

النباتات التي تترك معرضة للإصابة بالسلالات القوية دون حمايتها بسلالة ضعيفة، كما تزيد فيها نسبة ثمار الدرجة الأولى، وتتشابه في هذا الشأن مع النباتات المقاومة للفيروس.

ومن أهم عيوب هذه الطريقة في مكافحة الفيروس: وجود الفيروس في جميع النباتات بأعداد فلكية؛ مما يزيد من فرصة ظهور طفرات جديدة قد تكون أشد ضراوة من السلالات المعروفة من الفيروس. ومع أن هذه الطفرات لا تؤثر على النباتات التي تتكون فيها، إلا أنها تتكاثر وتزداد فرصتها للظهور في المواسم التالية. كما أن لهذه الطريقة أخطارها الجسيمة عند تعرض نباتات الطماطم للإصابة بفيروس X البطاطس (PVX)، حيث تصاب النباتات حينئذٍ بمرض تخطيط الطماطم المزدوج؛ وبذلك تصبح النباتات عديمة القيمة الاقتصادية.

فيروس تجعد واصفرار أوراق الطماطم

رغم إصابة هذا الفيروس لعدد محدود من محاصيل الخضر، منها الفاصوليا على سبيل المثال، فإنه لا يعد خطيراً إلا على الطماطم.

ولمكافحة فيروس تجعد واصفرار أوراق الطماطم يتعين منع تغذية حشرة الذبابة البيضاء الحاملة للفيروس على نباتات الطماطم بكل السبل الممكنة، مع مكافحة الذبابة ذاتها والحد من تكاثرها؛ لتجنب انتشار الفيروس بصورة وبائية في حقول الطماطم.

وبينما يكون من السهل - نسبياً - مكافحة الذبابة البيضاء كآفة حشرية، والحد من أضرار تغذيتها المباشرة على النباتات.. فإن مكافحتها كناقل للفيروس Virus Vector يعد أمراً أكثر صعوبة؛ حيث تكفي تغذية ثلاث حشرات فقط حاملة للفيروس على نبات الطماطم لإصابته بالفيروس.

ونظراً للعلاقة الوثيقة بين مكافحة فيروس تجعد واصفرار أوراق الطماطم ومكافحة حشرة الذبابة البيضاء، فإن تناولنا للموضوع في هذا المقام يتضمن مختلف طرق المكافحة المتكاملة لكليهما.

المكافحة بزراعة الأصناف المقاومة

تعتمد استراتيجية مكافحة فيروس تجعد واصفرار أوراق الطماطم فى الطماطم على استخدام الأصناف المقاومة فى الزراعة، مع استعمال الشباك المانعة لوصول الحشرات الناقلة للفيروس إلى النباتات (Holt وآخرين ١٩٩٩).

ولقد أنتج منذ أواخر الثمانينيات وإلى الآن ما لا يقل عن خمسين هجيناً من الطماطم التى تتحمل الإصابة بفيرس تجعد واصفرار أوراق الطماطم. وجميع هذه الهجن تصاب بالفيروس، ويلزم معها مكافحة الذبابة البيضاء، إلا أن أعراض الإصابة التى تظهر عليها لا تكون بنفس الشدة التى تظهر بها على أصناف الطماطم الأخرى، ولا يتأثر محصولها كثيراً بالإصابة، كما يكفى معها لمكافحة الذبابة البيضاء نحو ١/ عدد مرات الرش بالمبيدات التى تعطى للأصناف الأخرى.

المكافحة بتخير مواعيد الزراعة المناسبة

تقلت شتلات الطماطم - التى تزرع بذورها خلال شهر يناير - من الإصابة بفيرس تجعد واصفرار أوراق الطماطم؛ نظراً لعدم تواجد الذبابة البيضاء فى الحقول المكشوفة خلال تلك الفترة، ولكنها قد تتواجد فى البيوت المحمية. كما أن زراعات الطماطم فى العروات الصيفية المتأخرة والخريفية تتعرض للإصابة الشديدة بهذا الفيروس؛ بسبب ازدياد أعداد الذبابة البيضاء كثيراً؛ ابتداءً من شهر يونية حتى سبتمبر. وفى المقابل.. تزيد أسعار الطماطم المنتجة فى تلك العروات - كثيراً - عن أسعار محصول العروة الصيفية المبكرة؛ الأمر الذى يجعل اتباع هذه الوسيلة فى المكافحة أمراً غير عملى.

المكافحة بزراعة العوائل المفضلة للحشرة بين خطوط الطماطم

وجد (Al-Musa ١٩٨٢) فى الأردن أن زراعة الخيار، أو الباذنجان، أو الذرة بين خطوط الطماطم قبل الشتل بشهر أدى إلى خفض معدل الإصابة بالمرض فى الطماطم، وذلك لأن الحشرة فضلت هذه العوائل على الطماطم، وكان الخيار أكثرها جاذبية للحشرة. كما أوصى Yassin (١٩٨٣) باتباع هذه الطريقة فى مكافحة المرض فى السودان.

وفى كوستاريكا نجح استعمال الفاصوليا كمحصول صائد للحشرة - بين خطوط الطماطم - فى خفض أعداد الذبابة على نباتات الطماطم (Peralta & Hilje ١٩٩٣). وتزداد فاعلية هذه الطريقة عند رش النباتات الصائدة للحشرة بالمبيدات الجهازية التى تعمل على قتل الحشرات التى تحط عليها أولاً بأول.

المكافحة باستعمال قش الأرز كغطاء للتربة لجذب الحشرات

أدى استعمال قش الأرز كغطاء للتربة وقت زراعة البذور إلى تأخير انتشار الإصابة بفيروس تجعد واصفرار أوراق الطماطم فى حقول الطماطم لمدة ٣ أسابيع، وصاحب ذلك نقص أعداد حشرة الذبابة البيضاء الناقلة للفيروس فى الحقل، وكانت الحشرة تنجذب نحو القش بسبب لونه الأصفر، ثم تموت بسبب حرارته العالية. وقد انخفضت فاعلية القش بعد ثلاثة أسابيع من فرشها على سطح التربة، وصاحب ذلك تحوله إلى اللون الرمادى (Cohen وآخرون ١٩٧٤).

المكافحة بتثبيت لوحات وشرائط صفراء جاذبة للحشرات

تنجذب بعض الحشرات - بقوة - إلى اللون الأصفر الذى يعكس الأشعة التى تتراوح أطوال موجاتها بين ٥٠٠ و ٧٠٠ نانومتر (مللى ميكرون)، ومن امثلتهما حشرتا المنّ والذبابة البيضاء.

تتوفر الشرائط اللاصقة بعرض ٥ سم، وبطول ٦٠٠م، وهى تصنع من البوليثلين، وتكون ذات لون أصفر زاهٍ، ومغطاة بمادة لزجة تلتصق بها الحشرات بعد أن تنجذب إلى اللون الأصفر. يحتاج الفدان إلى نحو ١٨٠٠ متر طولى من الشريط، ويكفى نحو لتر من المادة اللاصقة لدهان ١٠٠ متر من الشريط.

أما اللوحات اللاصقة فإنها تتوفر بأبعاد ١٥ × ٣٠ سم، وهى عبارة عن شرائح من البلاستيك الأصفر الزاهى، وتغطى من الوجهين بمادة لاصقة. وتثبت هذه اللوحات عند مستوى النباتات.

تجذب الشرائط واللوحات اللاصقة الحشرات الصغيرة (مثل المنّ، والذبابة البيضاء، والتربس، وصانعات الأنفاق) بسبب لونها الأصفر، ثم تلتصق بها. ولذا.. فهي تعد وسيلة فعّالة لمكافحة الحشرات الناقلة للفيروسات.

وفي الزراعات المحمية توضع اللوحات أو الشرائط اللاصقة في مواجهة وسائد التبريد، أو فتحات التهوية للتخلص من حشرة الذبابة البيضاء التي تتسرب إلى داخل البيت. ويؤدى استعمال هذه الشرائط إلى زيادة فاعلية المبيدات في مكافحة الذبابة البيضاء (Rui & Zheng ١٩٩٠).

ومن عيوب استعمال شرائح البولييثيلين الصفراء اللاصقة في الحقول المكشوفة تعرضها للتمزق بفعل الرياح، كما أن كفاءتها تقل تدريجياً، بسبب التصاق الغبار وحببيبات الرمل - التي تحملها الرياح - بها (عن Palti ١٩٨١).

المكافحة باستعمال أغذية للبيوت البلاستيكية من الفينيل الممتص للأشعة فوق البنفسجية UV-Absorbing

يؤدى ذلك إلى انخفاض أعداد الذبابة البيضاء على نباتات الطماطم، مقارنة بالأعداد التي تتواجد في حالة البيوت المغطاة بسرائح الفينيل العادية (Shimada ١٩٩٤).

المكافحة باستعمال أغذية التربة البلاستيكية الصفراء الجاذبة للحشرات

يفيد استخدام البلاستيك (البولييثيلين) الأصفر - كغطاء للتربة في حالة الطماطم - في خفض معدلات الإصابة المبكرة بفيرس تجعد واصفرار أوراق الطماطم، لأنه يجذب إليه حشرة الذبابة البيضاء الناقلة للفيروس؛ مما يؤدى إلى موتها بفعل ملامستها للبلاستيك الساخن (عن Cohen & Melamed-Madjar ١٩٧٨).

وقد وجد أن استعمال الأغذية البلاستيكية الصفراء للتربة مع الرش اليومي لنباتات الطماطم بمبيد Smash أدى إلى خفض الإصابة بالفيرس في صنف الطماطم TY20 إلى

٢,٢٪ (فى وادى الأردن الذى تكون الإصابة فيه بالفيرس عالية للغاية فى العروة الخريفية)، مقارنة بنحو ٤٥٪ باستعمال بلاستيك شفاف مع الرش أسبوعياً بالمبيد (عن Zamir وآخرين ١٩٩١).

كذلك أدى استعمال أغطية التربة البلاستيكية الصفراء إلى نقص أعداد الذبابة البيضاء وتأخير الإصابة بفيرس تبرقش الطماطم Tomato Mottle Virus – الذى تنقله الذبابة البيضاء – فى ولاية فلوريدا الأمريكية، وذلك مقارنة باستعمال أغطية التربة البلاستيكية الزرقاء، والبرتقالية، والحمراء، والفضية، والبيضاء (Csizinsky وآخرون ١٩٩٥).

المكافحة باستعمال أغطية التربة البلاستيكية العاكسة للضوء والطاردة للحشرات

تستعمل لهذا الغرض أغطية بلاستيكية (أغطية بوليثلين) تكون فضية اللون من سطحها العلوى لطرد الحشرات، وسوداء من سطحها السفلى لمنع نمو الحشائش. تثبت هذه الأغطية على سطح التربة قبل الزراعة لتحقيق عدة أهداف، ولكن ما يهمنى فى هذا المقام أنها تعمل على طرد الحشرات؛ بسبب انعكاس الأشعة فوق البنفسجية من عليها؛ الأمر الذى يحدث ارتباكاً لبعض الحشرات (مثل: المن، والتربس، والذبابة البيضاء، وصانعات الأنفاق) عندما تحاول أن تحط على النباتات؛ وبذا.. فهى تفيد فى مكافحة الحشرات ذاتها، وفى الحد من انتشار الأمراض الفيروسية التى تنقلها تلك الحشرات.

المكافحة باستعمال الأغطية الطافية للنباتات لمنع وصول الحشرات إليها

تستعمل الأغطية الطافية للنباتات Floating Plant Covers (مثل غطاء أجريل Agryl P17 ١٧) لتحقيق عدة أهداف، ولكن ما يهمنى فى هذا المقام هو منع الأغطية وصول الحشرات الناقلة للفيروسات إلى النباتات.

وهذه الأغشية غير منسوجة، وتصنع أما من البوليسترين، وإما من البولي بروبيلين، وهى خفيفة الوزن؛ حيث لا يزيد وزنها على ١٧ جم لكل متر مربع، وتسمح بنفاذ الماء والهواء، ونحو ٩٠٪-٩٥٪ من الضوء الساقط عليها.

توضع هذه الأغشية إما على النباتات مباشرة، وإما على أقواس سلكية متباعدة تثبت على خطوط الزراعة. والطريقة الثانية هى المفضلة، ويلزم معها تغليف الأقواس السلكية بخراطيم رى بالتنقيط مستهلكة للمحافظة على الغطاء من التمزق.

وقد قامت شركات محلية بتصنيع أغشية قماشية منسوجة ذات فتحات ضيقة جداً غير منفذة لحشرة الذبابة البيضاء. هذه الأغشية منفذة للضوء بنسبة عالية، ولكنها تعطى بعض التظليل، وهذا أمر مرغوب فيه فى ظروف الحرارة العالية صيفاً. وتتميز هذه الأغشية - وهى معاملة ضد الأشعة فوق البنفسجية - بأنها أكثر قدرة على التحمل - بكثير - عن أعطية الأجريل، بحيث يمكن استعمالها لأكثر من موسم زراعى. وهى تثبت على أقواس سلكية فوق خطوط الزراعة كما هى الحال فى الأنفاق البلاستيكية. وتعتبر هذه الأنفاق ذاتية التهوية.

وأكثر استعمالات أغشية النباتات بمختلف أنواعها - هو فى حماية المشاتل من الإصابات الفيروسية، بمنع وصول الذبابة البيضاء - وغيرها من الحشرات الناقلة للفيروسات - إلى البادرات الصغيرة.

وقد استعملت الأغشية الطافية فى الزراعات الحقلية لوقاية النباتات من جميع الأمراض الفيروسية التى تنقلها الحشرات؛ فهى - مثلاً - تستخدم بصورة تجارية لحماية الطماطم من فيروس تجعد واصفرار الأوراق فى منطقة الشرق الأوسط، وفى حماية الكوسة من فيروسى تجعد أوراق الكوسة واصفرار الخس المعدى فى كاليفورنيا، وفى حماية الباذنجانيات من فيروس Y البطاطس فى أوريغون، وفى حماية الخس من فيروس موزايك الخس فى أوروبا.

المكافحة بالزيوت المعدنية

ظهر اتجاه نحو استخدام الزيوت المعدنية منفردة، أو مخلوطة مع المبيدات الحشرية فى مكافحة حشرة الذبابة البيضاء. وخفض فعاليتها فى نقل الفيروس. وقد استخدمت الزيوت المعدنية فى الهند، وثبتت فعاليتها فى السودان (Yassin 1983). وفى الأردن.. أدى رش نباتات الطماطم بمخلوط أى من الزيوت المعدنية HI-PAR، أو Sunoco مع أى من المبيدات الحشرية Permethrin، أو Methidathion، أو Pirmiphos-Methyl إلى قتل الحشرات البالغة، ومنعها من إصابة نباتات الطماطم المعاملة، وزيادة محصول الطماطم بنسبة ١٨٨٪ إلى ٣٢٩٪ مقارنة بمحصول النباتات غير المعاملة (Sharaf and Allawi 1981).

كذلك أفاد الرش بزيت فولك ١٠٠ (Volk 100 Neutral) فى خفض أعداد الأفراد البالغة من الذبابة البيضاء على الطماطم المعاملة، مقارنة بنباتات معاملة الشاهد (Peralta & Hilje 1993).

المكافحة بالمنظفات الصناعية

أوضحت دراسات Vavrina وآخرون (1995) أن المنظفات الصناعية المنزلية السائلة Liquid Household Detergents كانت أكثر سمية لحوريات الذبابة البيضاء - تحت ظروف المختبر - من تحضيرات الصابون التجارية المستخدمة كمبيدات حشرية Commercial Insecticidal Soap وقد استخدم فى هذه الدراسة المنظف الصناعى التجارى New Day الذى يحتوى على ٢٦٪ sodium dodecyl benzene sulphonate و sodium laurylether sulphate؛ مقارنة بالمبيد الحشرى الصابونى M-Pede الذى يحتوى على ٤٩٪ ملح بوتاسيوم لحامض دهنى طبيعى. ووجد أن المعاملة بالمنظف الصناعى أسبوعياً بتركيز ٢٥،٠٪ - ٥٠،٠٪ - بداية من بعد الشتل بأسبوعين - لم يكن لها أية تأثيرات سلبية على النمو الخضرى لنباتات الطماطم أو المحصول.

المكافحة بالمضادات الحيوية للذبابة البيضاء

أظهرت دراسات Costa وآخرون (١٩٩٣) إمكانية استخدام المضادات الحيوية — مثل Oxytetracycline hydrochloride — في إضعاف نمو الحشرة وتكاثرها، وإضعاف نمو نسلها. وقد أثر هذا المضاد الحيوى على كائنات دقيقة تعيش في أجساد الحشرة الكاملة وحوارياتها؛ وهى كائنات يعتقد فى أنها تعيش معيشة تعاونية مع الحشرة وتتبادل معها المنفعة. وقد أوضحت هذه الدراسة أن معاملة إناث الحشرة بالمضاد الحيوى قلل من قدرة نسلها على إحداث أعراض التلون الفضى فى الكوسة.

المكافحة الحيوية للذبابة البيضاء

للذبابة البيضاء أعداد طبيعية؛ منها بعض أنواع الزنابير؛ مثل: *Encarsia formosa*، و *Eretmoceris haldmani*. تضع إناث هذه الزنابير بيضها على يرقات وحواريات الذبابة البيضاء؛ لتتغذى اليرقات التى تفقس من البيض على سوائل جسم هذه الأطوار من الحشرة وتقضى عليها.

وفى ألمانيا يتوفر على نطاق تجارى النوع *Eretmoceris californicus* لمكافحة الذبابة البيضاء (Albert & Schneller ١٩٩٤)، وفى إيطاليا نجح النوع المحلى *Encarsia pergandiella* فى مكافحة الذبابة البيضاء *T. vaporariorum* فى البيوت المحمية (Giorgini & Viggiani ١٩٩٤).

وفى مصر.. قام Abdel-Gawad وآخرون (١٩٩٠) بحصر الأعداء الطبيعية للذبابة البيضاء تحت ظروف الحقل المكشوف؛ حيث كانت كما يلى:

العدو الطبيعي	الطور الحشرى الذى يتطفل عليه	موسم ازدياد التطفل
<i>Euseius gassipi</i>	الأطوار غير تامة النمو	أغسطس وسبتمبر
<i>Coccinella undecimpunctata</i>	الأطوار غير تامة النمو	مايو وسبتمبر
<i>Chrysoperla carnea</i>	العذارى خاصة	متأخراً خلال العام
<i>Aphidoletes aphidimyza</i>	العذارى	يولية إلى أكتوبر
<i>Eretmoceris mundus</i>	شوهدت تخرج من اليرقات والعذارى	
<i>Encarsia lutea</i>	شوهدت تخرج من اليرقات والعذارى	

لوحظ وهو يصيب الحشرة

فطر (لم يُعرف)

وقد قدر الباحثون أن هذه الأعداء الطبيعية تتسبب في موت نحو ٨٠٪ من أعداد الذبابة البيضاء في الظروف الطبيعية.

كما قام هؤلاء الباحثون أنفسهم (Shalaby وآخرون ١٩٩٠) بدراسة دور الحشرتين الأخيرتين (*Eretmoceris mundus*، و *Encarsia lutea*) في مكافحة الحيوية للذبابة البيضاء؛ حيث تبين وجود ارتباط إيجابي بين كثافة الذبابة وأعداد المتطفلات. وكان التطفل على أشده قبل حصاد المحاصيل الصيفية (مثل الطماطم والقرعيات) بفترة تتراوح بين شهر واحد وشهرين، حيث كانت *Encarsia lutea* أكثر تواجدًا، وفي بداية موسم النمو في المحاصيل الشتوية (مثل البسلة والفول الرومي)؛ حيث كانت *Eretmoceris mundus* أكثر تواجدًا.

ويستدل من دراسات Matsui (١٩٩٥) أن الطفيل *Encarsia formosa* كان فعالاً — كذلك — في مكافحة ذبابة أوراق الكوسة الفضية *Bemisia argentifolii*.

المكافحة بالإيوجينول

أدى رش نباتات الطماطم النامية في صوبة محمية بالإيوجينول eugenol إلى خفض شدة إصابتها بفيرس اصفرار وتجعد أوراق الطماطم جهازيًا. ولقد حثت المعاملة بالإيوجينول تراكم فوق أكسيد الأيدروجين H_2O_2 في نباتات الطماطم وازداد جوهريًا نشاط الإنزيمات: peroxidase، و polyphenol oxidase، و phenylalanine ammonia lyase، مقارنة بالوضع في نباتات الكنتروول. كذلك لوحظت زيادة في مستويات حامض السيليسيك والبروتينات ذات العلاقة بالنشاط المرضي-pathogenesis-related proteins، التي تُعد علامة جزيئية على حدوث مقاومة جهازية مكتسبة SAR (Wang & Fan ٢٠١٤).

فيروسات: ذبول الطماطم المتبقع، وموزايك الخيار، وإكس البطاطس، وواى البطاطس

المكافحة بأغطية التربة العاكسة للضوء

تعمل أغطية التربة البلاستيكية العاكسة للضوء — مثل الأغطية الألومنيومية — على طرد