الفصل التاسع

الفيروسات والفيرويدات ووسائل الحد من أخطارها

تعريف الفيروسات

عرفت الفيروسات بأنها : « مجموعة من التعليمات الموجهة إلى عائلٍ مناسبٍ لتمثيل مزيدٍ من الفيرس » . ولا تتكاثر الفيروسات إلا داخل خلايا العائل .

ومن بين الفيروسات التى تمت دراستها - والتى تربو على الألف فيرس - وجد أن أكثر من ٥٠٠ فيرس منها تصيب النباتات ، كما أن النبات الواحد يمكن أن يصاب بأكثر من فيرس .

التركيب الكيميائى

تتكون الفيروسات من جزيئاتٍ ، كل منها عبارة عن غلافٍ بروتينى يحيط بحامضٍ نووى . ويتكون الغلاف البروتينى من وحداتٍ متماثلةٍ (وحدة واحدة متكررة) ، ونادرا ما يتكون من أكثر من وحدةٍ واحدةٍ (كما فى فيرس موزايك البرسيم الحجازى الذى يتكون من خمس وحداتٍ تختلف فى أحجامها) . أما الحامض النووى (الذى يشكل القلب الداخلى) فقد يكون مفرد الخيط single-stranded ، أو مزدوج الخيط double-stranded ، وقد يتكون من الدنا DNA ، أو من الرنا RNA (عن Parry ١٩٩٠) .

وتتكون معظم الفيروسات التى تصيب النباتات من رنا مفرد ، بينما يتكون القليل منها من رنا مزدوج . أما الفيروسات التى تتكون من الدنا فهى قليلة جدا ، سواء أكانت من الدنا المفرد (مثل فيرس الجروح) ، أم من الدنا المزدوج (مثل فيرس موزايك القنبيط) .

الشكل

تختلف الفيروسات النباتية فى الشكل ؛ حيث توجد منها الأشكال التالية :

١ - الكروى ؛ مثل فيرس الذبول المتبقع فى الطماطم .

٢ - المتعدد الأوجه ؛ مثل فيرس موزايك اللوبيا ، وموزايك القنبيط ، وموزايك البسلة ، وفيرس موزايك الخيار (شكل ٩ - ١) .

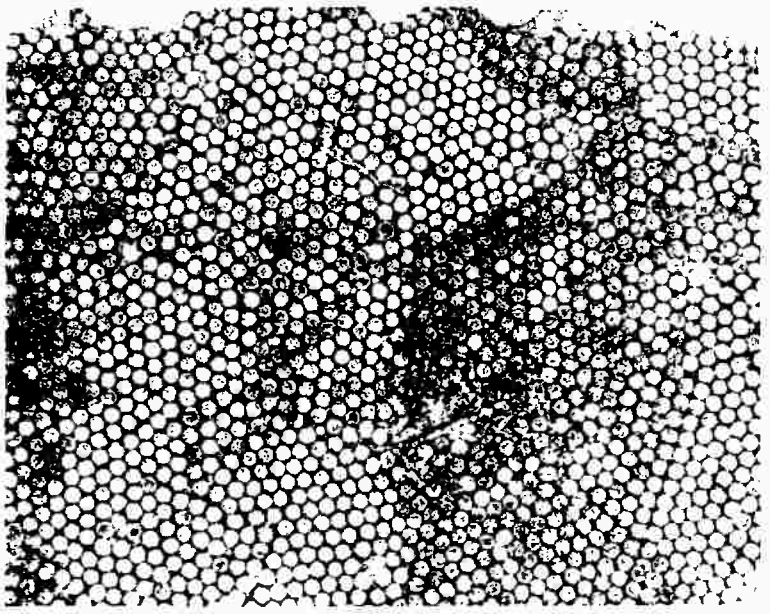
٣ - العصوى ؛ مثل فيرس موزايك التبغ (الطماطم) (شكل ٩ - ٢) .

٤ - الخيطى ؛ مثل فيرس إكس البطاطس ، وفيرس واى البطاطس .

٥ - الخيطى الطويل الملتو ؛ مثل فيرس اصفرار البنجر ، وفيرس اصفرار الخس المعدى ، وفيرس موزايك اللفت (شكل ٩ - ٣) . (روبرتس وبوثرويد ١٩٨٦) .

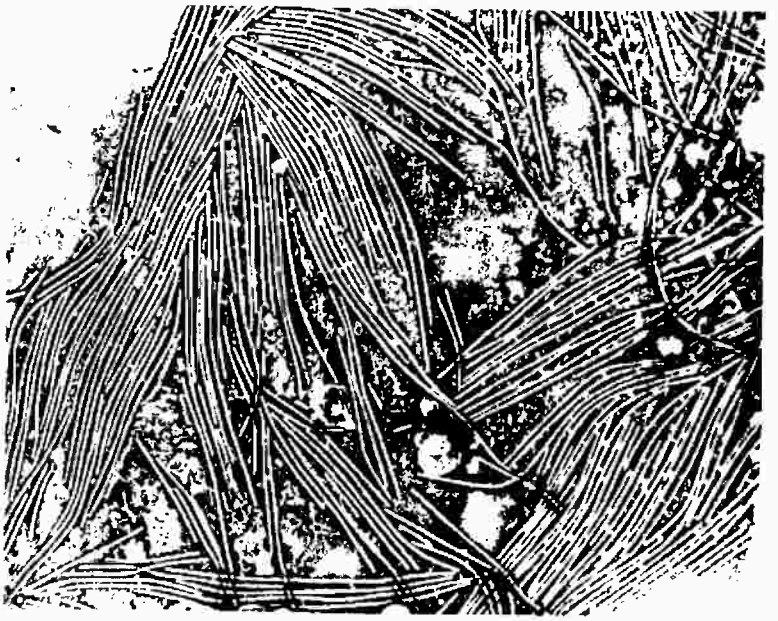
التحرك داخل النبات

بعد تكاثر الفيرس فى الخلية النباتية ، فإنه ينتقل إلى الخلايا الأخرى بطريقة مباشرة عن طريق الخلايا البرانشيمية ، أو عن طريق الحزم الوعائية (اللحاء أو الخشب) أو بالطريقتين معا . فإذا كان الانتقال عن طريق الخلايا البرنشيمية فقط ، كانت الإصابة موضعية local ، وإن كان بكلتا الطريقتين ، كانت الإصابة جهازية systemic . وتنتقل معظم الفيروسات فى النبات عن طريق اللحاء . وتكون الإصابة الموضعية فى صورة بقع مصفرة ، أو متحللة ، أو حلقية . أما الأعراض التى تظهر فى الأجزاء النباتية التى لم تحدث عندها الإصابة ، فإنها تكون فى صورة تبرقش ، أو اصفرار عام بالنبات ، أو تحلل عام nerosis ، أو بقع حلقية ringspots ، أو فى صورة تشوهات distortions ، أو تغيرات فى اللون (Kiraly وآخرون ١٩٧٤) .



شكل (٩ - ١) : فيرس موزايك الخيار Cucumber Mosaic Virus .

شكل (٩ - ٢) : فيرس موزايك التبغ Tobacco Mosaic Virus (الأجسام العصوية) .



شكل (٩ - ٣) : فيرس موزايك اللفت Turnip Masaic Virus .

أعراض الإصابات الفيروسية

من أهم مظاهر الإصابات الفيروسية وأكثرها شيوعا فى النباتات ذلك التحور الذى يطرأ على التكشف الطبيعى للكوروفيل ، والذى يؤدى إلى ظهور درجات من اللون الأخضر تتفاوت بين الشحوب واللون الطبيعى ؛ مما يعطى الأوراق مظهرا متبرقشا ، وهو ما يسمى بالموزايك Mosaic . وتُحدث هذه الأعراض مجموعة كبيرة من الفيروسات النباتية يطلق عليها اسم فيروسات التبرقش . كما توجد مجموعة أخرى كبيرة تحدث اختزالا منتظما للكلوروفيل مع آثارٍ قليلةٍ نسبيا من التبرقش ، ويطلق عليها اسم فيروسات الاصفرار Yellows Viruses .

ومن أهم الأعراض والتأثيرات الأخرى الشائعة للإصابات الفيروسية ما يلى :

١ - شفافية العروق Veinclearing ، وتحويط العروق Vienbanding :

تبدو العروق شفافة أو ذات لونٍ شاحبٍ أو مصفر ، كما قد يظهر شريط من نسيجٍ

شاحبٍ يمتدل بطول العروق . وتظهر هذه الأعـراض قبيل تكشف التبرقش أو الموزايك .

٢ - التبقع الحلقى الأصفر Chlorotic Ring Spots :

تظهر الأعراض فى صورة بقعٍ موضعيةٍ مستديرةٍ شاحبةٍ ، أو قد تكون فى صورة حلقاتٍ شاحبةٍ متبادلةٍ مع اللون الأخضر الطبيعى . والغالب أن مراكز هذه البقع تتحلل فى النهاية .

٣ - التحلل والموت Necrosis :

مع تقدم أعراض التبرقش أو الاصفرار نجد أن الأنسجة المصابة قد تضعف وتضمحل ، ثم تتحلل وتموت . وتتراوح مساحة الأنسجة المتحللة بين بقع بحجم رأس الدبوس وبقع قطرها سنتيمتر واحد أو أكثر .

٤ - التقزم Stunting والموت المبكر Premature Death :

يظهر ذلك مع تقدم الإصابة فى معظم الأمراض الفيروسية .

٥ - التشوهات Malformations والتضخمات :

تظهر تشوهات واضحة بالأعضاء النباتية المصابة ، سواء أكانت أوراقا ، أم أزهارا ، أم ثمارا . ومن هذه التشوهات : التجعد أو التكرمش ، والتثالل ، وتكوين النتوءات والدرنات المغزلية ، وكثرة عدد البراعم وتشوهها .

٦ - الاصفرار Yellowing .

وإلى جانب ما تقدم . . فإن النباتات قد تكون حاملة للفيرس ، دون أن تظهر عليها أعراض مميزة ، وتسمى Symptomless Carriers (عن Walker ١٩٦٩) .

ويعطى Bos (١٩٧٨) وصفا تفصيليا مزودا بالصور لأعراض الإصابات الفيروسية فى النباتـات . أما تفاصـيل الأمـراض الفيروسـية ، فيمكن الرجوع إليـها فى Smith (١٩٧٢ ، ١٩٧٧) ، و Matthews (١٩٨١) .

تسمية الفيروسات

جرت العادة على إعطاء الفيروسات أسماء عادية Common Names تشتق من اسم المحصول الرئيسى الذى يصاب بها ، وأبرز الأعراض التى تظهر عليه عند إصابته بها ؛ كما فى فيرس موزايك التبغ tobacco mosaic virus ، وفيرس التفاف قمة البنجر beet curly top ، وغيرهما .

وقد جرت عدة محاولات للابتعاد عن هذا النظام لتسمية الفيروسات ؛ كما يلى :

١ - إعطاء الفيروسات أرقاما تلى اسم المحصول الرئيسى الذى يصاب بها . فمثلا . . يأخذ فيرس موزايك التبغ الاسم : فيرس التبغ رقم ١ tobacco virus 1 .

٢ - استبدال الاسم الإنجليزى للمحصول - فى النظام السابق - باسم الجنس الذى يتبعه المحصول . فمثلا . . يأخذ فيرس موزايك التبغ الاسم Nicotiana virus 1 . ولا شك فى أن ذلك أفضل من استعمال الاسم الإنجليزى للمحصول ، ولكن مع ازدياد أعداد الفيروسات لم تعد تلك الأرقام تعنى الكثير لغير العاملين عليها ؛ فمثلا . . نجد أن Nicotiana virus 11 - وهو الاسم المقترح لفيرس تحلل التبغ tobacco necrosis virus - لا يعنى شيئا لغير العاملين على هذا الفيرس .

٣ - جرت محاولات لإعطاء الفيروسات أسماء علمية لاتينية ؛ فمثلا :

أ - استقبل النظام الذى اقترحه هولمز Holmes عام ١٩٣٩ باهتمام - من قبل علماء الفيرس - فى البداية . وتبعا لهذا النظام يأخذ فيرس tobacco mosaic virus الاسم العلمى Marmor tabaci .

وقد وزعت الأجناس فى هذا النظام على عائلات تبعا لمدى تقاربها ؛ فمثلا وضعت فيروسات الموزايك فى عائلة Marmoraceae ، وفيروسات الاصفرار فى عائلة Chlorogenaceae ، والفيروسات القاتلة للنباتات فى عائلة Lethaceae . . وهكذا .

ب - أعقب ذلك نظام هانسن Hansen الذى وضعه عام ١٩٥٧ ، وكان أكثر جاذبية ؛ إذ اعتمد على كثير من خصائص الفيروسات ذاتها . وتبعا لهذا النظام يأخذ

فيرس موزايك التبغ الاسم العلمى : Minchorda nicotianae ؛ حيث يدل حرف الـ M على أنه ينتقل ميكانيكيا Mechanically ، ويدل المقطع Chorda (بمعنى عصوى) على شكل الفيرس ، بينما تدل كلمة nicotianae على نبات التبغ .

وكمثال آخر نجد أن فيرس موزايك الفاصوليا العادى يأخذ الاسم العلمى Maphi-flexus phaseoli ، وهو فيرس خيطى (flexus) يصيب الفاصوليا (phaseoli) وينتقل ميكانيكيا (M) وبواسطة المن (aphi) .

ولكن سرعان ما اكتشف العلماء أنه لا يمكن الاستعانة بأسماءٍ علميةٍ للفيروسات إلا إذا وجد نظام سليم لتقسيمها إلى عائلاتٍ ورتبٍ وطوائف وأقسامٍ ، وأن يعتمد هذا النظام على خصائص واضحة وعلى أسسٍ منطقيةٍ مدروسةٍ (عن Bos ١٩٨٣) .

٤ - اقترح Gibbs وآخرون فى عام ١٩٦٦ نظاما لكتابة أسماء الفيروسات بطريقة الشفرة cryptogram ؛ حيث يتكون الاسم من أربعة أزواج من الرموز لصفاتٍ تمثل أهم خصائص الفيروسات ؛ فمثلا يأخذ فيرس موزايك الدخان الكمون (R/ 1:2 / 5:E / E:S / O) .

وتمثل أزواج الرموز الأربعة ما يلى :

أ - نوع الحامض النووى وعدد خيوطه :

RNA = R ، و DNA = D ، و 1 = مفرد ، و 2 = مزدوج .

ب - الوزن الجزيئى للحامض النووى بالمليون ، ونسبة الحامض النووى فى جزئ الفيرس المحدث للمرض .

جـ - مظهر جزئ الفيرس ومظهر الغلاف البروتينى ، ومدى تساوق (سمترية) الجزئ :

S = كروى spherical ، و E يتجه إلى الاستطالة Elongated وذو جوانب متوازية ونهايات غير دائرية ، و U = يتجه إلى الاستطالة وذو جوانب متوازية ونهايات دائرية ، و X = معقد ، أو ليس كأى من الأشكال السابقة .

د - أنواع العوائل والكائنات الناقلة له Vectors :

O = ينتشر بدون ناقل من الكائنات الحية .

Ac = عناكب أو قراد (Acarina ، و Arachnida) .

Al = الذبابة البيضاء (Aleyrodidae رتبة Hemiptera) .

Ap = المن (Aphididae رتبة Hemiptera) .

Au = نطاطات الأوراق ، ونطاطات النباتات ، ونطاطات الأشجار Auche-norrhyncha) (Hemiptera رتبة ، Cc = البقة المغبرة Mealy-bug (Coccidae رتبة Hemiptera) .

Cl = خنافس (Coleoptera) .

Di = ذباب وبعوض (Diptera) .

Fu = فطر Fungus (من رتبتى Chrytidiales ، و Plasmodiophorales) .

Gy = Mirid bug (Gymonocerata) .

Ne = نيماتودا Nematode (Nematoda) .

Ps = Psyllid (Psyllidae رتبة Hemiptera) .

Si = براغيث flea (Siphonaptera) .

Th = تربس thrips (Thysanoptera) .

Ve = ناقل vector من نوع آخر غير الأنواع المبينة أعلاه (عن Smith ١٩٧٧) .

وقد توقف اتباع هذا النظام - كذلك - نظرا لتعقيده .

٥- اعتمادا على نحو ٥٠ صفة من تلك التى يمكن بها وصف الفيروسات ومعرفة خصائصها (السلوك فى العائل ، والعلاقة مع الناقل ، وخصائص الجزئ وتركيبه) ، أقرت اللجنة الدولية لتقسيم الفيروسات Intenational Committee on Taxonomy of Viruses ٢٧ مجموعة تضم جميع الفيروسات التى تصيب النباتات ، ويمكن

الرجوع إلى مواصفاتـها فى Commonwealth Mycological Institute (١٩٨٣) ، و Hill (١٩٨٤) .

وتبين القائمة التالية أسماء مختلف المجموعات الفيروسية يليها - بين قوسين - توضيح لجذور الاسم ، مع أمثلة لأهم الفيروسات التى تنتمى لكل مجموعة أو تمثلها (عن Parry ١٩٩٠) .

	المجموعة الفيروسية وبيان لجذور التسمية بين قوسين	أمثـلة
- ١	Luteovirus (Luteus = yellow)	Barley yelow dwarf, Beet western yellows, Pea leaf roll, Turnip yellows
- ٢	Maize chlorotic dwarf	Rice tungro
- ٣	Sobemovirus (Southern bean mosaic virus)	Southern bean mosaic, Cocksfoot mosaic, Turnip rosette
- ٤	Tobacco necrosis	Tobacco necrosis, Cucumber necrosis
- ٥	Tombusvirus (Tomato bushy stunt)	Tomato bushy stunt, Carnation Italian ringspot
- ٦	Tymovirus (Turnip yellow mosaic)	Turnip yellow mosaic, Andean potato latent
- ٧	Comovirus (Cowpea mosaic)	Cowpea mosaic, Bean pod mottle, Andean potato mottle
- ٨	Dianthovirus (Carnation ringspot virus group)	Carnation ringspot, Red clover necrotic mosaic
- ٩	Nepovirus (Nematode-borne polyhedral particles)	Tobacco ringspot, Raspberry ringspot Tomato ringspot
- ١٠	Pea enation mosaic	Pea enation mosaic only
- ١١	Alfalfa mosaic	Alfalfa mosaic only
- ١٢	Bromovirus (Brome mosaic)	Broadbean mottle, Cowpea chlorotic mottle
- ١٣	Cucumovirus (Cucumber mosaic)	Cucumber mosaic, Peanut stunt

أمثلة	المجموعة الفيروسية وبيان لجذور التسمية بين قوسين	
Tobacco streak, Apple mosaic	Ilarvirus (Isometric labile ringspot)	- ١٤
Velvet tobacco mottle, Lucerne transient streak	Velvet tobacco mottle	- ١٥
Tobacco rattle, Pea early browning	Tobravirus (Tobacco rattle)	- ١٦
Tobacco mosaic, Tomato mosaic, Potato mop-top, Beet necrotic yellow vein	Tobamovirus (Tobacco mosaic)	- ١٧
Barley stripe mosaic	Hordeivirus (Hordeum = barley)	- ١٨
Potato X, Cassava common mosaic, Clover yellow mosaic	Potexvirus (Potato virus X)	- ١٩
Carnation latent, Pea streak, Cowpea mild mottle, Alfalfa latent	Carlavirus (Carnation latent)	- ٢٠
Potato Y, Bean common mosaic Beet mosaic	Potyvirus (Potato virus Y)	- ٢١
Beet yellow stunt, Citrus tristeza	Closterovirus (Kloster = spindle)	- ٢٢
Lettuce necrotic yellows, Barley yellow striate mosaic, Beet leaf curl	Rhabdovirus (Rhabdos = rod)	- ٢٣
Tomato spotted wilt only	Tomato spotted wilt	- ٢٤
	Reovirus	- ٢٥
Wound tumour, Rice dwarf	(a) Phytoreovirus (Respiratory enteric orphan)	
Fiji disease, Maize rough dwarf	(b) Fijivirus	
Maize streak, Beet curly top	Geminivirus (Gemimi = twins = paired virus particles)	- ٢٦
Cauliflower mosaic, Dahlia mosaic	Caulimovirus (Cauliflower mosaic)	- ٢٧

اختبارات وصف الفيروسات أو التعرف على هويتها

لوصف فيرس جديد ، أو التعرف على هوية فيرس مجهول . . يلزم إجراء عديد من الدراسات والاختبارات التى نوجزها فيما يلى :

١ - تحديد الأنواع والأصناف النباتية التى تصاب بالفيرس ، وتلك التى يمكن أن يعطى معها بقعا موضعية ، ومدى انتشاره على الحشائش والنباتات البرية ؛ أى دراسة مدى العوائل Host Range .

٢ - دراسة ووصف أعراض الإصابة بدقةٍ ، وتأثير درجة الحرارة وشدة الإضاءة على القابلية للإصابة ، وعلى أعراض الإصابة ، وتركيز الفيرس فى النباتات . هذا . . مع العلم بأن الفيرس الواحد قد تتباين الأعراض التى يحدثها فى العوائل المختلفة ، وأن وجوده فى النبات مع فيروساتٍ أخرى قد يحدث أعراضا مختلفة كليةً .

٣ - اختبار انتقال الفيرس بالتطعيم ، وميكانيكيا بالعصير الخلوى ، وبالحامول . . . إلخ .

٤ - خصائص الفيرس فى العصير الخلوى المستخلص من النباتات المصابة ؛ بالتعرف على الحدود التى يفقد بعدها العصير قدرته على إحداث الإصابة ، وذلك فيما يتعلق بما يلى :

أ - نقطة التخفيف النهائية Dilution end-point فى الماء .

ب - درجة الحرارة التى تحدث تثبيطا كاملا للفيرس إذا تعرض العصير لها لمدة ١٠ دقائق Thermal inactivation point .

جـ - فترة بقاء العصير محتفظا بقدرته على إحداث الإصابة عند تخزينه على حرارة ٢٠°م ، وعلى حرارة -٢°م .

٥ - انتقال الفيرس من خلال كل من البذور وحبوب اللقاح .

٦ - انتقال الفيرس عن طريق الكائنات الحية ؛ مثل الحشرات ، والأكاروسات ، والنيماتودا ، والفطريات . . . إلخ ، مع تحديد فترة الاكتساب ، وفترة الحضانة ، وفترة بقاء الناقل قادرا على نقل الفيرس عند تغذيته على النباتات السليمة ، وإن كان الفيرس يتكاثر داخل الناقل ، أم لا يتكاثر ، وإن كان ينتقل إلى نسل الأفراد الحاملة له ، أم أنه لا ينتقل .

٧ - طرق تنقية الفيرس ، مع تحديد المحاليل المنظِّمة المناسبة .

٨ - خصائص الفيرس فى التحضيرات النقية ؛ مثل :

أ - الفحص بالمجهر الإليكترونى (للتعرف على شكل الفيرس وأبعاده) .

ب - التركيب الكيميائى ومحتواه من الأحماض النووية .

جـ - الخصائص السيرولوجية .

د - خاصية الترسيب Sedimentation Property ، والكثافة Density .

٩ - القرابة مع الفيروسات الأخرى بالدراسات السيرولوجية ، واختبارات المناعة .

١٠ - الفحص السيتولوجى بالميكروسكوب الضوئى لأنسجة النباتات المصابة ؛ للتعرف على مدى وجود وشكل الأجسام الضمينة Inclusion Bodies .

١١ - عدوى نباتات سليمة بالفيرس المعزول ؛ للتأكد من إحداثه لنفس الأعراض التى شوهدت منذ البداية (عن Bos ١٩٨٣ ، و Commonwealth Mycological Institute ١٩٨٣) .

انتقال الفيروسات

تتباين طرق انتقال الفيروسات إلى النباتات تباينا شديدا . وقد حظيت دراسة طرق انتقال الفيروسات باهتمام كبير من قِبَلِ المشتغلين بالفيروسات ؛ لما لها من أهمية بالغة فى كل الدراسات الأخرى المتعلقة بالفيروسات بصورة عامة ، وفى تحديد أنسب الوسائل لمكافحتها ، وهى التى تعتمد على منع حدوث الإصابة أو انتقالها .

ويمكن إيجاز الطرق التى تنتقل بها الفيروسات النباتية - إلى النباتات ، ومن نبات إلى آخر - فيما يلى :

الانتقال الميكانيكى

يتم الانتقال الميكانيكى Mechanical Transmission - عادة - بعد تعرض النباتات لمصدر الإصابة مع حدوث جروح أو خدوش بها . فمثلا . . ينتقل فيرس موزايك التبغ (أو موزايك الطماطم) بواسطة أيدى العمال أثناء عملية تقليم وتربية الطماطم فى البيوت المحمية ، وينتشر فيرس موزايك الخيار عن طريق عمال الجمع عند الحصاد ، وينتشر فيروید الدرنة المغزلية فى البطاطس بواسطة نصل السكين عند تقطيع درنات التقاوى .

كما يمكن أن تنتقل الفيروسات بالاحتكاك الطبيعى بين النباتات المصابة والسليمة كما فى فيرس إكس البطاطس ، وعن طريق التحامات الجذور الطبيعية كما فى فيرس موزايك التفاح .

ويمكن أن تنتقل الفيروسات - سلبيا - مع الأجزاء النباتية المصابة التى تنتقل مع تيارات الماء والهواء .

وعموما . . فإن فيروسات مجموعة الموزايك ينتقل معظمها بسهولة بالوسائل الميكانيكية ، بينما يندر انتقال فيروسات مجموعة الاصفرار بهذه الوسيلة .

الانتقال بواسطة حبوب اللقاح

يقتصر الانتقال بواسطة حبوب اللقاح (Pollen Transmission) على عدد محدود للغاية من الفيروسات ؛ مثل فيرس موزايك الخس Lettuce Mosaic Virus ؛ حيث أوضحت دراسات Hunter & Bowyer (١٩٩٤) أن حبوب اللقاح - المنتجة على نباتات مصابة بالفيرس - كانت تحمل الفيرس على طبقة الجدار الخارجى exine لحبة اللقاح ، كما وجد الفيرس داخل حبة اللقاح فى عدد أقل من الحالات .

الانتقال بواسطة البذور

ينتقل نحو ١٠٠ فيرس عن طريق البذور (Seed Transmission) ؛ ومن أمثلتها : فيرس موزايك الفاصوليا العادى ، وفيرس موزايك الخس . وبالرغم من أن نسبة الانتقال بالبذور تكون - عادة - منخفضة ، إلا أن النباتات الناتجة من زراعة بذور مصابة تكفى غالبا لنشر الفيرس فى الحقل بوسائل الانتقال الأخرى .

قد تحدث الإصابة فى جنين البذرة ، أو فى غلافها ، أو فى الإندوسبرم ، وقد تكون البذور ملوثة - سطحيا - بالفيرس . وفى الطماطم . . يحتفظ فيرس موزايك الطماطم بحيويته - على البذور الحاملة له - لمدة ثلاث سنوات .

الانتقال بواسطة أعضاء التكاثر الخضرية والتطعيم

تنتقل جميع الفيروسات بطرق التكاثر الخضرى المختلفة ؛ مثل : الدرنات ، والفسائل ، والجذور ، والأبصال . . . إلخ .

كذلك تنتقل كافة الفيروسات بمختلف طرق التطعيم (Graft Transmission) ؛ نظرا لأن النسيج المصاب يصبح جزءا من النبات السليم بعد نجاح التطعيم .

وبالمقارنة . . فإن نباتات الحامول المتطفلة تسمح بانتقال كثير من الفيروسات من النباتات المصابة بها إلى النباتات السليمة إذا وجد اتصال بيولوجى بينها عبر نبات الحامول (Dodder Transmission) .

الانتقال عن طريق التربة

يتم الانتقال عن طريق التربة الملوثة بالفيرس (Soil Transmission) فى بعض الفيروسات ؛ مثل : فيرس موزايك التبغ ، وفيرس تضخم العرق فى الخس . وقد تحدث الإصابة عن طريق الجذور ، أو عن طريق ملامسة الأوراق للتربة الملوثة بالفيرس . ويعد ذلك نوعا من الانتقال الميكانيكى كذلك .

وقد يعيش الفيرس فى التربة ، أو فى بقايا النباتات التى توجد فيها .

الانتقال عن طريق المحاليل المغذية فى المزارع المائية

تتعرض المحاليل المغذية فى المزارع المائية المغلقة Closed Systems إلى التلوث ببعض الفيروسات التى يمكن أن تصيب النباتات عن طريق الجذور .

ومن بين الفيروسات التى تصيب محاصيل المزارع المائية - والتى ثبت انتقالها عن طريق المزارع المائية - ما يلى :

فيرس موزايك الخيار المتبرقش الأصفر Cucumber Green Mottle Mosaic Virus .

فيرس تبقع القاوون المتحلل Melon Necrotic Spot Virus .

فيرس X البطاطس Potato X Virus .

فيرس موزايك التبغ Tobacco Mosaic Virus .

فيرس تحلل التبغ Tobacco Necrosis Viorus .

فيرس تقزم الطماطم Tomato Bushy Stunt Virus .

فيرس موزايك الطماطم Tomato Mosaic Virus (Schuerger & Hammer ١٩٩٥) .

الانتقال بواسطة الحشرات

ينتقل عديد من الفيروسات النباتية بطريق الحشرات (Insect Transmission) . ويطلق على الحشرات الناقلة للفيروسات اسم ناقلات فيروسية Vectors . ومعظم هذه الحشرات تتبع رتبة نصفية الأجنحة Hemiptera ، وأغلبها يتبع عائلتين من هذه الرتبة ؛ هما : عائلة المن Aphididae ، وعائلة نطاط الأوراق Cicadellidae . والقليل منها يتبع عائلة الذباب الأبيض Aleyrodidae ، وعائلة الحشرات اللعابية Cercopidae ، وعائلة البق الدقيقى Coccidae . كما ينتقل فيرس الذبول المتبقع فى الطماطم بواسطة

حشرة التربس ، وهى من رتبة هدبية الأجنحة Thysanoptera . وتنتقل بعض الفيروسات - مثل : موزايك القرع ، وموزايك اللوبيا - بواسطة الخنافس ، وهى من رتبة غمدية الأجنحة Coleoptera . ومما تجدر الإشارة إليه أن أغلب فيروسات الاصفرار تنقلها نطاطات الأوراق والذبابة البيضاء ، فى حين تنتقل أغلب فيروسات مجموعة الموزايك بواسطة المن .

هذا . . وتختلف الفيروسات والحشرات الناقلة من حيث المدة التى تصبح الحشرة بعدها ناقلة للفيرس بعد تغذيتها على النبات المصاب ، وكذلك فى المدة التى تظل الحشرة خلالها قادرة على نقل الفيرس للنبات السليم . كما تختلف هذه الفيروسات - أيضا - فى كون الفيرس يتكاثر داخل جسم الحشرة وينتقل إلى النسل أم لا .

كان هذا موجزا سريعا لموضوع انتقال الفيروسات بواسطة الحشرات ، ونقدم مزيدا من التفاصيل - حول نفس الموضوع - فيما يلى :

أولا : الانتقال بواسطة المن

يعرف أكثر من ١٩٠ نوعا من المن بقدرتها على نقل الفيروسات إلى النباتات Aphid Transmission . ومن أهم هذه الأنواع ما يلى :

Aphis sp.	Myzus sp.
Brevicoryne sp.	Rophalosiphum sp.
Macrosiphum sp.	Toxoptera sp.

وتعد الأنواع المختلفة من المنّ مسئولة عن نقل أكثر من ١٦٠ فيروسًا نباتيًا ، يُحدث معظمُها أعراضَ الموزايك ، إلا أن بعضها يُحدث أعراض الاصفرار أيضًا .

وجدير بالذكر أن الفيروسات التى ينقلها المن نادرًا ما تُنقل خلال بيض الحشرة (transovarially) ؛ ولذا . . فإن حشرات المن الحديثة الفقس تكون - دائمًا تقريبًا - خالية من الفيرس .

وتقسم الفيروسات التى ينقلها المن إلى ثلاث مجاميع : غير مثابرة non-persistent (غير متبقية) (أى لا تمر فى الدورة الدموية للحشرة non-circulative) ، وشبه مثابرة semipersistent ، (نصف متبقية) ، ومثابرة persistent (أو circulative) (متبقية) .

وبينما تقع معظم الفيروسات التى ينقلها المن فى المجموعة الأولى ، نجد أن بعضها لا يدخل ضمن أيٍّ من هذه المجاميع ؛ حيث تكتسب الفيرس بعد فترتى اكتساب ؛ أولاهما قصيرة ، والأخرى طويلة ، ولا تكون قادرة على نقل الفيرس بينهما ، ويعرف ذلك باسم bimodal-transmission .

١ - الفيروسات غير المثابرة (أو غير الدائمة) Non-Persistent Viruses :

تعرف هذه المجموعة من الفيروسات - أيضا - باسم المحمولة على القليم Stylet-borne ، وفيها تكتسب الحشرة الفيرس أثناء تغذيتها بمجرد ملامسة أجزاء فمها لخلايا نباتية مصابة . يحمل الفيرس على قليم الحشرة ، ولا يصل - عادة - إلى جهازها الهضمى ، وتحتفظ به الحشرة لمدة تقل عن ساعة .

يكون اكتساب الحشرة للفيرس خلال فترة (تعرف باسم فترة الاكتساب Acquisition Period) تتراوح بين ثوان قليلة ودقائق معدودة . وتؤدى إطالة فترة الاكتساب - لأيام قليلة - إلى إضعاف فاعلية الحشرة فى نقل الفيرس إلى النباتات السليمة بعد ذلك .

ولا توجد فى هذه المجموعة الفيروسية فترة كمون أو حضانة Latent Period ؛ وهى الفترة التى تمر من بداية تغذية الحشرة على النبات المصاب إلى حين اكتسابها القدرة على نقل الفيرس إلى النبات السليم إذا تغذت عليه . ففى هذه المجموعة الفيروسية يمكن للحشرة نقل الفيرس إلى النبات السليم بمجرد تغذيتها عليه ، ويحدث ذلك خلال فترة تغذية تتراوح بين ثوان قليلة ودقائق قليلة . وتظل الحشرة قادرة على نقل الفيرس إلى النباتات السليمة لمدة حوالى أربع ساعات بعد اكتسابها له .

وجدير بالذكر أن تصويم الحشرات عن التغذية قبل تغذية الاكتساب Acquisition Feeding يجعلها أكثر قدرة على نقل الفيرس إلى النباتات السليمة .

وتتميز الفيروسات غير المثابرة بأنها تنتقل - كذلك - بواسطة العصير الخلوى ، وبأن لها مدى واسعا من العوائل .

ومن أمثلة الفيروسات غير المثابرة ما يلى :

فيرس موزايك الفاصوليا العادى Bean Common Mosaic Virus .

فيرس موزايك الفاصوليا الأصفر Bean Yellow Mosaic Virus .

فيرس موزايك اللوبيا الذى ينتقل بالمن Cowpea Aphid-Borne Mosaic Virus .

فيرس موزايك الخيار Cucumber Mosaic Virus .

فيرس موزايك الخس Lettuce Mosaic Virus .

فيرس تقزم البصل الأصفر Onion Yellow Dwarf Virus .

فيرس تبقع الباباظ الحلقى Papaya Ringspot Virus .

فيرس تبرقش الفول السودانى Peanut Mottle Virus .

فيرس تبرقش الفلفل Pepper Mottle Virus .

فيرس Y البطاطس Potato Virus Y .

فيرس موزايك فول الصويا Soybean Mosaic Virus .

فيرس موزايك القصب Sugarcane Mosaic Virus .

فيرس تبرقش اللفت Turnip Mosaic Virus .

فيرس تبرقش البطيخ Watermelon Mosaic Virus .

٢ - الفيروسات شبه المثابرة Semipersistent Viruses :

تصل هذه الفيروسات إلى القناة الهضمية للحشرة ، وتكون فترة التغذية - التى تلزم الحشرة لاكتساب الفيرس - أطول قليلا مما فى مجموعة الفيروسات غير المثابرة ؛ حيث تتراوح بين عدة دقائق وساعة واحدة أو ساعتين ، غير أن قدرة الحشرة على نقل الفيرس تتحسن بزيادة فترة تغذية الاكتساب .

وكما فى الفيروسات غير المثابرة . . فإن هذه الفيروسات لا تمر - هى الأخرى - بفترة كمون فى الحشرات الناقلة لها ؛ حيث يمكنها نقل الفيرس إلى النباتات السليمة بمجرد اكتسابها له .

وعلى خلاف الفيروسات غير المثابرة . . فإن فترة التغذية التى تلزم الحشرة لنقل الفيرس Inoculation Feeding فى هذه المجموعة تكون أطول ؛ حيث تتراوح بين عدة دقائق وعدة ساعات ، كما أن الحشرات تحتفظ بالفيرس لفترة أطول ؛ حيث تتراوح بين ١٢ و٢٤ ساعة ، وتصل - أحيانا - إلى عدة أيام .

ولا تنتقل هذه الفيروسات عن طريق العصير الخلوى (ميكانيكيا) إلا بصعوبة بالغة .

ومن أمثلة الفيروسات شبه المثابرة ما يلى :

فيرس اصفرار البنجر Beet Yellows Virus .

فيرس ترستيزا الحمضيات Citrus Tristeza Virus .

فيرس اصفرار البرسيم Clover Yellows Virus .

٣ - الفيروسات المثابرة (الدائمة) Persistent Viruses :

تعرف هذه المجموعة من الفيروسات - أيضا - باسم Circulative Viruses ؛ نظرا لأنها تصل إلى الجهاز الدورى ، كما توجد فى الجهاز الهضمى للحشرة ، وفى غددها اللعابية .

تتراوح فترة تغذية الاكتساب فى هذه المجموعة بين ٣٠ دقيقة وعدة ساعات ، وتلزم لها فترة كمون قبل أن تصبح الحشرة - التى اكتسبت الفيرس - قادرة على نقله إلى نبات سليم .

وتتوقف كفاءة الحشرة فى نقل الفيرس على أعداد الفيرس التى اكتسبتها أثناء تغذيتها على النبات المصاب - ولكنها - أى الحشرة الحاملة للفيرس - لا يمكنها

نقل الفيرس إلى النبات السليم إلا بعد ساعات قليلة من التغذية عليه ، وليس لتصويم الحشرات عن الغذاء - فى هذه المجموعة - أى تأثير فى نقلها للفيرس .

هذا . . وتحتفظ الحشرات الناقلة للفيروسات المثابرة بالفيرس فى أجسامها طوال حياتها بما فى ذلك مراحل انسلاخها . ويمكن لهذه الفيروسات - غالبا - التكاثر فى الحشرات الناقلة لها ، ولكن توجد شواذ لهذه القاعدة ؛ مثل فيرس تقزم الشعير الأصفر Barley Yellow Dwarf Virus .

تتميز الفيروسات المثابرة بمحدودية عوائلها ، وقد تكون متخصصة للغاية على عائل أو عوائل قليلة جدا . وتتميز كذلك بأنها لا تنتقل عن طريق العصير الحلوى (ميكانيكيا) ، ولكن توجد شواذ لهذه القاعدة ؛ مثل فيرس Pea Enation Mosaic .

ومن أمثلة الفيروسات المثابرة ما يلى :

فيرس اصفرار الشعير المتقزم Barley Yellow Dwarf Virus .

فيرس تبرقش الجزر Carrot Mottle Virus .

فيرس اصفرار الخس المتحلل Lettuce Necrotic Yellow Virus .

فيرس موزايك الذرة Maize Mosaic Virus .

فيرس Pea Enation Mosaic .

فيرس التفاف أوراق البطاطس Potato Leafroll Virus .

فيرس اصفرار وتقزم البطاطس Potato Yellow Dwarf Virus .

٤ - الفيروسات الثنائية الانتقال Bimodally Transmitted Viruses :

تنتقل فيروسات هذه المجموعة بعد فترتى تغذية اكتساب ؛ الأولى منهما قصيرة ، والثانية طويلة ، ولكنها لا تُكتسب بسهولة بين هاتين المرحلتين .

ومن أمثلة هذه الفيروسات ما يلى :

فيرس ذبول الفول الرومى Broadbean Wilt Virus .

فيرس موزايك القنبيط Cauliflower Mosaic Virus .

فيرس موزايك الداليا Dahlia Mosaic Virus .

فيرس موزايك الفول السودانى Groundnut Mosaic Virus .

فيرس موزايك البسلة الذى ينتقل بالبذور Pea Seedborne Mosaic Virus .

فيرس تخطيط البسلة Pea Streak Virus .

فيرس A البطاطا Sweepotato Virus A .

ثانيا : الانتقال بواسطة الذبابة البيضاء

من أهم أعراض الإصابة بالفيروسات التى تنقلها الذبابة البيضاء (Whitefly Tran smission) : الاصفرار ، وتجعد الأوراق ، وبعض الموزايك . وتوجد هذه الفيروسات - غالبا - فى المناطق الاستوائية وتحت الاستوائية .

تتميز هذه الفيروسات - والتى تتجاوز السبعين فيروسا (عن Duffus ١٩٨٧) - بأنها مثابرة غالبًا ، إلا أن لهذه القاعدة شواذ ؛ مثل : فيرس اصفرار عروق الخيار Cucumber Vein Yellowing Virus . وتصل الفيروسات التى تنقلها الذبابة البيضاء إلى الدورة الدموية للحشرة .

وتتراوح فترة تغذية الاكتساب اللازمة فى معظم هذه الفيروسات بين ٢٤ ساعة و٤٨ ساعة ، ويمر الفيرس بفترة كمون فى جسم الحشرة تتراوح بين ٤ ساعات و٢٠ ساعة ، وبعدها تصبح الحشرة قادرة على نقل الفيرس ، وتحتفظ بتلك الخاصية فترة تتراوح بين أيام قليلة و٣٥ يوما .

هذا . . ويمكن ليرقات الذبابة البيضاء اكتساب الفيرس ، ويظل الفيرس فى جسم الحشرة خلال جميع مراحل تطورها إلى أن تصبح حشرة كاملة ؛ حيث تكون قادرة على نقل الفيرس إلى النباتات السليمة بمجرد بدء نشاطها فى التغذية . ولكن لا توجد أدلة على انتقال الفيرس إلى نسل الحشرات الحاملة له من خلال بيضها .

تتغذى حشرة الذبابة البيضاء على نسيج اللحاء ، وتفضل التغذية على الأنسجة الحديثة ، وعلى السطح السفلى للأوراق . وتحمل بواسطة الرياح ؛ لذا . . فإنها يمكن أن تساعد على نشر الفيرس لمسافات بعيدة .

وبصورة عامة . . فإن الفيروسات التى تنقلها الذبابة البيضاء لا تنتقل ميكانيكيا ، ولكن لهذه القاعدة شواذ ؛ مثل : فيرس موزايك الفاصوليا الذهبى Bean Golden Mosaic Virus ، وفيرس موزايك الطماطم الأصفر الذهبى Tomato Golden Yellow Mosaic Virus .

ومن أمثلة الفيروسات التى تنقلها الذبابة البيضاء (أنواع مختلفة من الذباب الأبيض : Bemisia tabaci ، و Trialeurodes vaporariorum ، و T. abutilonea) ما يلى :

فيرس تغضن الفاصوليا Bean Crumpling Virus .

فيرس موزايك الفاصوليا الذهبى Bean Golden Mosaic Virus .

فيرس موزايك اليقطين Bottle Gourd Mosaic Virus .

فيرس تجعد أوراق الفلفل الحار Chili Leafcurl Virus .

فيرس تجعد أوراق القطن Cotton Leafcurl Virus .

فيرس اصفرار عروق الخيار Cucmber Vein Yellowing Virus .

فيرس تجعد واصفرار أوراق الطماطم Tomato Yellow Leaf Curl Virus .

ثالثا : الانتقال بواسطة نطاطات الأوراق ونطاطات النباتات

تنتقل بعض الفيروسات النباتية عن طريق عدد كبير من نطاطات الأوراق Leaf hoppers ونطاطات النباتات plant hoppers ، من أهمها ما يلى :

Agallia sp.	Empoasca sp.
Austroagallia sp.	Eutettix sp.
Cicadulina sp.	Javesella sp.
Circulifer sp.	Macrosteles sp.
Dalbulus sp.	Nephotettix sp.

وتتخصص النطاطات فى نقل الفيروسات التى تتواجد فى نسيج اللحاء ، وهو النسيج الذى تحصل منه على غذائها .

وتعد هذه المجموعة من الفيروسات المثابرة (المتبقية) ، وتتراوح فترة تغذية الاكتساب للنطاطات الناقلة لها بين ٣٠ دقيقة وعدة ساعات . ولا يمكن للحشرات التى اكتسبت الفيرس أن تنقله إلى النباتات السليمة إلا بعد مرور فترة كمون ، ثم التغذية على النبات السليم لعدة ساعات .

تصل فيروسات هذه المجموعة إلى الجهازين الهضمى والدورى للنطاطات ، وتبقى فيها طوال حياتها . وتتكاثر هذه الفيروسات فى جسم الحشرة ، ولكن توجد استثناءات لهذه القاعدة ، كما فى فيرس تجعد قمة البنجر Beet Curly Top Virus . وتنتقل بعض هذه الفيروسات عن طريق بيض الحشرة .

وتتميز فيروسات هذه المجموعة بأنها متخصصة - إلى حد كبير - فيما يتعلق بنوع النطاطات الذى ينقلها ، وأن لكل فيرس منها مدى محدوداً من العوائل .

وتُحدث هذه الفيروساتُ - غالبا - أعراضَ الاصفرار ، أو أعراضَ الـ Wtche's broom فى النباتات التى تصيبها ، وهى لا تنتقل بواسطة العصير الخلوى ؛ باستثناء فيرس تقزم البطاطس الأصفر Potato Yellow Dwarf Virus .

ومن الفيروسات التى تنقلها نطاطات الأوراق ما يلى : -

فيرس تجعد أوراق البنجر Beet Curly Top Virus .

فيرس تخطيط الذرة Maize Streak Virus .

فيرس تقزم البطاطس الأصفر Potato Yellow Dwarf Virus .

ومن الفيروسات التى تنقلها نطاطات النباتات ما يلى :

فيرس موزايك الذرة Maize Mosaic Virus .

فيرس تقزم الذرة الخشن Maize Rough Dwafr Virus .

رابعا : الانتقال بواسطة الخنافس

من أهم أنواع الخنافس Beetles الناقلة للفيروسات ما يلى :

الخنافس البرغوثية Phyllotreta spp. .

الخنافس المسترد Phaedon spp. .

خنافس الخيار Acalymma sp. ، و Diabrotica sp. .

تبلغ فترة تغذية الاكتساب فى هذه المجموعة من الفيروسات نحو خمس دقائق فقط ، تحتفظ بعدها الحشرة بقدرتها على نقل الفيرس لمدة يوم واحد على الأقل ، ولكن الفترة تزيد غالبا على ذلك . يحمل الفيرس - عادة - فى الجهاز الدورى للحشرة .

تتميز هذه المجموعة من الفيروسات بثباتها ، وبإمكان انتقالها ميكانيكيا بسهولة ، كما يمكن إحداث الإصابة بواسطة السوائل التى يُحصل عليها بعد سحق الحشرات الحاملة للفيرس .

ومن أمثلة هذه الفيروسات ما يلى:

فيرس تبرقش قرون الفاصوليا Bean Pod Mottle Virus .

فيرس تبرقش الفول الرومى Broad Bean Mottle Virus .

فيرس صبغ الفول الرومى Broad Bean Stain Virus .

فيرس موزايك اللوبيا Cowpea Mosaic Virus .

فيرس موزايك الباذنجان Eggplant Mosaic Virus .

فيرس موزايك البامية Okra Mosaic Virus .

فيرس موزايك الفجل Radish Mosaic Virus .

فيرس موزايك الفاصوليا الجنوبى Southern Bean Mosaic Virus .

فيرس موزايك الكوسة Squash Mosaic Virus .

فيرس موزايك اللفت الأصفر Turnip Yellow Mosaic Virus .

خامسا : الانتقال بواسطة الخنافس المُغْبَرَة

إن من أهم الخنافس المغبرة Mealy Bugs التى تنقل الفيروسات ما يلى :

Planococcus sp.

Pseudococcus sp.

Dysmicoccus sp.

تُخْدَم الخنافس المغبرة غالبا بواسطة النمل ؛ فإذا ما كوفح النمل . . فإن الخنفساء تكافح تلقائيا . وتتغذى هذه الخنافس بامتصاص العصارة النباتية من نسيج اللحاء مباشرة .

تعتبر الفيروسات التى تنقلها هذه الخنافس شبه مثابرة ، وقد تحمل على قليم الحشرة . وتزيد قدرة الحشرة على نقل الفيرس بزيادة فترة تغذية الاكتساب إلى ٢٤ ساعة ، ولكن الحد الأدنى لفترة تغذية العدوى (الحقن) Inoculation Feeding هو ١٥ دقيقة . هذا . . وليس لتصويم الحشرة عن الغذاء أى تأثير على كفاءتها فى اكتساب الفيرس أو نقله ، كما لا توجد فترة كمون . ويمكن للفيروسات التى تنقلها هذه الخنافس أن تنتقل ميكانيكيا كذلك .

ومن أهم الأمثلة على الفيروسات التى تنقلها الخنافس المغبرة ما يلى :

فيرس الأناناس الكامن Pineapple Latent Virus .

فيرس تورم نموات الكاكاو Cacao Swollen Shoot Virus ، وهو لا ينتقل إلا بواسطة إناث الحشرة .

سادسا : الانتقال بواسطة حشرة الـ Psyllid (البراغيث النباتية)

إن أهم الـ Psyllids التى تنقل الفيروسات النباتية تنتمى إلى الأجناس التالية :

Trioza sp.

Diaphorina sp.

Psylla sp.

يحمل الفيرس فى الجهاز الدورى للحشرة .

ومن الفيروسات التى تنتقل بها ما يلى :

فيرس تبرقش ورقة البسلة الأحمر Pea Red Leaf Mottle Virus .

فيرس تجعد أوراق الكمثرى Pear Leafcurl Virus .

سابعا : الفيروسات التى ينقلها التربس

إن أهم أنواع التربس Thrips التى تنقل الفيروسات تنتمى إلى الجنسين الآتيين :

Thrips sp.

Frankliniella sp.

ينقل التربس فيرس ذبول الطماطم المتبقع Tomato Spotted Wilt Virus ؛ حيث لا يكتسب الفيرس إلا بواسطة اليرقة ، ولا ينتقل إلى النباتات السليمة إلا بواسطة الحشرة الكاملة ، وهو من الفيروسات المثابرة persistent غير الثابتة unstable، وينتقل أيضا ميكانيكيا .

وللفيرس مدى واسع من العوائل يشمل مالا يقل عن ١٦٦ نوعا نباتيا موزعة على ٣٦ عائلة من ذوات الفلقة الواحدة وذوات الفلقتين (عن Green ١٩٩١) .

الانتقال بواسطة الاكاروسات

إن أهم الأكاروسات التى تنقل الفيروسات النباتية (Mite Transmission) تنتمى إلى الأجناس الآتية :

Aceria sp.

Brevipalpus sp.

Eriophyes sp.

يحمل الفيرس فى القناة الهضمية للأكاروس ، ويبقى معه بعد الانسلاخ ، ولكنه لا ينتقل إلى النسل من خلال البيض .

تزيد كفاءة الأكاروس فى نقل الفيرس بزيادة فترة تغذية الاكتساب .

ومن أهم الفيروسات التى ينقلها الأكاروس ما يلى :

فيرس موزايك التين Fig Mosaic Virus .

فيرس موزايك الخوخ Peach Mosaic Virus .

فيرس موزايك وتخطيط القمح Wheat Streak Mosaic Virus .

الانتقال بواسطة النيماتودا

إن أجناس النيماتودا التى تعرف بقدرتها على نقل الفيروسات إلى النباتات هى :

Trichodorus sp.

Xiphinema sp.

Longidorus sp.

Paratrichodorus sp.

تُنْقَل الفيروسات التى تنقلها النيماتودا كذلك ميكانيكيا ، وهى متخصصة على عوائل معينة . ويفقد الفيرس أثناء انسلاخ النيماتودا . وتحتفظ النيماتودا بالفيرس لمدة تتراوح بين أسبوعين - كما فى Trichodorus sp. ، و Longidorus sp. - وثمانية أشهر كما فى Xiphinema sp. .

تزيد كفاءة النيماتودا فى نقل الفيرس بزيادة فترة تغذية الاكتساب إلى ٤٨ ساعة .

ومن أهم الفيروسات التى تنقلها النيماتودا ما يلى :

١ - ينقل الجنس Trichodous ما يلى :

فيرس تلون البسلة البنى المبكر Pea Early Browning Virus .

فيرس خشخشة التبغ Tobacco Rattle Virus .

٢ - ينقل الجنس Longidorus ما يلى :

فيرس حلقة الطماطم السوداء Tomato Black Ring Virus .

فيرس تبقع الراسبرى الحلقى Raspbery Ringspot Virus .

٣ - ينقل الجنس Xiphinema ما يلى :

فيرس ورقة العنب المروحية Grape Fanleaf Virus .

فيرس موزايك وتورد الخوخ Peach Rosette Mosaic Virus .

فيرس تبقع الشليك الحلقى الكامن Strawberry Latent Ringspot Virus .

فيرس تبقع الطماطم الحلقى Tomato Ringspot Virus .

فيرس تبقع التبغ الحلقى Tobacco Ringspot Virus .

٤ - ينقل الجنس Paratrichodorus ما يلى :

فيرس خشخشة التبغ Tobacco Rattle Virus .

فيرس تلون البسلة البنى المبكر Pea Early Browning Virus (عن Common-wealth Mycological Institute ١٩٨٣) . ويعطى المرجع مزيدا من التفاصيل عن الأنواع النيماتودية الناقلة لمختلف الفيروسات وعوائلها) .

الانتقال بواسطة الفطريات

تعيش جميع الفطريات - التى تنقل الفيروسات - فى التربة ، وهى تنتمى إلى أربعة أجناس ؛ هى: Olpidium ، و Spongospora ، و Polymyxa ، و Pythi-um . وجميع هذه الفطريات تنتج جراثيم سابحة . تنتقل الفيروسات إما داخل الفطر ذاته ، وإما سطحيا على الجراثيم السابحة التى تصيب النباتات ، كما أنها - أى الفيروسات - يمكن أن تبقى - فى التربة - داخل جراثيم الفطر الساكنة ما بقيت تلك الجراثيم (عن Parry ١٩٩٠) .

ومن أمثلة الفيروسات التى تنقلها الفطريات ما يلى (عن Palti ١٩٨١) :

الفطـــر	الفيروسات التى ينقلها	
Olpidium brassicae	فيرس عرق الخس الكبير	Lettuce Big Vein Virus
	فيرس تحلل التبغ	Tobacco Necrosis Virus
	فيرس تقزم التبغ	Tobacco Stunt Virus
Polymyxa graminis	فيرس موزايك الشعير الأصفر	Barley Yellow Dwarf Mosaic Virus
Polymyxa betae	فيرس	Wheat Soil-borne Mosaic Virus
Spongospora subrerranea	فيرس اصفرار وتحلل عروق البنجر	Beet Necrotic Yellow Vein Virus
	فيرس	Potato Mop Top

مقارنة بين خصائص انتقال بعض الفيروسات

يعطى جدول (٦ - ١) مقارنة بين بعض الفيروسات التى يتخصص فى نقلها كائنات Vectors مختلفة من حيث خصائص عملية الانتقال ذاتها (عن Gibbs & Harrison ١٩٧٦) .

مصادر إضافية عن انتقال الفيروسات

لمزيد من التفاصيل عن وسائل انتقال الفيروسات النباتية . . يراجع ما يلى :

المرجـــع	وسيلة الانتقال
Yarwood & Fulton ١٩٦٧	ميكانيكيا
Swenson ١٩٦٧	بالحشرات
Costa ١٩٧٦	بالذبابة البيضاء
Raski & Hewitt ١٩٦٧	بالنيماتودا
Taylor ١٩٧٢	بالنيماتودا
Slykhuis ١٩٦٧ ، ١٩٧٢	بالأكاروس
Teakle ١٩٦٧ ، ١٩٧٢	بالفطريات
Bennett ١٩٦٧	بالحامول
Bos ١٩٦٧	بالتطعيم
Whitcomb ١٩٧٢	بالـ Auchenorrhynchous Homoptera
Shepherd ١٩٧٢	بالبذور وحبوب اللقاح
Watson ١٩٧٢	بالمن
Brunt ١٩٨٦	بالذبابة البيضاء
Duffus ١٩٨٧	بالذبابة البيضاء

وسائل الحد من الإصابات الفيروسية

على خلاف الأمراض الفطرية والبكتيرية . . فإن الأمراض الفيروسية لا يمكن - حتى الآن - مكافحتها بالمبيدات . وبالرغم من توفر بعض المركبات المضادة للفيروسات ، إلا أن استعمالها لا يزال مقصورا على المجالات البحثية ، وما زال ارتفاع أسعارها ، وسميتها للنباتات ، واعتبارات تنظيم تداولها تمنع استخدامها على نطاق واسع ، لذا . .

جدول (٦ - ١) : خصائص انتقال بعض الفيروسات النباتية .

الفيرس	الناقل vector	أقل فترة تلزم لاكتساب الفيرس	فترة الكمون (الحد الأدنى)	فترة تغذية الحقن (الحد الأدنى)	الحد الأقصى لاحتفاظ الحشرة بالفيرس	تكاثر الفيرس فى الحشرة
Y البطاطس	Myzus persicae	١٠ ثوان	لاتوجد	١٥ ثانية	ساعتان	لايحدث
اصفرار البنجر	M. persicae	٥ دقائق	لاتوجد	٥ دقائق	٣ أيام	لايحدث
اصفرار عروق والتفاف الـ Sowthistle	Hyperomyzus lactucae	ساعتان	٨ أيام	أقل من ساعة	أسابيع	لايحدث
تورم نموات الكاكاو	Planococcides Njalensis	ساعة	–	١٥ دقيقة	٤ أيام	غير محتمل
تجعد أوراق الطماطم الأصفر	Bemisia tabaci	٣٠ دقيقة	٢١ ساعة	٣٠ دقيقة	٢٠ يوما	–
اصفرار عروق الخيار	B. tabaci	٢٠ دقيقة	لاتوجد	١٠ دقائق	٦ ساعات	لايحدث
تنجرو الأرز	Nephotettix impicticeps	٣٠ دقيقة	لاتوجد	١٥ دقيقة	٦ أيام	غير محتمل
تجعد قمة البنجر	Circulifer tenellus	دقيقة	٤ ساعات	دقيقة	أسابيع	غير محتمل
سرطان الجروح Wound Tumor	Agallia constricta	أقل من ساعة	١٢ يوما	أقل من ساعة	أسابيع	يحدث
موزايك الكوسة	Acalymma trivittata	٥ دقائق	أقل من ١٠ ساعات	دقائق قليلة	أسابيع	–
ذبول الطماطم المتبقع	Thrips tabaci	٣٠ دقيقة	٥ أيام	٥ دقائق	أسابيع	محتمل
موزايك القمح المخطط	Aceria tulipae	١٥ دقيقة	–	١٥ دقيقة	٩ أيام	–
ورقة العنب المروحية	Xiphinema index	١٥ دقيقة	–	١٥ دقيقة	أسابيع	لايحدث
تحلل التبغ	Olpidium brassicae	دقيقتان	لاتوجد	ساعتان	–	غير محتمل
موزايك القمح	Polymyxa graminis	أيام قليلة	–	٤ ساعات	عدة أيام	محتمل

فإن وسائل المكافحة غير المباشرة ، وزراعة الأصناف المقاومة للفيرس أو للحشرات الناقلة له تبقى هى وسائل المكافحة العملية حاليا ، وجميعها وسائل تعتمد على منع أو تجنب حدوث الإصابة أصلا .

ونتناول - فيما يلى - بالشرح مختلف الوسائل المتبعة لمكافحة الأمراض الفيروسية .

مكافحة ناقل الفيرس بالوسائل الكيميائية

تكافح الكائنات الناقلة للفيروسات Vectors - كيميائيا - إما باستعمال المبيدات ، وإما باستعمال الزيوت ، كما يلى :

المكافحة باستعمال المبيدات

يلاحظ بشأن المبيدات التى تستخدم فى مكافحة الكائنات الناقلة للحشرات - بهدف منع انتقال الفيروسات إلى النباتات - ما يلى :

١ - تُوفِّر المبيدات الحشرية وسيلةً فعالة لمكافحة الفيروسات المثابرة Persistent Viruses التى تنتقل بواسطة الحشرات ؛ حيث تحتاج الحشرة إلى عدة ساعات أو أيام قليلة لاكتساب الفيرس من النباتات المصابة ، ثم نقله إلى النباتات السليمة فى نفس الحقل . لكن المبيدات لا تفيد كثيرا فى تقليل انتقال الإصابة بهذه الفيروسات إلى الحقل المعامل بالمبيدات من الحقول المصابة المجاورة له .

٢ - لا تكافح الفيروسات غير المثابرة Nonpersistent بهذه الطريقة ؛ لأن الحشرة التى يراد مكافحتها يمكنها نقل الفيرس إلى النباتات السليمة قبل أن تؤثر فيها المبيدات (عن Green ١٩٩١) .

٣ - فى حالة المن يجب توجيه الاهتمام نحو الطور المجنح الذى يعتبر أكثر الأطوار خطرا فى انتشار الإصابات الفيروسية . أما الطور غير المجنح ، فإنه لا ينشر المرض إلا للنباتات المجاورة فقط وبكفاءة ضعيفة (عن Bawden ١٩٦٤) . وعموما . . فإن المبيدات المعروفة لا تفيد كثيرا فى وقف انتشار الأمراض الفيرسية التى تنتقل بواسطة

المن ؛ لأن المبيد لا يقتل الحشرة إلا بعد أن تكون قد نقلت الفيرس بالفعل من النبات المصاب إلى النبات السليم .

٤ - يجب توجيه المبيدات ليس فقط إلى المحصول المزروع ، وإنما كذلك إلى الحشائش النامية بجواره ؛ لأنها قد تكون من عوائل الحشرة أو الفيرس ، وتشكل مصدرا متجددا للإصابة بالفيرس .

٥ - يبدأ برنامج الرش بالمبيدات لمكافحة الحشرات - بغرض منع انتشار الأمراض الفيروسية - عند مستوى معين من الحشرة (يعرف بالمستوى الحرج) يقل كثيرا عن المستوى الذى تبدأ معه مكافحة الحشرة كآفة نباتية . وعلى سبيل المثال .. يوصى ببدء برنامج مكافحة مَنّ الخوخ الأخضر Myzus persicae - بغرض منع حدوث مزيد من الانتشار لفيرس التفاف أوراق البطاطس Potato Leafroll Virus فى البطاطس - عندما تتراوح أعداد الطور غير المجنح للحشرة بين ٣ و١٠ أفراد/ ١٠٠ ورقة سفلية من أوراق النبات (DiFonzo وآخرون ١٩٩٥) .

٦ - تفيد - كثيرا - المبيدات النيماتودية والمركبات التى تستعمل فى تعقيم التربة بالتبخير فى مكافحة الفيروسات التى تنقلها النيماتودا .

المكافحة باستعمال الزيوت

سبقت مناقشة استخدام الزيوت فى مكافحة الحشرات ضمن موضوع «تعريف بالمبيدات الحشرية لآفات الخضر » فى الفصل الخاصّ بالحشرات ومكافحتها . وتعد المناقشة التى قدمناها فى هذا الموضوع ضرورية لاستكمال دراسة واستيعاب موضوعنا الحالى ، وهو الخاص باستعمال الزيوت فى مكافحة الحشرات والأكاروسات الناقلة للفيروسات .

ويلاحظ - بشأن استخدام الزيوت لهذا الغرض - ما يلى :

١ - جرت محاولات لاستعمال عدة أنواع من الزيوت فى منع انتقال الفيروسات ؛ منها زيوت الطعام ، والزيوت المعدنية ، والزيوت المصنعة Synthetic .

٢ - كانت الزيوت المعدنية أكثرها كفاءة ، ومن أمثلة الزيوت المعدنية التى نجح استعمالها فى محاصيل الخضر كل من

Sunspray 6E Sunspray 7E

JM5 Stylet-Oil

تستعمل هذه الزيوت - عادة - بتركيز ٠,٧٥٪ ، ويجب رشها تحت ضغط عال (٤٠٠ رطل / بوصة مربعة أو نحو ٢٨ كجم / سم٢) ، مع استعمال بشابير (بزابيز) خاصة (أكثرها شيوعا البشابير TX-4 ، و TXVS-5) . وللحصول على أفضل النتائج يجب أن يكون قطر قطرات الزيت الخارجة من الرشاشة حوالى ٠,٢مم .

٣ - يجب تحديد التخفيف المناسب من كل زيت لكل محصول ؛ تجنبا لما قد يكون للزيوت من تأثيرات سامة على النباتات .

٤ - لا تعرف - على وجه الدقة - كيفية تأثير الزيوت على منع الانتقال الحشرى للفيروسات . ولكن من المعروف - فى حالة الفيروسات غير المثابرة التى ينقلها المن - أن الزيوت تعوق كلا من : عمليتى اكتساب الفيرس ، ونقله إلى النباتات .

وقد وجد أن الزيوت تتجمع فى الشقوق الدقيقة بين خلايا البشرة ، وهى نفس المنطقة التى تتغذى فيها حشرة المن . وعندما تتغذى الحشرة تتلوث أجزاء الفم الثاقبة الماصة بالزيت ، ومن هذه اللحظة تتوقف قدرتها على التقاط الفيرس ، أو نقله ، أو إحداث إصابة جديدة .

٥ - ثبتت فاعلية الزيوت فى تقليل انتقال الفيروسات غير المثابرة ، ونصف المثابرة ، والمثابرة التى ينقلها المن ، والفيروسات التى تنقلها الذبابة البيضاء .

٦ - استخدمت الزيوت بنجاح على نطاق تجارى فى إنتاج كل من : الفلفل ، والكوسة ، والطماطم فى الولايات المتحدة وبعض الدول الأخرى .

٧ - عند استخدام الزيوت فى مكافحة المن يجب الاستمرار فى رش النباتات بصفة دورية حتى الحصاد ، كما يجب أن يغطى الرش جميع أجزاء النبات ؛ لأن الزيت يعطى وقاية فقط ولا يقتل الحشرة ، كما يجب أن يكون الرش كل خمسة أيام فى

الأوقات التى تكثر فيها الأطوار المجنحة ، وكل سبعة أيام فى النباتات السريعة النمو كالقرعيات والطماطم .

٨ - يجب تجنب الرش عندما تنخفض الحرارة عن ١٥م (JMS Flower Farms ١٩٦٩ ، و Green ١٩٩١) .

وقد درس Webb & Linda (١٩٩٣) تأثير الرش بالزيت المعدنى JMS Stylet Oil على انتشار عدد من فيروسات القرعيات التى تنتقل بواسطة المن (هى : فيرس موزايك البطيخ رقم ٢ ، وفيرس موزايك الزوكينى الأصفر ، وفيرس تبقع الباباظ الحلقى طراز W) فى البطيخ . وقد توصل الباحثان من دراستهما إلى أن المعاملة بالزيت قد تفيد فى تأخير الإصابات الأولى عندما تكون مصادر الإصابة بالفيرس محدودة .

كما درس Marco (١٩٩٣) تأثير المعاملة بالزيت على انتشار الإصابة بفيرس Y البطاطس ، وفيرس موزايك الخيار فى الفلفل ، ووجد أن الرش بالزيت المعدنى Virol - منفردا - بتركيز ١٪ أحدث نقصا قدره حوالى ٤٠٪ فى الإصابة الفيروسية مقارنة بمعاملة الشاهد .

مكافحة ناقل الفيرس بالممارسات الزراعية

من أهم الممارسات الزراعية التى تفيد فى منع انتقال الفيروسات إلى النباتات عن طريق الكائنات الحاملة والناقلة لها ما يلى :

زراعة محاصيل حاجزة او عائقة

تفيد زراعة المحاصيل الحاجزة أو العائقة Barrier Crops فى منع انتقال الإصابات الفيروسية بواسطة المن ، وذلك بإحاطة الحقل بحزام من محصول آخر ، مع مكافحة الحشرة فى هذا الحزام ؛ فمثلا . . أمكن حماية نباتات الفلفل ، والكرفس ، والطماطم من حشرة المن الحاملة لفيرس Y البطاطس Potato Virus Y بإحاطتها بحزام عرضه ١٥م من عباد الشمس . وقد أدى رش هذا الحزام بالملاثيون إلى زيادة كفاءته فى عدم وصول الفيرس إلى النباتات فى الحقل .

كما يمكن خفض حدة الإصابة بفيرس تبقع الباباظ الحلقى الذى يصيب القرعيات بزراعة حزام من الذرة حول حقل القرعيات ؛ حيث تحط حشرة المن المهاجرة إلى الحقل - من الحقول المجاورة - على نباتات الذرة الأكثر طولا والأكثر جاذبية للحشرة إذا قورنت بالقرعيات ؛ حيث تسبر الذرة بأجزاء فمها الثاقبة الماصة عدة مرات - تفقد خلالها ما قد تحمله من جزيئات هذا الفيرس - قبل أن تنتقل إلى نباتات القرعيات .

زراعة محاصيل صائدة للحشرات

من الممكن حماية الحقل من الحشرات الناقلة للفيروسات بزراعة العوائل التى تفضلها الحشرة بين خطوط الزراعة . فمثلا . . وجد Al-Musa (١٩٨٢) فى الأردن أن زراعة الخيار أو الباذنجان أو الذرة بين خطوط الطاطم - قبل الشتل بشهر- أدت إلى خفض معدل الإصابة بفيرس تجعد واصفرار الأوراق فى الطماطم ؛ لأن الحشرة فضلت هذه العوائل على الطماطم . وقد كان الخيار أكثرها جاذبية للحشرة . كما أوصى Yassin (١٩٨٣) باتباع هذه الطريقة فى مكافحة نفس المرض فى السودان .

وتزداد فاعلية هذه الطريقة عند رش النباتات الصائدة بالمبيدات الجهازية التى تعمل على قتل الحشرات التى تحط عليها أولا بأول .

استعمال قش الأرز كغطاء للتربة لجذب الحشرات

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

كذلك اتبعت هذه الوسيلة فى حماية الخيار من الإصابة بفيرس اصفرار عروق الخيار Cucumber Vein Yellowing Virus - الذى تنقله - أيضا - الذبابة البيضاء .

تثبيت لوحات وشرائط جاذبة وصائدة للحشرات

تنجذب بعض الحشرات - بقوة - إلى اللون الأصفر الذى يعكس الأشعة التى تتراوح أطوال موجاتها بين ٥٠٠ و٧٠٠ نانوميتر (ملليميكرون) ؛ ومن أمثلتها حشرتا المن والذبابة البيضاء .

تتوفر الشرائط اللاصقة بعرض ٥سم ، وبطول ٦٠٠م ، وهى تصنع من البوليثيلين ، 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 × ٣٠سم ، وهى عبارة عن شرائح من البلاستيك الأصفر الزاهى ، وتغطى من الوجهين بمادة لاصقة . وتثبت هذه اللوحات عند مستوى النباتات (شكل ٩ - ٤ ، يوجد فى آخر الكتاب) .

تجذب الشرائط واللوحات اللاصقة الحشرات الصغيرة (مثل المن ، والذبابة البيضاء ، والتربس ، ونافقات الأوراق) بسبب لونها الأصفر ، ثم تلتصق بها ؛ ولذا . . فهى تعد وسيلة فعالة لمكافحة الحشرات الناقلة للفيروسات (عن كتالوج A. H. Hummert Seed Co. ١٩٨٩) .

وقد استخدمت شرائح البوليثيلين اللاصقة الصفراء - فى الجانب المقابل للرياح من الحقل - لخفض الإصابة بفيرس Y البطاطس وفيرس موزايك الخيار فى الفلفل ؛ وذلك فى الحالات التى لا يتواجد فيها المن بكثافة عالية . وقد طبقت هذه الطريقة على مستوى الإنتاج الحقلى للفلفل فى إسرائيل ، ولكن يعيبها أن شرائح البوليثيلين تتعرض للتمزق بفعل الرياح ، كما تقل كفاءتها تدريجيا ؛ بسبب التصاق الغبار وحبيبات الرمل - التى تحملها الرياح - بها (عن Palti ١٩٨١) .

استعمال أغطية التربة البلاستيكية الصفراء الجاذبة للحشرات

يفيد استخدام البلاستيك (البوليثيلين) الأصفر - كغطاء للتربة فى حالة الطماطم - فى خفض معدلات الإصابة المبكرة بفيرس تجعد واصفرار أوراق الطماطم ؛ لأنه

يجذب إليه حشرة الذبابة البيضاء الناقلة للفيرس ؛ مما يؤدى إلى موتها بفعل ملامستها للبلاستيك الساخن (عن Cohen & Melamed-Madjar ١٩٧٨) .

وقد وجد أن استعمال الأغطية البلاستيكية الصفراء للتربة مع الرش اليومى لنباتات الطماطم بمبيد Smash أدى إلى خفض الإصابة بالفيرس فى 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 أسبوعيا بالمبيد (عن Zamir وآخرين ١٩٩١) .

ومن المتوقع - كذلك - أن يكون للأغطية الصفراء تأثير مماثل على الفيروسات الأخرى التى تنقلها الذبابة البيضاء إلى القرعيات ؛ مثل فيرس تجعد أوراق الكوسة ، ومختلف الفيروسات التى تُحدث اصفراراً بين العروق فى الأوراق المسنة لمختلف القرعيات ، وخاصة الخيار والقاوون (Hassan وآخرون ١٩٩٠ ، و١٩٩١) .

كما وجد أن الأغطية البلاستيكية الصفراء - وبدرجة أقل الأغطية البرتقالية اللون - تجذب إليها حشرة من الخوخ Myzus persicae (عن Csizinsky وآخرين ١٩٩٥) .

استعمال أغطية التربة البلاستيكية العاكسة للضوء والطاردة للحشرات

تستعمل لهذا الغرض الأغطية البلاستيكية (أغطية البوليثيلين) البيضاء أو ذات السطح الفضى . تثبت هذه الأغطية على سطح التربة قبل الزراعة لتحقيق عدة أهداف (يراجع فى ذلك حسن ١٩٩٧) ، ولكن ما يهمنا فى هذا المقام أنها تعمل على طرد الحشرات ؛ بسبب انعكاس الأشعة فوق البنفسجية من عليها ؛ الأمر الذى يحدث ارتباكا 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 .

ومن بين الفيروسات التى تكافح بهذه الطريقة - فى الولايات المتحدة - فيرس موزايك الخيار وفيرس Y البطاطس فى الفلفل ، وفيرس موزايك البطيخ فى

الكوسة ، وغيرها من الفيروسات ، وخاصة الفيروسات غير المثابرة التى ينقلها المن ، والتى لا يفيد معها - كثيرا - استعمال المبيدات ضد المن ؛ حيث يمكن أن تنقل الحشرة الفيرس إلى النبات السليم قبل أن تموت بفعل المبيد .

ونقدم - فيما يلى - عرضا للدراسات التى أجريت فى هذا المجال :

فى عام ١٩٦٤ توصل Smith وآخرون إلى أن وجود شرائح ألومنيومية عاكسة للضوء - بين خطوط الجلاديولس ، ونبات الـ Veronia anthelmintica - قلل أعداد حشرة المن التى تم اصطيادها - فى أوعية صفراء تحتوى على ماء - بمقدار ٩٦٪ ، و٩٨٪ فى النوعين النباتيين ، على التوالى . وقد صاحب ذلك انخفاض معدل الإصابة بفيرس موزايك الخيار - فى الجلاديولس - بنسبة ٦٧٪ ، بينما لم تحدث أية إصابة بالفيرس فى V. anthelmintica . كما كان لمعاملة رش مسحوق ألومنيومى نفس فاعلية استعمال شرائح الألومنيوم .

وقد كانت معاملة الألومنيوم فعالة كمنفرة وطاردة لما لا يقل عن ١٢ نوعًا من المن ؛ منها عدة أنواع تعرف بكثرة نقلها للفيروسات ؛ مثل منّ الخوخ ، ومنّ البطاطس .

ويستدل من دراسات Wyman وآخرين (١٩٧٩) على أن أعداد حشرة المن المجنح المهاجر إلى حقول الكوسة انخفضت بنسبة ٩٦٪ ، و٦٨٪ عند استعمال أغطية بلاستيكية - للتربة - ألومنيومية وبيضاء اللون على التوالى . وقد شكل منّ الخوخ الأخضر نحو ٩٢٪ من أعداد المن التى تم اصطيادها ، والتى كانت من ١٦ نوعا .

وبينما بلغت نسبة الإصابة بفيرس موزايك البطيخ (وهو الفيرس الوحيد الذى وجد بالحقل) نحو ٩٠٪ فى معاملة الشاهد ، فإن الإصابة انخفضت بنسبة ٩٤٪ ، و٧٧٪ فى معاملتى أغطية التربة على التوالى . وقد صاحب ذلك زيادة فى المحصول بلغت حوالى ٤٣٪ ، وكانت الزيادة أكبر فى المحصول المبكر ؛ حيث بلغت ٨٥٪ ، و٦٩٪ فى معاملتى أغطية التربة على التوالى .

ويذكر Schwartz & Hamel (١٩٨٠) أن استعمال أغطية للتربة من رقائق الألومنيوم أدى فى الكوسة إلى خفض أعداد حشرة المن ، وتأخير الإصابة بالفيرس ،

وزيادة المحصول ، كما أدى استعمالها فى الطماطم إلى نقص الإصابة بصانعات الأنفاق ، والبقة الخضراء . وتدلل هذه الدراسة على أهمية انعكاس الضوء من رقائق الألومنيوم فى خفض شدة الإصابتين الحشرية والفيروسية ، ولكن لا يمكن - بالطبع - استعمال تلك الأغطية فى الإنتاج التجارى للخضر ؛ بسبب تكلفتها الباهظة .

وقد وجد Schalk & Robbins (١٩٨٧) أن استعمال الأغطية البلاستيكية الفضية للتربة فى حقول الطماطم كان طاردا لحشرة المن ، ولكنه أدى إلى زيادة الإصابة بحشرتى دودة ثمار الطماطم (Helicoverpa zea) والـ tomato pinworm (Keiferia lycopersicella) .

وقد انخفضت شدة الإصابات الفيروسية فى حقول الكوسة - فى ولاية أوكلاهوما الأمريكية - عند استعمال أى من أغطية التربة البلاستيكية البيضاء ، أو الألومنيوية العاكسة للضوء ، أو السوداء المطلية بالألومنيوم ، وكانت أكثرها فاعلية - فى زيادة المحصول وخفض الإصابة الفيروسية - الأغطية الألومنيومية العاكسة للضوء (Conway وآخرون ١٩٨٩) .

كما أوضحت دراسات Greenough وآخرين (١٩٩٠) أن استعمال تلك الشرائح البلاستيكية ذات السطح الألومنيومى مع محصولى الطماطم والفلفل أدى إلى تخفيض أعداد حشرة التربس التى أمكن اصطيادها بنسبة ٦٨٪ فى الطماطم ، و٦٠٪ فى الفلفل ، وصاحب ذلك نقص فى نسبة الإصابة بفيرس ذبول الطماطم المتبقع - الذى ينقله التربس - بنسبة ٦٤٪ فى الطماطم ، و٧٨٪ فى الفلفل .

هذا . . وقد تبين من دراسات Lamont وآخرين (١٩٩٠) أن طلاء شريط ألومنيومى على سطح الأغطية البلاستيكية السوداء ، أو استعمال أغطية عاكسة للضوء - بيضاء أو ألومنيومية - أدى (فى ولاية كارولينا الشمالية) إلى تأخير ظهور أعراض الإصابة بفيرس تبرقش البطيخ رقم ٢ فى الكوسة - الذى ينقله المنّ - ولكنه لم يمنع الإصابة أو انتشارها ، وخاصة فى نهاية موسم النمو .

وفى ولاية ألاباما الأمريكية وجد Brown & Brown (١٩٩٢) أن حشرة التربس

كانت أكثر تواجدا على نباتات الطماطم التى استعمل فى إنتاجها غطاء بلاستيكى أبيض للتربة ، مقارنة باستعمال غطاء بلاستيكى أسود ، أو بلاستيكى بلون الألومنيوم ، أو بدون غطاء . هذا . . إلا أن الفروق التى لوحظت فى بداية موسم النمو تقلصت تدريجيا بمرور الوقت ؛ حيث غطت النباتات مساحاتٌ متزايدةٌ من الغطاء البلاستيكى للتربة . وقد كان التربس Frankliniella occidentalis أكثر الأنواع تواجدا فى هذه الدراسة .

كما درس Brown وآخرون (١٩٩٣) تأثير عدة ألوان من أغطية التربة البلاستيكية فى حقول الكوسة على أعداد حشرة المنّ ، ومدى انتشار الإصابة بفيروسات موزايك الخيار ، وموزايك البطيخ رقمى ١ ، و٢ ، وموزايك الزوكينى الأصفر ، وموزايك الكوسة . وقد أوضحت الدراسة أن البلاستيك الفضى اللون أعطى محصولا قابلا للتسويق أعلى من الكنترول (بدون غطاء بلاستيكى للتربة) . وكانت الألوان الأخرى المستخدمة (الأبيض ، والأصفر ، والأسود بحافة صفراء) متوسطة فى تأثيرها على أعداد المن والإصابات الفيروسية . وقد أدى استعمال الغطاء البلاستيكى الفضى منفردا - بدون استعمال المبيدات الحشرية - إلى تأخير بداية ظهور مختلف الإصابات الفيروسية بنحو ١٠ - ١٣ يوما .

ويستدل من دراسات Csizinsky وآخرين (١٩٩٥) - التى استعملوا فيها أغطية بلاستيكية زرقاء ، وبرتقالية ، وحمراء ، وألومنيومية ، وصفراء ، وبيضاء - على أن أعداد حشرة المن التى تم اصطيادها من على نباتات الطماطم كانت أقل ما يمكن عندما استعمل البلاستيك الألومنيومى والأصفر ، وأعلى ما يمكن عندما استعمل البلاستيك الأزرق . كما وجدت أقل أعداد للتربس عندما استعمل البلاستيك الألومنيومى ، وكانت أقل أعداد للذبابة البيضاء عندما استعمل البلاستيك الأصفر . وكان نقص أعداد الذبابة البيضاء عندما استعمل البلاستيك الأصفر مصاحبا بتأخير فى ظهور أعراض الإصابة بفيرس تبرقش الطماطم tomato mottle virus - الذى تنقله الذبابة البيضاء - وزيادة فى المحصول .

وفى دراسة قورن فيها تأثير معاملة أغطية التربة العاكسة للضوء ، مع كل من الرش بالمبيدات ، والرش بالزيوت المعدنية ، أو الجمع بين أكثر من معاملة منها - معًا - على

إصابة الكوسة بفيرس تبقع الباباظ الحلقى Papaya Ringspot Virus W - الذى ينقله المن - وجد Pinese وآخرون (١٩٩٤) ما يلى :

١ - قللت أغطية التربة البلاستيكية ذات السطح الفضى نسبة المخاطرة Hazard Ratio للإصابة بالفيرس إلى ٠,٣٢ ، مقارنة بـ ١,٠ فى معاملة الشاهد .

٢ - تساوت معاملة الجمع بين الرش بالزيت المعدنى ألبارول Albarol بنسبة ١٪ ، والرش بالمبيد الحشرى ميتاسيستوكس ٢٥٠ Metasystox 250 مع معاملة الغطاء الفضى العاكس فى خفض نسبة المخاطرة للإصابة بالفيرس .

٣ - كانت أكثر المعاملات فاعلية هى الجمع بين الغطاء الفضى اللون للتربة والرش بكل من الزيت المعدنى والمبيد ؛ حيث أدت إلى خفض نسبة المخاطرة إلى ٠,١٦ ، وتضاعف فيها محصول الثمار الخالية من أعراض الإصابة ، وزادت فيها عدد مرات الحصاد إلى أكثر من الضعف مقارنة بمعاملة الشاهد .

٤ - كان الغطاء البلاستيكى الأسود للتربة - منفردا - فعالا جزئيا ؛ حيث قلل نسبة المخاطرة إلى ٠,٦٦ وكان هذا التأثير جوهريا مقارنة بالكنترول .

٥ - لم تكن الأغطية البلاستيكية الزرقاء والرمادية مؤثرة ؛ حيث كانت نسبة المخاطرة معهما ٠,٨٦ ، و٠,٩٩ على التوالى .

٦ - كان الزيت المعدنى ألبارول أكثر فاعلية من الزيت لوفس Lovis ، حينما استعمل أى منهما مع المبيد ميتاسيستوكس ٢٥٠ ؛ حيث كانت نسبة المخاطرة ٠,٢٦ ، و٠,٤٦ فى المعاملتين على التوالى .

رش النباتات بمعلقات بيضاء لعكس الضوء وطرد الحشرات

أمكن تقليل أعداد المن المجنح على أشجار الليمون البنزهير برش النبات بمعلق من الطين الأبيض (يحتوى على كاولينيت Kaolinite ، ومونت موريللونيت Montmo-rillonite) فى الماء ،ولكن لم يدرس تأثير هذه المعاملة على الإصابات الفيروسية (عن Palti ١٩٨١) .

كذلك وجد Marco (١٩٩٣) أن رش نباتات الفلفل بماء الكلس Whitewash (كـ Yalbin أو Loven) بنسبة ١٠٪ قلل الإصابة بالفيروسات التى تنقلها المن (فيرس Y البطاطس ، وفيرس موزايك الخيار ، وفيرس موزايك البرسيم الحجازى) بنسبة ٤٠٪ ، وتساوى تأثير هذه المعاملة مع معاملة الرش بالزيت المعدنى Virol بنسبة ١٪ .

وقد أحدث الرش بماء الكلس - منفردا - ضررا بسيطا للنباتات فى مرحلة نمو الورقة الحقيقية الأولى ، ولكنه لم يضر بالنباتات الأكبر عمرا من ذلك . وبالمقارنة . . أضر الجمع بين الرش بماء الكلس مع الرش بأى من المبيد الحشرى pirimicarb أو الزيت المعدنى Virol كثيرا بالنباتات ، وأحدث نقصا معنويا فى المحصول ، بينما أحدث الرش بماء الكلس - منفردا - زيادة معنوية فى المحصول .

تغطية النباتات بشباك بيضاء طاردة للحشرات

أدى وضع شباك بولثيلين بيضاء اللون - أعلى مستوى نباتات الفلفل بنحو ٥٠سم - إلى خفض معدل إصابتها بفيرس موزايك الخيار وفيرس Y البطاطس اللذين ينقلهما المن . وكانت الشباك البيضاء أكثر فاعلية من كل من : الشباك الصفراء اللون ، والشباك ذات اللون الرمادى الفاتح .

وأوضحت الدراسات أن استعمال شباك ذات فتحات بأبعاد ١٠ × ٣مم ، وخيوط قطرها ١,٣مم - والتى تقلل الإضاءة بنحو ٢٠٪ - كان أفضل من غيرها ؛ وذلك لانخفاض أسعارها ، مع احتفاظها بفاعليتها فى طرد الحشرات الناقلة للفيروسات .

وقد كان متوسط أعداد المن فى مساحة ٣٠ × ٣٠سم هو ٦,٦ فردًا تحت الشباك البيضاء ، مقارنة بنحو ٤٦,٠ فردًا تحت الشباك الصفراء ، و٥٥,٣ فردًا فى معاملة الشاهد بدون شباك .

وتؤدى الشباك دورا مزدوجا ؛ فهى تطرد المن بما تعكسه من ضوء ، كما أنها تخفى المحصول عن المن الذى لا يزيد مدى رؤيته على ٥٠سم (عن Palti ١٩٨١) .

استعمال الأغطية الطافية للنباتات لمنع وصول الحشرات إليها

تستعمل الأغطية الطافية للنباتات Floating Plant Covers لتحقيق عدة أهداف

(يراجع لذلك حسن ١٩٩٧) ، ولكن ما يهمنا فى هذا المقام هو منع الأغطية وصول الحشرات الناقلة للفيروسات إلى النباتات .

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

توضع هذه الأغطية إما على النباتات مباشرة (شكل ٩ - ٥ ، يوجد فى آخر الكتاب) ، وإما على أقواس سلكية متباعدة تُثبت على خطوط الزراعة (شكل ٩ - ٦ ، يوجد فى آخر الكتاب) . والطريقة الثانية هى المفضلة ، ويلزم معها تغليف الأقواس السلكية بخراطيم رى بالتنقيط مُستَهْلَكَة للمحافظة على الغطاء من التمزق .

وتستعمل هذه الأغطية فى الزراعات الحقلية لوقاية النباتات من جميع الأمراض الفيروسية التى تنقلها الحشرات ؛ فهى - مثلا - تستخدم بصورة تجارية لحماية الطماطم من فيرس تجعد واصفرار الأوراق فى منطقة الشرق الأوسط ، وفى حماية الكوسة من فيرس تجعد أوراق الكوسة وفيرس اصفرار الخس المُعدى فى كاليفورنيا ، وفى حماية الباذنجانيات من فيرس Y البطاطس فى أوريجون ، وفى حماية الخس من فيرس موزايك الخس فى أوروبا (Tomato Leaf Curl Newsletter - العدد الثالث - ١٩٩٣) .

ففى كاليفورنيا . . لم يُجْدِ الرشُّ بالمبيدات الحشرية فى مكافحة الذبابة البيضاء والأمراض الفيروسية التى تنقلها الذبابة إلى الكوسة . وبالمقارنة . . أدى إبعاد الذبابة البيضاء تماما عن النباتات - من بداية الإنبات حتى بداية عقد الثمار بأغطية بالبوليسترين - إلى منع إصابتها بكل من : فيروسى التفاف أوراق الكوسة ، واصفرار الخس المعدى خلال تلك المرحلة الحرجة من نموها ، وصاحب ذلك زيادة المحصول إلى أكثر من ٢٠ مثل محصول النباتات غير المغطاة ، فضلا على أن معظم ثمار النباتات غير المغطاة كانت مشوهة الشكل .

وفى هذه الدراسة كان الغطاء يوضع على النباتات مباشرة ، علما بأنه يُنفّذ ٧٠٪ - ٨٠٪ من الضوء الساقط عليه (Natwick & Durazo ١٩٨٥) .

وأوضحت الدراسات التى أجريت فى المكسيك إمكان خفض الإصابة بفيرس الالتفاف والتبرقش Curly Mottle Virus ، وفيرس موزايك الزوكينى الأصفر فى البطيخ بنسبة ٨٠٪ - ١٠٠٪ ؛ باستعمال أغطية البوليسترين غير المنسوجة ، علما بأن هذين الفيروسين ينتقلان بواسطة حشرة المن (The Agri Plastics Report - المجلد الثالث - العدد الثالث - سبتمبر ١٩٨٧) .

وفى دولة الإمارات . . أدى استعمال أغطية البولى بروبلين (أجريل بى ١٧) لمدة ٣٨ يومًا من الزراعة - مقارنة بعدم استعمالها - مع الرش بالمبيدات الحشرية فى كلتا الحالتين إلى نقص نسبة النباتات المصابة بالاصفرار والتدهور على النحو التالى (وافى وآخرون ١٩٨٨) :

عدد الأيام من الزراعة	الإصابة فى النباتات المغطاة (٪)	الإصابة فى النباتات غير المغطاة (٪)
٣٠	صفر	٢,٩
٧٠	٠,٥	٢٢,٦
نهاية الموسم	٣١	٥١,٠

هذا مع العلم بأن الاصفرار والتدهور مرض فيروسى ينتقل بواسطة الذبابة البيضاء ، ويصيب مختلف القرعيات (Hassan & Duffus ١٩٩٠) .

وفى إيطاليا . . وجد Tomassoli وآخرون (١٩٩٣) أن الغطاء غير المنسوج Lutrasil Thermoselect وفر حماية كافية لنباتات الكوسة من الإصابة بفيرس موزايك الزوكينى الأصفر ، وفيرس موزايك الخيار اللذين ينتقلان بواسطة المن .

وإلى جانب الأغطية النباتية المصنوعة من البوليسترين والبولى بروبلين ، فقد ظهرت مؤخرا أغطية طافية خفيفة الوزن مصنوعة من البوليثيلين Spunboded Poly-ethylene row covers . وقد نجح استعمال هذه الأغطية - فى فلوريدا - فى حماية الكوسة من الإصابة بكل من الفيروسات التى ينقلها المن ، والتلون الفضى الذى تحدثه تغذية الذبابة البيضاء ، فضلا على استبعاد الغطاء للمن ، والذبابة البيضاء ، وحشرات أخرى ؛ الأمر الذى أدى إلى زيادة المحصول بدرجة كبيرة للغاية مقارنة بعدم

التغطية ، وكانت الزيادة فى المحصول أكبر عندما ترك الغطاء فى مكانه إلى ما بعد بداية الإزهار بمدة أسبوعٍ واحدٍ على الأقل (Webb & Linda ١٩٩٢) .

اختيار موعد الزراعة المناسب لتجنب مواسم الإصابات الشديدة

يمكن - أحيانا - تجنب الإصابة الفيروسية كلية ؛ وذلك بالزراعة فى المواعيد التى يقل أو ينعدم فيها نشاط الحشرات الناقلة لها ، وخاصة فى طور البادرة ؛ حيث نضمن - على الأقل - عدم إصابة النباتات بالفيرس فى أولى مراحل نموها . وكمثال على ذلك تفلت شتلات الطماطم - التى تزرع بذورها خلال شهر يناير - من الإصابة بفيرس تجعد واصفرار الأوراق ؛ نظرا 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 الفيرس ؛ بسبب ازدياد أعداد الذبابة البيضاء كثيرا ؛ ابتداء من شهر يونية حتى سبتمبر . وفى المقابل . . تزيد أسعار الطماطم المنتجة فى تلك العروات - كثيرا - عن أسعار محصول العروة الصيفية المبكرة ؛ الأمر الذى يجعل اتباع هذه الوسيلة فى المكافحة أمرا غير عملى .

وما قيل عن فيرس تجعد واصفرار أوراق الطماطم يُقال كذلك عن مختلف الفيروسات الأخرى التى تنقلها الذبابة البيضاء ؛ مثل فيرس اصفرار عروق الخيار فى الخيار ، وفيرس التفاف أوراق الكوسة فى الكوسة ، وبعض فيروسات الاصفرار فى الخيار والقاوون ، وفيرس موزايك الفاصوليا الذهبى فى الفاصوليا .

كذلك يراعى - إن أمكن - اختيار موعد الزراعة المناسب الذى يقل فيه نشاط وتكاثر حشرة المن ؛ لتجنب الإصابة بعديدٍ من الفيروسات التى ينقلها المن ؛ مثل : فيرس موزايك الخيار فى الطماطم ، وفيرس موزايك الفول الرومى فى الفول الرومى ، وغيرهما .

مكافحة الفيروسات باستبعاد مصادر الإصابة

من أهم الممارسات الزراعية التى تتبع لاستبعاد مصادر الإصابات الفيروسية ما يلى :

١ - إزالة النباتات المصابة بالفيرس وهى لاتزال صغيرة ؛ حتى لا تبقى فى الحقل كمصدرٍ دائمٍ للإصابة .

٢ - التخلص من الحشائش بالعزيق ؛ لأنها يمكن أن تشكل مصدرا متجددا لعديدٍ من الإصابات الفيروسية ؛ مثل فيرس موزايك الخيار ، وفيرس Y البطاطس اللذين يصيبان عديدا من أنواع الحشائش .

٣ - يفيد - أحيانا - ترك الأرض خالية تماما من المحاصيل التى تصاب بفيرس معين للحد من انتشاره فى الزراعة التالية . وبالرغم من أن فترة شهر واحد إلى ثلاثة شهور بدون زراعة للمحصول القابل للإصابة تكفى لتحقيق هذا الهدف ، إلا أن الإصابة يمكن أن تأتى من أية زراعات أخرى بالمنطقة ؛ لذا . . فإن هذا الإجراء يجب أن يَسْرِى تنفيذُه - بواسطة القوانين المنظمة لذلك - على مساحاتٍ شاسعةٍ من الأراضى الزراعية ، كما هو متبع فى جنوب كاليفورنيا ؛ حيث تتوقف زراعة الكرفس لمدة ٣ - ٥ شهور ؛ لتجنب انتشار الإصابة بفيرس موزايك الكرفس .

مكافحة الفيروسات باستعمال تقاوٍ خاليةٍ من الإصابة

اولا : فى حالات التكاثر الجنسى بالبذور

يراعى فى الحالات التى ينتقل فيها الفيرس عن طريق البذور ما يلى :

١ - استبعاد النباتات التى تظهر عليها أعراض الإصابات الفيروسية من حقل إنتاج البذور .

٢ - استعمال بذورٍ معتمدةٍ فى الزراعة .

٣ - معاملة البذور كيميائيا ، أو حراريا . . فمثلا يمكن تخليص أغلفة بذور الطماطم من فيرس موزايك التبغ بنقعها لمدة ٣٠ دقيقة فى محلول trisodumphos-phate بتركيز ١٢,٥٪ . كما يمكن فى حالات الإصابات الداخلية للبذور بنفس الفيرس التخلص منه بوضع بذور الطماطم فى حرارة ٧٨°م لمدة ٢ - ٣ أيام . ويراعى فى هذه الحالة أن تكون المعاملة جافة (أى ليست بالنقع فى الماء الدافئ) ، مع خفض رطوبة البذور إلى ٤ - ٦٪ قبل إجراء المعاملة ، وإلا تأثر إنبات البذور سلبيا بها .

ثانيا : فى حالات التكاثر الخضرى

تنتقل جميع الفيروسات عن طريق الأجزاء الخضرية المستعملة فى التكاثر ؛ ولذا . . فإن التأكد من خلو تقاوى هذه المحاصيل من الفيروسات يعد أمرا أساسيا فى عملية إنتاج التقاوى .

ويمكن الحصول على التقاوى الخالية من الإصابة الفيروسية بالمعاملة الحرارية (تكون فى البطاطس لمدة شهر على حرارة ٣٩م) ، أو بزراعة القمة الميرستيمية ، أو بالمعاملة الحرارية ثم زراعة القمة الميرستيمية . ويتم التأكد من خلو النباتات المنتجة من الإصابات الفيروسية بالطرق السيرولوجية ، فيما يعرف بعملية الـ Virus Indexing .

ومن أهم وسائل الكشف عن الإصابات الفيروسية (الـ Virus Indexing) اختبار الـ ELISA (اختصارا لـ : Enzyme-Linked Immunosorbent Assay) ، الذى يمكن عن طريقه اختبار عديدٍ من النباتات خلال فترة وجيزة (شكل ٩ - ٧ ، يوجد فى آخر الكتاب) .

حماية النباتات من سلالات الفيرس القوية بإصابتها بسلالات ضعيفة

من الحقائق المعروفة أن إصابة النبات بسلالة ضعيفة من أحد الفيروسات تجعله أكثر مقاومة للإصابة بسلالات قوية من نفس هذه الفيروسات ، ويعرف ذلك باسم المناعة المكتسبة acquired immunity ؛ وهى شبيهة بالمناعة التى يكتسبها الإنسان أو الحيوان عند التطعيم .

وتطبق تلك الحقيقة على نطاق تجارى فى مكافحة بعض الفيروسات الهامة ، لكن يعيبها ضرورة إصابة جميع النباتات بالسلالة الضعيفة . وبرغم أن هذه السلالة لا تحدث أضرارا بالنبات ، إلا أن مجرد وجودها بهذا الانتشار يزيد كثيرا من احتمالات ظهور طفرات شديدة الضراوة ، كما أنها تتفاعل مع الفيروسات الأخرى - مثلها فى ذلك مثل السلالات القوية - الأمر الذى قد يؤدى إلى أضرار جسيمة . فمثلا إذا أصيب نبات الطماطم بفيرس X البطاطس (PVX) إلى جانب إصابته بفيرس موزايك

الطماطم ، فإن ذلك يؤدى إلى تشوهات وأعراض شديدة تقضى على النبات كلية ، برغم أن أيا منهما على انفراد لا يعد من الفيروسات الخطيرة (Bawden ١٩٦٤) .

هذا . . ويمكن اعتبارهذه الطريقة نوعا من المكافحة البيولوجية .

وقد اتبعت هذه الطريقة فى مكافحة فيرس موزايك التبغ (موزايك الطماطم) فى الطماطم ، إلا أن انتشار استخدام الأصناف المقاومة فى الزراعة قلل من شأن المناعة المكتسبة فى مكافحة هذا المرض .

وتتبع هذه الطريقة على نطاقٍ تجارى واسعٍ لمكافحة فيرس ترستيزا الحمضيات Citrus Tristeza Virus فى الحمضيات بالبرازيل ، وفيرس تبقع الباباظ الحلقى Papaya Ringspot Virus فى الباباظ بهاواى .

كذلك أمكن مكافحة فيرس موزايك الزوكينى الأصفر - بنجاح كبير - فى الكوسة بفرنسا (Lecoq وآخرون ١٩٩١) ، وفى مختلف القرعيات (الخيار ، والقاوون ، والكوسة) بتايوان (Wang وآخرون ١٩٩١) ؛ وذلك بعدوى النباتات بسلالةٍ ضعيفةٍ من هذا الفيرس قبل تعريضها للإصابة بالسلالات القوية . وقد استخدمت فى الدراستين سلالة ضعيفة عزلت فى فرنسا ، وكان اختبارها فى تايوان ضد أربع سلالات قوية حُصل عليها من ولايتى كونيتكيت وفلوريدا الأمريكيتين ، ومن فلوريدا وتايوان ، وحققت فى جميع الحالات مكافحة جيدة .

وقد أجريت عديد من الدراسات على استخدام السلالات الضعيفة من فيرس موزايك الخيار فى مكافحة السلالات القوية منه فى عديدٍ من دول العالم ، ولكن هذه الطريقة لم تطبق على نطاقٍ تجارى سوى فى الصين ؛ حيث تستخدم فى مكافحة الفيرس فى عدة محاصيل .

وفى محاولة للتغلب على مخاوف مكافحة فيرس موزايك الخيار بهذه الطريقة . . تمكن Sayama وآخرون (١٩٩٣) فى اليابان من عزل سلالةٍ ضعيفة من هذا الفيرس ذات تابع Satellite غير مُحدثٍ لأعراض التحلل nonnecrogenic فى النباتات ، ويبقى تركيزها منخفضا فى النباتات ، ولا تنتقل بواسطة نوع المن Myzus persicae ،

ولا تحدث أية أعراض ، أو تكون أعراض الإصابة بها خفيفة للغاية ، كما أنها لا تتفاعل مع فيرس موزايك الطماطم لإعطاء أعراض التخطيط المزدوج الشديدة الخطورة . وقد أدت العدوى بهذه السلالة إلى زيادة محصول الطماطم بنسبة ٢٠٪ - ٢٠٠٪ ؛ مقارنة بالنباتات غير المعاملة بها فى حقلٍ معرضٍ للإصابة بالسلالات القوية من الفيرس .

مكافحة الفيروسات بالمركبات الكيميائية

مازال استعمال المركبات الكيميائية فى مكافحة الفيروسات مقصورا على المجالات البحثية كما أسلفنا ؛ فلا يتوفر الكثير من هذه المركبات ، ولم تُحَلّ - بَعْدُ - مشاكل ارتفاع أسعارها وسميتها للنباتات ، كما لم تُصدر التشريعات التى تنظم استخدامها .

ومن أمثلة حالات المركبات المضادة للفيروسات Antiviral Chemicals ما يلى :

١ - المركبان 2-thiouracil ، و 8-azaguanine اللذان أدى استعمالهما إلى مكافحة بعض الفيروسات ، أو تقليل شدة الأعراض التى تحدثها ، إلا أن ذلك تم بصورةٍ تجريبيةٍ ، ولم ينجح على النطاق التجارى . ويبدو أن هذين المركبين وأمثالهما تؤثر فى تكاثر الفيرس من خلال تأثيرها على تمثيل الأحماض الأمينية ؛ وذلك بسبب إحداثها تغيرات فى القواعد الآزويتة الخاصة بالحامض النووى الفيروسى .

٢ - وجد أن إضافة المبيد الفطرى الجهازى Carbendazin إلى التربة مع ماء الرى أدى إلى تقليل حدة الإصابة بفيرس اصفرار البنجر الغربى Beet Western Yellows Virus فى الخس ، وفيرس تبرقش التبغ فى التبغ (عن Smith ١٩٧٧ ، و Dixon ١٩٨١) .

٣ - استعمل Wu وآخرون (١٩٩٢) مخلوطا من المركبات الكيميائية - أطلقوا عليه الاسم الكودى TS Mixture - (يتكون من n-triacontanol - وهو منظم نمو - مع توين ٨٠ Tween 80 - وهى مادة ناشرة - ومركبات أخرى) فى مكافحة كل من : فيرس موزايك الطماطم ، وفيرس موزايك الخيار .

٤ - من المعروف أن استعمال المبيدات الحشرية البيرثرويدية Pyrethroid insecticides يؤدى إلى زيادة المحصول ، بالرغم من أنها ربما لا تؤثر على معدل إصابة النباتات بالفيروسات ، كما فى حالة فيرس موزايك الزوكينى الأصفر Zucchini Yellow Mosaic Virus فى القاوون .

وقد اقترح أن هذه المبيدات ربما كان لها دور فعلى فى مكافحة الفيروسات من خلال تأثيرها على الحشرات الناقلة لها بإحدى الوسائل التالية :

أ - قتل حشرة المن سريعا قبل نقلها للفيرس .

ب - طرد الحشرات . . إلا أن هذا التأثير قد يُحدث زيادةً فى نشاط حشرة المن ؛ الأمر الذى يترتب عليه زيادة انتشار الفيرس .

جـ - تقليل عدد مرات سبر الحشرة للنبات (دفعها لأجزاء فمها الثاقبة الماصة لأجل التغذية) Probing times ؛ الأمر الذى قد يقلل من كفاءة انتقال الفيرس إلى النبات بواسطة الحشرة .

هذا . . إلا أن دراسات Perring وآخرين (١٩٩٣) على القاوون أثبتت أن للمبيدات البيرثرويدية تأثيرا منشطا على النباتات المصابة بفيرس موزايك الزوكينى الأصفر . وقد ظهر هذا التأثير المنشط فى صورة زيادة فى النمو النباتى والمحصول .

٥ - أمكن عزل بروتين نقى من أوراق نبات Clerodendrum aculeatum تؤدى معاملة النباتات به إلى اكتسابها مستوى عالٍ جداً من المقاومة الجهازية ضد الإصابات الفيروسية ، وذلك فى خلال ٥ دقائق إلى نصف ساعة من المعاملة حسب العائل . ويكفى مجرد رش مستخلص أوراق هذا النبات على النباتات لاكتسابها خاصية المقاومة ضد الفيروسات (Verma وآخرون ١٩٩٦) .

أمثلة لبعض الأمراض الفيروسية الهامة وطرق مكافحتها

فيرس موزايك الطماطم

أعراض الإصابة

من أهم أعراض الإصابة بفيرس موزايك الطماطم (أو موزايك التبغ) Tomato (or Tobacco) Mosaic Virus : تبرقش الأوراق باللون الطبيعى (الأخضر العادى) والأخضر الفاتح ، أو المصفرّ ، أو الأصفر فى عدة محاصيل أهمها الطماطم . وتختلف سلالات الفيرس فى شدة الموزايك الذى تحدثه ، وفى مدى اختفاء اللون الأخضر العادى من المناطق المبرقشة . وقد يظهر الموزايك فى السيقان وفى الثمار ، خاصة عند الأكتاف . وأحيانا يتحول لون الأنسجة الورقية المبرقشة إلى اللون البنى ، ثم تموت .

هذا . . ويقل محصول النباتات المصابة ، ويزداد النقص فى المحصول كلما حدثت الإصابة مبكرة أثناء النمو . ويكون ذلك - عادة - مصاحبا بنقص واضح فى النمو النباتى (Doolittle وآخرون ١٩٦١ ، Turkoglu ١٩٧٨) .

وبصفة عامة . . فإن النقص فى المحصول نتيجة للإصابة بفيرس موزايك الطماطم لا يكون شديدا - حتى فى الإصابات المبكرة - إذا ما قورن بالنقص الذى يحدث عند الإصابة ببعض الفيروسات الأخرى ؛ مثل فيرس تجعد واصفر أوراق الطماطم الأصفر .

وإلى جانب الأعراض العامة السابقة للإصابة فإن فيرس موزايك الطماطم قد يُحدث أعراضا أخرى مميزة فى حالات خاصة كما يلى :

١ - تصبح الأوراق ضيقة ومستدقة فى الجو البارد ، وتعرف هذه الأعراض باسم رباط الحذاء Shoe String ، أو أوراق السرخس Fern Leaf . وتتشابه هذه الأعراض مع أعراض الإصابة بفيرس موزايك الخيار (عن Dixon ١٩٨١) .

٢ - تحدث بعض سلالات فيرس موزايك الطماطم تبرقشات شديدة ، وتبقعات غائرة فى الثمار . وتعرف هذه الحالة باسم تخطيط الطماطم المفرد Tomato Single Streak .

٣ - تؤدى إصابة نباتات الطماطم بكل من فيرس موزايك الطماطم ، و X البطاطس Potato Virus X - معا ، أو واحدا بعد الآخر - إلى ظهور تبقعات شديدة ، وأنسجة متحللة وغائرة بامتداد ساق النبات ، وعلى الأوراق ، والأزهار ، ويصبح النبات عديم القيمة . وتعرف هذه الحالة باسم تخطيط الطماطم المزدوج Tomato Double Streak ، ولا علاج لها فى حالة تعرض حقول الطماطم للإصابة بالفيرسين معا ، إلا بزراعة أصناف مقاومة لفيرس موزايك أوراق الطماطم ، وهى كثيرة نسبيا .

٤ - تؤدى الإصابة المتأخرة بفيرس موزايك الطماطم إلى ظهور تلون بنى داخلى Internal Browning فى الثمار شبيه بأعراض الحالة الفسيولوجية التى تعرف باسم النضج المتبقع Blotchy Ripening .

تظهر تحت العنق - بنحو ٦ - ١٢مم فى القطاع العرضى للثمار المصابة - مناطق فلينية بنية اللون فى الأنسجة القريبة من الحزم الوعائية . وقد تتلون الجدر الثمرية كلها باللون البنى فى حالات الإصابة الشديدة . تظهر هذه الأعراض - بوضوح - فى الثمار الحمراء ، وبدرجة أقل فى الثمار الخضراء . ويصاحب هذه الأعراض الداخلية ظهور مساحات صفراء على السطح الخارجى للثمار الحمراء مقابلة للإصابات الداخلية . أما فى الثمار الخضراء ، فلا تظهر أية أعراض خارجية - عادة - إلا فى حالات الإصابات الشديدة ؛ حيث تظهر مساحات باهتة اللون مقابلة للإصابات الداخلية .

طرق انتقال الفيرس

يعيش فيرس تبرقش الطماط لفترة طويلة فى الأوراق الجافة والسيقان ، وفى بقايا النباتات فى التربة . وبرغم ذلك فإن التربة لا تعد مصدرا رئيسيا للإصابة بالفيرس .

وينتشر الفيرس بالطرق الميكانيكية من النباتات الناتجة من زراعة بذور مصابة إلى النباتات الأخرى فى الحقل . وتعتبر أيدى العمال من الوسائل الميكانيكية لنقل الفيرس أثناء تداول النباتات عند الشتل ، وعند إجراء العمليات الزراعية المختلفة التى تستدعى ملامسة النباتات . كذلك تنتقل الإصابة بسهولة عند ملامسة ملابس الإنسان والآلات الزراعية لنباتات سليمة بعد ملامستها لنباتات مصابة . وتزداد فرصة حدوث الإصابة عند ملامسة المدخنين لنباتات الطماطم ؛ نظرا لاحتمال وجود الفيرس فى أوراق التبغ الجافة فى السجائر .

وبسبب سهولة انتقال العدوى بالطرق الميكانيكية ، فإنه يعد من أكثر أمراض الزراعات المحمية انتشارا عند استخدام أصناف قابلة للإصابة بالفيرس فى الزراعة ؛ ذلك لأن الزراعات المحمية يتم فيها تداول النباتات وملامستها بصفة دورية عند إجراء عمليات التربية والتقليم ، وهز العناقيد الزهرية للمساعدة على العقد ، إلى جانب الحصاد الذى يستمر لعدة أسابيع ؛ وبذلك تزداد فيها فرصة انتشار الفيرس من نبات لآخر ، لكن لحسن الحظ . . فإن معظم أصناف الزراعات المحمية تحمل صفة المقاومة لهذا الفيرس .

ويعتبر فيرس موزايك الطماطم الفيرس الوحيد الذى يصيب الطاطم ، وينتقل عن طريق البذور . وقد وجد أن معظم جزيئات الفيرس التى تحملها البذور توجد فى الغلاف البذرى أو عليه . وتبلغ نسبة البذور الحاملة للفيرس - والمستخلصة من ثمار - مصابة - نحو ٥٠٪ من بذور هذه الثمار . ويُحْمَل الفيرس خارجيا فى معظم البذور ، إلا أن نسبة قليلة منها تحمل الفيرس فى القصرة ، أو فى الإندوسبرم . وتظهر إصابات الإندوسبرم فى الثمار التى تعقد بعد إصابة النباتات بالفيرس ، ولم يكتشف الفيرس أبدًا داخل جنين البذرة .

طرق المكافحة

لمكافحة فيرس موزايك الطماطم تجب مراعاة ما يلى :

١ - تعقيم المشاتل وأوعية نمو النباتات ، وبيئة نمو الجذور بالبخار على حرارة ١٠٠م لمدة ٣٠ دقيقة .

٢ - معاملة البذور لتخليصها من الفيرس :

تؤدى معاملة البذور بحامض الأيدروكلوريك المركز إلى القضاء التام على جزيئات الفيرس المحمول خارجيا على الغلاف البذرى .

أما جزيئات الفيرس المحمولة داخليا - فى أى نسيج غير الإندوسبرم - فيمكن تخليصها من الفيرس بوضعها فى حرارة ٧٠م لمدة ٣ أيام .

كما أمكن تثبيط جزيئات الفيرس التى توجد فى إندوسبرم البذور بمعاملتها بالترای صوديوم أورثوفوسفيت Trisodium orthophosphate ، ثم بهيبو كلوريت الصوديوم Sodium Hypochlorite . ولم يكن لهذه المعاملة تأثير سلبى على نسبة إنبات البذور (Gooding ١٩٧٥) .

وقد فقد الفيرس من بذور بعض سلالات الطماطم بعد تخزينها لعدة أشهر ، إلا أنه ظل فى إندوسبرم سلالات أخرى لمدة ٩ سنوات .

٣ - غسل الأيدى جيدا بالماء والصابون قبل تداول النباتات .

٤ - استخدام اللبن (الحليب) والمواد الناشرة فى الوقاية من الفيرس :

أمكن منع تقليل العدوى الميكانيكية بفيرس موزايك الطماطم برش النباتات باللبن الحليب قبل العدوى ، بينما لم يكن لهذه المعاملة تأثير يذكر بعد الإصابة بالفيرس . ويعتبر رش الشتلات قبل تداولها طريقة فعالة لمنع انتشار الفيرس . ولا ينصح بغمر الشتلات فى اللبن ؛ لأن ذلك يؤدى إلى ذبولها وموتها (عن Loebenstein ١٩٧٢) .

٥ - حماية النباتات من الإصابة الشديدة ؛ بعدواها بسلالات ضعيفة من الفيرس :

تؤدى عدوى النباتات بسلالة غير مسببة للمرض - أو بسلالة ضعيفة من الفيرس - إلى جعلها مقاومة للسلالات الأكثر ضراوة إذا تعرضت للإصابة بها بعد ذلك . وتحدث - فى المتوسط - زيادة فى المحصول مقدارها حوالى ٢٥٪ عند عدوى النباتات بالسلالة الضعيفة ، ثم بالسلالة القوية ؛ بالمقارنة بالمحصول الناتج عند إصابة النباتات بالسلالة القوية مباشرة .

٦ - زراعة الأصناف المقاومة لفيرس موزايك الطماطم ، وهى كثيرة ، خاصة بين أصناف الزراعات المحمية .

فيرس تجعد واصفرار أوراق الطماطم

أعراض الإصابة

يعتبر فيرس تجعد واصفرار أوراق الطماطم Tomato Yellow Leaf Curl Virus من أخطر الفيروسات التى تصيب الطماطم فى المناطق الاستوائية وشبه الاستوائية . ومن أبرز أعراض الإصابة المبكرة : تقزم النباتات ، وصغر الوريقات ، وسقوط الأزهار ، وانخفاض نسبة العقد ، ونقص المحصول بدرجة كبيرة (Nitzany ١٩٧٥) .

تتوقف شدة الأعراض على درجة الحرارة السائدة . فعندما يكون المتوسط اليومى لدرجة الحرارة أقل من ٢٠°م ، تكون الأعراض فى صورة اصفرار بالأوراق ، دون حدوث نقص ملحوظ فى مساحة الورقة ، إلا أن الأوراق الحديثة تكون - عادة - صفراء اللون ، وأصغر حجما ، وملتفة لأعلى . وعندما يرتفع متوسط درجة الحرارة

اليومى عن ٢٥°م ، تتقزم النباتات ، وتنتج عددا كبيرا من الفروع الصغيرة ذات السلاميات القصيرة ، فتأخذ بذلك مظهرا شجيريا . كما تظهر بقع صفراء زاهية بالأوراق تزداد مساحتها تدريجيا ، بينما تظل الوريقات صغيرة الحجم ، ويلتف العرق الوسطى للوريقة لأعلى ، كما تتجعد أنسجة الورقة بين العروق (شكل ٩ - ٨ ، يوجد فى آخر الكتاب) . أما الثمار التى تنتجها النباتات المصابة ، فتكون غالبا صغيرة الحجم ، وباهتة اللون .

وتؤدى الإصابة إلى نقصٍ جوهرى فى المحصول ، يتوقف مداه على شدة الإصابة ، ومرحلة نمو النباتات وقت حدوث الإصابة . وقد يصل النقص - فى حالات الإصابات المبكرة الشديدة - إلى أكثر من ٩٠٪ من المحصول .

وتتناسب شدة الإصابة طرديا مع تعداد حشرة الذبابة البيضاء الناقلة للفيرس ، الذى يتأثر بدوره بشدة بدرجة الحرارة السائدة . ففى المملكة العربية السعودية . . وجد أن تعداد الحشرة يصل إلى أقصاه خلال الفترة من يوليو حتى سبتمبر ، بينما تختفى الحشرة خلال أشهر الشتاء من نوفمبر حتى مارس ، ويكون تعدادها وسطيا خلال بقية شهور السنة (Mazyad وآخرون ١٩٧٩) ، وكان ذلك هو نفس الاتجاه الذى وجد سابقا فى مصر (Noul El-Din وآخرون ١٩٦٩) . وفى الأردن وجد أن نسبة النباتات المصابة تراوحت فى نهاية موسم الزراعة بين صفر٪ و١٣,٢٪ فى الزراعات الربيعية ، وبين ٩٣٪ و١٠٠٪ فى الزراعات الخريفية (Al-Musa ١٩٨٢) .

طريقة انتقال الفيرس

وجد أن الطريقة الوحيدة الطبيعية لانتقال الفيرس إلى النباتات ، وحدوث الإصابة هى بواسطة حشرة الذبابة البيضاء من النوع Bemisia tabaci (Cohen and Nitzany ١٩٦٦) .

وبينما يمكن لحشرة الذبابة البيضاء B. tabaci الناقلة للفيرس أن تتطفل على عدد كبير من النباتات من عائلات نباتية متخلفة ، فإن الفيرس يصيب عددا محدودا من الأنواع النباتية ؛ معظمها من العائلة الباذنجانية ، وبعضها من حشائش الطماطم التى

يمكن أن تشكل مصدرا متجددا للإصابة ؛ مثل عنب الديب Solanum nigrum ، والداتورة Solanum stramonium .

يعتبر فيرس تجعد واصفرار أوراق الطماطم من الفيروسات التى تعيش داخل جسم الحشرة (Circulative) . وتكتسب الحشرة الفيرس بعد تغذيتها على النباتات المصابة لمدة لا تقل عن نصف ساعة (فترة الاكتساب Acquisition Period) . وتلزم بعد ذلك فترة حضانة (Latent Period) مدتها ٢٤ ساعة على الأقل حتى تصبح الحشرة قادرة على نقل الفيرس إلى النباتات السليمة . وتزداد مقدرة الحشرة على نقل الفيرس بزيادة مدة تغذيتها على النبات المصاب حتى ساعتين ، وبعد ٢١ ساعة من التغذية على النبات المصاب تصبح الحشرة قادرة على نقل الفيرس إلى النباتات السليمة بمجرد انتقالها للتغذية عليها .

وعندما تتغذى الحشرة على النبات المصاب لمدة ٢٤ ساعة ، فإنها تصبح قادرة على نقل الفيرس للنباتات السليمة لمدة ١٠ - ١٢ يوما . وخلال تلك الفترة تقل قدرة الحشرة على نقل الفيرس تدريجيا إلى أن تفقدها كلية قبل أن تصبح قادرة على اكتساب الفيرس مرة أخرى من النباتات المصابة .

ووجد كذلك أن يرقات الذبابة البيضاء تكتسب الفيرس من النباتات المصابة عند تغذيتها عليها . وقد ثبت أن الفيرس لا ينتقل إلى نسل الحشرات الحاملة له (Cohen and Harpaz ١٩٦٤ ، و Cohen and Nitzany ١٩٦٦) .

ولا يوجد دليل على أن الفيرس يتكاثر فى جسم الحشرة ، وإن كان تناقص مقدرة الحشرة على نقل الفيرس مع الوقت يعتبر دليلا على عدم التكاثر (Costa ١٩٧٦) .

هذا . . وتكون الحشرة أكثر قدرة على نقل الفيرس للنباتات السليمة خلال اليومين التاليين لفترة التغذيـة على النبات المصاب . وفى تلك الآونة يلزم لحدوث الإصابة تغذية ٣ حشرات - ١٥ حشرة حاملة للفيرس لكل نبات ، والعدد الأكبر يعنى إصابة مؤكدة .

وتبلغ كفاءة إناث الحشرة فى نقل الفيرس ستة أضعاف كفاءة الذكور ، كما أن فترة حياة الإناث تكون أطول (Cohen and Nitzany ١٩٦٦) .

ولدرجة الحرارة تأثير كبير على قدرة الحشرة على نقل الفيرس للنباتات السليمة ، فقد بلغت كفاءتها فى نقل الفيرس ١٠٪ فى حرارة ٢١ْم ، و١٠٠٪ فى حرارة ٣٣ْ - ٣٩ْم و٣٠٪ فى حرارة ٤٤ْم (Butter and Rataul ١٩٧٨) .

طرق المكافحة

من أهم الوسائل المستخدمة فى مكافحة فيرس تجعد واصفرار أوراق الطماطم ما يلى :

١ - استعمال أغطية للتربة صفراء اللون - سواء أكانت من القش ، أم من البلاستيك الأصفر - لجذب الذبابة البيضاء إليها .

٢ - زراعة العوائل المفضلة للحشرة - مثل الخيار ، والباذنجان ، والذرة - بين خطوط الزراعة .

٣ - استخدام لوحات صفراء جاذبة للحشرات ، ولاصقة لها .

٤ - سد جميع منافذ التهوية فى البيوت المحمية بالشباك البلاستيكية الدقيقة التى تمنع دخول الذبابة .

٥ - مكافحة حشرة الذبابة البيضاء الناقلة للفيرس باستعمال المبيدات أو الزيوت المعدنية ، أو بكليهما معا .

وقد سبقت مناقشة جميع هذه الوسائل تفصيليا إما فى هذا الفصل ، وإما فى الفصل الخاص بالحشرات ومكافحتها .

٦ - زراعة الأصناف التى تتحمل الإصابة :

أنتج منذ أواخر الثمانينيات وإلى الآن أكثر من عشرين هجينا من الطماطم التى تتحمل الإصابة بفيرس تجعد واصفرار أوراق الطماطم . وجميع هذه الهجن تصاب بالفيرس ، 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 كثيرا بالإصابة ، كما يكفى معها لمكافحة الذبابة البيضاء نحو ١/٤ عدد مرات الرش بالمبيدات التى تعطى للأصناف الأخرى .

Jackal	Fiona
Turquesa Ty-1	Turquesa Ty-2
TY 20	TY 23
TY 70	TY 79/84
CL 150	Typhoon (Baty : كذلك)
Saria	Ty King
Top 21	Tydal
Tyger	

وتجدر الإشارة إلى أن جميع هذه الأصناف تعطى - مقارنة بالأصناف التى لا تتحمل الفيرس - محصولا عاليا فى المواسم التى تشتد فيها الإصابة ، بينما يكون محصولها أقل من محصول الهجن العادية غير المقاومة للفيرس فى المواسم التى تقل فيها الإصابة .

ولمزيد من التفاصيل عن فيرس تجعد واصفرار أوراق الطاطم ومكافحته . . يراجع Kegler (١٩٩٤) .

فيرس X البطاطس

تظهر أعراض الإصابة بفيرس X البطاطس Potato Virus X (يسمى أيضا latent virus) فى الجو البارد على شكل تبرقش مصحوب بتموج على سطح الورقة . تختفى هذه الأعراض عند ارتفاع درجة الحرارة وزيادة شدة الإضاءة . وإذا قطعت ساق النبات طوليا فقد يلاحظ بها تحلل فى أنسجة اللحاء .

ويصيب الفيرس الطماطم والبطاطس وعددا كبيرا آخر من الأنواع النباتية .

ينتقل الفيرس من نبات إلى آخر فى الحقل - ميكانيكيا - عند تقطيع التقاوى ، وعند تحرك العمال والآلات فى الحقل ، كما ينتقل من النباتات المصابة إلى النباتات السليمة عندما تتلامس جذورهما . ولا ينتقل الفيرس بواسطة الحشرات . . ويكافح المرض باستخدام تقاو سليمة فى الزراعة .

فيرس Y البطاطس

يصيب فيرس Y البطاطس Potato Virus Y (اختصارا PVY) نباتات الطماطم فى مصر (Nakhla وآخرون ١٩٧٨) . كما يصيب أيضا كلا من البطاطس والفلفل . ويطلق عليه أحيانا اسم فيرس تحوط العروق وموزايك البطاطس Potato Vein Banding Mosaic Virus .

إذا أصيبت الأوراق وهى صغيرة ، فإنه يظهر عليها اصفرار واضح بامتداد العروق . أما الأوراق المسنة ، فتظهر بها بقع بنية ميتة . وإذا تكونت الأوراق بعد إصابة النباتات ، فإنه يظهر عليها تبرقش خفيف ، وتلتف قمتها لأسفل ، كما تنحنى أعناق الأوراق أيضا لأسفل ، وتبدو الأوراق مدلاة . وتظهر على السيقان خطوط قرمزية اللون ، وتتقزم النباتات ويقل محصولها كثيرا ، بينما لا تظهر أية أعراض على الثمار ، ولكن تظهر على درنات البطاطس المصابة بقع بنية باهتة ذات مركز أسود اللون .

وإذا أصيبت النباتات بكل من : فيرس PVY و TMV فإنها تتقزم بشدة ، وتتبرقش الأوراق بلون أصفر واضح ، وتتشوه بشدة ، ويقل محصولها كثيرا .

ينتقل فيرس Y البطاطس بواسطة حشرة المن وميكانيكا ، ويصيب عددا من الأعشاب الضارة التى ينتقل منها إلى الطماطم . وتتم أفضل الوسائل لمكافحة المرض بمكافحة المن ، والأعشاب الضارة ، وتجنب زراعة الطماطم بالقرب من حقول البطاطس ، واستعمال تقاوى بطاطس خالية من الإصابة ، وزراعة أصناف البطاطس المقاومة للفيرس .

فيرس A البطاطس

تؤدى إصابة البطاطس بفيرس A البطاطس Potato Virus A (اختصارا PVA) منفردا إلى جعل الأوراق مجعدة قليلا ، وتأخذ لونا أخضر باهتا ، وتصبح صغيرة الحجم ، وقد تلتف حوافها ، كما قد تظهر بقع متحللة فى أوراق بعض الأصناف . ويزداد ظهور أعراض الإصابة فى الجود البارد الرطب .

وإذا أصيبت النباتات بفيرس X مع فيرس A ، فإن الأوراق يظهر عليها تبرقشات وتجعدات واضحة . وينتقل فيرس A بواسطة بعض أنواع المن ، ويكافح المرض بمكافحة حشرة المن ، واستخدام تقاوٍ خاليةٍ من الفيرس .

فيرس S البطاطس

من أهم أعراض الإصابة بفيرس S البطاطس Potato Virus S (اختصارا PVS) فى البطاطس أن النمو النباتى يصبح أقل اندماجا من المعتاد . وعندما تتقدم النباتات فى العمر تتجعد الأوراق القمية وتنحنى لأسفل ، كما ترتخى السيقان . ويصاحب هذه الأعراض - أحيانا - ظهور تبرقش خفيف ، وتموجات بسيطة فى الأوراق فى بعض الأصناف . ويظهر فى أصناف أخرى لون برونزى على السطح السفلى للأوراق ، وتتحلل بعض أنسجة الورقة .

ينتقل الفيرس ميكانيكيا ، ويكافح بزراعة تقاوٍ خاليةٍ من الإصابة .

فيرس التفاف أوراق البطاطس

عند زراعة درنات بطاطس مصابة بفيرس التفاف أوراق البطاطس Potato Leafroll Virus نجد أن النمو النباتى يكون عاديا فى البداية ، ثم يصبح بطيئا ، وتظهر الأعراض ، وأهم ما يميزها هو أن الوريقات تصبح جلدية الملمس ، وتأخذ لونا أخضر شاحبا ، وتلتف حوافها لأعلى . وتتلون الوريقات أحيانا بلون بنى محمر ، وتكون أكثر سمكا .

أما إذا انتقل المرض إلى النباتات فى الحقل بواسطة حشرة المن ، فإن الأعراض لاتظهر إلا على الوريقات العليا فقط ، كما قد تتحلل أنسجة اللحاء فى الساق والدرنات ، وتظهر الإصابة على شكل تحلل شبكى داخلى فى القطاع العرضى للدرنة . تختلط أعراض الإصابة بهذا الفيرس مع أعراض الإصابة بعدد من أمراض الجذور ؛ مثل : الذبول الفيوزارى ، والقشرة السوداء ، والساق السوداء ؛ لأن معظم أمراض الجذور تجعل أوراق النبات العليا ملتفة ، لكن الإصابة بهذا الفيرس تجعل الأوراق الملتفة قرطاسية الشكل ، كما تكون صلبة وغير متهدلة .

ينتقل الفيرس فى الحقل بواسطة منّ البازلاء الأخضر Myzus persicae . وتمتد فترة حضانة الفيرس بالحشرة لنحو يومين إلى يومين ونصف قبل أن تصبح الحشرة قادرة على إحداث الإصابة . وتظهر أعراض المرض بعد النقل الحشرى للفيرس بنحو ٣٠ - ٤٠ يوما عند إصابة النباتات وهى صغيرة ، ونحو ٤٠ - ٦٠ يوما عند إصابتها وهى كبيرة . ويصل الفيرس إلى الدرنات بعد نحو ٨ - ١٠ أيام من إصابة النموات الخضرية . هذا . . وتقل شدة الإصابة بارتفاع درجة الحرارة .

ولمكافحة المرض تجب زراعة درناتٍ خاليةٍ من الفيرس ، مع الاهتمام بمكافحة حشرة المن .

فيرس موزايك الخيار

ينتقل فيرس موزايك الخيار Cucumber Mosaic Virus عن طريق أكثر من ٦٠ نوعا من المن ؛ منها : Myzus persicae ، و Aphis gossypii ، كما ينتقل أيضا بواسطة خنافس الخيار . وتكتسب الحشرة الفيرس فى أقل من دقيقة واحدة بعد تغذيتها على نبات مصاب ، وتنقله إلى النباتات السليمة بمجرد تغذيتها عليها خلال الساعات الأربع التالية لاكتسابها الفيرس . ولا ينتقل الفيرس من الحشرة إلى نسلها .

ينتشر الفيرس فى جميع أنحاء العالم ، ويصيب عديدا من الأعشاب الضارة والمحاصيل الهامة ؛ مثل : الخيار ، والشمام ، والقاوون ، والكوسة ، والقرع العسلى ، والبطيخ ، والجزر ، والكرفس ، والسبانخ ، والطماطم ، والفلفل ، والبصل ، والذرة .

تظهر الأعراض على بادرات الخيار المصابة بعد ٦ أسابيع من الزراعة ، حينما يكون النمو النباتى سريعا ، ويكون بالنبات حينئذ ٦ - ٨ أوراق حقيقية . ويظهر على الأوراق الصغيرة موزايك على شكل مناطق خضراء مصفرة - بقطر ١ - ٢مم - خاصة حول العروق . ويتبع ذلك وضوح الموزايك باللونين الأخضر والأصفر فى جميع أوراق النبات . ويصاحب ذلك صغر حجم الأوراق وتجعدها ، وقصر السلاميات ، وتقزم النبات ، وقلة عدد الأزهار المتكونة ، وسقوط معظمها قبل العقد

أو بعده مباشرة ، وصغر الثمار المتبقية وتشوهها ؛ فتصبح مبرقشة باللونين الأخضر والأصفر ، وتظهر بها نموات سطحية ، وفى نهاية الأمر . . تأخذ الثمار المصابة لونا أبيض ضاربا إلى الخضرة .

أما فى الشمام والقاوون . . فإن الأوراق الصغيرة فى النباتات المصابة يشوبها بعض الاصفرار وتنحنى لأسفل ، ثم تتطور الأعراض بعد ذلك لتظهر التبرقشات الصفراء والخضراء فى مناطق غير منتظمة الشكل من الورقة ، وتكون المساحات الخضراء أكثر من المساحات الصفراء ، وتنحنى حافة الورقة إلى أسفل ، وتظهر على الثمار المصابة تبرقشات مماثلة مع بعض النموات السطحية .

وتتميز الإصابة على الكوسة بالتبرقش الشديد ، ثم تصبح النموات القديمة صفراء اللون وتذبل . ويقل عقد الثمار ، وتكون الثمار العاقدة مبرقشة ومشوهة . وتظهر نموات سطحية بارزة على الأوراق ، ويقل طول السلاميات .

ومن السمات البارزة للإصابة بفيرس موزايك الخيار فى البطيخ . . اتجاه القمم النامية للفروع إلى أعلى ؛ لتكون فى مستوى مرتفع عن مستوى باقى النمو النباتى . ويقل طول السلاميات ، وتصبح الأوراق الصغيرة متزاحمة وملتفة ، كما تظهر تبرقشات واضحة بالأوراق . وقد تتشوه الأوراق فى الإصابات الشديدة ، فيقتصر نمو النصل فى الأوراق الحديثة على العرق الوسطى فقط . وتتزاحم الأزهار المتكونة وتتشوه ، وتسقط غالبا .

ويكافح المرض باتباع ما يلى :

١ - مكافحة حشرة المن الناقلة للفيرس .

٢ - زراعة الأصناف المقاومة ، وهى تتوفر فى الخيار .

٣ - التخلص من النباتات المصابة ، ومكافحة الأعشاب الضارة التى قد تكون قابلة للإصابة بالفيرس ، وتشكل مصدرا للعدوى .

فيرس موزايك الكوسة

يصيب فيرس موزايك الكوسة Squash Mosaic Virus كلا من : الكوسة ،

والبطيخ ، والشمام ، والقاوون . وينتقل الفيرس عن طريق البذور فى الكوسة فقط ، ولكن ذلك لا يحدث أبدا فى القرعيات الأخرى . كما ينتقل الفيرس وينتشر فى الحقل بواسطة خنافس الخيار ، وميكانيكيا بواسطة العمال الزراعيين . ويكافح الفيرس بالاهتمام بمكافحة الحشائش ، والتخلص من النباتات المصابة ، ومكافحة خنافس الخيار الناقلة للفيرس ، وزراعة بذور خالية من الإصابة .

فيرس موزايك الزوكينى الأصفر

ينتشر فيرس موزايك الزوكينى الأصفر Zucchini Yellow Mosaic Virus فى عديد من دول العالم ، ويعد من الفيروسات التى تنتشر بكثرة فى مصر (Provvidenti وآخرون ١٩٨٤) . وهو يصيب الكوسة ، والقرع العسلى ، والشمام ، والبطيخ ، كما يصيب الخيار بدرجة أقل ، إلا أن نباتات الخيار المصابة تنتج ثمارا مبرقشة ، ومشوهة ، وغير صالحة للتسويق .

ويصعب تمييز الإصابة بهذا الفيرس فى الخيار من الإصابة بفيروسات القرعيات الأخرى . فمثلا .. تحدث السلالة CT من الفيرس تبرقشا واصفرارا واضحَيْنِ ، يمكن أن يختلطا بسهولة مع أعراض الإصابة بفيرس موزايك الخيار . وتحدث السلالة FL من نفس الفيرس تجعدات خضراء بالأوراق ، وتشوهات يمكن أن تختلط بسهولة مع أعراض الإصابة بفيرس تبرقش البطيخ رقم ١ ؛ لذا .. فإن تحديد الإصابة بهذا الفيرس يتطلب إجراء الاختبارات السيرولوجية والعوائل المميزة (Provvidenti ١٩٨٧) .

وينتقل الفيرس بواسطة المن ، ولا توجد وسيلة فعالة لمكافحته ، ولكن لابد من الحد من الإصابة بالمن منذ البداية تجنبا لانتشاره .

ويفيد استعمال أغطية النباتات فى تأخير الإصابة بالفيرس إلى ما بعد مرحلة الإزهار .

وقد أنتجت - بالفعل - سلالات من مختلف القرعيات مقاومة للفيرس بطرق الهندسة الوراثية (عن طريق إدخال الجين المسئول عن تكوين الغلاف البروتينى للفيرس ضمن الهيئة الكروموسومية للنبات) ، إلا أن زراعتها لم تعمم بعد .

فيرس موزايك البطيخ رقم ١ ، وفيرس موزايك البطيخ رقم ٢

يعد فيرسا موزايك البطيخ رقم ١ Watermelon Mosaic Virus 1 ، وموزايك البطيخ رقم ٢ Watermelon Mosaic Virus 2 فيرسين مختلفين ، وكلاهما يوجد فى مصر ، ويصيب القرعيات خاصة البطيخ ، كما يصيب فيرس موزايك البطيخ رقم ٢ بعض البقوليات أيضا . وينتقل كلاهما بواسطة حشرة المن ، ويحدثان تبرقشات واضحة بالأوراق . وتؤدى الإصابة بفيرس موزايك البطيخ رقم ٢ إلى تقزم النباتات ، وصغر حجم الأوراق الحديثة التكوين وتشوهها ، كما تؤدى الإصابة إلى ظهور نموات سطحية صغيرة مرتفعة على الأوراق .

ويكافح الفيرس بالاهتمام بمكافحة حشرة المن الناقلة له قبل أن تنتشر ويستفحل خطرها ؛ وذلك لأنه يمكنها نقل الفيرس إلى النبات السليم قبل أن تتأثر بالمبيد (Gubler وآخرون ١٩٨٦) .

وقد تبين أن فيرس موزايك البطيخ رقم ١ ما هو إلا سلالة من فيرس تبقع الباباظ الحلقى Papaya Ringspot Virus ؛ ولذا . . فإنه يأخذ الآن الاسم PRSV-W (ترمز الـ W إلى البطيخ Watermelon) . أما فيرس موزايك البطيخ رقم ٢ . . فقد أصبح يطلق عليه اسم فيرس موزايك البطيخ .

فيرس التفاف اوراق الكوسة

يصيب فيرس التفاف أوراق الكوسة Squash Leaf Curl Virus كلا من : الكوسة ، والخيار ، والقاوون ، والقرع العسلى ، وربما القطن أيضا .

وتؤدى الإصابة إلى تجعد الأوراق ، وظهور نموات سطحية بارزة على سطحها السفلى ، وازدياد سمك العروق وشفافيتها ، أو تحوطها بحزام أخضر ، وفشل عقد الثمار وتقزم النباتات ، وموت بعضها .

وينتقل الفيرس بواسطة حشرة الذبابة البيضاء من النوع Bemisia tabaci (Duffus & Flock ١٩٨٢) . ويعطى Cohen وآخرون (١٩٨٣) تفاصيل مواصفات الفيرس ، وطرق اختباره سيرولوجيا ، وبيولوجيا انتقاله حشريا ، وعوائله .

وقد تمكن Dodds وآخرون (١٩٨٤) من نقل الفيرس ميكانيكيا ، ولكن بكفاءة أقل بكثير من وسيلة الانتقال الطبيعية بواسطة الذبابة البيضاء .

ويكافح الفيرس بمكافحة الذبابة البيضاء ، وباستعمال الأغطية النباتية التى تمنع وصول الذبابة إلى النباتات .

فيرس اصفرار عروق الخيار

يصيب فيرس اصفرار عروق الخيار Cucumber Vein Yellowing Virus كلا من الخيار والشمام ، ويحدث اصفرارا بالعروق فى الورقة . وينتقل ميكانيكيا ، وبواسطة حشرة المن من النوع B. tabaci ، وهو ينتشر فى الدول العربية .

فيرس اصفرار الخس المعدى

لا ينتقل فيرس اصفرار الخس المعدى Lettuce Infectious Yellows Virus إلا بواسطة حشرة الذبابة البيضاء من النوع B. tabaci ، وهو يصيب نحو ٤٥ نوعا نباتيا من ١٥ عائلة ، وتعتبر القرعيات والخس من أهم عوائله ، ويسبب مشاكل كبيرة فى البطيخ والقاوون .

تبدأ الأعراض على صورة تبرقش بالأوراق السفلى للنبات ، يتبعه ظهور اصفرار واضح بين العروق ،بينما تبقى العروق خضراء اللون ، ويلى ذلك جفاف المناطق المتأثرة بالاصفرار ، ثم جفاف الورقة كلها . وتمتد الأعراض بنفس التسلسل نحو الأوراق العليا حتى تعم النبات كله . ويصاحب ذلك تقزم النبات ، وصغر حجم الأوراق الحديثة خاصة فى البطيخ ، ونقص المحصول بشدة ، وتشوه الثمار المتكونة . وتنتشر الإصابة بسرعة كبيرة بين جميع النباتات فى الحقل ، حتى إنه يبدو أصفر اللون من بُعْد (Duffus & Flock ١٩٨٢ ، و Duffus وآخرون ١٩٨٦) .

وقد فشلت جميع محاولات مكافحة الفيرس عن طريق مكافحة الذبابة البيضاء فى كل من كاليفورنيا وأريزونا ؛ وذلك نظرا للكفاءة الفائقة للحشرة فى اكتساب ونقل الفيرس ، فضلا على تكاثرها السريع ؛ مما يجعل القضاء عليها - إلى المستوى الذى يمنع انتشار الإصابة - أمرا مستحيلا . كما لا توجد أية أصناف مقاومة للفيرس فى أى

من محاصيل القرعيات والخس ، ولكن أمكن تحقيق مكافحة جيدة للمرض بتغطية النباتات - من بدء الزراعة حتى بداية مرحلة عقد الثمار - بأغطية البوليستر ، والبولى بروبلين .

وقد اختفت حاليًا (١٩٩٧) مشكلة فيرس اصفرار الخس المعدى من كاليفورنيا وغيرها من الولايات الأمريكية التي كان قد انتشر فيها ، وذلك بعد أن تكاثرت السلالة B من الذبابة البيضاء (الى أعطيت الاسم العلمى B. argentifolii) ، وحلت محل السلالة A من الذبابة (وهى التى تعرف بالاسم العلمى B. tabaci) ، علمًا بأن السلالة B ليست لديها القدرة على نقل هذا الفيرس .

فيروسات اصفرار أخرى

تصاب القرعيات بعدد من الفيروسات الأخرى التى تحدث أعراضا مماثلة تقريبا لأعراض الإصابة بفيرس اصفرار الخس المعدى ، ولكنها لا تنتقل بواسطة الذبابة البيضاء من النوع B. tabaci ، ويمكن تقسيمها إلى مجموعتين حسب طريقة انتقالها كما يلى :

١ - فيروسات تنتقل بواسطة حشرة المن ، وتشمل فيرس اصفرار البنجر ، وفيرس اصفرار البنجر الغربى (Duffus وآخرون ١٩٨٦) .

٢ - فيروسات تنتقل بواسطة حشرة الذبابة البيضاء من النوع Trialeurodes vaporariorum وهى : فيرس اصفرار البنجر الكاذب beet pseudo-yellows virus ، وهو يصيب الخس والقرعيات وعددا كبيرا من الأعشاب الضارة ، وفيرس اصفرار القاوون muskmelon yellows virus ؛ وهو لا يصيب سوى القرعيات (Lecoq ١٩٨٦) .

فيرس موزايك الفاصوليا العادى

ينتقل فيرس موزايك الفاصوليا العادى Bean Common Mosaic Virus بأكثر من ١٤ نوعا من المن ، وميكانيكيا باللمس ، وبالبذور ، ويلعب انتقاله بواسطة البذور دورا هاما فى انتشاره عالميا . وتبدأ الإصابة غالبا عند زراعة بذور مصابة .

تظهر الأعراض على شكل تبرقش بالوريقات ، يكون مصاحبا بتقوس والتفاف لأسفل فى نصل الوريقة ، مع بعض التجعد والاصفرار ، وتحوط للعروق ، وتكون الوريقات المصابة أقل حجما من الطبيعية . وتكون القرون المصابة أحيانا مبرقشة ومشوهة وخشنة الملمس . وتقل حدة الأعراض مع تقدم النباتات فى النمو ، ولا تنتقل الإصابة إلى البذور إذا حدثت متأخرة بعد الإزهار .

ويوجد الفيرس فى جنين وفلقتى البذور المصابة ، ويعتقد إمكانية انتقاله إلى الجنين عن طريق حبوب اللقاح الحاملة للفيرس . ويبقى الفيرس فى البذرة طوال فترة احتفاظها بحيوتيها .

يكافح الفيرس بزراعة تقاو معتمدة خالية من الفيرس ، واستعمال أصناف مقاومة وهى كثيرة ، ومكافحة حشرة المن الناقلة له .

فيرس موزايك القنبيط

ينتقل فيرس موزايك القنبيط Cauliflower Mosaic Virus بنحو ٢٧ نوعا من المن ؛ منها : من الكرنب Brevicoryne brassicae ، ومن الخوخ Myzus persicae ، ومن القطن Aphis gossypii .

ويصيب الفيرس مختلف الصليبيات ، وتظهر الأعراض على الأوراق الصغيرة للقنبيط على صورة شفافية بالعروق ، مع نموات سطحية بارزة enations أحيانا . ومن أهم مظاهر الإصابة على النباتات الناضجة تحوط العروق Vein banding بلون أخضر قاتم ، وفقد الكلوروفيل فى الأنسجة التى توجد بين العروق ، ثم ظهور تبرقشات خضراء فاتحة ، أو صفراء متناثرة بين مناطق ذات لون أخضر قاتم . وتظهر على نباتات الكرنب أعراض مماثلة إذا أصيبت ، ولكنها لا تصاب - عادة - فى الظروف الطبيعية .

ويمكن تجنب الإصابة بالفيرس بمراعاة ما يلى :

١ - التخلص من بقايا النباتات المصابة .

٢ - السماح بمرور فترة لا تقل عن شهر بين الزراعة الجديدة والسابقة .

٣ - مكافحة المن .

فيرس موزايك اللفت

ينتقل فيرس موزايك اللفت Turnip Mosaic Virus بواسطة عدة أنواع من المن ؛ منها : من الكرنب ، ومن الخوخ . يمكن لحشرة المن أن تكتسب الفيرس خلال دقيقة

واحدة من تغذيتها على نبات مصاب ، ثم تصبح قادرة على نقله إلى نبات سليم فى غضون دقيقة أخرى .

يصيب الفيرس مدى واسعا من العوائل فى العائلات : الصليبية ، والرمرامية ، والمركبة ، والباذنجانية .

توجد منه سلالتان رئيسيتان ؛ هما : السلالة العادية ordinary strain - والتى يطلق عليها فيرس موزايك اللفت - وسلالة تبقع الكرنب الحلقى الأسود cabbage black ringspot strain .

تحدث السلالة الأولى أعراضها على اللفت فى صورة شفافية بالعروق vein clearing ، مع تبرقش ، ثم اصفرار المساحات بين العروق فى الورقة . ومع تقدم الإصابة . . تبدو الأوراق صغيرة ، وتظهر بها بقع حلقية على حواف المناطق الصفراء ، وتظهر خطوط متحللة على أعناق الأوراق ، والعروق .

أما سلالة التبقع الحلقى الأسود . . فإنها تعطى أعراضا مماثلة ، ولكنها تكون شديدة فتظهر على أوراق الكرنب بقع سوداء حلقية فى غضون ٢٠ يوما من الإصابة . ويكون التبرقش هو أوضح الأعراض على القنبيط ، والبروكولى . ويكافح الفيرس بمقاومة حشرة المن الناقلة له .

فيرس موزايك الخس

يسبب فيرس موزايك الخس Lettuce Mosaic Virus مرض الموزايك فى الخس ، والشيكوريا ، والبسلة . تظهر أعراض الإصابة على صورة اصفرار وتبرقش بالأوراق ، وتقزم بالنباتات . ولا تتكون رءوس بأصناف خس الرءوس فى حالة الإصابة المبكرة . وتظهر أعراض التبرقش - بوضوح - فى الجو البارد الملبد بالغيوم ، ويكون ذلك بعد ٨ - ١٤ يوما من الإصابة حسب الصنف ، وعمر النبات ، ودرجة الحرارة . وقد حدد Dixon (١٩٨١) أعراض الإصابة على مختلف مجموعات أصناف الخس .

وتؤدى إصابة حقول إنتاج البذور إلى نقص المحصول بنسبة تصل إلى ٦٢٪ .

توجد ثلاث سلالات على الأقل من الفيرس ، وهو يعيش فى الحشائش القابلة للإصابة .

وينتقل الفيرس بثلاث طرق رئيسية ؛ هى :

١ - تعتبر البذور المصابة المصدر الأول للإصابة فى الحقل . وبرغم أن نسبة البذور المصابة قد تكون منخفضة للغاية . . إلا أنها تشكل مصدرا خطيرا لانتشار العدوى فى بقية النباتات فى الحقل . ولا ينتقل الفيرس عن طريق البذور إذا بدأت الإصابة بعد الإزهار ، بينما تكون نسبة البذور المصابة منخفضة إذا أصيبت النباتات قبل الإزهار مباشرة ، وتكون مرتفعة إذا أصيبت النباتات فى مرحلة مبكرة من نموها .

٢ - تنتشر الإصابة فى الحقل بأنواع مختلفة من المن ؛ أهمها : النوع Myzus persicae .

٣ - وينتقل الفيرس - ميكانيكيا - كذلك عند احتكاك أوراق النباتات السليمة بالأوراق المصابة بفعل الرياح (Whitaker ١٩٧٤) .

ويكافح فيرس موزايك الخس باتباع الوسائل التالية :

١ - زراعة بذور معتمدة خالية من الفيرس . وتسمح بعض الدول بنسبة إصابة تصل إلى ٠,١٪ . إلا أن ذلك يعنى وجود ٣٠٠ - ٤٠٠ نبات مصاب بكل فدان . والاتجاه السائد - الآن - هو عدم السماح بوجود أية بذرة مصابة بالفيرس فى كل عينة من ٣٠ ألف بذرة .

٢ - زراعة أصناف الخس المقاومة للفيرس .

٣ - التخلص من الفيرس فى البذور المصابة بمعاملتها بالحرارة على ٧٠م لمدة ثلاثة أيام .

٤ - التخلص من النباتات التى تلاحظ إصابتها أولا بأول .

٥ - مكافحة حشرة المن بالمبيدات الحشرية المناسبة ، خاصة بالزيوت التى تمنع المن من اكتساب الفيرس ، أو نقله عند تغذيته على نبات معامل .

مصادر إضافية عن الفيروسات والأمراض الفيروسية

لمزيد من التفاصيل عن الفيروسات وخصائصها .. يمكن الرجوع إلى المصادر التالية :

المرجع	الموضوع
Bawden (١٩٦٤)	شامل للأساسيات
Maramorosh & Koprowski (١٩٦٧)	الطرق المستخدمة فى دراسات الفيرولوجى
Kadd & Agrawal (١٩٧٢)	الأساسيات والطرق المستخدمة فى دراسات الفيرولوجى
Noordam (١٩٧٣)	طرق التعرف على الفيروسات
Gibbs & Harrison (١٩٧٦)	شامل للأساسيات
Smith (١٩٧٧)	عام للأساسيات
Matthews (١٩٨١)	شامل
Bos (١٩٨٣)	عام للأساسيات
Hill (١٩٨٤)	شامل للطرق المستخدمة فى دراسات الفيرولوجى
Green (١٩٩١)	مختصر وشامل للأساسيات

تعريف الفيرويدات

الفيرويدات النباتية عبارة عن أحماض نووية من نوع الرنا RNA (الريبوزنيوكليك) عارية من الغطاء البروتينى ، وأصغر حجما من الفيروسات ، وقادرة على إحداث المرض بالنبات . وهى تتكاثر داخل خلايا العائل الحى فقط ، على حساب هذه الخلايا ، وتنتقل من خلية إلى أخرى كالفيروسات .

ومن أمثلة الفرويدات النباتية المعروفة تلك التى تسبب مرض الدرنة المغزلية للبطاطس ، والتبرقش المصفر للأقحوان (الكريزانثيمم) ، وتقزم الأقحوان .

يعتبر فيرويد درنة البطاطس المغزلية Potato Spindle Tuber Viroid من الفيرويدات التى تنتقل عن طريق البذور الحقيقية بكفاءة تصل فى البطاطس إلى ٢٨,٦٪ . ويمكن أن يصل الفيرويد إلى البذور عن طريق حبوب اللقاح الحاملة له (Kryczynski وآخرون ١٩٩٢) .

يتراوح الوزن الجزيئى للفيرويدات بين ٨٠ و١٠٠ × $١٠^{٣}$ ، وهى تنتقل ميكانيكيا أثناء إجراء العمليات الزراعية (عن Commonwealth Mycological Institute ١٩٨٣) .