٥ – يمكن إجراء الاختبار بسرعة على نباتات يبلغ عمرها ثلاثة أسابيع مع الحصول على نتائج مؤكدة ، بينما يلزم مرور من ٦ – ١٠ أسابيع ليمكن إجراء الاختبار بالطريقة العادية ، مع احتمال فقدان بعض النباتات بسبب الإصابة بالذبول الطرى ، وإفلات البعض الآخر من الإصابة بالنيماتودا .

٦ – يمكن لشخص واحد تقييم نحو ١٤٠ نباتا يوميا .

٧ – يمكن التعاون بين موقعين بحثيين بإجراء اختبار المقاومة بهذه الطريقة فى أحدهما ، و تقييم النباتات المنتخبة للصفات البستانية فى الموقع الآخر .

هذا .. ويعطى Medina Filho & Stevens (١٩٨٠) التفاصيل العملية لتقييم المقاومة للنيماتودا بهذه الطريقة باستعمال الـ Starch Gel Electrophoresis .

طرق انتقال الفيروسات النباتية Transmission of Plant Viruses

تتنوع كثيرا الطرق التى تنتقل بها الفيروسات النباتية ، ولكن كل فيرس منها يتميز بأن له طريقة أو طرقا معينة ينتقل بها لايمكنه الانتقال بغيرها . وتفيد دراسة تلك الطرق فيمايلى :

١ – التعرف على أفضل الطرق لمكافحة الفيرس ، وهى التى تعتمد على منع انتقال الإصابة أصلا .

٢ – تمكين الباحثين من إجراء كافة الدراسات التى تعتمد على العدوى الصناعية بالفيرس ؛ بما فى ذلك دراسات التربية لمقاومة الفيرس .

٣ – تعد وسيلة – أو وسائل – انتقال الفيرس من الخصائص المميزة التى تفيد فى تحديد هوية الفيرس .

ونقدم – فيما يلى – شرحا للطرق التى تنتقل بها الفيروسات النباتية .

الانتقال الميكانيكى Mechanical Transmission بالعصير الخلوى

إن الانتقال بالعصير الخلوى (SapTransmission) يجرى بإضافة المستخلص النباتى المحتوى على الفيرس (اللقاح Inoculum) على سطح أوراق نباتات سليمة . ولأجل نفاذ

جزيئات الفيرس إلى داخل النسيج الورقى للنبات السليم .. يلزم تجريح سطح الورقة (طبقتا الأديم ، والبشرة) صناعيا . وعند ما يكون النبات المحقون بهذه الطريقة قابلا للإصابة .. فإنه قد يستجيب للعدوى بأى مما يلى :

١ – ظهور بقع موضعية (محلية) Local Lesions على الأوراق المعدية بالفيرس .

٢ – ظهور أعراض جهازية Systemic Symptoms كالتبرقش ، والموزايك ، وتشوهات الأوراق ، والبقع الموضعية المنتشرة فى كل أجزاء النبات .

٣ – عدم ظهور أية أعراض :

يلاحظ – فى هذه الحالة – أن الفيرس يتكاثر داخل النبات ، برغم عدم ظهور أية أعراض عليه ، ويرجع ذلك إما إلى أن العائل يتحمل الإصابة Tolerant بالفيرس ، وإما لتأثير العوامل البيئية التى قد تخفى أعراض الإصابة .

وبالمقارنة بالحالات السابقة التى يكون فيها العائل قابلا للإصابة .. فإن العدوى الميكانيكية لا يترتب عليها ظهور أية أعراض مرضية فى حالتين أخريين ؛ هما :

١ – حالة المقاومة Resistance :

وفيها ينجح الفيرس فى دخول النبات ولكن لايمكنه التكاثر فيه ، ولاينتقل إلى أجزاء أخرى منه .

٢ – حالة المناعة Immunity :

وفيها لايتمكن الفيرس من مجرد دخول النبات .

وتجدر الإشارة إلى أن الفيروسات لا تنتقل جميعها ميكانيكيا ، برغم شيوع تلك الوسيلة للانتقال بين الفيروسات النباتية ، فلا تنتقل – عادة ميكانيكيا – الفيروسات التى تنتقل بواسطة نطاطات الأوراق ، والذباب الأبيض ، وكذلك الفيروسات الباقية (المثابرة) Persistent وشبه الباقية (شبه المثابرة) Semipersistent التى تنتقل بواسطة المن .

ونتناول – فيما يلى – موضوع الانتقال الميكانيكى من الأوجه التالية :

أولاً:اختيار العوائل الدالة على الفيرس

تعطى العوائل الدالة على الفيرس Indicator Hosts أعراضا مميزة عند عدواها به . ويمكن – عند استخدام مجموعة منها – التمييز بين الفيروسات على أساس اختلاف تلك العوائل فى مقاومتها (مناعتها) وقابليتها للإصابة بمختلف الفيروسات . وأكثر النباتات الدالة استخداما هى :

Chenopodium amaranticolor (يصاب بأكثر من ٤٠ فيرسا)

Chenopodium quinoa

Cucumis sativus

Datura stramonium

Gomphrena globosa

Nicotiana benthamiana

Nicotiana glutinosa

Nicotiana tabacum " Xanthi "

Nicotiana tabacum " Samsun "

Phascolus vulgaris " Pinto "

Vicia faba

Vigna ungiculata

ويمكن الحصول على بذور الأنواع غير المتوفرة لدى الباحث من تلك العوائل الدالة من :

Plant Introduction

Germplasm Resources Laboratory

Agricultural Research Center

Beltsville, MD. 20705

U.S.A.

ويتعين عند إكثار بذور هذه الأنواع النباتية أن يجرى ذلك فى صوبة سلكية منيعة ضد الحشرات .

ومن المعروف أن خفض شدة الإضاءة يزيد من قابلية بعض النباتات للإصابة ببعض الفيروسات . ولذا يوصى بإبقاء نباتات العوائل الدالة فى الظلام لعدة ساعات ، أو ليوم أو يومين ، لأن ذلك قد يزيد من قابليتها للإصابة .

والتخلص من الطفيليات والفيروسات التى تعيش فى التربة .. يتعين تعقيم التربة – التى تزرع فيها النباتات – بالبخار على ١٠٠°م لمدة نصف ساعة .

كما يتعين عن إجراء الاختبار أن تكون الزراعة فى صوبة خالية من الحشرات ، أو فى صوبة سلكية منيعة ضد الحشرات ، وأن تعزل النباتات السليمة بمفردها فى حجرة منفصلة، لكى لايصل إليها الفيرس من النباتات المصابة ، وأن ترش جميع النباتات فى الصوبة دوريا بالمبيدات الحشرية المناسبة لمنع تكاثر الحشرات .

ثانيا : تحضير اللقاح Preparation of Inoculum

إن اللقاح هو العصير الخلوى الذى يستخلص من النباتات المصابة . ويتعين – عند اختيار الأوراق المصابة التى يستخلص منها الفيرس – أن تؤخذ الأمور التالية فى الحسبان:

١ – ليس من الضرورى أن يكون محتوى الأوراق من الفيرس مرتبطا – دائما – بشدة الأعراض التى تظهر عليها .

٢ – توجد التركيزات العالية من الفيرس – غالبا – فى الأنسجة الحديثة .

٣ – لايمكن انتقال بعض الفيروسات إلا فى أوقات معينة من السنة .

ولاستخلاص العصير الخلوى .. تسحق الأوراق المصابة فى هاون صينى مع محلول منظم مناسب بنسبة جزء من الأوراق : ٢ – ٥ أجزاء من المنظم . وأكثر المحاليل المنظمة استخداما منظم الفوسفات بتركيز ٠,١ مولار و pH = ٧,٠ .

ويحضر منظم الفوسفات بتحضير محلولين كما يلى :

محلول (أ) : ١,٣٦ جم KH_2PO_4 فى ١٠٠٠ مل ماء .

محلول (ب) : ١٫٧٨ جم $Na_2 HPO_4 . 2H_2O$ فى ١٠٠٠ مل ماء .

يخلط ٥١٫٠ مل من محلول (ب) مع ٤٩٫٠ مل من محلول (أ) لنحصل على ١٠٠ مل من منظم الفوسفات بتركيز ٠٫١ مولار ، و pH = ٧٫٠ .

وتفيد كثيرا إضافة مادة محدثة للجروح Abrasive إما إلى سطح الأوراق قبل عدواها بالفيرس ، وإما إلى اللقاح ذاته ، لإحداث الجروح التى يدخل من خلالها الفيرس إلى النبات.

وبعد الكربورندم Carborandum أكثر المواد استخداما فى هذا الشأن ، وهو عبارة عن مسحوق كربيدالسيليكون Silicon Carbide (٤٠٠ - ٦٠٠مش Mesh .. أى تنفذ جيباته من غرابيل دقيقة تحتوى على ٤٠٠ - ٦٠٠ ثقب بكل بوصة طولية) مع السيليت Celite . ويستخدم الكاربورندم - فى حالة إضافته إلى اللقاح - بنسبة ٠٫٥ - ١٫٠ ٪ (حجم / مل) .

وتحتوى عديد من النباتات على مركبات يؤدى وجودها فى العصير الخلوى المستخلص من النباتات المصابة إلى تثبيط نشاط الفيروسات ، أو تقليل فاعليتها فى إحداث الإصابة ، أو الحد من كفاءة انتقالها . ويمكن تجنب تأثير هذه المركبات باستعمال ما يعرف بالإضافات المثبتة Stabilizing Additives ؛ وهى مواد تعمل - عند إضافتها إلى اللقاح - على تثبيت فاعلية الفيروسات حتى مع وجود المركبات المثبتة لها فى العصير الخلوى . ومن المركبات المستخدمة فى هذا المجال ما يلى :

المركب	التركيز
Ethylenediamine tetraacetic acid trisodium salt (EDTA)	٠٫٠٠٥ - ٠٫١ مولاراً
Thioglycollic acid (TGA)	٠٫٠١ - ٠٫١ مولاراً
2- mercaptoethanol (MCE)	٠٫٠١٥ - ٠٫١٥ مولاراً
Sodium diethyldithiocarbamate (DIECA)	٠٫٠١ - ٠٫١ مولاراً
Ascorbic acid (Vitamin C)	٠٫٠٢ - ٠٫١٧ مولاراً
Sodium sulfite ($Na_2 SO_3$)	٠٫٠٢ - ٠٫٠٥ مولاراً
Bovine serum albumine	٠٫١ ٪

تضاف أى من المركبات السابقة فى حدود مجال التركيز الموضح قرين كل منها . ويتوقف اختيار المركب والتركيز على كل من الفيرس والعائل المستخلص منه .

ثالثاً : طريقة التلقيح (العدوى) الميكانيكية

تجرى الطريقة الروتينية للعدوى الميكانيكية بالفيرس كما يلى : يسحق نحو ٣ جم من الأوراق المصابة بالفيرس مع ١٠ – ٢٠ مل من محلول منظم الفوسفات (pH = ٧٫٠) فى هاون صينى معقم .يضاف EDTA ، أو DIECA كمادة مثبتة . يحك المعلق بلطف على سطح الأوراق السليمة للعوائل الدالة بعد نثر قليل من الكربورندم على سطحها ، ويلى ذلك غسيل الأوراق المعدية بالماء .

ويجب أن تؤخذ الأمور التالية فى الحسبان عند إجراء العدوى الميكانيكية :

١ – يعدى نباتان – على الأقل – من كل من العوائل الدالة ، مع الاحتفاظ بنبات آخر سليم من كل منها لمقارنة النمو الطبيعى بما قد يظهر من أعراض على النباتات المعدية .

٢ – قد يساعد إبقاء نباتات العوائل الدالة فى الظلام (لعدة ساعات ، أو ليوم أو يومين قبل عدواها بالفيرس) على زيادة قابليتها للإصابة .

٣ – تكون النباتات الصغيرة – بوجهٍ عام – أكثر قابلية للإصابة بالفيروسات من النباتات الكبيرة العمر .

٤ – تكون النباتات – بوجهٍ عام – أكثر قابلية للإصابة بعد الظهر .

٥ – تجرى العدوى على السطح العلوى للأوراق ، وتختلف الورقة المناسبة باختلاف العائل ، فهى الأوراق الأولية فى البسلة والفاصوليا ، والفلقات فى الخيار ، و الأوراق الرابعة إلى الثامنة فى الـ Chenopodium ، وأية ورقة على النبات فى مرحلتى نمو الورقتين الحقيقيتين الثالثة والرابعة فى التبغ ، و عند تكوين زوج الأوراق الأول والثانى فى الداتورة.

٦ – يجب أن تكون الزجاجيات المستخدمة فى عملية العدوى معقمة ، ويجرى التعقيم فى الأتوكليف على درجة ١٢٠°م لمدة ٣٠ دقيقة ، أو بوضع الزجاجيات فى ماء يغلى لمدة ثلاث ساعات .

٧ – إما أن ينثر الكربورندم على سطح الأوراق قبل عدواها بالفيرس ، وإما أن يضاف إلى اللقاح ذاته .

٨ – تجرى عملية العدوى بحك اللقاح على سطح الورقة برفق ، مع استعمال قطعة من القطن ، أو قطعة ذات عدة طبقات من الشاش ، أو قضيب زجاجى ذى نهاية مبطّطة .

٩ – يجب غسيل الأوراق بالماء بعد العدوى مباشرة ، إذ يعتقد أن ذلك يساعد على التخلص من السموم الطبيعية التى قد توجد فى اللقاح وتعيق الإصابة الفيروسية ، كما يفيد فى تقليل الأضرار التى قد تحدثها المركبات الكيميائية التى تضاف إلى اللقاح ، و تساعد على وضوح أعراض الإصابة فيما بعد .

١٠ – يؤدى وضع النباتات فى الظلام لعدة ساعات – بعد عدواها بالفيرس – إلى جعلها أكثر قابلية للإصابة ، وأسرع فى ظهور الأعراض عليها .

١١ – يجب تجفيف الأوراق سريعا بعد غسيلها ، ويجرى ذلك إما باستعمال تيار هوائى من رشاشة يدوية صغيرة atomizer ، وإما باستعمال ورق نشاف .

رابعاً : ظهور وتسجيل أعراض الإصابة

يجب ملاحظة النباتات يوميا لعدة أسابيع ، وتمتد الفترة لعدة شهور فى حالة النباتات الخشبية ، مع مقارنة الأعراض المشاهدة بمظهر النباتات السليمة النامية تحت نفس الظروف . تظهر على كثير من النباتات بقع موضعية ، إلا أن أعراضا أخرى قد تظهر كذلك. ويجب التمييز بين الأعراض المحلية التى تظهر على الأوراق التى تمت عداوها بالفيرس ، والأعراض الجهازية التى تظهر على أجزاء النبات الأخرى .

ونذكر – فيما يلى – أكثر الأعراض ظهورا ، و الرموز التى تستخدم فى الإشارة إليها .

الأعراض	الرمز
بقع موضعية (أو محلية) Local lesions	LL
بقع موضعية متحللة necrotic local lesions	nLL
بقع موضعية مصفرة chlorotic local lesions	cLL
شفافية العروق vein clearing	Vc
موزايك mosaic	M
تبرقش mottle	Mo
تحلل جهازى systemic necrosis	N
تشوه malformation	Mal
بقع حلقية ringspot	RS

خامساً : اختبار النقط الموضعية

يستخدم اختبار النقط الموضعية Local Lesion Assay فى قياس تركيز الفيروسات النباتية كميا . ويبنى هذا الاختبار على أساس أن بعض العوائل تستجيب للعدوى ببعض الفيروسات بتكوين بقع محلية متحللة منفردة . وقد يستمر الوضع المحلى المنفرد لهذه البقع، أو تتجمع وتلتحم معا ، أو تصبح الإصابة جهازية ، ويتوقف ذلك على الفيرس والعائل . وعند استخدام المجال المناسب من تركيز الفيرس ، فإن اختبار النقط الموضعية يعطى دليلا قويا على تركيزه فى المصدر الأصلى (اللقاح أو العصير الخلوى للنبات المصاب)

ومن أهم العوامل التى يتعين أخذها فى الحسبان عند إجراء هذا الاختبار ما يلى :

١ – أن تكون جميع النباتات المستخدمة فى الاختبار بعمر واحد ، وحجم واحد ، ولون واحد ، وحصلت على معاملات سمادية واحدة .

٢ – تقليل عدد أوراق النبات – بالتقليم – إلى أربع أوراق أو خمس فقط ، مع إزالة القمة النامية فى حالة استعمال N. glutinosa .

٣ – قد يكون من المفضل إجراء المقارنات بين أنصاف الأوراق المتقابلة ، لأن النتائج تكون أكثر دقة ، لأن الاختبار يلزمه – فى هذه الحالة – عدد أقل من النباتات . والأفضل من

ذلك اختيار أحد تحضيرات الفيرس ليكون قياسياً واستعماله فى عدوى أنصاف الأوراق ، بينما تعدى الأنصاف المقابلة لها بالتحضيرات الأخرى ، وبذا .. يمكن مقارنة كل تحضير بالتحضير القياسى ، ومقارنة مختلف التحضيرات ببعضها البعض بطريقة غير مباشرة من خلال نتائج التحضير القياسى .

٤ – يمكن استعمال تصميم المربع اللاتينى دونما حاجة إلى تكراراستعمال التحضير القياسى .. فإذا كان لدينا خمسة تحضيرات للفيرس ، فإنها تستخدم فى عدوى خمس أوراق بكل من خمسة نباتات (خمس مكررات) ، بحيث يختلف ترتيب الأوراق المستخدمة فى العدوى بكل من التحضيرات الخمسة حسب شروط المربع اللاتينى .

٥ – يحسن فى حالة استعمال أنصاف الأوراق أن يعدى بالتحضير الواحد النصف الأيسر لإحدى الأوراق ، و النصف الأيمن لورقة أخرى ؛ لمعادلة حالة عدم التوازن التى قد تنشأ نتيجة لعدم تداول النصفين بنفس الكيفية .

٦ – يلزم الحرص الشديد عند استعمال الكربورندم حتى لاتُضارّ الأوراق .

٧ – التزام الحرص عند حك الأوراق ، مع مراعاة تجانس عملية الحك .

٨ – غسل الأوراق أو أنصاف الأوراق بالماء بعد الحقن مباشرة ، على ألا تزيد فترة الغسيل على ٢ – ٣ ثوان .

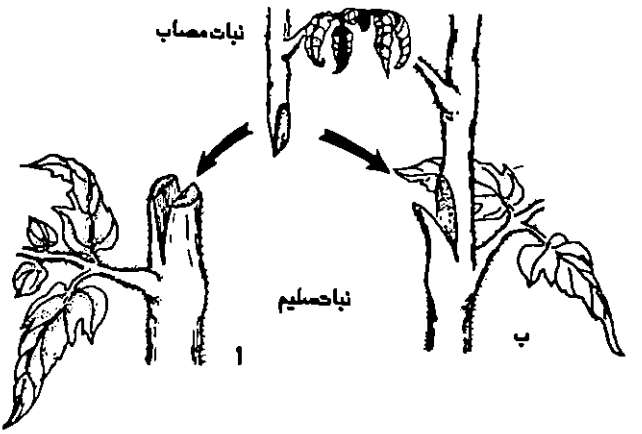
٩ – اختيار العائل المناسب للاختبار بعناية ، فمثلا تستخدم الفاصوليا ، و N. gluti-nosa مع فيرس موزايك الدخان ، و Gomphrena globosa مع فيرس × البطاطس (Smith ١٩٧٧)

الانتقال بالتطعيم Transmission by Grafting

تنتقل كل الفيروسات بواسطة التطعيم . وتجرى عملية التطعيم باستخدام شفرة حلاقة حادة (للأنسجة الحديثة) ، أو مشرط حاد (للأنسجة الخشبية) ، و شريط بلاستيكى بعرض حوالى سنتيمترين . ويجب تطهير الشفرة أو المشرط باللهب قبل استعمالها .

ونذكر – فيما يلى – أهم طرق التطعيم المستخدمة فى الدراسات الفيروسية .

١ – التطعيم بالشق Cleft Grafts .. ويوجد منه نوعان (شكل ٤ – ٣) .



شكل (٤ -٣) : التطعيم بالشق : (أ) القمى ، (ب) الجانبى .

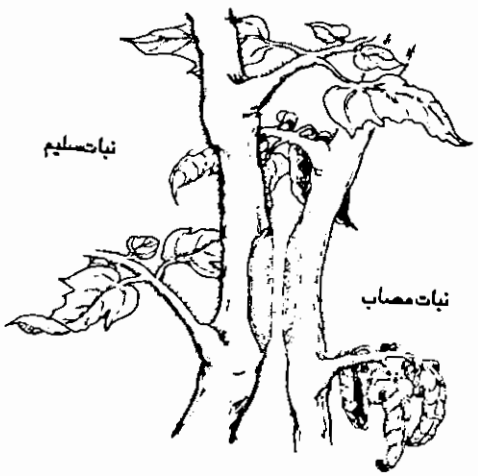
أ – التطعيم بالشق القمى Top Cleft Grafting . يعرف كذلك باسم Clelt Graft-ing. وهذه الطريقة شائعة الاستعمال مع كل من النباتات العشبية والخشبية ، وهى تجرى بقطع قمة النبات المصاب ، ثم عمل شق يمر بمركز الساق لعمق ٢ – ٣ سم . ويلى ذلك قطع قاعدة الطعم (الذى يؤخذ من نبات سليم) على شكل وتد بطول يتناسب مع عمق الشق ، وتثبيته بإحكام فى الشق ، ثم لف منطقة الاتصال بالشريط البلاستيكى . تلاحظ أعراض الإصابة بعد ذلك فى النموات الجديدة التى تظهر على الطعم ، ويفيد قطع قمة النمو فى الطعم – بعد نجاح التطعيم –فى تكوين نموات جانبية جديدة تكون أعراض الإصابة عليها أكثر وضوحا .

ب – التطعيم بالشق الجانبى Side Cleft Grafting .. ويجرى بعمل شق جانبى مائل فى ساق النبات المصاب (الأصل) تثبت فيه بإحكام قطعة من ساق النبات السليم (الطعم) تكون قد جهزت قاعدتها على شكل وتد ، ثم تلف منطقة الاتصال بشريط بلاستيكى .

٢ – التطعيم باللصق Approach Graft :

يجرى التطعيم باللصق بقطع جزأين طوايين متقابلين ومتساويين من ساقى النباتين

المصاب والسليم ، مع مراعاة تساوى الساقين فى السمك ، ووصول القطع فى كل منهما إلى الكامبيوم . يلى ذلك ضم الساقين معا عند منطقة القطع ، و لف منطقة الاتصال بشريط بلاستيكى (شكل ٤ -٤) . ولتشجيع تكوين نموات جانبية حديثة على النبات السليم (حيث يكون ظهور الأعراض عليها أكثر وضوحا) .. تقطع قمته النامية .



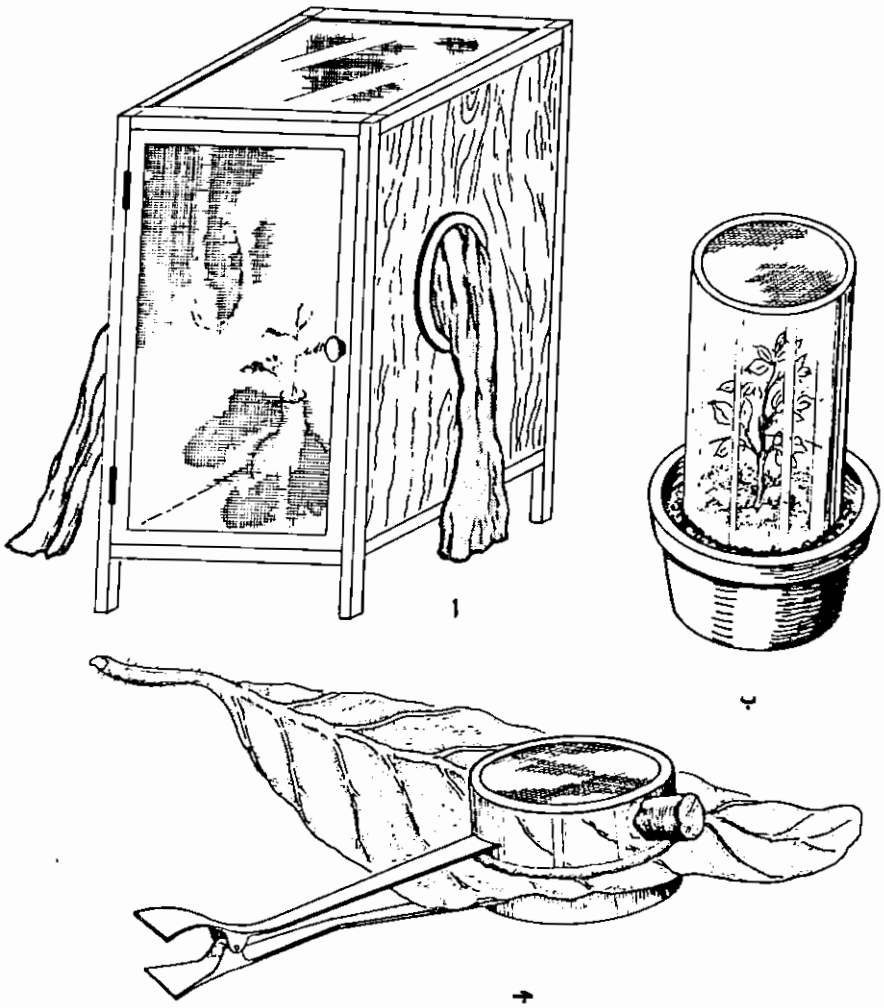
شكل (٤ - ٤) : التطعيم باللصق .

الانتقال بواسطة الحامول Dodder Transmission

ينتمى الحامول إلى الجنس Cuscuta ، وهو من النباتات المتطفلة التى تعتمد فى غذائها على غيرها من النباتات ، حيث تلتصق بها ، ثم ترسل بداخلها ممصات Haustor-ia جذرية الشكل . وتوجد عدة أنواع من الجنس Cuscuta تعرف بقدرتها على نقل الفيروسات من النباتات المصابة إلى السليمة ، وأكثرها شيوعا كل من C. campestris، و C. subinclusa .

ولإجراء اختبار نقل فيرس ما .. تنمى نباتات حامول من البذرة لضمان خلوها من الفيرس ، ثم يوضع الحامول مجاورا وملامسا للنبات المصاب بالفيرس ، حيث يلف الحامول ساقه حول ساق وأوراق النبات المصاب بالفيرس ، ويرسل بداخله الممصات التى يعتمد

إصيص ينمو فيه النبات المستخدم فى الدراسة . ويمكن أن توضع داخل الأسطوانة أوراق طازجة تغمر قواعد أعناقها فى أنابيب بها ماء (شكل ٤ – ٥ ب) .



شكل (٤–٥) : أشكال الحجيرات Cages المستخدمة فى اختبارات الانتقال الحشرى للفيروسات : (أ) حجيرات خشبية ، و (ب) حجيرات بلاستيكية اسطوانية ، و (جـ) حجيرات الأوراق .

(٣) حجيرات الأوراق الأسطوانية البلاستيكية Plastic Cylinder Leaf Cage .

يستخدم هذا النوع من الحجيرات لاختبارات الانتقال الحشرى التى يستعمل فيها عدد محدود من الحشرات . يصنع الـ cage من جزأين من أنابيب بلاستيكية يبلغ قطرها حوالى ٣ سم ، وطولها ٥ ر١ سم . وتغطى الأنبوبة من أحد جانبيها بقماش من النيلون ، وتنتقل الحشرات إلى داخلها من خلال فتحة صغيرة تعمل فى جانب الأنبوبة وتُغْلَق بسدادة فلينية . يثبت جانبى الحجيرة (الأنبوبتان) حول الأوراق باستعمال مشبك شعر عادى ، مع تثبيت نهايتى المشبك الحرتين فى جزأى الأنبوبة بتسخينهما ، ثم دفعهما فى الجدار البلاستيكى (شكل ٤ – ٥ جـ).

(٤) أوعية بلاستيكية أو زجاجية Plastic or Glass Containers :

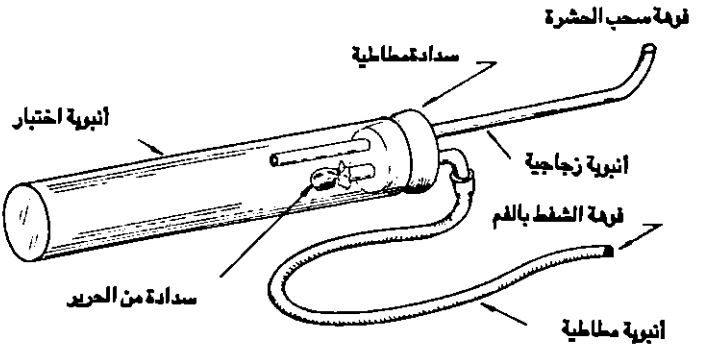
تستخدم هذه الأوعية لنقل الحشرات التى تجمع من الحقل ، ويشترط فيها أن يكون غطاؤها شبكيا ، وأن تكون واسعة بالقدر الذى يسمح بالتهوية .

ب – فرشاة رسم .. وتستخدم خاصة لتداول المن ، ويلزم بلّ طرفها لكى تلتصق بها الحشرة .

جـ – جهاز شفط Aspirator :

يستخدم جهاز الشفط مع الحشرات النشطة الحركة ؛ مثل نطاطات الأوراق ، والذباب الأبيض ، وهو يتكون من أنبوبة اختبار صغيرة مغلقة بسدادة مطاطية ذات فتحتين وتمر من إحداها أنبوبة زجاجية صغيرة مستقيمة يتصل طرفها الخارجى بأنبوبة مطاطية تستعمل للشفط ، بينما يغطى طرفها الداخلى بسدادة من الحرير أو النيلون تسمح بسحب الهواء بحرية ، ولكنها تمنع مرور الحشرات . أما الفتحة الأخرى للسدادة المطاطية فيمر من خلالها أنبوبة زجاجية أطول قليلا ، طرفها الخارجى ملتو قليلا ليسمح بالتقاط الحشرات – عند الشفط – بكفاءة أكبر(شكل ٤ – ٦) .

د – تستخدم شعرات مفردة – تربط فى أعواد خشبية صغيرة (مثل المستخدمة فى تنظيف الأسنان) – فى التقاط الحشرات الصغيرة كالمن والتربس .



شكل (٤-٦) : جهاز سحب الحشرات بالشفط أو بالتفريغ Aspirator .

٢ - جمع الحشرات من الحقل :

يمكن جمع الحشرات من الحقل بعدة طرق كما يلى :

أ - باستخدام شبكة لجمع الحشرات تمرر فوق النموات الخضرية .

ب - بالطرق على النباتات وجمع الحشرات التى تسقط منها على مفرش يوضع أسفل النباتات .

جـ - جمع حشرات مفردة باستخدام فرشاة رسم .

د - جمع عينات نباتية توجد بها الحشرات .

هـ - اصطياد الحشرات .. وتوجد أنواع مختلفة من المصائد كما يلى :

(١) المصائد اللونية ... فيمكن صيد المن والذباب الأبيض في وعاء أصفر اللون مملوء بالماء .

(٢) المصائد الضوئية .. حيث تنجذب معظم الحشرات للأشعة الزرقاء وفوق البنفسجية .

(٣) مصائد الشفط .. حيث تشفط الحشرات بتيار من الهواء .

(٤) المصائد اللاصقة .. حيث تجذب الحشرات إلى أسطح ملونة مغطاة بمادة لاصقة .

٣ - المحافظة على الحشرات و إدامتها :

إن الظروف التى تناسب نمو عائل الحشرة تكون – غالباً مناسبة لنمو وتكاثر الحشرة ذاتها . ولذا .. تستخدم عوائل الحشرة لهذا الغرض ، وقد تستخدم أوراق النباتات فى تغذية الحشرات .

٤ – المحافظة على مزارع حشرات خالية من الفيروسات :

يلزم أولا معرفة ما إذا كانت الحشرات المجموعة من الحقل حاملة للفيرس ، أم غير حاملة له ، ويتم ذلك بوضعها على عوائل دالة (قابلة للإصابة بالفيرس) . وبعد التأكد من خلو الحشرات من الفيرس فإنها تربى على عوائل غير قابلة للإصابة بهذا الفيرس . أما إذا وجد أن الحشرات المجموعة من الحقل حاملة للفيرس .. فإنه يلزم الانتظار حتى تضع هذه الحشرات بيضها على عوائل غير قابلة للإصابة بالفيرس ، علما بأن ذلك لايفيد فى حالات الفيروسات التى تنتقل خلال بيض الحشرات إلى نسلها ، حيث يلزم – فى هذه الحالة – الحصول على حشرات خالية من الفيرس من البداية ، أو تربيتها لأجيال قليلة على عوائل لاتصاب بالفيرس .

٥ – عدوى (حقن) النباتات بالفيرس بواسطة الحشرات :

تنقل أولا حشرات خالية من الفيرس للتغذية على نبات مصاب به ، وتترك عليه لحين اكتسابها الفيرس ، وهى العملية التى تعرف باسم تغذية الاكتساب Acquisition feeding وتتراوح الفترة اللازمة لذلك – حسب الفيرس – من ثوان قليلة إلى ساعات قليلة . ويلى ذلك مباشرة نقل الحشرات التى اكتسبت الفيرس للتغذية على النبات السليم الذى يراد نقل الفيرس إليه ، وهى العملية التى تعرف باسم تغذية الانتقال Transmission Feeding ، و تغذية الحقن Inoculation Feeding . وبينما نجد أن بعض الحشرات يمكنها نقل الفيرس إلى النبات السليم فى الحال (أى بعد اكتسابها الفيرس مباشرة) ، نجد أن بعضها الآخر لا يمكنها نقل الفيرس إلا بعد فترة كمون Latent Period ، تتراوح من ساعات قليلة إلى عدة أسابيع . ويمكن تحديد هذه الفترة بنقل الحشرات الحاملة للفيرس للتغذية على النباتات السليمة على فترات منتظمة بعد اكتسابها للفيرس .

وبينما لايمكن لبعض الحشرات – كالمن الذى يحمل الفيرس على القليم Stylet – أن تحتفظ بقدرتها على نقل الفيرس لأكثر من نصف ساعة .. فإن حشرات أخرى – كمعظم نطاطات الأوراق وبعض أنواع المن التى تحمل الفيرس فى جهازها الهضمى – تحتفظ بقدرتها على نقل الفيرس طوال حياتها.

كذلك يمكن لأنواع المن التى تحمل الفيرس فى جهازها الدورى haemolymph أن تنقل الفيرس طوال حياتها حتى بعد انسلاخها .

وبعد فترة التغذية اللازمة لنقل الفيرس .. يتم – عادة – التخلص من الحشرات بالرش بالمبيدات ، أو بالتبخير ، ثم تلاحظ النباتات المحقونة – لمدة ١ – ٣ أشهر – لحين ظهور الأعراض عليها.

٦ – نباتات وحشرات المقارنة :

للتأكد من أن مجرد تغذية الحشرات على النباتات لاتحدث أعراضا شبيهة بأعراض الإصابة الفيروسية .. يتم نقل حشرات خالية من الفيرس للتغذية على نباتات سليمة ، ثم تلاحظ الأضرار التى تحدثها التغذية . ويجب التأكد من أن الحشرات التى تنقل من الحقل تكون خالية من الفيرس . كذلك يجب الاحتفاظ بنباتات غير معدية بالفيرس فى نفس الصوبة لملاحظة الانتشار غير المتحكم فيه للفيرس ، وللتأكد من أن النباتات المختبرة لم تكن حاملة للفيرس قبل عدواها به .

ثانياً : الانتقال بواسطة المن Aphid Transmission

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

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

وتعد الأنواع المختلفة من المن مسئولة عن نقل أكثر من ١٦٠ فيروسا نباتيا ، يحدث معظمها أعراض الموزايك ، إلا أن بعضها يحدث أعراض الاصفرار أيضا .

وجدير بالذكر أن الفيروسات التى ينقلها المن نادرا ما تنقل خلال بيض الحشرة (transovarially) ، ولذا .. فإن حشرات المن الحديثة الفقس تكون – دائما تقريبا خالية من الفيرس .

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

وبينما تقع معظم الفيروسات التى ينقلها المن فى المجموعة الأولى ، نجد أن بعضها لايدخل ضمن أى 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 تتراوح من ثوان قليلة إلى دقائق معدودة ، وتؤدى إطالة فترة الاكتساب إلى أيام قليلة إلى إضعاف فاعلية الحشرة فى نقل الفيرس إلى النباتات السليمة بعد ذلك . ولاتوجد فى هذه المجموعة الفيروسية فترة كمون ؛ حيث يمكن للحشرة نقل الفيرس إلى النبات السليم بمجرد تغذيتها عليه ، ويتم ذلك خلال فترة تغذية تتراوح من ثوان قليلة إلى دقائق قليلة . وجدير بالذكر أن تصويم الحشرات عن التغذية قبل تغذية الاكتساب يجعلها أكثر قدرة على نقل الفيرس للنباتات السليمة .

وتتميز الفيروسات غير المثابرة بأنها تنقل كذلك بواسطة العصير الخلوى ، وبأن لها مدى واسعا من العوائل ، ومن أمثلة هذه الفيروسات ما يلى :

فيـــرس موزايك الفاصوليا العادى Bean common mosaic virus .
فيـــرس موزايك الفاصوليا الأصفر Bean yellow mosaic virus .
فيرس موزايك اللوبيا الذى ينتقل بالمن Cowpea aphid borne mosaic virus .
فيـــرس مـــوزايـــك الخـــيـــار Cucumber mosaic virus .
فيـــرس مـــوزايـــك الخـــس Lettuce mosaic virus .
فيـــرس تـقـزم البصـل الأصـفر Onion yellow dwarf virus .
فيـــرس تبـقـع البابـاظ الحلـقى Papaya ringspot virus .
فيـــرس تبرقش الفول السـودانى Peanut mottle virus .
فيـــرس تـبـرقـــش الـفـلـفـــل Pepper mottle virus .
فيـــرس Y البـطـاطـــــس Potato virus Y .
فيـــرس مـــوزايـك فـــول الصـويا Soybean mosaic virus .
فيـــرس مـــوزايـك الـقـــصـب Sugarcane mosaic virus .
فيـــرس تـبـرقـش الـلـفـــت Tobacco etch virus .
فيـــرس تـبـرقـش البطيـــخ Turnip mosaic virus.
Watermelon mosaicvirus .

٢- الفيروسات شبه المثابره 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 من عدة دقائق إلى ساعة واحدة أو ساعتين ، غير أن قدرة الحشرة على نقل الفيرس تتحسن بزيادة فترة تغذية الإكتساب .

وكما فى الفيروسات غير المثابرة .. فإن هذه الفيروسات لاتمر - هى الأخرى - بفترة كمون فى الحشرات الناقلة لها ، حيث يمكنها نقل الفيرس للنباتات السليمة بمجرد اكتسابها له . وعلى خلاف الفيروسات غير المثابرة .. فإن الفترة التى تلزم الحشرة لنقل الفيرس Inoculation Feeding فى هذه المجموعة تكون أطول ؛ حيث تتراوح من عدة دقائق إلى عدة ساعات ، كما أن الحشرات تحتفظ بالفيرس لفترة أطول ؛ حيث تتراوح من ١٢ - ٢٤ ساعة ، وتصل - أحيانا - إلى عدة أيام . ولاتنتقل هذه الفيروسات عن طريق العصير الخلوى (ميكانيكا) 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 .

٢ – 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 من ٣٠ دقيقة إلى عدة ساعات ، وتلزم لها فترة كمون قبل أن تصبح الحشرة – التى اكتسبت الفيرس – قادرة على نقله إلى نبات سليم .

وتتوقف كفاءة الحشرة على 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 لاتنتقل عن طريق العصير الخلوى (ميكانيكا) ، ولكن توجد شواذ لهذه القاعدة مثل فيرس Pea Enation Mosaic .

ومن أمثلة الفيروسات المثابرة مايلى :

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 لاتكتسب بسهولة بين هاتين المرحلتين ، ومن أمثلة هذه الفيروسات مايلى :

فيرس ذبول الفول الرومى Broadbean Wilt Virus .

فيرس موزايك القنبيط Cauliflower Mosaic Virus .

فيرس موزايك الدالیا 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 .

ثالثاً : الانتقال بواسطة الذبابة البيضاء Whitefly Transmission

من أهم أعراض الإصابة بالفيروسات التى تنقلها الذبابة البيضاء : الاصفرار ، وتجعد الأوراق ، و بعض الموزايك ، وتوجد هذه الفيروسات – غالبا – فى المناطق الاستوائية وتحت الاستوائية .

تتميز هذه الفيروسات بأنها مثابرة غالبا ، 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 من ٢٤ – ٤٨ ساعة ، ويمر الفيرس بفترة كمون فى جسم الحشرة

تتراوح من ٤ – ٢٠ ساعة ، وبعدها تصبح الحشرة قادرة على نقل الفيرس ، وتحتفظ بتلك الخاصية لفترة تتراوح من أيام قليلة إلى ٣٥ 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 لاتوجد 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 ، ولذا .. فإنها يمكن أن تساعد على نشر الفيرس لمسافات بعيدة .

وبصورة عامة .. فإن الفيروسات التى تنقلها الذبابة البيضاء لاتنتقل ميكانيا ، ولكن لهذه القاعدة شواذ ؛ مثل : فيرس موزايك الفاصوليا الذهبىBean 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) ما يأتى :

فيرس تغضن الفاصوليا Bean Crumpling Virus .

فيرس موزايك الفاصوليا الذهبى Bean Golden Mosaic Virus .

فيرس موزيك اليقطين Bottle Gourd Mosaic Virus .

فيرس موزيك الكاسافا Cassava 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 موزيك فاصوليا المنج الأصفر Mungbean Yellow Mosaic Virus .

فيرس بى البطاطا Sweet Potato Virus B .

فيرس تبرقش البطاطا المعتدل Sweet Potato Mild Mottle Virus .

فيرس تقزم البطاطا Sweet Potato Stunt Virus .

فيرس شفافية عروق البطاطا Sweet PotatoVein Clearing Virus .

فيرس تجعد أوراق التبغ Tobacco Leafcurl Virus .

فيرس موزايك الطماطم الذهبى Tomato Golden Mosaic Virus .

فيرس تجعد أوراق الطماطم الأصفر Tomato Yellow Leafcurl Virus .

فيرس موزايك الطماطم الأصفر Tomat Yellow Mosaic Virus .

فيرس تقزم الطماطم الأصفر Tomato Yellow Dwavf Virus .

رابعاً : الانتقال بواسطة نطاطات الأوراق Leafhoppers ونطاطات النباتات Planthoppers!

تنتقل بعض الفيروسات النباتية بعدد كبير من نطاطات الأوراق ونطاطات النباتات ، 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 (الدائمة) ، وتتراوح فترة تغذية الاكتساب للنطاطات الناقلة لها من ٣٠ دقيقة إلى عدة ساعات . ولايمكن للحشرات التى اكتسبت الفيرس أن تنقله للنباتات السليمة إلا بعد مرور فترة كمون ، ثم التغذية على النبات السليم لعدة ساعات .

تصل فيروسات هذه المجموعة للجهازين 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 محدودا من العوائل . وتحدث هذه الفيروسات غالبا أعراض الاصفرار ، أو أعراض الـ Wtche's broom فى النباتات التى تصيبها ، وهى لاتنتقل بواسطة العصير الخلوى باستثناء فيرس تقزم البطاطس الأصفرPotato 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 .

فيرس تقزم الأرز Rice Dwarf Virus .

فيرس تورد فول الصويا Soybean Rosette Virus .

ومن الفيروسات التى تنقلها نطاطات النباتات مايلى :

فيرس موزايك الذرة Maize Mosaic Virus .

فيرس تقزم الذرة الخشن Maize Rough Dwarf Virus .

خامساً : الانتقال بواسطة الخنافس Beetle Transmission

من أهم أنواع الخنافس الناقلة للفيروسات ما يلى :

الخنافس البرغوثية Phyllotreta spp. .

خنافس 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 الورى للحشرة .

تتميز هذه المجموعة من الفيروسات بثباتها ، وبإمكان انتقالها ميكانيكيا بسهولة ، كما يمكن إحداث الإصابة بواسطة السوائل التى يحصل 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 تبرقش الأرز الأصفر Rice Yellow Mottle Virus .

فيرس موازيك الفاطوليا الجنوبى Southern Bean Mosaic Virus .

فيرس موزايك الكوسة Squash Mosaic Virus .

فيرس موزايك اللفت الأصفر Turnip Yellow Mosaic .

خامساً:الانتقال بواسطة الحنفاء المُقْبِرَة Mealy-bug Transmission

إن من أهم الخنافس المغبرة 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 لاتوجد 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 Vieus ، وهو لا ينتقل إلا بواسطة إناث الحشرة .

سادساً : الانتقال بواسطة حشرة الـ Psyllid

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 مايلى :

فيرس تبرقش ورقة البسلة الأحمر Pea Red Leaf Mottle Virus .

فيرس تجعد أوراق الكمثرى Pear Leafcurl Virus .

سابعاً:الفيروسات التى ينقلها التربس Thrips Transmission

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

Thrips sp.

Prankliniella sp.

ينقل التربس فيرس ذبول الطماطم المتبقع Tomato Spotted Witt Virus حيث لايكتسب الفيرس إلا بواسطة اليرقة ، ولا ينتقل للنباتات السليمة إلاّ بواسطة الحشرة الكاملة ، وهو من الفيروسات المثابرة persistent غير الثابتة unstable ، وينتقل أيضاً ميكانيكياً . والفيرس مدى واسع من العوائل يشمل مالا يقل عن ١٦٦ نوعاً نباتياً موزعة على ٣٦ عائلة من نوات الفلقة الواحدة ونوات الفلقتين (عن Green ١٩٨٤) .

الانتقال بواسطة الاكاروسات Mite Transmission

إن أهم الأكاروسات التى تنقل الفيروسات النباتية تنتمى إلى الأجناس الآتية :

Aceria sp.

Brevipalpus sp.

Eryophyes 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 مايلى :

فيرس تبقع البن الحلقى Cofee Ringspot Virus .

فيرس موزايك التين Fig Mosaic Virus .

فيرس موزايك الخوخ Peach Mosaic Virus .

فيرس موزايك وتخطيط القمح Wheat Str... Mosaic Virus .

الانتقال بواسطة النيماتودا Nematode Transmisson

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

Trichodorus sp.

Xiphinema sp.

Longidorus sp.

تنتقل الفيروسات التى تنقلها النيماتودا كذلك ميكانيكياً ، وهى متخصصة على عوائل معينة . ويفقد الفيرس أثناء انسلاخ النيماتودا . وتحتفظ النيماتودا بالفيرس لمدة تتراوح من أسبوعين كما فى Trichodorus sp. ، و Longidorus sp. إلى ثمانية أشهر كما فى Xiphinema sp. .

تزيد كفاءة النيماتودا فى نقل الفيرس بزيادة فترة تغذية الاكتساب إلى ٤٨ ساعة . ومن أهم الفيروسات التى تنقلها النيماتودا مايلى :

١ – ينقل الجنس Trichodous sp. ما يلى :

فيرس تلون البسلة البنى المبكر Pea Early Browning Virus .

فيرس خشخشة التبغ Tobacco Rattle Virus.

٢ – ينقل الجنس Longidorus sp . ما يلى :

فيرس حلقة الطماطم السوداء Tomato Black Ring Virus .

فيرس تبقع الراسبرى الحلقى Raspberry Ringspot Virus

٣ – ينقل الجنس Xiphinema spp. مايلى :

فيرس التفاف أوراق الكرز Cherry Leaf Roll Virus .

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 .

الانتقال بوسائل أخرى

تنتقل بعض الفيروسات بوسائل أخرى نذكرها – هنا – باختصار ، نظرا لمحدودية فائدتها بالنسبة لعملية تقييم المقاومة للأمراض . ومن هذه الوسائل ما يلى :

١ – الانتقال بواسطة البذور :

تنتقل بعض الفيروسات بالبذور ، مثل : موزايك الفاصوليا العادى ، و موزايك الخس وبرغم أن نسبة الانتقال بالبذور تكون عادة منخفضة ، إلا أن النباتات الناتجة من زراعة بذور مصابة تكفى عادة لنشر الفيرس فى الحقل بوسائل الانتقال الأخرى .

٢ – الانتقال بأعضاء التكاثر الخضرية :

تنتقل جميع الفيروسات بطرق التكاثر الخضرى المختلفة ، مثل : الدرنات ، والفسائل ، والجذور ، و الأبصال ... إلخ .

٣ – الانتقال بواسطة حبوب اللقاح :

يقتصر الانتقال بواسطة حبوب اللقاح على عدد محدود جدا من الفيروسات .

هذا .. ويعطى جدول (٤–١) مقارنة بين بعض الفيروسات التى يتخصص فى نقلها كائنات Vectors مختلفة من حيث خصائص عملية الانتقال ذاتها .

جدول (٤ -١) : خصائص انتقال بعض الفيروسات النباتية (عن Gibbs & Harrison ١٩٧٦).

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 التفاف 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 يوماً	—
اصفرار عروق الخيار	B. tabaci	٢٠ دقيقة	لاتوجد	١٠ دقائق	٦ ساعات	لايحدث
تنجرد 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 يوماً	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

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

المرجع	وسيلة الانتقال
١٩٦٧ Yarwood & Fulton	ميكانيكا
١٩٦٧ Swenson	بالحشرات
١٩٧٦ Costa	بالنبابة البيضاء
١٩٦٧ Raski & Hewitt	بالنيماتودا
١٩٧٢ Taylor	بالنيماتودا
١٩٦٧ Slykhuis ، ١٩٧٢	بالأكاروس
١٩٦٧ Teakle، ١٩٧٢	بالفطريات
١٩٦٧ Bennett	بالحامول
١٩٦٧ Bos	بالتطعيم
١٩٧٢ Whitcomb	بالـ Auchenorrhynchous Homoptera
١٩٧٢ Shepherd	بالبذور وحبوب اللقاح
١٩٧٢ Watson	بالمن

طرق تقدير شدة الإصابة أو المقاومة فى اختبارات التقييم

يجب عند اختيار الطريقة المثلى لتقدير شدة الإصابة أو المقاومة للأمراض أن يكون الباحث ملماً بأعراض المرض من كافة جوانبه ، وبمدى تأثير الإصابة فى النمو النباتى ، ليتسنى وضع الأسس السليمة لتقدير المرض . فمثلا .. وجد Madamba وآخرون (١٩٦٥) أن إصابة العوائل غير المناسبة Uusuitablc Hosts بنيماتودا تعقد الجذور يتبعه نقص فى قوة النمو ، إلا أنه قد تحدث زيادة فى قوة النمو فى أحيان أخرى .

ويحدث النقص فى قوة النمو عند استعمال تركيز عال من اللقاح Inoculum ، بينما تحدث الزيادة فى قوة النمو عند استعمال تركيز منخفض ، أو متوسط منه ، ويتوقف ذلك على المحصول المُعْدِى . وقد تبين أن النباتات التى تزيد فيها قوة النمو يتكون فيها عدد كبير من الجذور الجانبية ، ومرد ذلك إلى أنه – فى حالة التركيز المنخفض للعدوى – تصيب يرقات النيماتودا الجذور الأولى للنبات ؛ الأمر الذى يؤدى إلى تكوين جذور جديدة كثيرة ، فتزداد قدرة النباتات على امتصاص الماء والعناصر الغذائية ، وتزيد قوة نموها تبعا لذلك .