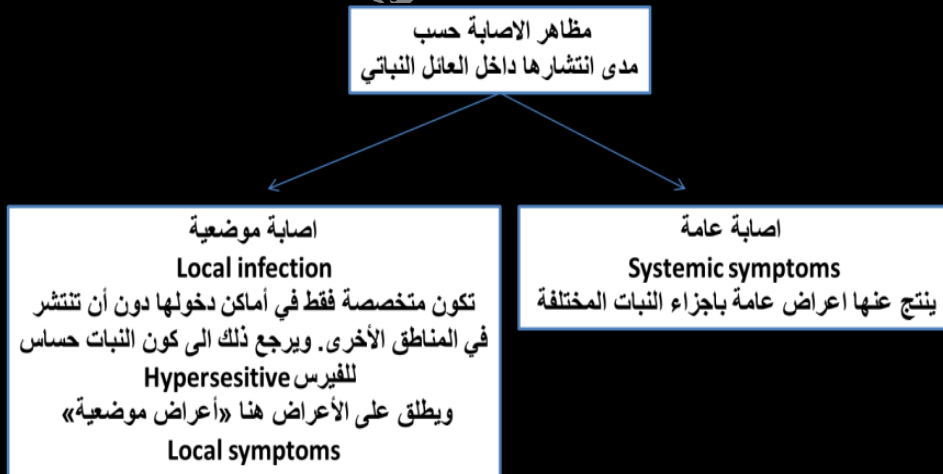


مظاهر الإصابة الفيروسية النباتية

Symptoms of virus infection

الفيروسات هي جزيئات اجبارية التطفل obligate parasites؛ فهي لا تستطيع الحياة الا من خلال التطفل على كائنات أخرى مسببة لها الامراض في الاغلب الأعم. وتختلف النباتات في مدى تأثرها بالإصابة الفيروسية التي تتراوح من التأثير البسيط الى التدهور السريع والموت. ويلاحظ أن التدهور السريع للعائل يكون له مردود على الفيروس نفسه؛ إذ أن ذلك يجد من انتشار الفيروس ولذلك نجد أن أغلب الامراض الفيروسية تكون أمراضاً مزمنة أكثر من كونها أمراضاً مميتة حيث ان ذلك يضمن لها البقاء والقدرة على تجديد إصابة عوائل جديدة.



أوجه الإصابة الفيروسية للإصابة الفيروسية أوجه عدة، فقد يحدث فوراً وبعد حدوث الإصابة وانقضاء "فترة الخسوف" Eclipse period ظهور حالة شديدة من المرض وتسمى هنا بالدرجة الحادة للإصابة Shock phase or acute case والتي تؤدي أحياناً الى موت النباتات المصابة. وهنا تسمى الإصابة المميتة Lethal infection. ولكن غالباً ما يعيش النبات ويبدأ وجمهاً آخر من أوجه الإصابة وهو الوجه المزمن أي تظهر اصابة مزمنة Chronic infection. وفيه تظهر على الأجزاء الحديثة من النباتات مظاهر اصابة أقل شدة عما ظهرت في الوجه الحاد من الإصابة. أو ربما يحمل بعض الشفاء للنبات المصاب أو شفاء تام Recovery، وقد يتبادل الطوران الوضع (المميت والمزمن). وهذا واضح في بعض أمراض

المستشار الدكتور م مظهر العيسوي الشريف

الفاصوليا؛ إذ تظهر على بعض الأوراق مظاهر حادة شديدة ثم تخرج مجموعة أخرى من الأوراق عليها مظاهر اصابة خفيفة. وأحياناً لا تؤدي الإصابة الفيروسية الى مظاهر اصابة مرئية ويسمى هذا بـ "غياب المظاهر الخارجية" inappearance

□ symptoms



مرض التبرقش الاصفر في الخس
Mosaic on Lettuce



مرض تشوه ثمار الباذنجان
Tomato Bushy Stunt Virus
المتسبب عن

ظاهرة غياب الاعراض المرضية لبعض الاصابات الفيروسية

Inappearancy symptoms

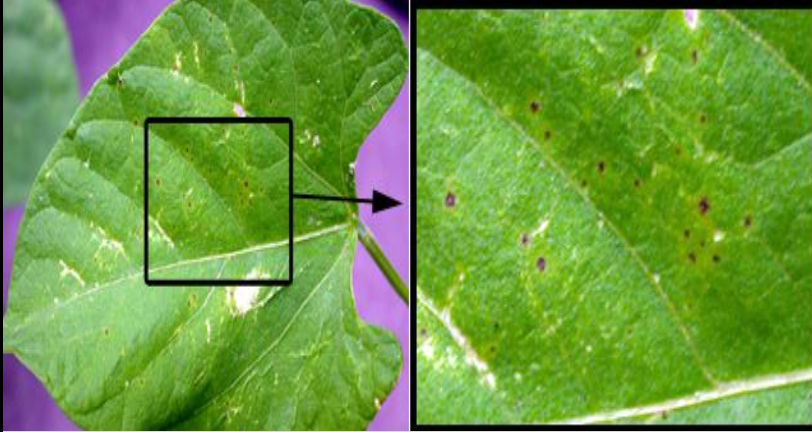
حيث تختفي اعراض الاصابة الخارجية وتبدو النباتات شبيهة سليمة. وهذه الظاهرة تمثل مشكلة في مقاومة هذا النوع من الامراض؛ إذ ان مثل هذه النباتات – التي تبدو سليمة من الناحية الظاهرية – تمثل نقطة انطلاق تنتشر منها الاصابة الى النباتات المجاورة القابلة للاصابة. ولذلك كانت أهمية الشهادات Certified seeds التي تعطى للتقاوي الخضرية مثل تلك الشائعة الاستخدام مع تقاوي البطاطس لتوثيق خلوها من الفيروس. ويرجع الفضل في الاشارة الى هذه الظاهرة

للمرة الاولى للعالم James Johnson 1925 والذي اكتشف وجود فيروس البطاطس في نباتات سليمة ظاهرياً.

وقد لوحظت هذه الظاهرة والتي تتخفي فيها الاعراض الحاجية للاصابة في العديد من العوائل الفيروسية ويطلق عليها Latency infect. وليس لهذه العوائل القابلة للاصابة حساسية معينة، ولكن لها قوة تأثير على الفيروس يجعلها لا تُظهر تأثيراً بالاصابة ظاهرياً. وتسمى مثل هذه النباتات Carrier Hosts أي حاملة للاصابة مثل فيروس المرزايك المتأخر للحامول Dodder latent Mosaic Virus وفيروس القرنفل المتأخر Carnations Latent Virus

وقد تعود مظاهر الاصابة للظهور بعد وقت وتسمى هذه الظاهرة بالتخفي Masking، وغالباً ما تسبب الظروف البيئية مثل الحرارة والضوء هذه الحالة مثل:

- فيروس تقزم البرقوق Prune Dwarf Virus حيث يختفي المرض في البرقوق الايطالي اذا تعرض لحرارة أعلى من 13 درجة مئوية. وفيروس X البطاطس حيث تختفي مظاهر الاصابة في الحرارة والضوء الشديد.



بقع موضعية Local lesions
(Small necrotic chlorotic spots)

وإذا اختفى المرض بصورة دائمة فتسمى هذه الحالة "شفاء" recovery
رغم وجود الفيروس بداخل النباتات مثل فيروس التبغ الحلقي في الدخان T.
Ring spot . ويعبر عن هذه الحالة بـ "المناعة المكتسبة" Acquire
immunity

وفي حالة الفيروسات التي تنتقل عن طريق البذور أو التقاوي (مثل البطاطس
والفاصوليا) يستعمل اصطلاح "الاصابة الاولية" Primary infection
للحالات التي تظهر مظاهرها في موسم الاصابة نفسه، بينما تسمى "الاصابة
الثانوية" Secondary infection للإصابة التي تنتج عن بذور أو تقاوي
مصابة. ومنها حالة التفاف أوراق البطاطس (PLRV) فإن الإصابة الأولية
هي التي تظهر مظاهر اصابها في الموسم نفسه، بينما الإصابة الثانوية (أو الطور

الثانوي) هو ظهور الالتفاف على اوراق النباتات الناتجة من زراعة درنات مصابة.

تنشأ الأعراض الفيروسية نتيجة لحدوث تغيرات في التفاعلات الكيميائية الحيوية التي تأخذ مجراها في النبات، ذلك لوجود مجاميع كيميائية خاصة في تركيب جزيء الفيروس. وتختلف الأعراض التي تحدثها الفيروسات باختلاف تلك المجاميع وعوائلها والظروف المحيطة.

وتنعكس الاصابة الفيروسية على النباتات على هيئة تغيرات أو مظاهر خارجية يمكن رؤيتها بالعين المجردة، وأخرى داخلية في النباتات المصابة. ومن اهمها:

1- تغيرات كيميائية Chemical disorders

2- تغيرات سيتولوجية وتشريحية Cytological & Anatomical disorders

3- وجود اجسام داخلية غريبة في النبات Inclusion bodies

4- وجود جزيئات فيروسية تمثل الفيروس

اولاً: التغيرات الكيميائية

بعد حدوث الاصابة، يعمل الفيروس على الهجمة على النشاط الخلوي للنبات العائل ويدفع به الى تخليق المواد التي يستخدمها في مضاعفته. بعض الفيروسات تسبب

تكوين محتويات داخلية وحدث تغيرات كيميائية قد تنعكس على هيئة مظاهر
اصابة مرئية أو محسوسة مثل:

أ) النقص في محتوى الكلوروفيل والزيادة في تركيز الكاروتين والزانثوفيل
Xanthophyll التي تؤدي الى حدوث تغير في لون الأوراق، كما تحدث
زيادة في تركيز صبغة الانثوسيانين Anthocyanin ويتبع ذلك ظهور
لون أحمر غير عادي أو ألوان أرجوانية تظهر على الاوراق أو على
الأزهار.

ب) إفراز المواد الشبيهة بالصمغ Gummosis وهي مواد بنية محمرة تعتبر
مظهراً تشخيصياً مميزاً لمرض مورايك البرسيم الأبيض.

ت) التجمع الغير طبيعي للنشا في الأوراق والذي ينشأ نتيجة زيادة سمك
الورقة والتفافها. والمثال على ذلك التفاف أوراق الكمثرى Pear Leaf
Roll وفيروس إلتفاف أوراق البطاطس PLRV. ويمكن التعرف على تجمع
النشا عن طريق اختبار اليود Iodine Potassium Iodine بعد ازالة
الكلوروفيل من الورقة بواسطة الكحول.

ث) ظاهرة الأفرع الخشبية المطاطة Rubbery wood symptoms حيث
تصبح افرع النباتات المصابة مرنة بشكل كبير، أقرب الى أن تكون
مطاطة. وتأتي هذه الظاهرة نتيجة لترسيب السليلوز حول جدر خلاياها

بدلاً من اللجنين. وقد ظهرت هذه الأعراض على اشجار بعض أصناف التفاح مثل "لامبرون" Lambroune المصاب بفيروس الخشب المطاط Rubbery wood

ثانياً: التغيرات السيتولوجية والتشريحية

Anatomical & Cytological Deviations

وهي تغيرات تحدث على المستوى الخلوي، إلا ان البعض ينظر الى التغيرات التي تحدث في الخلية على انها تغيرات تشريحية Histological deviations، ولكنها ايضاً ذات طبيعة كيميائية. وقد يؤثر الفيروس على حجم Size وعدد Number الخلايا. ولكل من هذه التغيرات الاصطلاحات الخاصة بها.

- Hypertrophy

ويعني الزيادة غير الطبيعية في حجم النسيج نتيجة للزيادة غير الطبيعية في الخلية. ويمكن استعمال هذا الاصطلاح ايضاً للتعبير عن الزيادة غير الطبيعية للأعضاء.

- Hyperplasia

الزيادة غير الطبيعية في عدد الخلايا.

Hypoplasia -

يشير الى تكوين عدد اقل من الخلايا أو الخلايا الاصغر حجماً، ويستعمل ايضاً في حالة صغر حجم الأعضاء.

Atrophy -

يستعمل هذا الاصطلاح في حالة عدم كبر الخلايا أو الأعضاء نتيجة لعدم تكاثر الخلايا أو عدم زيادتها في الحجم.

Malformation - تشوه الأعضاء الناتج عن التأثير على عدد وحجم الخلايا.

Tyloses -

ويعني زيادة تكوين زوائد في النباتات المصابة، كما في أوعية الخشب الحية في العنب المصاب بمرض Pierceis disease وهو يؤدي الى إختزال النمو وموت النباتات.

Cork formation -

ويعني تكوين الفلين

Collapse -

الالتحام الكلي للخلايا، ويحدث هذا العرض من الإصابة نتيجة لنقص الرطوبة في الخلايا.

Turgidity -



leaves curl towards midrib and become deformed (pepper leaf)

وهو حدوث تغير في صلابة الخلايا.

Epinsaty -

وهي عبارة عن زيادة في نمو السطح العلوي للعضو مثل نصل الورقة مقارنة بسطحها السفلي مما يؤدي الى تجعد سفلي الورقة، وقد يؤدي الى تجعد علوي الورقة. ويطلق على "تجعد الورقة" مصطلح leaf rolling



Phyllody

Anthalses -

ظاهرة مكنسة العفريت وهي ان تنمو البراعم الزهرية الى أجزاء خضرية.
وتتميز هذه الظاهرة مرض الاخضرار في الطماطم.

ويطلق على هذه الظاهرة تورق الازهار **Phyllody**

ثالثاً: المظاهر الداخلية للاصابة Inetrnal symptoms

التغيرات التي تحدث داخل النباتات المصابة بالفيروسات تكون على نوعين:

- أ- النوع الأول هو تغير في الأنسجة العادية أو كمحتويات الخلية
- ب- النوع الثاني هو إنتاج اجسام داخل الخلايا المصابة لا توجد في الانسجة السليمة.

أ- المحتويات الفيروسية داخل خلايا العائل

Intracellular inclusion

هذا النوع أكثر تميزاً للأمراض الفيروسية، إذ أن هذه المحتويات لا توجد مصاحبة لأي مرض معدي بخلاف الأمراض التي تسببها الفيروسات، كما انها توجد في الحيوانات والنبات المصابة ببعض الفيروسات وبدون شك فإنها نتيجة مباشرة للاصابة بالامراض الفيروسية.

ورغم أن وجود هذه المحتويات يعتبر مميزاً للفيروس، إلا أنها لا توجد مصاحبة لكل الأمراض الفيروسية. فمثلاً: لا توجد مصاحبة لحالات الإصابة بفيروس إنتفا أوراق البطاطس وفيروس تجعد أوراق الطماطم .. وكان "إيفانوفسكي" هو أول من اكتشف بلورات الفيروس أثناء عمله على فيروس تبرقش الدخان، وقدم رسومات تمثل المحتويات البلورية في أوراق الدخان المصاب وهذه المحتويات تسمى حالياً "بلورات إيفانوفسكي"

ب- التغيرات السيتولوجية والتشريحية الداخلية

Cytological & Anatomical changes

الفيروسات التي تعطي تغيرات خارجية متشابهة، هي أيضاً تعطي تغيرات داخلية متشابهة داخل الخلايا. وأوضح تغير يكون في جهاز البلاستيدات؛ فمثلاً في حالة أمراض الموزايك - كما في حالة أمراض الاصفرار - تقل كمية الكلوروفيل في البلاستيدات ويختزل حجم البلاستيدات في الخلايا المصابة علاوة على أن أجزاء منها تتكسر وتكون البلاستيدات الخضراء أكثر حبيبية وأقل في لونها. وعادةً ما يكون شكلها غير منتظم.

- وفي نواة الخلايا المصابة يحدث تغير أيضاً. فمثلاً: في خلايا النباتات المصابة بالموزايك وفي بداية الإصابة يقل حجم النواة بوضوح، وفي الوقت نفسه يقل امتصاص النواة للأشعة فوق البنفسجية وهذا يدل على قلة أحماض النواة فيها.

- كما يحدث خلل في التبادل الغذائي داخل النباتات المصابة ببعض الفيروسات، ويكون نتيجة تجمع غير عادي لبعض مواد التمثيل في الخلايا. فمثلاً: يلاحظ في حالة الإصابة بفيروسات الاصفرار تجمع ملحوظ للنشاط في خلايا المناطق الصفراء.

الأعراض الداخلية نتيجة الإصابة بالفيروسات النباتية

تكلمنا عن الاعراض الخارجية التي تظهر على النباتات من الخارج وهناك بعض الفيروسات تحدث تغيرات داخلية وتسمى بالاعراض الداخلية Internal Infection Symptoms نتيجة الاصابة الفيروسية يمكن ان تقسم الى تغيرات هستولوجية Histological change وتغيرات سيتولوجية Cytological change.

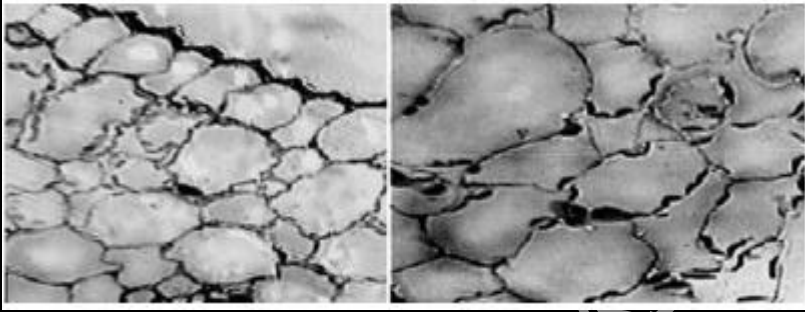
اولا- التغيرات الهستولوجية او النسيجية Histological change

- تسبب الإصابة ببعض الفيروسات النباتية تغيراً في التركيب التشريحي لأجزاء مختلفة من النباتات المصابة وهذه الأعراض غالباً ما تكون متوافقة مع الأعراض الخارجية ومن أمثلة هذه التغيرات:
- قلة واختزال النمو

يقل انقسام الخلايا في المناطق المصابة كما تنعدم او تقل المسافات البينية بين الخلايا فمثلا عند اصابة البصل بفيروس التقزم والاصفرار تنعدم او تقل المسافات البينية

في بعض المناطق مما يظهر على الاوراق تجاعيد تشبه الزجاج وبالتالي يكون النبات المصاب اقل في النمو من النبات السليم.

- تغير في البلاستيدات



تسبب الإصابة ببعض الفيروسات قلة عدد البلاستيدات اوعدم اكتمال تكوين البلاستيدات أو صغر حجمها كما يحدث في أمراض التبرقش والاصفرار وتكون البلاستيدات المصابة أصغر حجماً وافصح لوناً كما يكون شكلها غير منتظم.

- تغير في حجم وشكل ونمو الخلايا

تتغير أشكال الخلايا المصابة ببعض الفيروسات النباتية وخاصة تلك الخلايا الصفراء المصابة بمرض التبرقش وتكون الخلايا في هذه المناطق أقل سمكاً من مناطق الورقة الأخرى وذلك نتيجة للاختزال في طول خلايا النسيج العمادي Palisade cells ،

كما تصغر المسافات في النسيج الإسفنجي Spongy layer.

● نمو أنسجة غير طبيعية

تسبب بعض الفيروسات النباتية نمو الأنسجة بطريقة غير طبيعية فمثلاً ينتج عن إصابة أشجار الليمون بفيروس التدهور السريع Quick decline تكون بروزات Pegs على الوجه الكميومي لنسيج اللحاء يقابلها تنقرات Pits في الخشب وتنشأ هذه البروزات نتيجة لزيادة نشاط الكميوم في تكوين خلايا اللحاء بالنسبة لتكوين خلايا الخشب.

● تكوين أورام داخلية Galls

تظهر أورام داخلية في بعض النباتات المصابة ببعض الفيروسات النباتية وذلك نتيجة لتكاثر ونمو سريع غير طبيعي لبعض الخلايا

● موت الخلايا Necrosis

تنتشر هذه الظاهرة كثيراً في معظم الأمراض الفيروسية النماية مثل إلتفاف الأوراق لنبات البطاطس Potato leaf roll virus وكذلك مرض الخناء قمة بنجر السكر Sugar Beet Curly Top virus بالإضافة لمرض التدهور السريع في المواح ويصاحب هذه الأمراض تجمع زائد للمواد الكربوهيدراتية في أنسجة اللحاء مما يؤدي إلى تأثرها.

● تكوين إفرازات صمغية في أنسجة العائل

تسبب بعض الفيروسات تكوين مواد صمغية في الأوعية الخشبية لبعض العوائل النباتية كما يحدث في نباتات قصب السكر المصابة بفيروس تقزم الخلفة Ratoon stunting virus

ثانياً التغيرات السيتولوجية

Cytological change

يتسبب عن الإصابة بالأمراض الفيروسية تغيرات واضحة في الخلايا المصابة ففي حالة النباتات المصابة بفيروسات التبغ تقل يصغر حجم النواة وتنقص كمية الأحماض النووية بها في بداية الإصابة وقد يحدث زيادة في حجم النواة حيث تزداد نويات الخلايا المصابة في الحجم ويصبح شكلها غير منتظم.

وفي حالة الإصابة بفيروسات الإصفرار Yellows يحدث تجمع ملحوظ للعركبات النشوية في خلايا المناطق الصفراء كما قد يحدث في كثير من الأمراض الفيروسية تجمع لبعض الصبغات Pigments الذي يؤدي إلى تغيير لون الأوراق والسوق مثل صبغة الأنثوسيانين

Anthocyanin

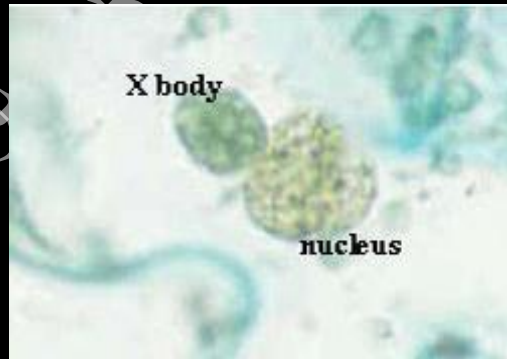
● إنتاج الاجسام المحتواه داخل الخلايا المصابة Intracellular Inclusion (Inclusion bodies)

توجد هذه الأجسام في خلايا الأنسجة التي تظهر عليها الأعراض الخارجية وتوجد ثلاثة أنواع من هذه الأجسام. ويعتبر وجود هذه الأجسام داخل الخلايا للنبات العائل مميزاً للإصابة بالفيروسات النباتية إذ أن هذه الأجسام أو المحتويات لا توجد مصاحبة لأي مرض معدي سوى الأمراض الفيروسية، وقد تظهر هذه الأجسام في خلايا الحيوانات والنباتات المصابة ببعض الفيروسات وهي نتيجة مباشرة للإصابة الفيروسية وينظر إليها بعض الباحثين على أنها طور من الأطوار في حياة المسبب والبعض الآخر يعتبرها كتل تجمع بروتين النبات.

ويرجع الفضل في إكتشاف هذه الظاهرة (وهي ظهور هذه المحتويات أو الأجسام الغريبة) في خلايا النبات المصاب بالفيروس إلى العالم إيفانويسكي Ivanowski الذي أعتبر أول من وصف وقدم رسومات لهذه المحتويات في خلايا نباتات الدخان المصابة بفيروس TMV ورغم أن وجود هذه المحتويات يعتبر دليلاً على الإصابة الفيروسية إلا أنها لا توجد مصاحبة لكل الأمراض الفيروسية فمثلاً لم تلاحظ في حالة إصابة البطاطس بفيروس إتفاف الأوراق. ويعتمد إنتاج المحتويات على الفيروس المسبب أكثر من الإعتماد على العائل، فمثلاً لوحظت في عدد كبير من النباتات المصابة بفيروس تبرقش الدخان وتعذر رؤيتها في نفس النباتات المصابة بفيروس تبرقش الخيار رغم أن مظاهر الإصابة بهذين الفيروسين تكاد تكون

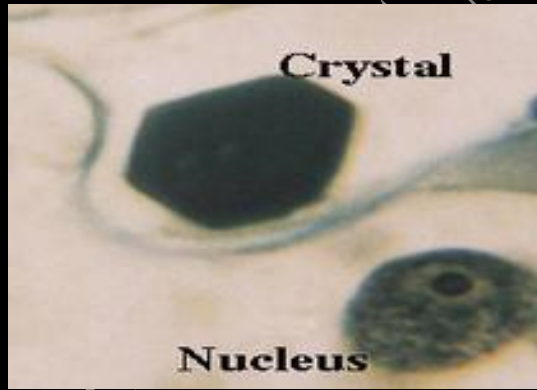
متشابهة. ويمكن رؤية هذه الأجسام بالمجهر الضوئي العادي وتتراوح أقطارها من 5-30 ميكرون:

أ) أجسام أميبية (أمورفية) Amebois – Amorphous – X bodies
تختلف هذه المحتويات بوضوح عن باقي محتويات الخلية كما وقد يختلف شكل هذه الأجسام أيضاً نتيجة للإصابة بفيروسات مختلفة، وتواجد هذه الأجسام غالباً بالقرب من النواة وأمكن إستخراجها من الخلية بهز نباتات الدخان المصابة بفيروس TMV وبعد غسلها وتكسيدها أنتجت فيروسات تبرقش أوراق الدخان ووجد أن تركيز الفيروس في هذه الأجسام أعلى من تركيزه في سيتوبلازم الخلية وتتحلل هذه الأجسام عند حدوث جروح للخلية.



ب) أجسام أو محتويات بللورية Crystalline Inclusions
لوحظت هذه الأجسام أيضاً في خلايا نباتات الدخان المصابة بفيروس تبرقش الدخان TMV وقد لوحظ أن تلك الأجسام تتكون غالباً في الخلايا المتقدمة في

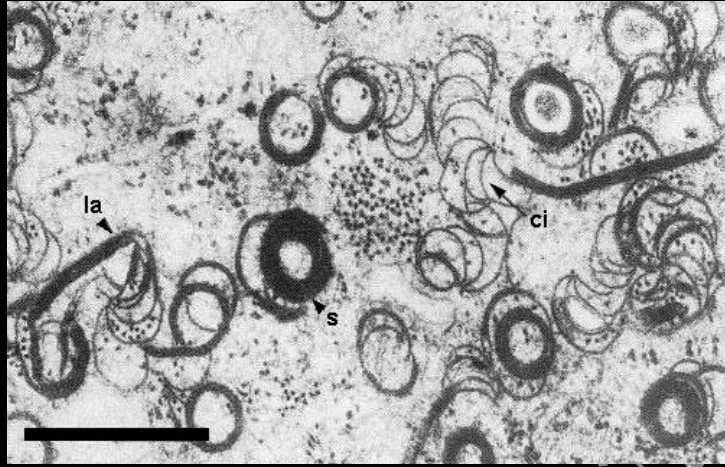
العمر حيث نجد أن هذه الأجسام الأميبية تبدأ في الإختفاء من تلك الخلايا وتظهر هذه المحتويات البللورية. وقد ثبت أن هذه المحتويات البللورية تحتوي على نسبة عالية جداً من الجزيئات الفيروسية وتختلف أشكال هذه المحتويات البللورية المميزة للفيروسات المختلفة فقد تكون في شكل صفائح سداسية أو إبرية كما في فيروس تبرقش أوراق الدخان TMV أو بللورات أيزوميتريّة كما في فيروس تبرقش البسلة أو بللورات مغزلية كما في فيروس تبرقش أوراق الخيار.



(ج) أجسام داخل النواة Intranuclear Inclusions

نادراً ما يحدث أن تتواجد المحتويات البللورية داخل النواة في فيروسات النبات ، وقد تظهر بعض البللورات في أنوية الخلايا المصابة مثل البقوليات المصابة بفيروس موزيك البسلة.

(د) أجسام محتواه نجميه الشكل pinwheel inclusion وأجسام محتواه دائرية الشكل scroll وأجسام محتواه في شكل صفائح متراصه laminated aggregate



Cytoplasmic inclusions in infected cell. Cylindrical pinwheel inclusion (ci); scroll (s); and laminated aggregate (la)

والمحتويات الداخلية بصفة عامة توجد داخل الخلايا المصابة في الجذر والساق والأوراق ويكثر وجودها في الأوراق وخاصة خلايا البشرة ولا توجد هذه المحتويات طوال فترة الإصابة وغالباً ما تظهر هذه المحتويات في وقت ظهور الأعراض الخارجية على الأوراق الصغيرة. ثم تبدأ في التلاشي وعادة ما تبقى الأجسام البلورية فترة أطول من الأجسام الأمورفية ولكن بعد مضي عدة شهور من الإصابة يختفي كلا النوعين.

المظاهر الخارجية للإصابة الفيروسية

External symptoms

ينشأ عن دخول الفيروسات إلى الأنسجة النباتية وتضاعفها داخل هذه الأنسجة نوعين من الإصابات:

- الإصابة المحلية أو الموضعية Local infection

يصيب الفيروس مجموعة محدودة من الخلايا وتظهر الإصابة في مساحات محدودة ولا ينتشر الفيروس في النبات ويبقى إنتشاره محدوداً في موضع الإصابة.

- الإصابة العامة أو الجهازية أو الكيانية Systemic infection

في هذا النوع من الإصابة ينتشر الفيروس في أنسجة وأعضاء النبات المختلفة وتظهر الأعراض المرضية منتشرة على أجزاء مختلفة من النبات.

حدوث الإصابة

لا تمتلك الفيروسات القدرة على إختراق الجدار السيليلوزي للخلايا ولا تحدث إصابة النبات بالفيروسات إلا عند حدوث الجروح Wounds في النبات بعدها يمكن للفيروس أن يصل إلى للخلية ثم يبدأ نشاطه في التضاعف باستثناء إنتقال الفيروسات النباتية عن طريق البذور لبعض المحاصيل أو عن طريق الحبوب اللقاح فان الجروح تعتبر بالضرورة أساساً لحدوث إصابة النبات بالفيروسات. تحدث الجروح نتيجة لأضرار ميكانيكية متعددة أو نتيجة لتغذية الحشرات أو الإصابة بالنباتات المتطفلة

- عند دخول الفيروس إلى خلايا العائل واستقراره داخلها تنشأ الأعراض الفيروسية نتيجة لتفاعل الفيروس مع خلايا العائل قد تحدث بعض التغيرات في بعض التفاعلات الكيميائية الطبيعية

حتى تحدث الإصابة لابد من تكامل اضلاع مثلث المرض الفيروسي وهي العائل والنقل والفيروس مع توفر الظروف الملائمة لكل منهم ثم بعد حدوث الإصابة يبدأ ظهور الاعراض وتمثل العوامل التي تؤثر على ظهور الأعراض نتيجة للإصابة بالفيروسات النباتية في الاتي: نوع الفيروس - نوع النبات العائل - الظروف البيئية

ينشأ عن الإصابة بالفيروسات أعراض معينة قد تظهر على النمو الخارجي للنبات وتسمى بالأعراض الخارجية External symptoms كما قد تظهر أعراض داخلية في أنسجة النبات وتعرف بالأعراض الداخلية Internal symptoms وفي الحقيقة نجد أن ظهور الأعراض مرتبط بحدوث تغيرات في الأنسجة النباتية. وتختلف الفيروسات فيما بينها في الأعراض التي تسببها وقد ينشأ عن الإصابة بفيروس واحد أعراض مختلفة مثال ذلك إصابة نباتات الدخان Nicotiana tabacum var. samson بفيروس تبرقش الدخان TMV يؤدي إلى ظهور أعراض جهازية وهي التبرقش على الأوراق، أما عند إصابة نوع آخر من الدخان وهو الدخان البري Nicotiana glutinosa بهذا الفيروس TMV تكون الإصابة موضعية وتظهر أعراض النقط الميتة Local lesions. كذلك فإن ظهور

أعراض معينة متشابهة على نفس العائل قد ترجع إلى فيروسات مختلفة مثال ذلك ظهور أعراض التبرقش mosaic على نبات الدخان *Nicotiana tabacum* var. sumson قد ترجع إلى إصابة النبات بفيروس TMV أو فيروس تبرقش الخيار. Cucumber Mosaic Virus (CMV).

كما تؤثر الظروف البيئية Environmental condition التي تنمو تحتها النباتات على مظاهر الإصابة الخارجية فمثلاً تؤثر الحرارة تأثيراً واضحاً على المظاهر الخارجية للإصابة فنجد أن أعراض التبرقش (الموزيك) تشتد خصوصاً في أشهر الشتاء عنها في أشهر الصيف. كما في حالة إصابة الدخان بفيروس TMV ، كما أن أعراض إصابة نباتات البطاطس بفيروس PVX الذي يسبب تبرقش خفيف على الأوراق تخفني تماماً عندما ترتفع درجات الحرارة إلى 24°م بينما تظهر بوضوح عند 16°م.

أنواع أعراض الإصابة بالفيروسات النباتية :

Infection symptoms

يمكن تمييز الأعراض الخارجية الآتية على النباتات المصابة بالفيروسات:

أولاً: أعراض موضعية أو محلية Local infection symptoms

تنشأ هذه الأعراض نتيجة الإصابة الموضعية للفيروس لمجموعة من الخلايا وتشمل:

- النقط الموضعية أو المحلية Local lesions

يقع موضعية Local lesion كما في عدوى نبات الزريخ او الدخان حيث تظهر الاعراض في بقع محدودة وتتميز عن غيرها من البقع بانها تحاط بهالة صفراء او مخضرة وتتحول هذه البقع من اللون الاصفر الى الداكن ثم البني وقد تكون لها حافة بنية اللون مختلفة عن مركز البقعة او تكون كلها ذات لون واحد وقد تجف هذه البقع كما

في الصورة التالية



تنشأ هذه الأعراض بسبب موت الخلايا نتيجة لحساسيتها العالية للإصابة بالفيروس حيث تموت مجموعة من الخلايا في موضع دخول الفيروس ويمكن تمييز هذه الأعراض بوضوح على أوراق النبات وذلك بعد دخول الفيروس بيومين إلى ثلاثة أيام وتظهر النقط بأحجام صغيرة لا تتراوح أقطارها عدة مليمترات ونتيجة لموت الخلايا تظهر النقط باللون البني.

● الحلقات Ring spots

تظهر الإصابة على الأوراق في حلقات دائرية متحدة المركز ولا تمتد الإصابة إلى جميع خلايا الورقة وتظهر في مواضع دخول الفيروس وتنشأ الحلقات نتيجة لتحرك الفيروس من الخلايا قبل موتها.



ثانياً: أعراض عامة أو جهازية

Systemic Infection Symptoms

تظهر هذه الأعراض على أعضاء النبات نتيجة لإنتشار الفيروس في أنسجة النبات ويمكن ملاحظة الأعراض الجهازية الآتية:

أ- أعراض خارجية External Infection Symptoms

● أعراض الموزيك أو التبرقش Mosaic

تنشأ أعراض التبرقش أو الموزيك من تأثير الفيروسات على البلاستيدات الخضراء حيث يضعف الفيروس من تكوين البلاستيدات ويتميز عرض الموزيك بظهور البقع الخضراء الباهتة أو الصفراء على الأوراق والتي تتبادل مع اللون الأخضر الطبيعي للورقة لهذا تظهر الورقة متبرقشة وتظهر أعراض التبرقش على الأوراق المتكشفة بعد حدوث العدوى الفيروسية ، كما تظهر أعراض الموزيك على الثمار كما في حالة ثمار الخيار المصابة نباتاتها بفيروس تبرقش الخيار *Cucumber Mosaic Virus (CMV)*.



● الإصفرار (Yellows or Chlorosis)

تنشأ الأعراض نتيجة لعدم تكون البلاستيدات أو تحلل الكلوروفيل ويظهر هذا العرض على الأوراق المسنة والحديثة ونتيجة لهذا العرض تظهر الأوراق باللون

الأصفر (Beet mild)



yellowing virus

(BMYV) أو

Beet فيروس

yellows virus

(BYV)

● موت الخلايا (Necrosis)

قد يكون هذا العرض موضعياً أو عاماً ويظهر هذا العرض على أجزاء مختلفة من النبات كما قد يكون موت الخلايا في بعض الأنسجة الداخلية مثل اللحاء كما

في Soybean vein necrosis virus



التشوهات Distortions

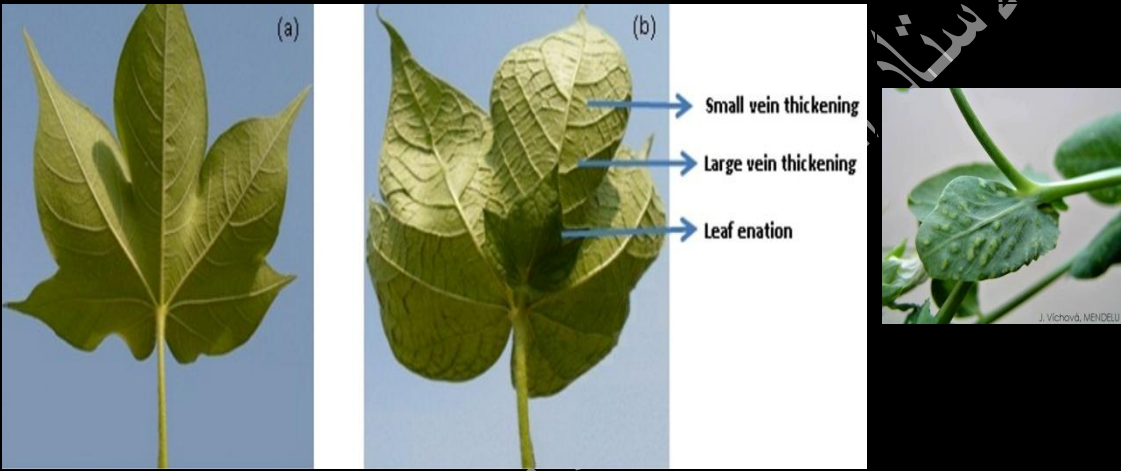
تشمل هذه التشوهات مجموعة كبيرة من الأعراض التي تظهر على الأوراق مثل عرض إنحناء الأوراق Leaf curl ، تجعد الأوراق Leaf crinckling ، إلتفاف الأوراق Leaf rolling ، كما قد تظهر الأوراق بشكل زوائد رفيعة نتيجة لإختزال النصل للورقة ويطلق عليها إختزال الأوراق Filiform .





● زوائد ونموات غير طبيعية Out Growth

قد تظهر بعض الزوائد على الأوراق خاصة في العرق الوسطي وتعرف باسم زوائد ورقية Enation كما في تشوه اوراق القطن المصابة بفيروس Cotton leaf curl virus او الطماطم المصابة بفيروس TYLCV قد تظهر نموات غير طبيعية على العائل النباتي مثل تكوين درنات أو أورام فمثلاً تتكاثر خلايا اللحاء بطريقة غير طبيعية وتتكون درنات داخلية.



● شفافية العروق Vein clearing or Vein banding

تأخذ عروق الأوراق لوناً شفافاً وهذا يميز بداية الإصابة بكثير من الأمراض الفيروسية، وتظهر شفافية العروق كما في إصابة الخس بفيروس Big Vein

virus



● تحزم العروق Vein banding

أما في حالة تحزم العروق فيظهر العرق الوسطي والعروق الجانبية محاطاً أو محزماً بلون أخضر داكن



● التقزم Stunting or Dwarfing

يعتبر التقزم من الأعراض الهامة المصاحبة لكثير من الأمراض الفيروسية وينشأ التقزم نتيجة لإصابة الخلايا وضعفها وبالتالي ينخفض النمو وتظهر النباتات أقل حجماً وطولاً من النباتات الغير مصابة، ويلاحظ أنه توجد فيروسات مسببة للتقزم كأحد

الأعراض الأساسية كما في حالة تقزم الخلفة في نباتات قصب السكر Ratoon

stunting virus



● التخطيط

يظهر هذا العرض عند إصابة النباتات النجيلية كما في إصابة القمح والشعير والذرة

وقصب السكر ونعرض منها فيروس التخطيط الاصفر في الذرة Maize yellow

stripe virus



Dwarfing in soybean

العيسوي



مظاهر الإصابة الخارجية للامراض الفيروسية النباتية

External symptoms

5- Cork formation

تكوين الفلين
قد تحدث كتبتية طبيعية لحديث الجروح
في بعض النباتات، أو قد تحدث نتيجة للإصابة الفيروسية

6- Malformations

التشوهات

حدوث نمو غير طبيعي .
يؤدي الى حدوث تشوهات او تغيرات deviation في بناء وتكوين اجزاء النبات أو ربما النبات بأكمله

3- Withering & Desiccation

الذبول والجفاف

- نقص محتوى الرطوبة - فقد حيوية النسج وذوله
Withering وقد يجف تماما - يحدث تهالك النسج الوعائي أو يبرج ذلك الى وجود نيكروزيس في ويتنشر الى اسفل.

4- Necrosis

موت الانسجة

موت الانسجة أو الخلايا - قد يكون في الانسجة السطحية أو في طبقات الانسجة الداخلية. يبدأ من مكان دخول الفيروس ثم يتعدى الى الخلايا المجاورة مسبباً تقطعاً ميتة (نيكروزيس) وقد يؤدي ذلك الى وقف انتشار الفيروس نتيجة للحساسية المفرطة Rotting Hypersensitivity. قد يتبع الموت عنف

1- Dwarfing

- **صغر الحجم - التقزم**
قد يطلق عليه أيضاً التقزم Stunting وتكون الإصابة المبكرة أشدّ أثرًا- قد تظهر ثمارة صغيرة - قلة المحصول

2- Color deviation

تغير اللون:

في الاوراق، السيقان، الثمار، الازهار، البذور. لعدم انتظام انتاج الكلوروفيل او نسب الصبغات

الجذور السوداء
Black roots

في الثمر
Necrosis in Fruit

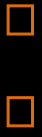
في الساق
Necrosis in Stem

في الاوراق
Necrosis in leaves



العيسوي

الاستاذ



العوامل التي تؤثر على الفيروس وأعراض الأمراض الفيروسية

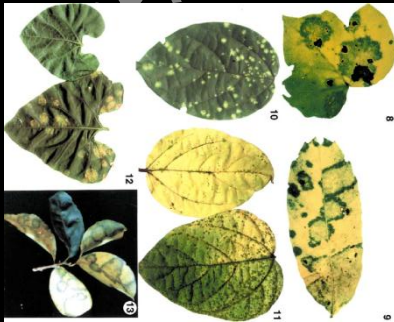
الظروف البيئية هامة جداً في تأثيرها على الأمراض الفيروسية؛ لذلك عند وصف أعراض أحد الأمراض الفيروسية يجب ان نحدد الظروف البيئية التي ينمو فيها العائل، حيث أن تلك الظروف تغير من تفاعل العائل لوجود الفيروس في خلاياه وبالتالي الاعراض التي تظهر على العائل.

(1) تأثير الحرارة والضوء :

تلعب الحرارة دوراً كبيراً في حياة الفيروس داخل العائل فتتوقف سرعة تكاثر الفيروس في خلايا النبات بدرجة كبيرة على درجة الحرارة المحيطة بالنبات. كما تتوقف مقاومة الفيروس للحرارة على ظروف زراعة النبات العائل.

ويمكن لبعض الفيروسات ان تتحمل درجات حرارة عالية اذا ما وجدت في العصير خارج العائل. وكتب كثير من العلماء عن حالات كثيرة لفساد الفيروس نتيجة لتعرض الأجزاء النباتية المحتوية عليه للحرارة. فمثلاً يفسد فيروس

Color deviation



Sereh قصب السكر عند غمر العقل المصابة لمدة ساعة في ماء حرارته 50 درجة. كذلك فيروسات الاصفرار والنقط الحمراء وتورد الخوخ تفسد بحفظ الاشجار المريضة لمدة اسبوعين على درجة 30 م. كما وجد أن الفيروس يفسد أسرع عند وجوده في المجموع الخضري عنه اذا وجد في الجذور؛ فشتلات الخوخ المصابة بالاصفرار يفسد فيها الفيروس كلية اذا ما حفظت مدة 40 دقيقة على حرارة 42 درجة أو 4 دقائق على حرارة 50 درجة. واذا حفظت درنات البطاطس المصابة بفيروس التفاف الاوراق لمدة 25 يوم على درجة 37.5 فان ذلك يؤدي الي سلامة الدرنات.

أعراض التبرقش تكون أكثر وضوحاً خلال فصل الشتاء عنه في الصيف. وكذلك الحرارة حيث تقل حدة الأعراض تدريجياً بارتفاع درجة الحرارة الى أن تختفي تقريباً عندما ينمو النبات على درجة 35 درجة مئوية في نباتات الدخان المصابة بالتبرقش واذا وضع النبات في الظروف العادية مرة أخرى فإن الأعراض تعود مرة أخرى للظهور. كما وجد ان الأعراض تختفي أيضاً عندما ينمو النبات على درجة حرارة أقل من 7 درجة مئوية. كما وجد ان اعراض فيروس X في البطاطس تختفي تماماً عندما تزيد درجة الحرارة عن 24 درجة مئوية.

وبالعكس في حالة فيروسات تجمع الكربوهيدرات في أوراق النباتات التي تصاب بها؛ تكون الأعراض أشد جداً خلال شهور الصيف عنها في الشتاء. وهذا يرجع الى شدة الضوء التي يتعرض لها النبات. فمثلاً نجد أن فيروس التفاف اوراق البطاطس Potato Leaf Roll Virus يسبب التفافاً شديداً في أوراق النباتات

المصابة خلال شهور الصيف ولكن لا تظهر تلك الاعراض بوضوح خلال شهور الشتاء، وبالمثل مرض اصفرار أوراق بنجر السكر Sugar beet Yellow Virus

وتختفي اعراض بعض الأمراض الفيروسية عند تعرضها لدرجات حرارة مرتفعة بسبب موت الفيروس داخل الانسجة؛ فنجد ان نباتات الخوخ المصابة بفيرس الاصفرار Yellow والتورد Rosette تصبح خالية من تلك الفيروسات اذا نمت على درجة حرارة 35 درجة مئوية.

تأثير الضوء:

الضوء كما انه عامل مهم بالنسبة للنبات، فهو ذو تأثير كبير في حياة الفيروس. ففي أوراق الدخان المحقونة والمحفوظة في الظلام يتكاثر فيروس موزايك الدخان ببطء ملحوظ عنه في حال ما اذا حفظت هذه الاوراق في الضوء العادي. كما وجد أن تعرض النبات لفترات متقطعة للظلام ثم الضوء يجمع من انتاج الفيروس. ويشير البعض الى أن قلة الضوء تؤدي الى زيادة حساسية النباتات للعدوى بالفيروسات.

(2) ظروف النبات وقت حدوث الإصابة:

غالباً ما تزيد النباتات مقاومتها للإصابة بتقدمها في العمر وبوجود بعض العناصر الغذائية. فقد وجد تخفي مظاهر الإصابة للدخان بالموزايك في حالة زيادة التسميد بالفوسفور والبوتاسيوم.

كما ان موعد الاصابة من عمر المحصول تؤثر ايضاً في مدى التدهور الحادث في الانتاج؛ فكلما كانت الاصابة في الاعمار المبكرة كانت اشد فتكاً وضرراً بالمحصول النهائي. والعكس صحيح؛ حيث تؤدي الاصابة المتأخرة الى حدوث نقص اقل ضراوة. فقد وجد Bradbent et al ان نباتات البطاطس التي تصاب في أواخر عمرها بفيروس التفاف الأوراق ينتج عنه غالباً درنات خالية من الفيروس المذكور.

(3) الأصناف:

قد تختلف الأعراض التي يسببها فيروس ما اختلافاً شاسعاً باختلاف الأصناف؛ فنجد مثلاً الأعراض التي تظهر على شتلات الليمون البلادي المصابة بفيروس التدهور السريع هي اصفرار فتقطع في عروق الورقة وظهور تنقرات Pits في خشب الشتلات، ومثل هذه الأعراض لا تظهر على الأصناف الأخرى من الليمون.

(4) سلالات الفيروس:

تختلف الاعراض التي يسببها الفيروس على العائل القابل للتلاصق باختلاف سلالات ذلك الفيروس. المثال على ذلك موزايك الدخان فله عدة سلالات، كل سلالة منها تسبب اعراضاً مختلفة تماماً عن أعراض السلالات الأخرى. فبعضها يعطي تبرقشاً أصفر والآخر تبرقشاً خفيفاً .. الخ. وإذا لقح نبات الدخان باحدى تلك السلالات أولاً ثم لقح النبات ثانية بسلالة أخرى، فإن الأعراض التي تظهر

هي أعراض السلالة الأولى، حيث انها تمنع السلالة الثانية من التضاعف في النبات وهذه الظاهرة تعرف بالوقاية بالتضاد Cross protection

(5) وجود فيروس آخر داخل العائل:

اذا ما وجد فيروس من نوع آخر داخل العائل فرمما تظهر مظاهر اصابة اضافية أكثر ضراوة من مظاهر الاصابة الناتجة من فيروس واحد. وهذا بالطبع يخالف الحالة السابقة التي تخص وجود فيروس من نفس سلالة الفيروس داخل النبات والتي تقوم بدور الحماية من الاصابة الجديدة.

الاستاذ الدكتور م مظهر العيسوي الشريف

طرق انتقال الفيروسات

Methods of plant viruses transmission

الخلايا النباتية السليمة تكون محاطة بغشاء سليلوزي يقاوم اختراق الفيروس. ولكي تحدث الإصابة ينبغي لهذا الفيروس ان يدخل الى داخل الخلية كي يمكنه التناسخ اعتماداً على البروتوبلازم الخلوي. ومن هنا فإن إصابة الفيروس للنباتات المزهرة دائماً ما تظهر على انها إصابة عن طريق الجروح مما يتيح للفيروس الدخول الى البرتوبلازم الخلوي. ومن أمثلة ذلك الجروح التي تحدث أثناء التطعيم أو التقليم أو الحشرات .. وتحدد طبيعة الفيروس والعائل الآلية أو الأليات الملائمة لاجتياح العدوى.

ومن أهم طرق انتقال الفيروسات النباتية:

(1) الانتقال عن طريق التكاثر الخضري والتطعيم

Transmission by vegetative

propagation and grafting

(2) الانتقال الميكانيكي: Mechanical transmission

حيث ينتقل الفيروس مع عصير النبات المصاب الى النبات السليم عبر الجروح الحادث بطريقة أو بأخرى. وتعتبر هذه الطريقة من أكثر الطرق تطبيقاً في الدراسات والتجارب.

(3) الانتقال عن طريق الحامل Dodder

(4) الانتقال بالبذور Seeds

وبائية فيروسات النبات

Epidemiology of plant viruses

اغلب الفيروسات التي تسبب امراض للحاصلات الزراعية تنتقل بواسطة نواقل حيوية biotic vectors ومعظم تلك النواقل الحيوية هي حشرات. الفيروس يمكن له ان يخترق النبات الكامل من خلال الجروح التي تمزق جدر الخلايا والغشاء السيتوبلازمي وتسمح للفيروس بالدخول الى السيتوبلازم.

تتحدد وبائية الفيروس العائلي بالعوامل التي تؤثر على بقاء الفيروس واحتفاظه بخصائصه؛ فلا بد له من توافر العوائل المناسبة لتكاثره، وان تتوفر له وسائل الانتقال والعدوى الفعالة، وان يتوافر له احتياطي مناسب من العوائل الأخرى التي يمكن له ان ينتقل فيما بينها. ان انتشار فيروس محدد في مكان معين او على مستوى العالم يكون ناتج محصلة مجموعة من العوامل الطبيعية والبيولوجية.

1. العوامل البيولوجية:

1-1-1 خصائص الفيروس والنبات العائل:

1-1-1 ثبات الفيروس وتركيزه في النبات: ثبات الفيروس غالباً ما يكون

ثبات داخل النبات العائل أو خارجه ما يجعله يصل في انسجة

العائل الى تركيزات عالية وهذا يؤدي بدوره الى البقاء والانتشار أكثر من تلك الفيروسات التي لا تتميز بهذا الثبات. أي ان ثبات الفيروس ودرجة تركيزه من العوامل الهامة التي تؤثر في درجة انتشاره. ومن أمثلة ذلك: يلاحظ أن فيروس TMV يمكنه أن يحتفظ بخصائصه الحيوية لفترة طويلة داخل الأنسجة الميتة أو حتى بقايا العائل الميتة في التربة والتي تصبح مصدراً للعدوى للمحاصيل اللاحقة.

2-1-1 سرعة تحرك الفيروس وانتشاره في انسجة العائل:

هناك علاقة موجبة بين سرعة تحرك الفيروس داخل العائل وقدرته على البقاء؛ فالفيروسات التي تتحرك بسرعة من مراكز العدوى تكون فرصتها في البقاء والانتشار أكبر. ومن المعلوم أن الفيروسات التي تصيب الأشجار والنباتات المعمرة تكون حركتها بين الأنسجة والخلايا أبطأ من تلك التي تصيب النباتات الحولية.

3-1-1 درجة العدوى:

الفيروسات التي تسبب امراضاً تبقى على النمو الخضري للنبات المصاب، تكون أكبر قدرة على البقاء من تلك الفيروسات التي تؤدي الى الموت التام للنبات؛ حيث ان الحالة الاخيرة تؤدي الى انحسار الإصابة بعد موت العائل.

4-1-1 بناء الفيروس وانتخاب السلالات:

الفيروسات ذات القدرة الكبيرة على التطهير وتكوين السلالات الجديدة تكون لها القدرة على التأقلم والتكيف مع التغيرات التي تحدث في الوسط المحيط، وبذلك يمكنها الاستجابة للوسط الجديد والبناء والانتشار.

5-1-1 المدى العوائلي للفيروس Host range

يعطي المدى العوائلي الواسع للفيروس فرصاً أكبر للبقاء والانتشار الواسع؛ فمثل هذه الفيروسات قد تصيب النباتات المعمرة والمحاصيل الحقلية الحولية. وبذلك يمكنها الانتشار في أنحاء واسعة ومن أمثلتها "فيروس التبرقش الأصفر في الفاصوليا" و "فيروس التبرقش البرونزي في الطماطم" و "فيروس تبرقش الخيار"

2-1 انتشار الناقلات:

لنقل فيروس من نبات الى نبات لابد ان يكون هناك استراتيجية يتبعها الفيروس تختلف عما هو الحال بالنسبة لفيروسات الحيوان؛ حيث أن النباتات لا تتحرك لذلك لا تنتقلها من نبات الى نبات غالباً ما يكون هناك ناقل Vector (مثل الحشرات).

تعتبر الناقلات الحشرية والفطرية من أهم ناقلات الفيروسات النباتية الهامة.

ومن المنظور الايكولوجي (البيئي) يمكن تقسيم هذه الناقلات الى:

أ) وتوجد ثلاث مجموعات من الفيروسات التي تنتقل عن طريق التربة:

- 1) فيروسات لم يعرف لها ناقل
- 2) فيروسات تنتقل عن طريق الفطريات
- 3) فيروسات تنتقل عن طريق النباتودا

ومن المعروف ان TMV يعتبر من الفيروسات التي تنتقل عن طريق التربة بلا مساعدة من أي ناقل؛ حيث أن نبات هذا الفيروس يسمح له أن يظل نشطاً في البقايا النباتية من موسم الى موسم الزراعة التالي. وتم العدوى عند زراعة الاصناف القابلة للاصابة في الاراضي الملوثة حيث تتم العدوى عن طريق جروح دقيقة تحدث في جذور النباتات عند زراعتها أو من جراء العمليات الزراعية المختلفة.



النيماتودا Nematodes

- من الفيروسات التي تنتقل عن طريق الفطريات فيرس تضخم العروق في الخس بواسطة فطر *Ospidium* . وهو فيرس ذا مدى عوائل ضيق للغاية. ويتميز هذا

الفيروس بالبقاء في التربة

لفترات زمنية طويلة على

شكل كامن في الجراثيم

الساکنة لهذا الفطر والتي قد

تمتد لعدة سنوات في التربة

الجافة.



حشرة المن Aphid

- اما الفيروسات التي تنتقل

عن طريق النيماتودا فهي من أهم فيروسات التربة؛ حيث أن النيماتودا مداها العوائل

واسع ويمكنها أن تعيش لفترات زمنية طويلة في التربة فلها القدرة على مقاومة الظروف

البيئية الصعبة، ويمكن ان يظل الفيروس في جسم النيماتودا التي لا تتغذى لعدة اسابيع أو

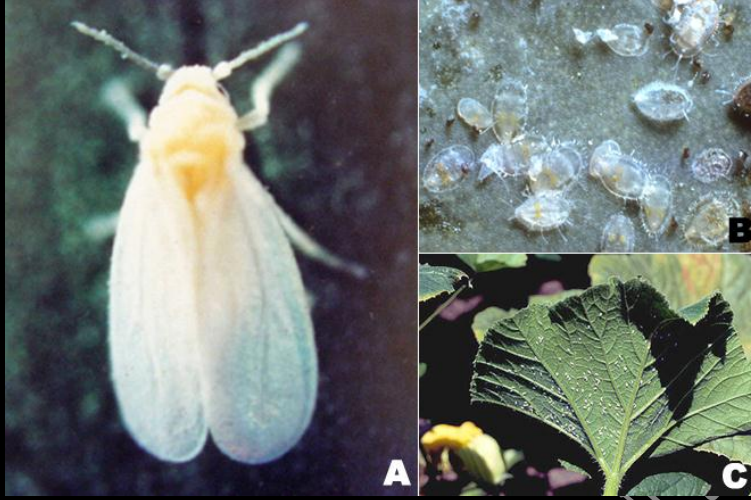
شهور. وكما هو معروف ان النيماتودا لا تملك طوراً كامناً ولها القدرة على الهجرة داخل

التربة طبقاً لظروف البيئة المحيطة.

- النيماتودا Soil-borne nematodes

ثبت دورها في نقل الفيروسات النباتية اثناء تغذيتها على الجذور، لكن لا يوجد ما يدل

على أن تلك الفيروسات المنقولة تتضاعف في النيماتودا. ويتم نقل الفيروس عن طريق



الذبابة البيضاء

التصاقه بأجزاء التغذية (Stylet (feeding organ) ومن امثلة تلك الفيروسات المنقولة عن طريق النباتودا Tobacco Rattle Virus

ب) ناقلات فيروسية خلال الوسط الهوائي

تعتبر الحشرات الماصة لعصير النباتات وعلى وجه الخصوص حشرات المن هي العامل الرئيسي لنقل ونشر الفيروسات وبالتالي حفظ بقائها.

انتقال الفيروسات بواسطة الحشرات Transmission by insects يمثل نحو 64% من عوامل نقل الفيروسات النباتية؛ حيث تعتمد معظم الفيروسات على نشاط الحشرات في انتقالها. والانتشار السريع لأحد الفيروسات يعتمد على التكاثر السريع للحشرة الناقلة وحركتها وملاءمة الظروف الطبيعية للتكاثر. والقليل من الفيروسات لا ينتقل بواسطة الحشرات مثل فيروس TMV, PVX وفيروس تقزم الخلفة في القصب. وتتبع معظم الأنواع الناقلة رتب

الحشرات ذات أجزاء الفم الثاقبة الماصة. وهي رتب متشابهة الأجنحة Homoptera

ونصفية الاجنحة Hemiptera ورتبة هدية الاجنحة Thysanoptera

وتعد رتبة متشابهة الاجنحة Homoptera من أهم رتب الحشرات من حيث نقل الامراض الفيروسية؛ إذ يتبعها حوالي 90% من الحشرات الناقلة للفيروسات النباتية. وهي ذات أجزاء فم ثاقبة ماصة لعصارة النبات التي تحتوي على الفيروس ثم تقوم بنقلها الى النباتات السليمة أثناء التغذية عليها. وتستخدم خراطيمها الطويلة مما يساعد في عملية نقل الفيروس.

وهناك القليل جداً من الفيروسات يمكنها ان تنتقل بواسطة اجزاء الفم القارضة عن طريق تلوث أجزاء فم الحشرة الناقلة أثناء التغذية على النباتات المصابة ثم النباتات السليمة.

ومن أمثلة الحشرات ذات الفم الثاقب الماص حشرات المن Aphid، ونطاطات الاوراق Leaf hoppers ، الذباب الأبيض White flies ، الحشرات القشرية Scale insects .

ومن الحشرات الخادشة والماصة حشرة التريس. أما الحشرات ذات أجزاء الفم القارض التي



التريس Thrips

تنقل الفيروسات النباتية فأهمها الخنافس.

وتزيد أهمية الحشرات الثاقبة الماصة في النقل لأنها تقوم باحداث ثقب صغير في النباتات أثناء التغذية لا يؤدي الى موت الخلايا وبالتالي تنجح عملية نقل الفيروس. أما في حالة الحشرات القارضة فهي تحدث جروح كبيرة تؤدي الى موت الخلايا النباتية وبالتالي فشل عملية النقل.

ومن أهم المجاميع الحشرية التي تنقل الأمراض الفيروسية:

1- المن Aphids

تعتبر أكبر المجموعات التي تنقل الفيروسات سواء من وجهة عدد الفيروسات التي تنقلها أو من وجهة عدد أنواعها التي تنقل الأمراض. وتنقل حشرة من الخوخ *Myzus persicae* أكثر من 50 مرضاً فيروسياً. ومعظم الأمراض التي تنقلها حشرات المن تسبب أعراض الموزايك إلا أنه يوجد بعض الفيروسات التي تنتقل عن طريق المن تسبب الاصفرار مثل فيروس اصفرار بنجر السكر والتقرم الأصفر في البصل.



Bemisia tabaci

2- نطاطات الأوراق Leaf hoppers

وهي تعد الناقل الثاني من حيث الأهمية بعد المن في نقل الفيروسات النباتية خاصة أمراض التفاف الأوراق.

3- بق النباتات: مثل الذي ينقل المرض الفيروسي الذي يصيب بنجر السكر Beet

Savey

4- الذباب الأبيض: يوجد 4 أنواع من الذباب الأبيض تنقل أكثر من 21 فيروس نباتي

مثل فيروس تجعد أوراق الطماطم الذي تنقله *Bemisia tabaci*

5- الحشرات القشرية والبق الدقيقي: تعتبر ذات كفاءة محدودة في النقل، غير أن هناك

بعض أمراض تنتقل بهذه الحشرات. فمن المعروف مثلاً أن البق الدقيقي ينقل



البق الدقيقي Mealy bugs

فيروس تضخم افرع الكاكو.

6- التريس: يقوم بنقل فيروس الذبول المنقط في الطماطم وينقله *Thrips tabaci*

7- الأكاروس: ينقل عدداً من الأمراض الفيروسية مثل فيروس التخطيط الموزيكي في

القمح والذي ينقله *Aceria tuliae*



Thrips tabaci

8- الحشرات ذات أجزاء الفم القارضة: تنقل بعض أنواع الخنافس التي تصيب

القرعيات بعض الفيروسات

مثل فيروس موزايك الكوسة

كما أن بعض أنواع جراد

الحشائش ينقل فيروس

التبرقش الأصفر في اللفت.



النطاطات Hoppers

transmit viruses from several genera, including those in the families *Rhabdoviridae* and *Reoviridae*. The picture shows *Micrutalis malleifera*, the treehopper vector of *Tomato pseudo-curly top virus*.

ويحدث انتشار الفيروسات النباتية

الى مسافات بعيدة في اغلب الأحوال

بطرق طبيعية مثل الرياح الذي ينقل

المن المصح الذي يحمل سلالات

الفيروس. ويعتقد كذلك ان الفيروسات

التي تنتقل عن طريق البذور يمكن لها ان تنتقل كذلك لمسافات بعيدة بواسطة الطيور لعدة

آلاف الكيلومترات. وفي القرن الماضي انتشرت الفيروسات النباتية في شتى بقاع الأرض بعد

أن كانت محصورة في مساحات جغرافية محددة وبدون ادنى شك فإن الانسان هو المسئول

الأول عن ذلك. كما أن حقيقة أن فيروس TMV يمكن أن يحتفظ بخصائصه في رماد السجائر توضح سبب الانتشار الواسع لهذا الفيروس في جميع بقاع العالم. وعلى الرغم من وجود الحجر الزراعي الذي تتبعه معظم الدول، فإن دور الإنسان في نقل الفيروسات النباتية من بلد إلى آخر مازال مستمرًا حتى اليوم.

طرق انتقال فيروس النبات بالحشرات

يتم انتقال فيروس النبات بواسطة الحشرات بطريقتين:

أ) الطريقة الميكانيكية:

وهنا لا توجد علاقة تجمع الفيروس بالحشرات، ويتم نقل الفيروس بين النباتات بسرعة عن طريق تغذية الحشرة على النباتات المصابة ثم عند تغذيتها على نبات سليم تنقله وتحدث له العدوى مباشرة نتيجة لتلوث أجزاء الفم الخارجية بالفيروس. وتفقد الحشرة القدرة على العدوى خلال ساعات أو دقائق من تركها للنبات المصاب وبعد التغذية على نبات واحد أو عدة نباتات سليمة. وتعرف هذه المجموعة من الفيروسات باسم الفيروسات الغير باقية. Non persistent viruses أو الفيروسات الخارجية External Viruses وهي التي تنقل على اطراف أجزاء الفم Stylet tips. وتقوم الحشرات ذات أجزاء الفم القارض أو الثاقب الماص بنقل الفيروسات التابعة لهذه المجموعة.

ب) الطريقة البيولوجية:

في هذه الطريقة يدخل الفيروس المسبب في علاقة بيولوجية مع الحشرة الناقلة. فعندما تكتسب Acquire الحشرة الفيروس بعد ان تتغذى الحشرة على النبات المصاب فانها لا تنقله مباشرة؛ ولكن يدخل الفيروس جسم الحشرة ويقضي مدة تصبح بعدها الحشرة قادرة على احداث العدوى، ولكنها تظل محتفظة به لفترة قد تصل الى طول حياتها. وتعرف هذه الفيروسات بالفيروسات الداخلية Internal Viruses حيث تدخل جسم الحشرة.

ويلزم هنا التعرف على بعض الاصطلاحات الخاصة بالنقل الحشري للفيروسات:

- **فترة الاكتساب Acquisition feeding period** هي الفترة من الوقت التي تتعرض فيها الحشرة الغير حاملة للفيروس لنبات مصاب مصدر الفيروس ثم بعدها تصبح معدية؛ أي حاملة للفيروس.

- **فترة تلقيح الفيروس Inclusion feeding period** هي الفترة من الوقت التي تتعرض فيها الحشرة المعدية لنبات الاختبار ويتم بعدها تلقيحه بالفيروس بحيث تظهر الاصابة فيما بعد.

- **فترة نقل الفيروس Transmission Time** هي أقل فترة تحتاجها الحشرة حتى تكتسب الفيروس ثم تحقنه في النبات السليم (فترة تلقيح الفيروس + فترة اكتساب الفيروس)

- **فترة الحضانة Incubation period** هي الفترة التي تقضيها الحشرة الناقلة بعد اكتسابها

للفيروس حتى تصبح معدية Viruliferous

ثانيا العوامل الطبيعية (المؤثرة على انتشار الفيروس):

الموسمية والظروف الجوية

للعوامل الجوية تأثير كبير على مدى اصابة المحاصيل الحولية بالفيروسات. فقد أشارت الابحاث ان من العوامل المهمة لانتشار المرض الهجرة المبكرة للمن، ودرجة اصابة المحصول في المزارع المحاورة وكذلك تأثير الظروف الجوية حيث انها تؤثر بشكل كبير على أعداد المن الناقل، فمن الممكن أن تؤدي الظروف الجوية الى حدوث انفجار وبائي للمرض عند حدوث حالات من الظروف الجوية غير الاعتيادية. كما أن الرياح الشديدة غالباً ما تنقل المن الى مسافات بعيدة. كذا يتحدد اتجاه نشاطات الاوراق باتجاه الرياح. ومن العوامل الهامة جداً في هذا الصدد درجة حرارة الهواء والرطوبة؛ حيث أن درجة الحرارة المرتفعة تؤدي الى تقليل اعداد المن ودرجة تكاثره.

التربة:

تؤثر ظروف التربة بطريقة أو بأخرى على مدى وسرعة انتشار الامراض الفيروسية؛ حيث أن فرص انتشار الأمراض الفيروسية تكون كبيرة في حالة التربة الخصبة. وقد لوحظ في حالة اصابة البطاطس بفيروس التفاف الأوراق ان اضافة الاممدة العضوية أو الكيماوية ادى الى زيادة انتشار المرض وكذا في حالة TMV. كما أن درجة حرارة التربة يمكن أن تؤثر على نقل الفيروسات بواسطة النباتات. وكذلك لظروف التهوية والرطوبة دور هام في انتقال الفيروسات في التربة.