتيريا فى المحلول المغذى، كما أحدثت المعاملة تحسنًا فى النمو النباتى وعلى الرغم من أن الجرعات العالية من الأشعة أحدثت خفضًا قدره ٩٨٪ فى أعداد البكتيريا — مقارنة بخفض قدره ٨١٪ فقط فى حالة الجرعات المنخفضة — إلا أن الجرعات العالية أحدثت — كذلك — نقصًا جوهريًّا فى النمو النباتى.

### التعقيم بالموجات فوق الصوتية Ultra-Sonic

تفيد هذه المعاملة — كذلك — فى خفض أعداد الكائنات الدقيقة فى المحلول المغذى. ولكن يعتقد أنها تؤدى — مثل معاملة الأشعة فوق البنفسجية — إلى التأثير على تيسرهما الحديد المخلبى فى المحلول المغذى.

### المعاملة بفوق أكسيد الأيدروجين

تكون المعاملة بفوق أكسيد الأيدروجين بمعدل ١٠٠ جم/م$^3$ مع منشط لمدة خمس دقائق. علما بأن هذه الطريقة تؤثر بالأكسدة، بما قد يؤثر على كل من الحديد والمنجنيز ويقلل من تيسرهما للنبات (عن Archer وآخرين ١٩٩٧)

### المعاملة بالأوزون

تكون المعاملة بالأوزون ozonation بمعدل ١٠ مجم أوزون/م$^{٣}$ لمدة ساعة، علمًا بأن هذه الطريقة — كذلك — تؤثر بالأكسدة

### التعقيم بالترشيح فى المزارع المائية المغلقة

من السهولة بمكان تمرير المحلول على مرشحات (فلاتر) تعمل على منع مرور الكائنات المسببة للمرض قبل وصول المحلول المغذى إلى خزان التجميع. وقد استعمل Schwartzkopf وآخرون (١٩٨٧) فلاتر تحت ميكروسكوبية (ذات فتحات بقطر ٠.٢٢ مللى ميكرون) فى مزارع مائية للخس، أدت إلى التخلص من البكتيريا بنسبة وصلت إلى ٩٩٪، وأحدثت تحسنًا فى النمو النباتى مقارنة بمعاملة الشاهد.

ويذكر Goldberg وآخرون (١٩٩٢) أن الفطر *Pythium aphanidermatum* يحدث مشاكل كبيرة فى المزارع المائية المغلقة للخيار والطماطم؛ لأن جراثيمه السابحة تنتقل مع المحلول المغذى لتصيب جميع النباتات فى المزرعة وقد أمكن مكافحة الفطر بصورة كاملة بإمرار المحلول المغذى الملوث بالجراثيم السابحة للفطر ثلاث مرات على مرشحين؛ أولهما ذو ثقوب بقطر ٢٠ ميكروميتر، وثانيهما ذو ثقوب بقطر ٧ ميكروميترات ولم يكن المرشح الأول (ذو الثقوب الأوسع) — وحده — كافيًا للتخلص من الجراثيم السابحة للفطر.

هذا .. إلا أن Lillo وآخرين (١٩٩٣) وجدوا أن المحاليل المغذية المرشحة سرعان ما تلوثت مرة أخرى بالبكتيريا؛ حيث لم يجدوا فرقًا معنويًا بين أعداد البكتيريا فى المحاليل المغذية المرشحة وغير المرشحة، وكل ما تأثر بعملية الترشيح هو تواجد المركبات العضوية (الكربونية) التى كان تركيزها الكلى ٢٣ جزءًا فى المليون فى المحاليل غير المرشحة، انخفض إلى ١٥ جزءًا فى المليون فى المحاليل المرشحة، وكانت جميعها من المركبات الشبيهة بالتانين واللجنين

وكان الترشيح الرملى البطئ slow sand filter كافٍ للتخلص من نحو ٨٢٪–٩٥٪

من فطر *Fusarium oxysporum* غير الممرض فى المحاليل المغذية بالمزارع المائية المغلقة للخس (Oberti ١٩٩٥)

ويتوقف مدى كفاءة التخلص من المسببات المرضية من المحاليل المغذية فى مزارع الصوف الصخرى المغلقة – باستعمال مرشحات رملية – على كل من دقة حبيبات الرمل فى المرشحات، وسرعة عملية الترشيح. ولقد قورنت مرشحات رملية من ثلاثة أحجام لحبيبات الرمل المستخدمة فيها دقيقة (٠,١٥–٠,٢٠ مم)، ومتوسطة الدقة (٠,٢–٠,٨ مم). وخشنة (١,٦–٥,٠ مم) مع سرعتين للترشيح، هما ١٠٠، و ٣٠٠ لتر/م$^{٢}$ فى الساعة. وذلك على نفاذ كل من الفطرين *Phytophthora cinamomi*، و *Fusarium oxysporum* f sp *lycopersici*. وفيرس موزايك الطماطم فى مزارع الصوف الصخرى للطماطم وقد أوضحت الدراسة، ما يلى.

١– مُنع الفطر *P cinamomi* – تمامًا – من النفاذ من خلال المرشحين الدقيق والمتوسط الدقة عندما كانت سرعة الترشيح ١٠٠ لتر/م$^{٢}$ فى الساعة.

٢– أمكن التخلص من الفطر *F. oxysporum* f sp *lcopersici* وفيرس موزايك الطماطم بنسبة ٩٩٪ خلال الأيام الثلاثة الأولى من الترشيح بسرعة ١٠٠ لتر/م$^{٢}$ فى الساعة، ولكن استمر تواجدهما فى المحلول المغذى لفترة طويلة، أى أفادت المرشحات فى إبطاء حركتيهما، ولكنها لم تلغ تواجدهما.

٣– نفذت المسببات المرضية الثلاثة من جميع الفلاتر عندما كانت سرعة الترشيح ٣٠٠ لتر/م$^{٢}$ فى الساعة (Runia وآخرون ١٩٩٧).

وقد أفاد الترشيح البطئ فى الفلاتر الرملية فى تخليص المحاليل المغذية فى المزارع المائية المغلقة من مسببات بعض الأمراض، وتبين فى إحدى الدراسات أن كفاءة التخلص من مسببات الأمراض بلغت ٨٦٪. وقد أمكن باتباع تلك الطريقة إبطاء انتشار الإصابة بالذبول البكتيرى فى الطماطم بدرجة كبيرة (Mine وآخرون ٢٠٠٢).

كما نجح استعمال المرشحات المانعة للتسرب وذات الثقوب الدقيقة ( leak-proof, micropore filters) فى التخلص من الجراثيم السابحة لفطر البثيم – مسبب مرض عفن

بثيم الجذرى — من المحلول المغذى الدوار فى المزارع المائية للطماطم. استخدم لأجل ذلك نوعان من الفلاتر، هما.

أ– Membrane Module Filter ذات ثقوب سعة ٠,٠١ ميكروميتر يمكنه التخلص نهائيًا من الجراثيم السابحة والبكتيريا.

ب– Sediment Filter Cartridge ذات ثقوب سعة ٠,٥ ميكروميتر يمكنه التخلص من الجراثيم السابحة دون البكتيريا.

ويمكن لكلا النوعين من الفلاتر تحمل ضغط يصل إلى ٢,٥ كجم/سم$^{2}$ وتسمح بانسياب المحلول المغذى بمعدل ٥٠ لتر/دقيقة

تعد هذه الطريقة لتعقيم المحاليل المغذية أقل تكلفة من الطرق الأخرى، مثل المعاملة بالأشعة فوق البنفسجية، والتعقيم الحرارى، والتعريض للأوزون، والمعاملة بالموجات فوق الصوتية (Tu & Harwood ٢٠٠٥)

كما دُرس تأثير كل من الترشيح الفائق tangential ultrafiltration system، والترشيح البطئ خلال الرمل slow sand filtration فى التخلص من المسببات المرضية التى قد تتواجد فى المزارع المائية، واستخدام — كبديل لتلك المسببات — الفطر *Pythium oligandrum*، والبكتيريا *Bacillus subtilis*، علمًا بأنهما من الكائنات المفيدة وليستا من المسببات المرضية، ولكنهما اختيرا كموديلين للكائنات الدقيقة لسهولة زراعتهما فى البيئات الصناعية، ولعدم إضرارهما بالنباتات، ولتشابههما مع الفطريات البيضية العادية والمسببات المرضية البكتيرية. ولقد أوضحت الدراسة أن الترشيح الفائق شديد الفاعلية فى التخلص من كل من *P. oligandrum*، و *B. subtilis* ، حيث لم يظهر أى أثر لهما باختبار الـ PCR فى المحاليل المغذية المرشحة. كذلك أدى الترشيح البطئ خلال الرمل إلى التحلص التام من *P. oligandrum*، ولكنه كان أقل كفاءة فى التخلص من *B. subtilis* (Belbahri وآخرون ٢٠٠٧).

ويُستدل من دراسة أجريت على انتشار جراثيم وأعضاء تكاثر الفطر *Phytophthora*

*cactorum* مُسبب مرض عفن التاج فى المزارع المائية المغلقة للفراولة إمكان منعه بالترشيح البطئ للمحلول المغذى باستخدام الفلاتر الرملية (Martinez وآخرون ٢٠١٠)

### التعقيم بالحرارة

تبدو فكرة تعقيم المحاليل المغذية بالحرارة أمرًا ممكنا، وكل ما تتطلبه هو توفير حل مناسب لضرورة برودة المحلول المغذى إلى درجة الحرارة العادية قبل إعادة ضخه فى الزرعة من جديد ويمكن أن يتحقق ذلك إما بإجراء التعقيم فى بداية الليل حينما يتوقف ضخ المحلول المغذى بصورة طبيعية، وإما بتخصيص خزانين للمحلول يتم تعقيم المحلول فى أحدهما، بينما يستعمل المحلول فى الآخر، على أن يُعْكَس الأمر كلما دعت الضرورة إلى تكرار عملية التعقيم

ويكفى تسخين المحلول المغذى لمدة ٣٠ ثانية على ٩٥°م لأجل تطهيره بدرجة مقبولة (عن Archer وآخرين ١٩٩٧).

## التحكم فى نسب ومستويات العناصر بالمحاليل المغذية

تلعب نسب ومستويات العناصر فى المحاليل المغذية — خاصة مستويات العناصر الكبرى. ونسبة البوتاسيوم إلى النيتروجين — دورًا هامًّا فى حماية النباتات من بعض الإصابات المرضية

فمثلاً درس Dhanvantari & Papadopoulos (١٩٩٥) تأثير استعمال نسب مختلفة من البوتاسيوم إلى النيتروجين فى المحاليل المغذية (هى النسب: ٣٠٠:٣٠٠، ٤٠٠:٢٠٠، و ٤٨٠ ١٢٠) على إصابة الطماطم بمرض عفن الساق البكتيرى، الذى تسببه البكتيريا *Erwinia carotovara* subsp. *carotovara* فى مزارع الصوف الصخرى وقد كان متوسط طول العفن الذى أحدثته البكتيريا على سيقان النباتات — عندما بلغت من العمر ١١ أسبوعا — هو ٤٣٥، و ٥٠٧، و ٦٣ ملليمترًا لمعاملات نسب البوتاسيوم إلى النيتروجين المنخفضة، والمتوسطة، والعالية (المبينة أعلاه)، على التوالى

وبدراسة تأثير التباين فى مستوى مختلف العناصر فى المحاليل المغذية بمزارع الصوف الصخرى على شدة الإصابة بالفطر *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* مسبب مرض عفن التاج والجذر الفيوزارى، وجد ما يلى:

١- ازدادت شدة الإصابة بالمرض جوهريًا بزيادة تركيز أى من النيتروجين الأمونيومى (مثل سلفات النشادر)، وفوسفات أحادى الصوديوم، والحديد المخلبى، وسلفات المنجنيز، وسلفات الزنك.

٢- انخفضت شدة الإصابة بزيادة تركيز أى من النيتروجين النتراتى (مثل نترات الكالسيوم) وكبريتات النحاس

٣- قللت المستويات المنخفضة من نترات النشادر (عند ٣٩ إلى ٧٩ جزء فى المليون من النيتروجين/لتر) من شدة الإصابة، إلا أن المستويات العالية منها (أكثر من ١٠٠ جزء فى المليون نيتروجين/لتر) أدت إلى زيادة الإصابة بالمرض.

٤- لم تتأثر شدة الإصابة بتركيز سلفات المغنيسيوم فى المحلول المغذى (Duffy & Défago ١٩٩٩).

وتؤدى زيادة النيتروجين فى الطماطم بزيادة تركيز العنصر فى المحلول المغذى إلى:

١- زيادة القابلية للإصابة بكل من البكتيريا *Pseudomonas syringae* pv. *tomato* مسبب مرض النقط البكتيرية، والفطر *Oidium lycopersicum* مسبب مرضة البياض الدقيقى

٢- خفض القابلية للإصابة بالفطر *Botrytis cinerea*.

هذا بينما لم يكن لتركيز النيتروجين بالنبات تأثيرًا على قابليته للإصابة بالفطر *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* مسبب مرض الذبول الفيوزارى (Hoffland وآخرون ٢٠٠٠).

كما تزداد قدرة نباتات الطماطم على مقاومة البكتيريا *Ralstonia solanacearum* مسبب مرض الذبول البكتيرى – فى كل من الأصناف المقاومة والقابلة للإصابة – بزيادة

تركيز الكالسيوم فى المحاليل المغذية، علما بأن الأصناف ذات المقاومة العالية تتميز بالقدرة العالية على امتصاص الكالسيوم (Yamazaki ٢٠٠١).

لكن ليس من الممكن الحد من إصابة الخيار فى الزراعات المحمية بالبياض الزغبى عن طريق خفض تركيز النيتروجين فى المحاليل المغذية والتحكم فى محتوى الأوراق من العنصر (Tanaka وآخرون ٢٠٠٠).

## التحكم فى درجة حرارة المحلول المغذى

يفيد التحكم فى درجة حرارة المحلول المغذى فى الحد من انتشار بعض الأمراض الهامة وقد أمكن بهذه الطريقة الحد من انتشار أعفان جذور السبانخ المتسببة عن الفطريات *Pythium aphanidermatum*، و *P. dissotocum* (Gold & Stanghellini ١٩٨٥)

## إضافة المواد الناشرة إلى المحاليل المغذية فى المزارع المائية

تعتمد عديد من المسببات المرضية على الجراثيم السابحة zoospores فى إحداث الإصابة، حيث يعرف حوالى ١٤٣ نوعًا من تلك المسببات المرضية المكونة للجراثيم السابحة، والتى تتباين كثيرًا فى وضعها التقسيمى (جدول (٨-٤).

تشترك تلك المسببات المرضية فى صفة مشتركة وهى إنتاجها لجراثيم غير جنسية وحيدة الخلية متحركة ذات هدب واحد أو هدبين تعرف باسم الجراثيم السابحة، وهى تنتج إما داخل أوعية بها vesicles، وإما فى أكياس اسبورانجية sporangia وبعد انطلاقها من أوعيتها — وفى وجود الرطوبة الحرة — فإنها تسبح لفترة قصيرة تختلف من دقائق الى ساعات إلى أن تتمكن من خلال آلية كيميائية من رصد عائلها المناسب وتعد الجراثيم السابحة هى المسئول الأول عن انتشار المسبب المرضى المنتج لها والتعرف على عائله المناسب

جدول (٨-٤): المسببات المرضية الهامة المنتجة للجراثيم السابحة (عن Stanghellini & Miller ١٩٩٧).

| الجنس | العائلة | الرتبة | الصف |
|---|---|---|---|
| *Albugo* | Albuginaceae | Peronosporales | Oomycetes |
| *Peronophythora* | Pythiaceae | | |
| *Phytophthora* | | | |
| *Pythium* | | | |
| *Plasmopara* | Peronosporaceae | | |
| *Pseudoperonospora* | | | |
| *Sclerophthora* | | | |
| *Sclerospora* | | | |
| *Aphanomyces* | Saprolegniaceae | Saprolegniales | |
| *Synchytrium* | Synchytriaceae | Chytridales | Chytridiomycetes |
| *Olpidium* | Olpidiaceae | Spizellomycetales | |
| *Physoderma* | Physodermataceae | Blastocladiales | |
| *Plasmodiophora* | Plasmodiophoraceae | Plasmodiophorales | Plasmodiophoromycetes |
| *Polymyxa* | | | |
| *Spongospora* | | | |

يتبين مما تقدم أن مسببات الأمراض المنتجة للجراثيم السابحة zoospores تحدث أخطر أمراض الجذور فى الزراعات المائية المغلقة، حيث تتسبب الجراثيم السابحة — التى تُحدث الإصابات الأولية — فى الانتشار السريع جدًّا للمرض عن طريق المحلول المغذى الدوّار.

وقد وجد أن المواد البيولوجية الناشرة biosurfacts — مثل الرامنوليبيدات rhamnolipids، والسابونين saponin — كان لها تأثير قوى فى مكافحة أحد تلك المسببات الرضية — وهو *Phytophthora capsici* — فى الفلفل؛ فقد أدت إضافة الرامنوليبيد إلى المحلول المغذى بتركيز ١٥٠ ميكروجرام مادة فعالة/مل، أو السابونين بتركيز ٢٠٠ ميكروجرام مادة فعالة/مل إلى قتل الجراثيم السابحة للفطر، ومنع انتشار

الفطر بنسبة ١٠٠٪. سواء استخدم الصوف الصخرى، أم مخلوط مجهز كبيئة للزراعة وفى غياب المعاملة بأى من المادتين الناشرتين، فإن جميع نباتات المزرعة ماتت فى خلال ٦-٧ أسابيع من عدوى السويقة الجنينية السفلى لنبات واحد بالفطر، وهو النبات الذى كان المصدر الذى حدثت منه الإصابات الثانوية. كذلك فإن حقن الرامنوليبيد فى خط الرى — فى كل رية- أدى إلى مكافحة المرض بنسبة ١٠٠٪ ويعنى ذلك أن الناشرات الحيوية يمكن أن تكون بدائل مناسبة للمواد الناشرة الصناعية وميكروبات المكافحة الحيوية المستخدمة فى مكافحة المسببات المرضية المنتجة للجراثيم السابحة فى نظم لزراعات المائية المغلقة (Nielsen وآخرون ٢٠٠٦)

ولقد استخدمت المواد الناشرة المحضرة صناعيًا synthetic biosurfactants — التى تقلل من التوتر السطحى — فى مكافحة الأمراض التى تنتشر بواسطة الجراثيم السابحة. وكان أول استعمال لهذا الغرض فى مكافحة فيرس العرق الكبير فى الخس الذى ينتقل للخس بواسطة الجراثيم السابحة للفطر *Olpidium brassicae*، الأمر الذى اكتشف دون قصد حين وجد أن بعض المبيدات — مثل benzimidazole — تكافح الفطر. ثم تبين أن المواد الخاملة inert material التى توجد فى هذا المبيدات — وفى عدد كبير غيره — تعد مواد ناشرة، وأنها هى التى تؤثر فى الجراثيم السابحة للفطر وقد استخدمت بعد ذلك مادة ناشرة غير أيونية هى أجرال ٩٠ Agral 90 (إنتاج ICI) فى مكافحة المرض فى المزارع المائية التجارية للخس، ثم ثبتت فاعليته فى مكافحة فيرس بقع الكنتالوب المتحللة melon necrotic spot virus فى الخيار، والذى ينقله نفس الفطر

وقد أعقب ذلك استخدام المواد الناشرة المصنعة فى مكافحة بعض المسببات المرضية لأمراض الجذور، مثل *Pythium aphanidermatum*، و *Phytophthora parasitica*، و *Phytophthora capsici*

يؤدى استعمال تلك المواد الناشرة إلى فقدان الغشاء البلازمى للجراثيم السابحة لنفاذيتها، ومن ثم فقدها لقدرتها على الحركة. ثم موتها (Stanghellini & Miller ١٩٩٧)

وقد أمكن مكافحة الفطر *Olpidium brassicae* الناقل لمرض تحلل الخس الحلقى lettuce ring necrosis disease فى مزارع الغشاء المغذى للخس، وذلك بمعاملة المحلول المغذى بكل من الـ thiophenate-methyl والزنك مجتمعين، علمًا بأن المعاملة بأى منهما منفردًا لم تُعط نفس المستوى من المكافحة (Vanachter ١٩٩٥).

كما أمكن مكافحة الفطر *Phytophthora nicotianae* فى المزارع اللاأرضية للطماطم باستعمال المواد الناشرة الـ non-ionic alcohol alkoxylate (مثل MBA1301، و MBA1303) أدت تلك المركبات إلى موت الجراثيم السابحة كلية وخفض إنتاج الأكياس الجرثومية الاسبورانجية لدى استعمالها بتركيز ٥ ميكروجرام/مل إلا أنها لم تكن مؤثرة على النمو الميسيليومى عندما استعملت بتركيز ١٠٠ ميكروجرام/مل ( De Jonghe وآخرون ٢٠٠٧).

## المعاملة بالسيليكون

عرفت أهمية السيليكون فى زيادة مقاومة النباتات للأمراض منذ أواخر الستينيات، عندما وجد أنه يفيد فى مكافحة أمراض عصفة الأرز Rice Blast، ولفحة الغمد Sheath Blight فى الأرز، والبياض الدقيقى فى الشعير، والقمح، والخيار.

وفى البداية كان يضاف السيليكون إلى التربة بكميات كبيرة وصلت إلى ٤,٥ طنًا من $SiO_2$/هكتار لمكافحة البياض الدقيقى فى القمح، بينما تطلبت مقاومة البياض الدقيقى فى الخيار إضافة ٢-٤ أطنان من سيليكات الكالسيوم، أو ٢,٢٥-٤,٥ طنّ من سيليكات البوتاسيوم للهكتار

وتلت ذلك محاولة إضافة السيليكون إلى النباتات بطريقة الرش على النموات الخضرية، حيث استعملت كل من ميتاسيليكات الصوديوم sodium metasilicate بتركيز ٤٤٠ جزءًا فى المليون، وإيثوكسى سيلاتران 1-ethoxysilatran بتركيز ١٨٠ جزءا فى المليون فى مكافحة مرض عصفة الأرز.

وقد وجد Menzies وآخرون (١٩٩٢) أن رش نباتات الخيار، والقاوون والكوسة بمحلول سيليكات البوتاسيوم بتركيز ١٧ ملى مولار سيليكون. أو إضافة السيليكون — بالتركيز نفسه — إلى المحاليل المغذية للمزارع المائية التى تنمو فيها النباتات — قبل يوم من حقنها بالفطر *Sphaerotheca fuliginea* (المسبب للبياض الدقيقى فى الخيار والقاوون). أو بالفطر *Erysiphe cichoraceorum* (المسبب للبياض الدقيقى فى لكوسة) — أحدث نقص معنويًا فى إصابتها بالبياض الدقيقى مقارنة بمعاملة الشاهد. وأوضحت الدراسة أن السيليكون — وليس البوتاسيوم فى معاملة سيليكات البوتاسيوم — كان هو المسئول عن المقاومة للبياض الدقيقى.

كذلك وجد أن إضافة السيليكون إلى المحاليل المغذية فى المزارع المائية يحد كثيرًا من الإصابة بالفطرين *Pythium ultimum*، و *Pythium aphanidermatum* فى الخيار، وكلاهما من الفطريات الخطيرة التى يمكن أن تنتشر بسرعة كبيرة فى المزارع المائية فى الظروف البيئية المناسبة ويتبين من دراسات Chenf وآخرين (١٩٩٢، و ١٩٩٤) أن إضافة السيليكون بتركيز ١٠٠ جزء فى المليون (١٧ ملى مولار) إلى المحاليل المغذية أحدثت نقص جوهريًا فى الإصابة بالفطر *P aphanidermatum* (عند حقن المزارع به)، مع زيادة المحصول الكلى للخيار، والمحصول الصالح للتسويق، والوزن الجاف للنباتات مقارنة بمعاملة الحقن بالفطر دون إضافة للسيليكون. كما أوضحت الدراسة أن معاملة السيليكون وحدها — دون الحقن بالفطر — لم يكن لها تأثيرات إيجابية على النباتات.

وأدت إضافة السيليكون إلى المحلول المغذى — فى مزارع الصوف الصخرى — بتركيز ٧٥ ٠ ملى مولار باستعمال ميتاسيليكات البوتاسيوم إلى زيادة محصول الخيار بنسبة ٣٢ ٪. مقارنة بمعاملة عدم إضافة السيليكون كما أحدثت إضافة السيليكون انخفاضًا فى معدل الإصابة بالفطر *Fulvia fulva*، ولكن إضافته لم يكن لها أى تأثير على القدرة التخزينية للثمار المنتجة (Tanis ١٩٩١)

وقد أدى نمو نباتات الخيار فى محلول مغذٍ يحتوى على السيليكون إلى سرعة

ترسيب العنصر فى أنسجة الورقة، وخاصة فى قواعد الشعيرات، مع زيادة فى مقاومة النباتات للفطر *Sphaerotheca fuliginea* مسبب مرض البياض الدقيقى، مع تركيز العنصر فى نسيج البشرة حول مواقع الإصابة بالفطر (Samuels وآخرون ١٩٩١).

وفى مقابل مزايا إضافة السيليكون إلى المحاليل المغذية. فإنه – بتركيز ١٠٠ جزء فى المليون – يُكْسبُ الثمار لونًا شاحبًا غير عادى (Samules وآخرون ١٩٩٣).

وأمكن فى المزارع المائية مكافحة البياض الدقيقى فى كل من الخيار، والقاوون، والكوسة بإضافة سيليكات البوتاسيوم إلى المحلول المغذى بتركيز ١,٧ مللى مولارًا من السيليكون، أو رش النباتات بمحلول من المركب ذاته بتركيز ٠,١٧ مللى مولارًا من السيليكون قبل سبعة أيام من عدواها بالفطر المسبب للمرض، حيث أدت أى من هاتين المعاملتين إلى تقليل ظهور الإصابة بالمرض (Menzies وآخرون ١٩٩٢).

وأدى نمو النباتات فى بيئة غنية بالسيليكون إلى زيادة ترسبه فى أنسجة الورقة، وخاصة عند قواعد الشعيرات trichomes، وصاحب ذلك زيادة فى مقاومة النباتات للفطر المسبب للبياض الدقيقى *S. fuliginea*، وكذلك ترسبه فى خلايا البشرة المحيطة بمواقع إصابة الفطر للأوراق (Samules وآخرون ١٩٩١)، ولكن المعاملة أدت كذلك إلى اكتساب الثمار لونًا شاحبًا غير طبيعى (Samules وآخرون ١٩٩٣).

وقد برهنت دراسات Fawe وآخرون (١٩٩٨) على أن السيليكون يعمل على زيادة مقاومة نباتات الخيار للفطر المسبب للبياض الدقيقى، وذلك بتحفيزه للنشاط الأيضى المضاد للفطر فى الأوراق المصابة، بتكوينه لنواتج أيضية ذات وزن جزيئى منخفض. وقد عزلت إحدى تلك المركبات – التى اعتبرت من الفيتوألاكسينات Phytoalexins – وعُرِّفت بأنها فلافونول أجليكون flavonol aglycone، وتم تحديد تركيبها الكيميائى.

## المعاملة بالسيلينيم

أدت إضافة السيلينيم إلى المحاليل المغذية بتركيز ٠,٧٥ مللى مولارًا إلى خفض الإصابة بالبياض الدقيقى فى الخيار بنسبة تراوحت بين ١٠٪، و ١٦٪ (Dik وآخرون ١٩٩٨).

## المعاملة بالقماش المغطى بالفضة

أدى وضع قماش مغطى بالفضة silver-coated cloth فى المحلول المغذى لزرعة مائية للخيار إلى خفض إصابته بالفطر *Pythium aphanidermatum* مسبب مرض عفن الجذور من ١٠٠٪ إلى ٢٠٪ بعد العدوى بالجراثيم السابحة للفطر، وقد أرجع ذلك ليس فقط إلى أيونات الفضة التى تذوب من القماش المغطى بالفضة، وإنما كذلك إلى الفضة المعدنية ومركبات الفضة التى تتكون على سطح الجذور (Zhao وآخرون ٢٠٠٠)

## المعاملة بمثبطات النمو

وجد أن المعاملة بمثبط النمو 3-indole propionic acid بتركيز ٥-١٠ ميكروجرام/مل وفرت حماية تامة للطماطم من الإصابة ببكتيريا الذبول *Ralstonia solanacearum* فى الزراعات المائية، عند تواجد البكتيريا بمعدل $10^8$ وحدة مكونة للمستعمرات cfu/مل. هذا علمًا بأن المركب لم يضر بالطماطم فى تركيزات تقل عن ١٠ ميكروجرام/مل. وقد حدثت جلكزة glucosination لهذا المركب فى نباتات الطماطم؛ مما يعنى أنه قد يكون من الممكن استعماله فى مكافحة الذبول البكتيرى فى الطماطم فى الزراعات المائية (Dogo وآخرون ١٩٩٧).

كما أدت إضافة حامض السلسيلك بتركيز ٢٠٠ ميكرومول/لتر إلى المحلول المغذى فى مزارع الطماطم المائية إلى إحداث زيادة جوهرية فى محتوى النباتات الطبيعى من الحامض. حيث ازداد محتواه الحر بمقدار ٦٥ مرة فى خلال ٤٨ ساعة. وكان ذلك مصاحبًا بزيادة فى نشاط الجين PR-1B المسئول عن إنتاج بروتين متعلق بالمقاومة، وذلك فى خلال ٢٤ ساعة فقط من بدء المعاملة بحامض السلسيلك وقد أدى حقن تلك النباتات بكونيدات الفطر *Alternaria solani* إلى ظهور المرض بدرجة أقل بنسبة ٧٧٪ مما فى نباتات الكنترول. وذلك من خلال تنشيط مقاومة جهازية فى النبات ( Spletzer & Enyedi ١٩٩٩)

## تجميع الجراثيم الفطرية المتواجدة فى المحاليل المغذية

تمكن العلماء اليابانيين من تطوير جهاز يقوم بتوليد الأوزون وتجميع الجراثيم الفطرية، وباستعماله فى المزارع المائية للطماطم فإن النباتات لم تصب بأى من البكتيريا *Ralstonia solanacearum* أو الفطر *Fusarium oxysporum* f. sp. *radicis-lycopersici* اللذان يصيبا النباتات عن طريق الجذور، أو الفطر المسبب للبياض الدقيقى *Oidium neolycopersici* الذى يصيب النبات عن طريق النموات الهوائية (Shimizu وآخرون ٢٠٠٧).

## المعاملة بالمركبات الشيتينية

المركبات الشيتينية Chitinic هى مركبات مستخلصة من الجدر الخارجية الصلدة للكائنات البحرية ويصنع من هذه المركبات تحضيرات تجارية تفيد فى مكافحة الأمراض النباتية، مثل تحضير الشيتوسان Chitosan.

وقد وجد El-Ghaouth وآخرون (١٩٩٤) أن إضافة الشيتوسان إلى المحاليل المغذية — فى مزارع تقنية الغشاء المغذى — بتركيز ١٠٠ أو ٤٠٠ جزء فى المليون — أدى إلى حماية نباتات الخيار من الإصابة بالفطر *Pythium aphanidermatum*، ونشّط فى النباتات عدة استجابات دفاعية، منها: تكوين موانع فيزيائية تركيبية structural barriers فى أنسجة الجذر، وتحفيز تكوين الإنزيمات المضادة للفطريات Chitinase، و Chitosanase، و β-1,3-glucanase فى كل من: الجذور، والأوراق. وبينما لم يكن للشيتوسان تأثيرات ضارة على الخيار، فإنه أثر سلبيًا على نمو الفطر المسبب للمرض، حيث أحدث تورمات فى جدره الخلوية، وأدى إلى تكوين فجوات بخلاياه، وتسبب — أحيانًا — فى تحلل البروتوبلازم فيه.

وأحدثت معاملة بيئات زراعة الطماطم بالشيتوسان chitosan بمعدل ١٢,٥–٥ ٣٧ مجم/لتر نقصًا جوهريًا فى الإصابة بالفطر *Fusarium oxysporum* f. sp. *radicis-lycopersici* وما يحدثه من أضرار بالنمو الجذرى وموت للنباتات، وكان التركيز الأعلى

هو الأفضل فى تقليل الإصابة حيث انخفض معها معدل موت النباتات بأكثر من ٩٠٪، وكان محصول الثمار معادلاً للمحصول فى حالة غياب الفطر المرض. وقد أثر الشيتوسان من خلال زيادته مقاومة النباتات لاستعمار الفطر لها، حيث ظل الفطر فى النباتات المعاملة بالشيتوسن محصورًا فى طبقتى البشرة والقشرة، وظهر بالهيفات الفطرية اصطرابات خلوية على صورة زيادة فى الفجوات وغياب كامل للبروتوبلازم، كما تكون بالعائل حواجز تركيبية عند أماكن محاولة اختراق الفطر له، كذلك حدث فيه انسداد للأوعية الخشبية بتكوين تيلوزات tylosis، وفقاقيع، ومواد osmophilic ( Lafontaine & Benhamou ١٩٩٦)

## المعاملة بالمبيدات

يمكن إضافة المبيدات الفطرية والحشرية الجهازية بيسر وسهولة، وبكفاءة عالية إلى المحاليل المغذية فى المزارع المائية، خاصة المزارع المغلقة منها، الأمر الذى يحد كثيرًا من تكلفة المعاملة بالمبيدات، فمثلاً وجد Grote & Buesi (١٩٩٢) أن إضافة مبيد رادوميل زينب إلى المحاليل المغذية بتركيز ٥٠ جزءًا فى المليون وفّر حماية لنباتات الطماطم من الإصابة بالفطر *Pytophthora nicotianae* var *nicotianae* لمدة ٤٠ يومًا فى مزارع الصوف الصخرى وقد نقصت الحماية التى وفرها المبيد بمرور الوقت، ولكن أمكن توفير حماية كاملة ضد المرض بمعاملتين من المبيد يفصل بينما ٢١ يومًا، لتجنب حدوث أى تسمم للنباتات من المبيد وكانت المعاملة الوقائية بالمبيد أفضل من المعاملة العلاجية، إلا أن المعاملات العلاجية التى أجريت فى المراحل الأولى للإصابة بالفطر كانت فعّالة كذلك وبمقارنة النمو النباتى للطماطم فى مختلف المعاملات كان أفضل نمو فى المزارع غير المعاملة بالمبيد وغير المحقونة بالفطر، ثم فى المزارع المعاملة بالمبيد والمحقونة بالفطر، ثم أخيرًا فى المزارع غير المعاملة بالمبيد والمحقونة بالفطر

كما أفاد استعمال الميتالاكسيل Metalaxyl فى مكافحة لفطر *Pythium aphanidermatum* فى المزارع المائية

كذلك .. فإن ٥٠ جزءًا فى المليون من البينوميل فى المحاليل المغذية لمزارع تقنية الغشاء المغذى تحمى نباتات الخيار من الإصابة بالبياض الدقيقى.

كما وجد أن جذور الكرنب الصينى والخس المصابة بعفن بثيم الجذرى فى المزارع المائية تُنتج جراثيم سابحة تنتقل فى المحلول المغذى، ويمكنها إصابة جذور النباتات المجاورة لها. وقد أمكن مكافحة المرض — بفاعلية — بإضافة مبيد الميتالاكسيل metalaxyl MZ للمحلول المغذى بتركيز ٠,٥٨ جزءًا فى المليون (Huang وآخرون ١٩٩٤).

هذا ولا يمكن استعمال المبيدات الجهازية — بالصورة السابقة — مع النباتات النامية فى التربة، عن طريق إضافتها مع مياه الرى بالتنقيط؛ بسبب تعارض التربة مع تيسر المبيد للنبات، الأمر الذى يتطلب زيادة الكمية المستعملة منه، مع ضرورة إضافته على فترات أكثر تقاربًا مما فى حالة المزارع المائية.

## المكافحة الحيوية

أدى إدخال أى من عدد من الكائنات الدقيقة المستخدمة فى المكافحة الحيوية للفطر *Pythium aphanidermatum* فى المحاليل المغذية للمزارع المائية للخيار إلى الحد من الإصابة بالفطر، وكانت الكائنات الدقيقة المستعملة هى:

| | |
|---|---|
| *Pseudomonas fluorescens* | *Streptomyces griseoviridis* |
| *Pythium oligandrum* | *Trichoderma harzianum* |

وقد ارتبطت شدة تثبيط الفطر المرض إيجابيًّا بعدد الأكتينوميسيتات الخيطية المتواجدة فى المحلول المغذى بوسائد الصوف الصخرى. وقد أوصى بعدم تطهير المحاليل المغذية فى النظام المغلق حتى لا يتم التخلص من تلك الأكتينوميسيات، علمًا بأن أعدادها انخفضت قليلاً بعد المعاملة بالأشعة فوق البنفسجية، وأصبحت وسطًا بعد الترشيح البطئ، بينما كانت أعلى ما يمكن فى الكنترول (Postma وآخرون ٢٠٠١).

وقد أمكن عزل سلالات من كل من البكتيريا *Pseudomonas* sp. ، و *Azospirillum* sp.، و *Bacillus* sp من المحيط الجذرى لنباتات الطماطم والخيار فى الزراعات المائية كانت

مضادة لكل من المسببات المرضية *Fusarium* sp.، و *Pythium* sp.، و *Rhizoctonia* sp. (Chao وآخرون ١٩٩٧).

**ومن أمثلة وسائل المكافحة الحيوية التى يمكن تطبيقها فى المزارع المائية المغلقة ما يلى:**

**إضافة بكتيريا الـ Pseudomonads:**

تعرف عدة أنواع بكتيرية مفيدة للنباتات تتبع الجنس *Pseudomonas*. تعيش هذه البكتيريا فى التربة فى منطقة النمو الجذرى (الـ Rhizosphere) للنباتات، وتعمل على تحفيز النمو النباتى. كما تُضاد نمو وتكاثر بعض الأنواع الميكروبية الأخرى المرضة للنباتات.

وقد وجد Buysens وآخرون (١٩٩٣) أن تزويد مزارع الطماطم المائية (تقنية الغشاء المغذى) بالسلالة 7NSK2 من البكتيريا *Pseudomonas aeruginosa* أعطى مكافحة جيدة للفطر *Pythium* spp. وأمكن التغلب على الذبول الطرى لبادرات الطماطم بمعاملة البذور بالفطر *P. aeruginosa*، ووفرت حماية إضافية من الإصابة بالفطر، وذلك بإضافة البكتيريا إلى المحلول المغذى ذاته.

كذلك درس Rankin & Paulitz (١٩٩٤) تأثير إضافة عدد من عزلات النوعين البكتيريين *Pseudomonas corrugata*، و *P. fluorescens* على نمو نباتات الخيار وحمايتها من الإصابة بالفطر *Pythium aphanidermatum* فى مزارع الصوف الصخرى. وعلى الرغم من تباين العزلات فى مدى تأثيرها، إلا أن كلا النوعين البكتيريين أحدثا زيادة كبيرة فى الوزن الجاف للنبات. وزيادة بنسبة ٣٢٪-٤١٪ فى عدد الثمار فى غياب الفطر. بينما كانت الزيادة فى عدد الثمار الصالحة للتسويق عند إضافة البكتيريا – مقارنة بمعاملة الشاهد – أكثر من ٦٠٠٪ فى وجود الفطر

**إضافة فطريات الميكوريزا Mycorhizae:**

توفر فطريات الميكوريزا – التى تعيش وهى متصلة اتصالاً بيولوجيًّا وثيقًا بجذور

النباتات – عدة فوائد للنباتات. لعل من أبرزها توفير العناصر المغذية للنبات، خاصة عنصر الفوسفور، ومساعدة النبات على تحمل الظروف البيئية القاسية – خاصة ظروف الجفاف – وتوفير الحماية للنباتات من الإصابة ببعض الأمراض التى تعيش مسبباتها فى التربة. خاصة تلك التى تحدث فيها الإصابة عن طريق الجذور.

وقد وجد Rattink (١٩٩٣) أن إضافة فطر الميكوريزا *Trichoderma harzianum* إلى مزارع تقنية الغشاء المغذى أدت إلى حماية نباتات الطماطم من الإصابة بمرض عفن التاج والجذر الفيوزارى الذى يسببه الفطر *Fusarium oxysporum* f. sp. *radicis-lycopersici*، حيث انخفضت نسبة النباتات المصابة – نتيجة لإضافة فطر الميكوريزا بنحو ٧٠٪ أو أكثر وبالمقارنة .. فإن معاملة المزرعة المائية – بعزلة من *Streptomyces griseoviridis* أو بعزلتين غير ممرضتين non-pathogenic من الفطر *F. oxysporum* – لم تنجح فى مقاومة مرض عفن التاج والجذر الفيوزارى بكفاءة فطر الميكوريزا

## إعادة استعمال الصوف الصخرى مع تدوير وإعادة استعمال المحاليل المغذية

أوضحت دراسات Postma وآخرون (٢٠٠٠) أن الصوف الصخرى المستعمل والذى سبق أن استخدم فى إنتاج خيار لم تحدث فيه إصابة بالفطر *Pythium aphanidermatum* مسبب مرض عفن الجذر والتاج .. هذا الصوف الصخرى إذا ما استعمل فى إنتاج محصول جديد من الخيار دونما تعقيم فإن الخيار النامى عليه لا يصاب بالمرض. هذا فى الوقت الذى قد تتعرض فيه نباتات الخيار للإصابة بالفطر إذا ما تم تعقيم هذا الصوف الصخرى قبل استعماله فى الزراعة، أو إذا ما استعمل صوف صخرى جديد. وقد تبين احتواء الصوف الصخرى المستعمل المثبط للفطر الممرض على مجموعات بكتيرية وفطرية معينة لا تتواجد فى الصوف الصخرى الجديد.

وقد أوضحت الدراسات أن بكتيريا المحيط الجذرى التى توجد فى مزارع الصوف الصخرى قد تلعب دورا فاعلا فى حماية الخيار من الإصابة بعفن جذور بثيم، ولذا فإن اتباع النظام المغلق closed system الذى يستمر فيه ضخ وإعادة استعمال المحلول المغذى أفضل من الـ open system (Tu وآخرون ١٩٩٩).

وأدى تلقيح وسائد الصوف الصخرى بالبكتيريا *Clavibacter michiganensis* subsp *michiganensis* – مسببة مرض التقرح البكتيرى – موتا بنسبة ١٠٠٪ لنباتات الطماطم العامية بها فى السنة الأولى للتلقيح، إلاّ أن تلك النسبة انخفضت إلى ٧٠٪، ثم إلى ٥٨. عند استعمال نفس الوسائد فى إنتاج الطماطم فى السنتين التاليتين، على التوالى، مما يرجح وجود مثبطات ميكروبية فى المحيط الجذرى ازداد تواجدها فى الصوف الصخرى المعاد استخدامه فى الزراعة (Slusarski ٢٠٠٩).

## وسائل المكافحة المتكاملة لبعض الأمراض الهامة فى الزراعات المحمية

### وسائل الحد من الإصابة بأمراض الجذور وقاعدة الساق بصورة عامة

تكثر الإصابة بتلك الأمراض فى معظم محاصيل الزراعات المحمية (مثل الطماطم والفلفل والباذنجان والكنتالوب والخيار)، وللحد من أخطارها تجب مراعاة ما يلى:

**أولاً: الممارسات الزراعية:**

١- عدم السماح لوسائد الصوف الصخرى بالجفاف عند سطحها العلوى. ذلك لأن الأملاح التى تتراكم حول قاعدة الساق جراء ذلك تضر بالساق وتحفز الإصابة المرضية. كذلك يجب تجنب زيادة الرى الذى يحفز الإصابات.

٢- عدم تنقيط المحلول السمادى عند قاعدة الساق، وذلك بوضع النقاط بعيدًا قليلاً عن الساق

٣- تجنب استعمال تركيزات عالية من المحلول السمادى. وهى التى يمكن أن تسهم فى زيادة أضرار الملوحة

٤- تجنب تداخل الزراعات المتتالية من نفس المحصول.

**ثانيًا: منع الإصابة:**

١- التأكد من عدم حمل وسائد الصوف الصخرى للجراثيم المرضية.

٢- التأكد من خلو الشتلات من الإصابات المرضية، وأن لا تستخدم سوى الشتلات التى تبدو سليمة.

٣- تعليم النباتات التى تظهر عليها الإصابة، وعدم لمس الأجزاء المصابة منها.

٤- العمل فى الأجزاء السليمة من الصوبة أولاً والانتهاء بالأجزاء التى توجد بها نباتات مصابة.

٥- عدم نقل معدات وأدات زراعية من أجزاء الصوبة التى توجد بها نباتات مصابة إلى الأجزاء السليمة.

**ثالثًا: إجراءات النظافة العامة:**

١- التخلص من وسائد الصوف الصخرى، والأكياس، وبيئات الزراعة التى نمت فيها نباتات مصابة.

٢- عدم إعادة استخدام أية وسائد أو أكياس أو بيئات زراعة إلا إذا عُقِّمت بالبخار.

٣- التخلص من الخيوط التى تُربط بها النباتات، لأنها قد تكون ملوثة بجراثيم مرضية من النباتات المصابة.

٤- تعقيم مراقد الزراعة فى حالة الزراعة فى التربة.

٥- يكون التخلص من بيئات الزراعة بالطمر فى التربة بعيدًا عن الصوبات.

٦- التخلص من النباتات المصابة ومن بقايا المحصول السابق - المصاب - بنفس الطريقة بالطمر فى التربة بعيدًا عن الصوبة.

٧- تجنب تداول النباتات المصابة.

٨- تقليع النباتات المصابة بحرص، مع تجنب ملامسة الأجزاء المصابة منها للنباتات المجاورة لها، ومع وضعها فى أكياس بلاستيكية، وإزالة نباتين آخرين على كل من جانبى النباتات التى تظهر عليها الإصابة.

٩- إذا ما تم التخلص من النباتات المصابة فى كومات النفايات، فإن تلك الكومات يجب أن تكون بعيدة عن الصوبات، وأن تغطى بالبلاستيك لكى لا ينقل الذباب الذى يحط عليها جراثيم الأمراض إلى داخل الصوبة

١٠- يمكن - كذلك - التخلص من النباتات المصابة بالحرق

١١- تطهير الصوبات جيدًا فى نهاية موسم الزراعة.

١٢- توفير مطهرات للخوض فيها فى كل مداخل الصوبات

١٣- تطهير أدوات التقليم بعد كل مرة تُستخدم فيها تلك الأدوات فى تقليم نباتات مصابة

١٤- تطهير متعلقات العمال الزراعيين بعد انتهائهم من العمل فى الأماكن المصابة من الصوبة

١٥- تجديد أو تطهير خراطيم الرى - بالتنقيط - التى استعملت فى الأماكن المصابة من الصوبة.

## حالات مرضية خاصة

**تساقط البادرات:**

١- استعمال شتّالات نظيفة لزراعة البذور

٢- معاملة البذور بمطهر فطرى مثل الكابتان أو الثيرام إن لم تكن قد عُوملت من قبل

٣- فصل الشتلات فيزيائيًّا عن أى محصول مزروع؛ لكى لا تكون هناك فرصة لانتقال المسببات المرضية من المحصول إليها.

٤- تجنب الرى الزائد الذى يناسب فطر البثيم.

٥- تجنب التسميد الزائد الذى قد يُحدث أضرارًا بالجذور والنموات الخضرية، مما قد يعرض الجذور للإصابة بالأعفان، والنموات الخضرية للإصابة بالبوتريتس

وقد أمكن مكافحة الذبول الطرى وعفن الجذور الذى يسببه الفطر *Pythium ultimum*

– فى الخيار – بالمعاملة بأى من الفطرين *Gliocladium virens*، أو *Trichoderma harzianum* وتساوت جميع السلالات التى استعملت من أى من الفطرين فى كفاءتها فى مكافحة المرض عندما أضيفت إلى بيئة زراعة الخيار على صورة تحضير من البيت موس والنخالة بنسبة ١٪، كما أفاد استعمال بعض السلالات على صورة معلق من الجراثيم الكونيدية للفطر (Wolfhechel & Jensen ١٩٩٢). كذلك أفادت المعاملة بفطريات الميكوريزا *Glomus* spp. فى مكافحة الفطر *P. ultimum* مسبب مرض الذبول الطرى حتى ولو لقحت بيئة زراعة الخيار بالميكوريزا والبثيم معًا فى آن واحد. كما كان لإضافة فطريات الميكوريزا تأثيرات إيجابية فى تجنب بطء النمو الذى أحدثه تلقيح بيئة الزراعة (الفيرميكيوليت) بالفطر *P. ultimum* بعد ١٦ يومًا من الزراعة، أى بعد زوال خطر الإصابة بمرض تساقط البادرات (Rosendahl وآخرون ١٩٩٢).

وأفاد التلقيح ببعض عزلات فطر الميكوريزا *Trichoderma* فى حماية الخيار من إصابة البادرات بالفطر *R. solani*. وكانت أفضل المعاملات هى التى استعمل فيها فطر الميكوريزا على البذور. أو أضيف إلى التربة من مزرعة على حبوب الشعير (Askew & Laing ١٩٩٤).

وأظهرت أربع سلالات من بين ٣٩ سلالة من *Trichoderma virde* تم عزلها من بيئات نمو مستعملة فى الزراعات اللاأرضية مقاومة جيدة للفطر *Pythium ultimum* مسبب مرض الذبول الطرى فى الخيار، بلغت كفاءتها ٩٥٪، وبدرجة أفضل قليلاً من كفاءة التحضير التجارى Remedier WP للفطر *T. virde*، كما أحدثت بعض السلالات تحفيزًا لنمو نباتات الخيار (Liu وآخرون ٢٠٠٩)

**عفن جذور بثيم:**

١– لا تستعمل سوى الشتلات الخالية من الإصابة المرضية.

٢– إذا كانت الزراعة بنظام الغشاء المغذى – الذى تزداد فيه الإصابة عادة عما فى نظام الزراعة فى الأكياس – ينبغى تنظيف النظام كله بعد المحصول السابق، ويتوفر عدد من المطهرات التى يمكن استعمالها لهذا الغرض

٣- يجب فحص النظم لاحتمال وجود منافذ به لدخول التربة غير المعقمة، أو ماء قليل الجودة قد يحتوى على فطر البثيم.

٤- ترداد تهوية المحاليل المغذية فى النظم التى تُطلق فيها المحاليل على جذور النباتات على فترات قصيرة منتظمة، عما فى تلك التى تغمر فيه الجذور فى المحاليل بشكل دائم. مما يجعل النباتات أكثر تحملاً لهذا المرض

هذا علمًا بأنه لا تتوفر مبيدات فطرية مسجلة للاستعمال فى مكافحة هذا المرض فى الزراعات المحمية

**عفن الساق الاسكليروشى:**

١- تطبيق إجراءات النظافة العامة

٢- تقليم الأجزاء النباتية المصابة، والتخلص من النباتات الكاملة المصابة، مع حرق تلك النباتات ونواتج التقليم أو التخلص منها؛ نظرًا لأن الأجسام الحجرية التى تتكون على الأنسجة المصابة تبقى لسنوات فى الكومبوست وأكوام النفايات.

**عفن اسكليروتينيا الساقى:**

١- منع تكثف الرطوبة الحرة على النباتات؛ الأمر الى يتحقق بدفع الهواء الخارجى داخل الصوبة مع التدفئة

٢- إزالة الأجزاء النباتية والنباتات الكاملة المصابة من الصوبة، لمنع انتشار المرض من نبات لآخر، مع مراعاة التخلص من تلك الأجزاء بطريقة آمنه لأن الأجسام الحجرية للفطر المرض يمكن أن تعيش لفترات طويلة.

٣- عدم إعدة استعمال أكياس الزراعة التى نمت بها نباتات مصابة قبل تبخيرها

٤- استعمال المبيدات المصرح بها لمكافحة المرض

**لفحة الساق الصمغية فى القرعيات:**

١- استخدام بذور خالية من الفطر المسبب للمرض فى الزراعة.

٢- تطبيق إجراءات النظافة التامة بين زراعات القرعيات.

٣- التخلص من الأوراق والثمار والنباتات المصابة أثناء موسم النمو.

٤- الاهتمام بتهوية الصوبة، لتبقى النباتات جافة، وخاصة فى الجو الرطب

٥- تشغيل مراوح لتحريك الهواء أفقيًّا خلال النمو النباتى، مع تقليم النباتات بصورة مناسبة لتحسين التهوية

هذا علما بأنه لا تتوفر مبيدات مسجلة لمكافحة لفحة الساق الصمغية بكفاءة لاستعمالها فى الزراعات المحمية.

**العفن الرمادى أو لفحة بوتريتس:**

إن من أهم وسائل المكافحة المتكاملة للفطر *Botrytis cinerea* المسبب لمرض العفن الرمادى فى الزراعات المحمية للخضر، ما يلى.

١- مراعاة إجراءات النظافة فى البيوت المحمية، فيتم تنظيفها جيدًا بين الزراعات، مع التخلص من كافة المخلفات النباتية، بما فى ذلك الأوراق الميتة والأجزاء المقلمة.

٢- تجنب تجريح النباتات قدر المستطاع لأن الإصابة تبدأ غالبًا من الجروح؛ ولذا .. يجب عدم إزالة النموات أو تقليم النباتات بأكثر مما يكون ضروريًّا، كما يتعين عدم السماح للأوراق بملامسة بيئات الزراعة. ويجب التخلص من الأزهار المنتهية الصلاحية بأسرع ما يمكن

٣- المحافظة على بقاء النموات الخضرية جافة

٤- تهوية البيت المحمى جيدًا لأجل خفض الرطوبة النسبية إلى ما بين ٧٠٪ و ٩٠٪. ولمنع الندى من السقوط على النباتات ليلاً.

٥- تقليم الأجزاء السفلى من النباتات لتحسين تخلل الهواء لها وسرعة جفافها.

٦- تجنب إجراء التقليم خلال الفترات التى تزداد فيها السُحُب؛ نظرًا لأن الجروح التى يُحدثها التقليم يمكن أن تشكل مدخلاً سهلاً للإصابة بالبوتريتس فى هذه الظروف

٧- يجب أن يكون التقليم حتى قريبا من الساق، ذلك لأن اجزاء الفروع المتبقية بعد التقليم يمكن أن تصاب بسهولة بالبوتريتس

٨- التسميد الجيد بالكالسيوم لخفض قابلية النباتات للإصابة بالفطر المرض

٩- تجنب الرى بالرش، وكذلك تجنب زيادة الرى عما ينبغى.

١٠- عدم زيادة كثافة الزراعة عما ينبغى، لأجل لتحسين التهوية بين النباتات.

١١- عدم بقاء نباتات المشاتل فى الصوبة لأكثر مما ينبغى.

١٢- استعمال المبيدات المصرح بها فى المكافحة.

ويُفيد التحكم فى بيئة البيوت المحمية فى الحد من الإصابة بالفطر *Botrytis cinerea* مسبب مرض العفن الرمادى، كما يلى:

١- يؤدى خفض تواجد الجراثيم المرضة فى الصوبة بعدم السماح بزيادة شدة الإصابة المرضية إلى تقليل إصابة الأزهار.

٢- يؤدى خفض الرطوبة النسبية إلى تقليل إصابة الأزهار ولكنه لا يمنعها، ويكون له تأثير محدود على إصابة السيقان.

٣- يؤدى رفع الحرارة من ١٥ إلى ٢٥°م إلى خفض إصابة السيقان وبينما يؤدى ذلك — أيضًا — إلى زيادة إصابة الثمار، فإن ذلك تقابله زيادة فى إنتاج الأزهار، وخفض فى نسبة الإصابات التى تصل من الثمرة إلى ساق العنقود وساق النبات (Eden وآخرون ١٩٩٦)

**البياض الزغبى فى القرعيات:**

١- الحد من ظاهرة التكثف المائى داخل الصوبة، وهى الظاهرة التى توفر الرطوبة الحرة لحدوث الإصابة.

٢- جعل المنطقة المحيطة بالصوبات خالية تمامًا من القرعيات — سواء أكانت نامية بريًا أم مزروعة حتى لا تشكل مصدرًا متجددًا لهذا الفطر.

٣- زراعة الأصناف المقاومة والمتحملة للفطر المسبب للبياض الزغبى، وهى متوفرة فى مختلف القرعيات

هذا علما بأنه لا تتوفر مبيدات فطرية لمكافحة البياض الزغبى مسجلة لاستعمالها فى الزراعات المحمية

بقعة الدريئة target spot:

يُسبب هذا المرض الفطر *Corynespora cassiicola*، وهو يصيب نباتات أخرى إلى جانب الطماطم، مثل الخيار والفاصوليا، ويكافح كما يلى:

١- التخلص من الأنسجة النباتية المصابة، لكى لا تكون مصدرًا متجددًا للفطر المرض.

٢- تجنب كل الظروف التى تحفز التكثف المائى على النموات النباتية فى الصوبة، وما يصاحب ذلك من انتشار للمرض مع رذاذ الماء الذى ينتقل من النباتات المصابة إلى المجاورة لها.

٣- استعمال المبيدات المصرح بها.

هذا . علمًا بأنه لا تتوفر أصناف مقاومة للمرض.

**عفن كلادوسبوريم الورقى فى الطماطم:**

١- خفض الرطوبة النسبية إلى أقل من ٨٥٪.

٢- استعمال الأصناف المقاومة لبعض سلالات الفطر المرض.

**الندوة المبكرة فى الطماطم:**

١- التخلص من النموات المصابة بشدة بالمرض للحد من تواجد مصدر قوى متجدد للإصابة.

٢- الحد من ظاهرة التكثف المائى على النموات النباتية داخل الصوبة.

٣- قد تفيد مستويات التغذية العالية فى الحد من الإصابة بالفطر المرض.

٤- المعاملة بالمبيدات الفطرية المصرح باستعمالها فى الصوبات لمكافحة هذا المرض.

**عفن إرونيا فى الطماطم:**

يسبب هذا العفن البكتيريا *Erwinia carotovora* pv. *carotovora*، ويكافح كما يلى:

١- التخلص من كافة الأنسجة المصابة خارج الصوبة لمنع انتشار البكتيريا.

٢- إجراء التقليم قبل عمليات الخدمة التى يتم فيها تداول النباتات، مثل التوجيه على الخيوط، والسرطنة، والتلقيح

٣- التحكم فى الحرارة والرطوبة النسبية، بما يمنع التكثف المائى على النباتات وما يُصاحب ذلك من انتشار للبكتيريا — مع قطرات الماء المتناثرة من على النباتات — إلى النباتات المجاورة لها

٤- عدم تداول النباتات وهى مبتلة.

هذا مع العلم بأنه لا تتوفر مبيدات لمكافحة هذا المرض.

**الذبول البكتيرى فى الطماطم:**

يمكن للبكتيريا القضاء الكامل على مزارع تقنية الغشاء المغذى، نظرًا لأنها تتحرك بحرية تامة مع المحلول المغذى. لتصيب النباتات بسهولة من خلال الجروح الطبيعية التى تحدث بالجذور أثناء ظهور الجذور الجانبية.

كما لا تتوفر وسائل مكافحة كيميائية لهذا المرض.

ولذا فإن أفضل وسائل متاحة لمكافحة المرض هى تطهير نظام تقنية الغشاء المغذى بالكامل قبل الزراعة، مع تنظيف الصوبة وتعريضها لأشعة الشمس القوية صيفًا بعد انتهاء موسم الزراعة لتقليل فرصة البكتيريا فى البقاء، وذلك بفعل حرارة الشمس.

**فيرس موزايك التبغ:**

١- عدم التدخين فى مواقع الإنتاج

٢- قيام العمال بغسيل أيديهم جيدًا بالماء والصابون أو بمحلول trisodium orthophosate بتركيز ٣٪، ثم شطفها بالماء، وذلك قبل تداولهم للنباتات.

٣- استعمال بذور من مصادر موثوق فيها تكون خالية من الفيرس.

**فيرس موزايك الخيار:**

١- ضرورة التخلص من جميع النباتات التى تظهر عليها أعراض الإصابة بمجرد التعرف عليها، لأجل تقليل فرصة انتشار الفيرس.

٢ التخلص من الحشائش التى قد تتواجد حول البيوت المحمية، لكى لا تكون بمثابة مصدرًا متجددًا للفيرس.

٣- مكافحة المنّ جيدًا لأجل الحد من الانتشار الثانوى للفيرس داخل الصوبة

**الفيروسات التى ينقلها المنّ:**

١- التخلص من جميع النباتات التى تظهر عليها أعراض الإصابات الفيروسية (مثل تشوهات الأوراق) لتقليل مخاطر انتشار الفيرس ميكانيكيًا.

٢- التخلص من كافة النموات النباتية والحشائش حول البيوت المحمية، لكى لا تشكل مصدرًا متجددًا للفيرس ولتكاثر المنّ الناقل له.

٣- مكافحة المنّ داخل الصوبة بكافة الوسائل المتاحة.

**فيرس تجعد واصفرار أوراق الطماطم (شكل ٨-١؛ يوجد فى آخر الكتاب):**

١- استعمال شتالات خالية من الفيرس والذبابة البيضاء، بإنتاجها فى أماكن بعيدة عن حقول الطماطم. مع معاملة المشاتل بالمبيدات الحشرية المستخدمة فى مكافحة الذبابة البيضاء.

٢- مكافحة الذبابة البيضاء جيدًا داخل البيوت المحمية باستخدام المبيدات المصرح بها، وكذلك بدائل المبيدات، مثل الصابون، والزيوت بتركيز ٠,٢٥٪-٠,٥٪.

٣- استعمال أغطية التربة البلاستيكية العاكسة للأشعة فوق البنفسجية.

٤- التخلص من النباتات التى تظهر عليها مبادئ الإصابة (خاصة خلال الشهر الأول من الزراعة)، مع إحاطتها بكيس بلاستيكى قبل تقليعها لمنع انتشار أى أفراد من الذبابة البيضاء منها داخل الصوبة، ثم التخلص من تلك النباتات خارج الصوبة (Simone & Tomol ٢٠٠١).

**النيماتودا:**

من الأهمية بمكان اتخاذ كافة الاحتياطات لمنع وصول أى شتلات مصابة بالنيماتودا، أو تربة أو أدوات أو آليات ملوثة بها إلى الصوبات، سواء أكانت الزراعات فيها أرضية أم لاأرضية، ذلك لأن الطريقة الوحيدة الممكنة للتخلص من أية إصابة

بالنيماتودا فى الزراعات المحمية ومنع انتشارها هى باقتلاع النباتات المصابة وتطهير مكانها وجدير بالذكر أن الزراعات المائية تنتشر فيها النيماتودا بمنتهى السرعة، فما أن يبدأ تكاثر النيماتودا فى جذر نبات واحد مصاب، إلاّ وتنتشر النيماتودا فى الزرعة كلها مع المحلول المغذى (Rich وآخرون ٢٠٠١).