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 فيرويد 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 ١ 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 السيج المصاب يصبح جزءا من النبات السليم بعد نجاح التطعيم .

وبالمقاربة . 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 أيّ 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 الخلوى (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 الريح ، 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 الفاصولي 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 محدودًا 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 المُغْبَرّة

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.

Frankliniclla 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 Pythium . 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 subterranea	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
١٩٦٧ Yarwood & Fulton	ميكانيكيا
١٩٦٧ Swenson	بالحشرات
١٩٧٦ Costa	بالذبابة البيضاء
١٩٦٧ Raski & Hewitt	بالنيماتودا
١٩٧٢ Taylor	بالنيماتودا
١٩٦٧ Slykhuis ، ١٩٧٢	بالاكاروس
١٩٦٧ Teakle ، ١٩٧٢	بالفطريات
١٩٦٧ Bennett	بالحامول
١٩٦٧ Bos	بالتطعيم
١٩٧٢ Whitcomb	بال Auchenorrhynchous Homoptera
١٩٧٢ Shepherd	بالبذور وحبوب اللقاح
١٩٧٢ Watson	بالمن
١٩٨٦ Brunt	بالذبابة البيضاء
١٩٨٧ Duffus	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 . .