

أمراض النبات

المتسببة عن فيروسات

Plant Diseases Caused by viruses

أمراض النبات

المتسببة عن فيروسات

Plant Diseases Caused by viruses

مقدمة:

الفيروس هو بروتين نووي صغير جداً لا يرى بالميكروسكوب الضوئي، يتكاثر فقط داخل الخلايا الحية وله المقدرة على أن يسبب أمراض. إن كل الفيروسات عبارة عن طفيليات داخل الخلايا وتسبب أعداداً كثيرة من الأمراض على كل أشكال الكائنات الحية ابتداءً من النباتات أو الحيوانات وحيدة الخلية إلى الأشجار الضخمة والحيوانات الثديية. هناك بعض الفيروسات تهاجم الإنسان أو الحيوان أو كليهما معاً وتسبب أمراضاً مثل الانفلونزا، شلل الأطفال، الكلب، الجدري والسرطان. البعض الآخر من الفيروسات يهاجم النباتات فقط، وما زال هناك أنواعاً تهاجم الكائنات الحية الدقيقة مثل الفطريات، البكتيريا والميكوبلازما. إن العدد الكلي للفيروسات المعروفة حتى الآن يربو على الألفين، وتوصف فيروسات جديدة كل شهر تقريباً. إن ما يزيد عن الفين من الفيروسات المعروفة تهاجم وتسبب أمراضاً للنباتات. إن فيروس واحد يمكن أن يصيب نوع نباتي واحد أو يصيب عدة عشرات من الأنواع النباتية المختلفة، وكذلك النبات الواحد يمكن أن يهاجم بفيروس واحد أو بعدة فيروسات مختلفة. ويمكن أيضاً بشكل عام أن يصاب النبات بأكثر من فيروس واحد في نفس الوقت.

ضع أن الفيروسات مسببات مرضية وتشارك الكائنات الحية الأخرى في الوظائف الوراثية وفي المقدرة على التكاثر، إلا أنها أيضاً تمتلك صفات الجزيئات الكيميائية.

تتألف الفيروسات في أبسط تركيب لها من حمض نووي وبروتين، حيث أن البروتين يلتف حول الحمض النووي. ومع أن الفيروسات يمكنها أن تتخذ أي من الأشكال المختلفة، إلا أنها غالباً إما عسوية الشكل أو كروية أو أنها تتراوح بين هذين الشكلين الأساسيين. هناك دائماً

فقط RNA أو فقط DNA في كل فيروس. في معظم الفيروسات النباتية هناك نوع واحد فقط من البروتين. بعض الفيروسات الكبيرة يمكن أن يكون فيها عديداً من البروتينات المختلفة ومن المحتمل أن يكون لكل منها وظائف مختلفة. البروتين الذي يحيط بالحمض النووي يسمى غلاف او كابسيد Capsid.

الفيروسات لا تنقسم ولا تكون أي نوع من التركيبات التكاثرية المتخصصة، مثل الجراثيم، ولكنها تتكاثر وذلك بأن تحت خلايا العائل لتكون فيروسات جديدة، تسبب الفيروسات الأمراض، ولا يكون ذلك بإتلاف الخلايا أو قتلها بالتوكسينات، ولكن باستعمال المواد الخلوية وياحتلال فراغ الخلية وتعطيل مكونات الخلية وما فيها من عمليات وهذه الأمور توقف عمليات البناء في الخلية والتي بدورها تؤدي الى تكشف مواد غير طبيعية وأوضاع ضارة في الخلية، تؤثر على وظائف وحياة الخلية أو الكائن الحي.

مميزات الفيروسات النباتية : -

Properties of Plant Viruses

تختلف الفيروسات النباتية كثيراً عن كل الكائنات الممرضة النباتية الأخرى، ليس فقط في الحجم والشكل ولكن أيضاً في بساطة مكوناتها الكيميائية وتركيبها الفيزيائي، طرق الإصابة، التكاثر، الانتقال ضمن العائل، الانتشار والأعراض التي تنتجها على العائل. بسبب صغر حجم الفيروسات وشفافية أجسامها فإنه لا يمكن مشاهدتها واكتشافها بالطرق المستعملة للكائنات الممرضة الأخرى، ومن المعروف أن الفيروسات ليست خلايا ولا تتألف من خلايا.

الكشف عن الفيروسات :

Detection of Viruses

عندما يتسبب المرض النباتي عن فيروس، فإن الجزيئات الفيروسية المفردة لا يمكن أن ترى بالميكروسكوب الضوئي مع أن بعض الأجسام المحتوية على فيروس أو الأجسام البلورية

المحتوية على فيروس يمكن أن ترى في الخلايا المصابة بالفيروس. إن فحص مقاطع في الخلايا أو عصارة خام (غير معاملة) مأخوذة من نباتات مصابة بالفيروس توضع تحت الميكروسكوب الإلكتروني، يمكن أو لا يمكن أن تظهر جزيئات شبيهة بالفيروس. إن جزيئات الفيروس لا تلاحظ دائماً بسهولة تحت الميكروسكوب الإلكتروني، حتى في الحالات النادرة التي فيها تكون مثل هذه الوحدات ظاهرة، فإن إثبات أن هذه الوحدات هي فيروس وأن هذا الفيروس يسبب المرض المعين يتطلب كثيراً من الجهد والوقت.

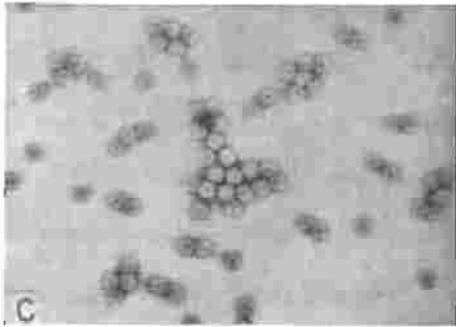
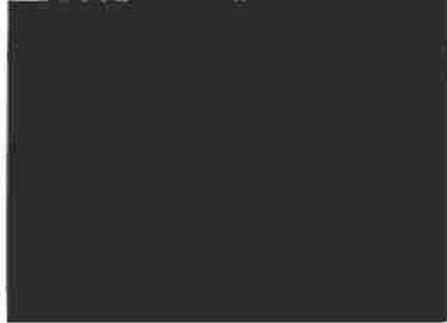
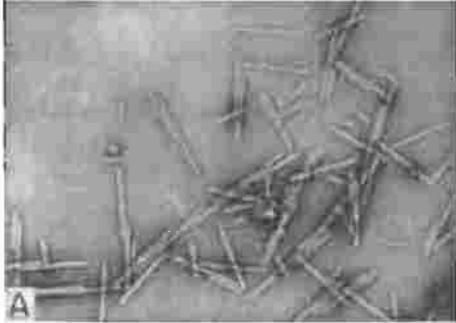
إن بعض أعراض أمراض النبات مثل تخطيط أوراق البلوط التي تظهر على الأوراق وكذلك الشحوب أو البقع الحلقية المتحللة، يمكن أن تعزى إلى فيروسات بشيء من التأكيد. إن معظم الأعراض الأخرى المتسببة عن فيروسات، تشابه تلك المتسببة عن طفريات، نقص التغذية أو التسعم، الإفرازات الحشرية، أو الأضرار المتسببة عن كائنات ممرضة أخرى، أو تشابه الأضرار المتسببة عن عوامل أخرى كثيرة. وبالتالي فإن تحديد أعراض أمراض نباتية معينة على أنها متسببة عن فيروس، يستلزم إستبعاد كل الاحتمالات الأخرى المسببة للمرض، ويستلزم نقل الفيروس من نباتات مصابة إلى نباتات سليمة بطريقة يمكن بها منع نقل أي عوامل مسببة مرضية أخرى.

إن الطرق الحالية للكشف عن الفيروسات النباتية تشمل بشكل أساسي، نقل الفيروس من نبات مصاب إلى نبات سليم بالتطعيم بالبرعم أو التطعيم بالقلم أو بالطرق الميكانيكية (الحك بعصارة النبات المصاب). هناك بعض الطرق الأخرى الخاصة والتي تستعمل في نقل الفيروس مثل النقل بالحامل أو بالعوامل الحشرية المختلفة، هي أيضاً طرق تستعمل لاثبات وجود الفيروس. إن معظم تلك الطرق لا تستطيع أن تميز بها فيما إذا كان الكائن الممرض هو فيروس أو ميكوبلازما أو البكتيريا الحساسة الوعائية. إن النقل عن طريق استعمال العصارة النباتية، حالياً هي الطريقة الوحيدة فقط التي تعتبر برهاناً على طبيعة الكائنات الممرضة الفيروسية. إن أكثر الإثباتات تحديداً لوجود الفيروس في النبات مشروطة بتنقيته، إستعمال الميكروسكوب الإلكتروني، مع دراسة السيولوجي (الامصال) وهي الأكثر شيوعاً.

مورفولوجي الفيروس (الشكل الظاهري) :

Morphology of Viruses

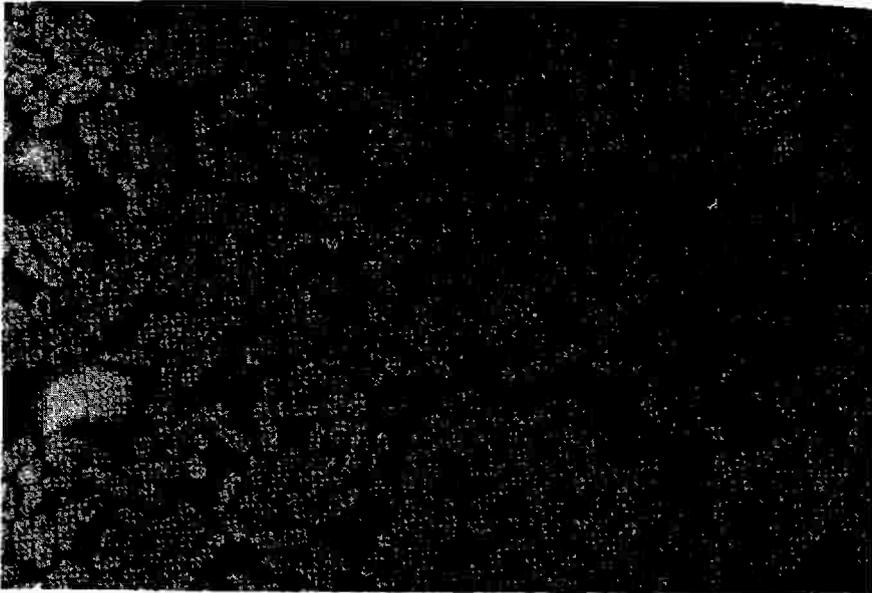
توجد الفيروسات النباتية في أشكال وأحجام مختلفة، ولكنها عادة توصف بأنها متطاولة (أشكال عصوية محددة أو خيوط مرنة) ، والفيروسات القضيبيية وهي شبيهة بالبكتيريا المعصوية، وقد تكون الفيروسات كروية الشكل (ايزومترية أو متعددة الأوجه) (شكل ٢١٥ ، ٢١٦).



شكل - ٢١٥

صورة بالميكروسكوب الالكتروني لأشكال مختلفة من الفيروسات التي تصيب النبات. (A) شكل عصوي (موزايك الدخان). (B) خيطي مرن (موزايك تقزم النرة). (C) فيروسات ايزومترية (فيروس تبرقش وشحوب اللوبيا). (D) الفيروسات القضيبيية (فيروس موت وتحلل البروكلي).

بعض الفيروسات المتطاولة مثل فيروس موزايك الدخان، وفيروس الموزايك المخطط في الشعير، لها الشكل العصوي الصلب بقياسات حوالي 15×300 نانوميتر لفيروس موزايك الدخان، 20×130 نانوميتر لفيروس الموزايك المخطط في الشعير. تظهر معظم الفيروسات المتطاولة على شكل خيوط مرنة رفيعة طويلة والتي تكون عادة بقياس $10 - 13$ نانوميتر في العرض ويتراوح طولها من 480 نانوميتر (فيروس أكس البطاطس) إلى 2000 نانوميتر (فيروس ترستيزا). كثيراً من الفيروسات المتطاولة يبدو أنها توجد في أجزاء ذات أطوال مختلفة وأن الرقم الذي يعطى يمثل عادة الوحدات الأكثر شيوعاً من غيرها.



شكل ٢١٦

صورة بالميكروسكوب الإلكتروني لفيروس موزايك البرسيم الحجازي مبيئاً الأحجام المختلفة لخمسة مكونات لهذا الفيروس التكبير ١٦٨ ألف.

أما الفيروسات القضيبيية تكون قصيرة، عصيات تشبه البكتيريا العسوية، وهي ذات طول تقريباً يساوي (٣ - ٥) أضعاف عرضها، كما في حالة فيروس الإصفرار المتكزم في البطاطس الذي قياساته ٧٥×٢٨٠ نانوميتر، فيروس الموزايك المخطط في القمح (٦٥×٢٧٠) نانوميتر، وفيروس الإصفرار المتحلل في الخس (٥٢×٣٠٠) نانوميتر.

إن معظم أو من المحتمل كل الفيروسات الكروية هي فعلاً متعددة الأوجه، تتراوح في قطرها من حوالي ١٧ نانوميتر (فيروس نكروزز الدخان التابع) إلى ٦٠ نانوميتر (فيروس الورم الجرحي)، يبدو أن فيروس الذبول المتبقع في الطماطم، مرن وذو شكل كروي قطره ٧٠ - ٨٠ نانوميتر.

كثيراً من الفيروسات عبارة عن مجموعة وراثية فيروسية منشقة والتي لها إثنان أو أكثر من خيوط الحمض النووي المميز محفوظة باجزاء مختلفة الحجم مكونة من نفس الوحدات الفرعية البروتينية، وبالتالي فإن فيروس الخشخشة في الدخان يتكون من قضيبتين (عصابتين) الأولى طويلة قياساتها ١٩٥×٢٥ نانوميتر، والثانية قصيرة تختلف في طولها من ٤٣ - ١١٠ نانوميتر وسمكها ٢٥ نانوميتر. فيروس موزايك البرسيم الحجازي يتكون من أربع مكونات قياساتها، (١٨×٥٦)، (١٨×٤٣)، (١٨×٣٥)، و (١٨×٣٠) نانوميتر (شكل ٢١٦). أيضاً فإن كثيراً من الفيروسات الايزومترية لها من ٢ - ٣ مكونات مختلفة، تكون عادة من نفس الحجم، ولكن بأوزان مختلفة نظراً لأنها تحتوي على كميات مختلفة من الحمض النووي. في جميع الحالات المذكورة سابقاً، يجب أن يوجد في النبات أكثر من مكون واحد للفيروس حتى يستطيع أن يتكاثر وأن يوجد في صفاته العادية.

يتكون الغلاف الخارجي في كل من الفيروسات المتطاولة والفيروسات الكروية من عدد محدود من وحدات البروتين، والتي تترتب حلزونياً في الفيروسات المتطاولة، ومرصوفة على الجوانب في وحدات الفيروس الكروية عديدة الأوجه (شكل ٢١٧). في المقاطع العرضية، تظهر الفيروسات المتطاولة على شكل أنبوبة مجوفة، حيث تشكل فيها وحدات البروتين الغلاف الخارجي، وكذلك فإن الحمض النووي يكون منتظم حلزونياً، أيضاً، مغموراً بين النهايات

الداخلية للحلزون المتتابعة من وحدات البروتين. إن الفيروسات الكروية يمكن، أو لا يمكن أن تكون مجوفة، القشرة المرئية تتكون من وحدات بروتين فرعية، ويكون الحمض النووي داخل القشرة ومنتظم في وضع غير معروف حتى الآن.

إن الفيروسات القضيبيية، فيرس التقزم الأصفر في البطاطس، فيرس الاصفرار والشحوب في الخس، مزودة بغلاف خارجي أو غشاء يحمل زوائد سطحية. يوجد في داخل الغشاء الكبسولة النووية متكونة من حمض نووي منتظم حلزونياً ومترافق مع وحدات البروتين.

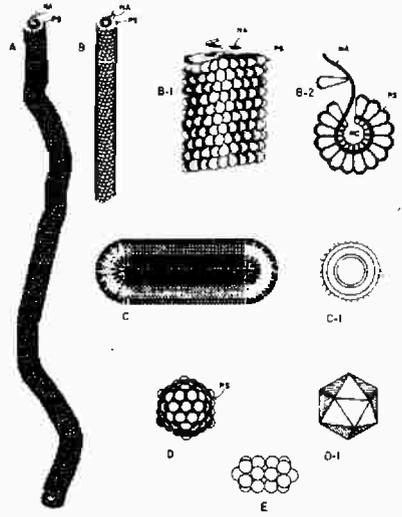
مكونات وتركيب الفيروس

Composition and Structure of Virus

يتكون كل فيرس نباتي، على الأقل، من حمض نووي وبروتين. تتكون بعض الفيروسات من أكثر من حجم واحد من الحمض النووي والبروتين، وبعض منها يحتوي على مركبات كيميائية إضافية أخرى مثل بولي أمين Polyamines ، دهون ، أو إنزيمات متخصصة.

تختلف نسبة كل من الحمض النووي والبروتين في الفيروس وذلك حسب نوع الفيروس. يكون الحمض النووي من حوالي ٥٪ - ٤٠٪ من الفيروس، والبروتين يشكل البقية حوالي ٦٠ - ٩٥٪ من الفيروس. إن النسبة المنخفضة من الحمض النووي والنسبة المرتفعة من البروتين موجودة في الفيروسات المتطاولة، بينما الفيروسات الكروية تحتوي على نسبة أعلى من الحمض النووي ونسبة منخفضة من البروتين. إن الوزن الكلي من الحمض النووي والبروتين في جزيئات الفيروس المختلفة تتراوح من ٤.٦ مليون وحدة وزن جزيئي (هذا في فيرس موزايك أعشاب جنس بروموس *Bromus*) ، إلى ٣٩ مليون وحدة وزن جزيئي (هذا في فيرس موزايك الدخان). إلى ٧٣ مليون وحدة وزن جزيئي (فيرس خشخشة الدخان). إن وزن الحمض النووي لوحده يتراوح فقط ما بين ١ - ٣ مليون (١ - ٣ × ١٠^٦) وحدة وزن جزيئي لكل جزيء فيرس، لمعظم الفيروسات، إلا أن بعضها له (٦ × ١٠^٦) وحدة وزن جزيئي و ١٢ وزن حمض نووي. مكون فيرس الورم الجرحي وزنه تقريباً ١٦ × ١٠^٦ وحدة وزن جزيئي.

إن حجم جميع أنواع الحمض النووي الفيروسي صغير تماماً عندما يقارن مع ٥ × ١٠^٥ للميكوبلازما ، ١ × ١٠^٦ للبلازما اللولبية والى حد أبعد ١.٥ × ١٠^٦ للبكتيريا.



شكل - ٢١٧

مقارنة بين أشكال وأحجام وتركيبات بعض الفيروسات النباتية. (A) فيروس متطاوول يبيو وكثته خيط متطاوول مرن. (B) فيروس عصوي صلب. (B-1) جانب ترتيب وحدات البروتين (PS). حامض نووي (NA) في الفيروسات (B,A). (B-2) منظر لقطع عرضي من نفس الفيروسات. HC = قلب مجوف. (C) فيروس قصير يشبه البكتيريا بأسلح. (C-1) منظر لقطع عرضي في مثل هذا الفيروس. (D) فيروس كروي متعدد الأوجه. (D-1) شكل يمثل عشرون وجه لوحدات البروتين في الفيروس متعدد الأوجه (E) توأمان فيرس يتكونان من جزيئات مزوجة.

مكونات وتركيب البروتين الفيروسي :

Composition and Structure of Viral Protein

إن البروتين الفيروسي يشبه كل البروتينات، يتكون من أحماض أمينية. إن تعاقب وتسلسل الأحماض الأمينية خلال البروتين متحكم به بواسطة المادة الوراثية، التي هي في الفيروسات تكون إما دي أوكسي رايبونوكليك أسد (DNA) أو رايبونوكليك أسد (RNA) وتحدد طبيعة البروتين.

إن مكونات بروتين فيروسات النبات هي عبارة عن وحدات متكررة من الأحماض الأمينية. إن كمية الحمض الأميني وتماثله هو ثابت في وحدات البروتينات المتماثلة في الفيروس، ولكن يمكن أن تختلف في الفيروسات المختلفة، وفي السلالات المختلفة من نفس الفيروس، وحتى في البروتينات المختلفة في نفس جزيئات الفيروس. إن كمية الأحماض الأمينية والترتيب الجزيئي لها معلوم ومعروف بالنسبة لبروتين عدة فيروسات، و فقط بالنسبة لبروتين فيروس موزايك الدخان (TMV) وفيروس الموزايك الأصفر في اللفت (TYMV) هي التي تعرف فيها الأحماض الأمينية وترتيبها معرفة تامة. وبالتالي فإن وحدات البروتين في فيروس موزايك الدخان تتكون من ١٥٨ حمض أميني في تعاقب مستمر وبالمثل فإن وحدات البروتين في فيروس الموزايك الأصفر في اللفت تتكون من ١٨٩ حمض أميني.

في فيروس موزايك الدخان، فإن وحدات البروتين مرتبة في حلزون يحتوي على $\frac{16}{3}$ وحدة بروتين في كل لفة (أو ٤٩ وحدة بروتين في كل ثلاثة لفات). إن الفجوة المركزية في جزيء الفيروس أسفل المحور تكون ذات قطر حوالي (٤) نانوميتر، بينما أكبر قطر لجزيء الفيروس هو (١٨) نانوميتر. يتكون كل جزيء واحد من فيروس موزايك الدخان من حوالي ١٣٠ لفة حلزونية من وحدات البروتين. إن الحمض النووي مربوط بأحكام بين وحدات البروتين الحلزونية. أما في الفيروسات القضيبيية فإن البروتين الحلزوني يكون مغلفاً بغشاء.

أما في فيروسات النبات عديدة الأوجه فإن وحدات البروتين تكون مربوطة بأحكام في ترتيبات، حيث تكون هذه الترتيبات عشرون سطوح (تصغير سطح) أو بعض مضاعفات العشرين وتشكل قشرة، خلال هذه القشرة فإن الحمض النووي يكون ملفوفاً أو متداخلاً بطريقة أخرى.

مكونات وتركيب الحمض النووي الفيروسي: -

Composition and Structure of Viral Nucleic Acid

إن الحمض النووي في معظم فيروسات النبات يتكون من RNA وعلى الأقل هناك ٢٥ فيروس من الفيروسات النباتية، تبين على أنها تحتوي DNA. إن كلاً من ال RNA, DNA مكوناً من جزيئات طويلة تشبه السلسلة محتوية على مئات أو غالباً آلافاً من الوحدات المسماة

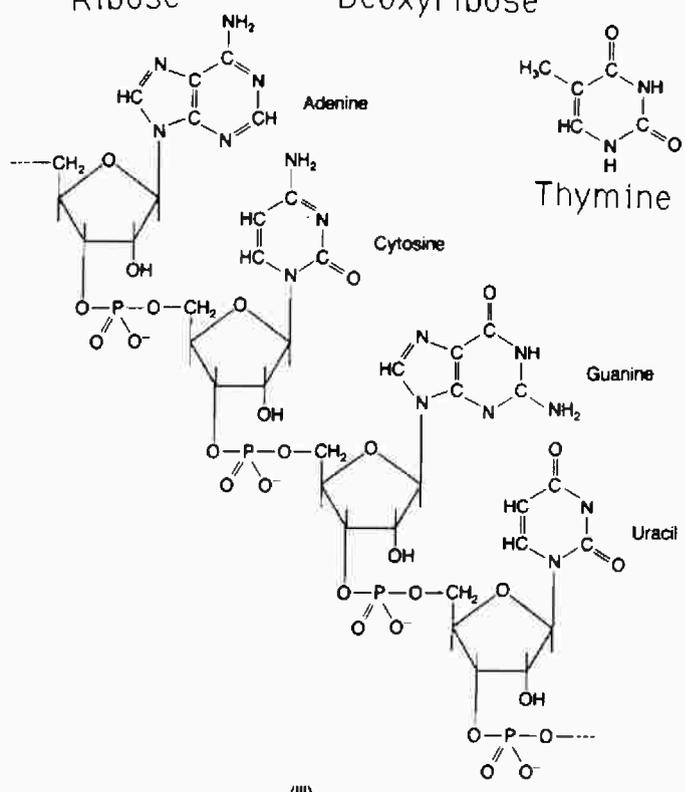
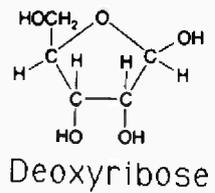
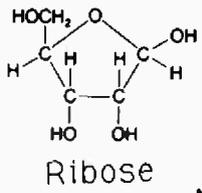
نيوكليوتيدات nucleotides إن كل نيوكليوتيدة تتكون من مركب حلقي يسمى القاعدة هذه القاعدة مرتبطة مع سكر نو خمسة نرات كربون (رايبوز) في الحمض النووي RNA، وتكون مرتبطة مع دي أوكسي رايبوز في الحمض النووي DNA. والسكر سواء كان رايبوز أو دي أوكسي رايبوز فإنه يرتبط مع حمض الفسفوريك. إن السكر الموجود في إحدى النيوكليوتيدات يتفاعل مع الفسفات في النيوكليوتيدة الأخرى، وهذا يتكرر عدة مرات وبالتالي يتكون خيوط من RNA أو من DNA. في الحمض النووي RNA الفيروسي فإن واحدة فقط من الأربع قواعد يمكن أن ترتبط مع كل جزيء رايبوز. إن القواعد الداخلة في تركيب RNA هي : أنين، جوانين، سايتوزين، يوراسيل. إن كلاً من الأنين والجوانين هي قواعد بيورين، بينما السايتوزين واليوراسيل هي قواعد بايريميدين. إن التركيب الكيماوي للقواعد وإحدى احتمالات أماكنها النسبية في سلسلة الـ RNA هي موضحة في تركيب رقم ٢. إن الحمض النووي DNA مشابه للحمض RNA مع وجود اختلافين بسيطين ولكنهما يؤديان إلى فروق هامة جداً. والفروق هي كما يلي: -

١ - إن الأكسجين في مجموعة الهيدوكسيل الموجودة على نرة الكربون رقم ٢ تكون في الرايبوز (OH) وبالتالي يتكون الحمض النووي RNA. أما في الدي أوكسي رايبوز فإن مجموعة الهيدوكسيل تصبح (H) حيث أنها فقدت الأكسجين وبالتالي فإن الحمض المتكون هو DNA.

٢ - الحامض النووي RNA يحتوي على القاعدة يوراسيل، أما في الحمض النووي DNA فإن القاعدة يوراسيل قد حل محلها ميثايل يوراسيل والتي تعرف باسم الثيامين.

إن تعاقب وتكرار القواعد على خيط الحمض النووي RNA يختلف من حمض إلى آخر، ولكنها تكون ثابتة في حمض نووي RNA معين وتحدد صفاته. تحتوي الخلايا السليمة دائماً على خيط مزبوج من DNA وخيط مفرد من RNA. معظم الفيروسات النباتية حوالي ٤٠٠ منها تحتوي خيط مفرد من RNA ولكن ١٠ منها تحوي خيط مزبوج من RNA، ١٢ منها تحوي خيط مزبوج من DNA وحوالي ١٥ تحوي خيط مفرد من DNA.

تركيب رقم ٢ ، يبين تركيب حمض نووي RNA. ويبين تركيب الرايبوز، دي أوكسي رايبوز، والقواعد المختلفة.



الفيروسات التابعة (المرافقة) ، الفيرويدات ، الفيروسويدات والأحماض النووية RNAs المرافقة

Satellite Viruses, Viroids, Virusoids, and Satellite RNAs

بالإضافة إلى الفيروسات النموذجية التي تتكون من خيط واحد أو أكثر من الأحماض النووية الكبيرة نسبياً وتحتوي في غلافها على واحد أو أكثر من أنواع الجزيئات البروتينية والتي تستطيع أن تتضاعف وتسبب إصابة بنفسها، هناك على الأقل أربعة أنواع أخرى من الكائنات الممرضة الشبيهة بالفيروس والتي هي مرافقة للمرض النباتي.

١ - الفيروسات المرافقة (التابعة) Satellite Viruses :

وهي فيروسات مترافقة مع بعض الفيروسات النموذجية ولكنها تعتمد في تضاعفها وإصابتها للنبات على الفيروسات النموذجية. وهذه الفيروسات المرافقة تقلل مقدرة الفيروسات النموذجية على أن تتضاعف وتسبب المرض، هذا يعني، أن الفيروسات المرافقة تعمل كطفيليات على الفيروس النموذجي المرافقة له.

٢ - الفيرويدات Viroids

تتكون من ٢٥٠ - ٤٠٠ نيوكليوتيدة ، عارية، صغيرة، خيط مفرد، RNAs دائري قادرة على أحداث مرض في النبات بمفردها

٣ - الفيروسويدات Virusoids

هي شبيهات الفيروس صغيرة، خيط مفرد RNAs دائري وتكون موجودة داخل فيروسات ذات RNA، وهي عبارة عن جزء من المادة الوراثية لهذه الفيروسات وبالتالي فهي تشكل مرافقة إجبارية مع هذه الفيروسات واعتماداً على ذلك فإنه لا الفيروس ولا الفيروسويد يستطيع أن يتضاعف ويصيب النبات في غياب شريكه.

٤ - الأحماض النووية المرافقة Satellite RNAs

هي أجزاء صغيرة خيطية من RNAs موجود في الفيرون (جزء فيروس واحد) في بعض التركيبات المتكررة من الفيروسات. إن الحمض النووي RNAs التابع يمكن أن

يكون له قرابة مع RNA للفيروس أو يكون له قرابة مع RNA في العائل. إن RNAs التابع بشكل عام يضعف تأثير الإصابة الفيروسية ويكون من المحتمل أن يمثل استجابة وقائية للعائل من الإصابة الفيروسية.

الوظائف الحيوية لمكونات الفيروس (الشفيرة Coding) *The Biological Functions of Components of a Virus*

مع أنه من الواضح أن كل فيروس ينتج غلافه البروتيني المميز، إلا أن الوظيفة المعروفة للبروتين هي فقط تزويد الحمض النووي الفيروسي بغلاف واق. إن البروتين نفسه ليس له دور معدي، إلا أن وجوده، بشكل عام، يزيد العدوى أو الإصابة بالحمض النووي. في حالة الحقن بجزئيات فيروسية كاملة (جزء الفيروس الواحد يسمى فايرون Virion) فإن البروتين لم يبدي مساعدة ولم يؤثر على الحمض النووي لا في وظائفه ولا في تركيبته نظراً لأن الحقن بالحمض النووي لوحده يمكن أن يسبب إصابة ويؤدي إلى بناء حمض نووي جديد، وأيضاً يؤدي إلى تكوين بروتين جديد كلاهما مطابقاً للبروتين والحمض النووي الفيروسي الذي نشأ عنه. ومن ناحية أخرى فإن بناء وتركيب ومكونات البروتين تعتمد كلية على مكونات الحمض النووي التي تكون لوحدها مسؤولة عن بناء وتجميع كل من ال RNA والبروتين.

إن العدوى بالفيروسات في معظم الحالات هي صفة كاملة للحمض النووي الذي في الفيروس، والذي في معظم الفيروسات النباتية يكون الحمض النووي RNA. بعض الفيروسات تتطلب وتحمل معها أنزيم ناسخ لـ RNA (يسمى RNA transcriptase enzyme) وذلك من أجل التكاثر والإصابة. إن مقدرة الحمض النووي الفيروسي RNA على أن يكاثر نفسه ويكاثر بروتينه الخاص تدل على أن الحمض النووي RNA يحمل جينات وراثية محددة للصفات الفيروسية. وإن القدرة على التعبير عن كل صفة وراثية يعتمد على تعاقب النيوكليوتيدات ضمن منطقة معينة من الحمض النووي الفيروسي RNA تسمى سسترون (Cistron) والتي تحدد تعاقب الأحماض الأمينية في البروتين المعين وتركيبها والأنزيمات الضرورية لذلك، هذا يسمى الشفيرة coding ، ويبدو أنه متماثل في جميع الكائنات الحية والفيروسات.

إن الشيفرة Code تتكون من وحدات نقل المعلومات تسمى كودونات (Codons) وكل كودون يتكون من ثلاثة نيوكلويدة متجاورة وتحدد موقع أي حمض أميني، وبالتالي فإن كمية الـ RNA التي يحتويها كل فيروس تدل بالتقريب على طول وعدد النيوكلويدة في الـ RNA الفيروسي، وهذا بدوره يحدد عدد وحدات نقل المعلومات في كل RNA، وبالتالي عدد الأحماض الأمينية التي يمكن أن تنتقل إليها المعلومات. نظراً لأن وحدات البروتين في الفيروسات تحتوي نسبياً على أحماض أمينية قليلة (١٥٨ في فيروس موزايك الدخان) فإن عدد وحدات نقل المعلومات المستعملة في بناء تلك الأحماض تكون فقط جزءاً من العدد الكلي من وحدات نقل المعلومات المتوفرة (١٥٨ من ٢١٣٠ في فيروس موزايك الدخان) وإن وحدات نقل المعلومات المتبقية من المحتمل أنها تدخل في بناء بروتينات عديدة أخرى إما بنائي أو أنزيمي (شكل ٢١٨).

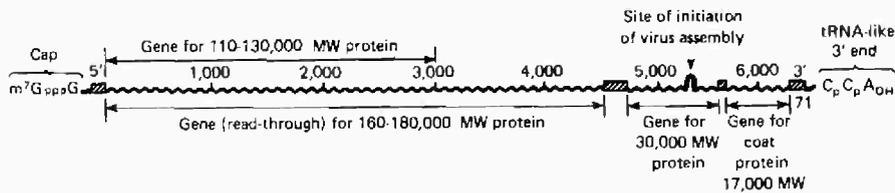
إن واحداً من هذه الانزيمات يسمى RNA-polymerase وله أسماء أخرى مثل - (RNA-replicase / RNA Synthetase) وهو ضروري لمضاعفة الـ RNA في الفيروس. لا يوجد قانون خاص معروف لمعظم البروتينات الأخرى في نقل الشيفرة بواسطة الحمض النووي الفيروسي. لغاية الآن يبدو أن الأوضاع المرضية المستحثة في النباتات بواسطة الفيروسات تكون نتيجة لتداخل وتعطيل العمليات التمثيلية العادية في الخلايا البرانشيمية المصابة أو المتخصصة متسببة عن مجرد وجود وتضاعف الفيروس، واحتمالاً بسبب العمليات غير الطبيعية أو السامة من البروتينات المستحثة بالفيروس أو منتجاتها مع أنه لغاية الآن لم توجد مثل هذه المواد.

الإصابة الفيروسية وبناء الفيروس

The Viral Infection and Structure of Virus

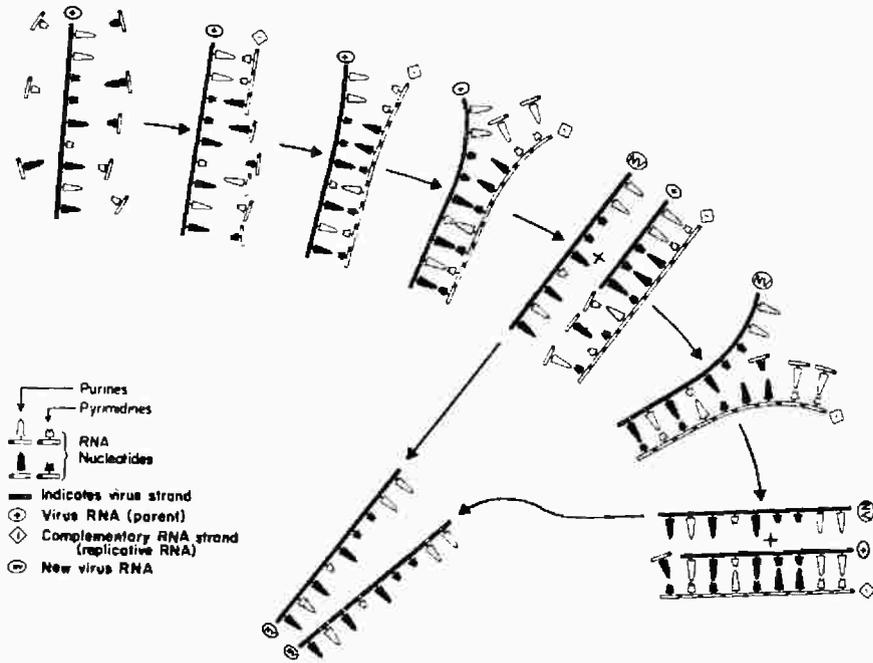
تدخل الفيروسات النباتية خلايا العائل عن طريق الجروح فقط، هذه الجروح قد تكون محدثة ميكانيكياً أو بواسطة عوامل أخرى. وكذلك فإن الفيروسات قد تدخل إلى مبايض الأزهار عن طريق حبوب اللقاح المصابة. إن الحمض النووي RNA الفيروسي، بعد أن يدخل الفيروس في الخلية، يتحرر أولاً من غطاءه البروتيني ثم يحث الخلية على تكوين ما يسمى

رايبونوكليك أسد بولي ميريز RNA polymerases. إن هذا الأنزيم في وجود الحمض النووي الفيروسي RNA يعمل كقالب يطبع عليه ما يحتاجه الفيروس، وإن النيوكليوتيدات التي يتكون منها RNA تنتج كميات زائدة من الحمض النووي RNA. إن الحمض النووي الجديد المتكون ليس هو الحمض النووي الفيروسي ولكنه هو خيط صورة مرآة لـ RNA والذي كلما تكون يرتبط مؤقتاً بخيط الفيروس (شكل ٢١٩) وبالتالي فإن الخيطان يشكلان خيط مزدوج من الحمض النووي RNA الذي لا يلبث أن يفصل ليكون RNA الفيروسي الأصلي، وخيط صورة المرآة ويسمي خيط (-) أما RNA الفيروسي يسمى (+) ، يعني أن الخيط المزدوج من الحمض النووي قد انفصل إلى خيط (+) وهو RNA الفيروسي، وخيط (-) وهو صورة المرآة للخيط (+) بعد ذلك فإن الخيط (-) يعمل كقالب لينسخ عنه خيوط موجبه (+) كثيرة والتي هي في الحقيقة الحمض النووي الفيروسي RNA .



شكل (٢١٨)

٦٤٠٠ وحدة نيوكليتيده لفيروس موزايك النخاع. أربع جينات ترجمت وأنتجت بروتينات من ١١٠٠٠٠ - ١٣٠٠٠٠ ، ١٦٠٠٠٠ ، ١٨٠٠٠٠ ، ٢٠٠٠٠ ، ١٧٠٠٠٠ وزن جزيئي. إن وظائف أكبر البروتينات في أنزيم مضاعفة الفيروس، إن البروتين نوال ٢٠٠٠٠ يسهل عملية إنتقال الفيروس من خلية إلى خلية، أما بروتين ١٧٠٠٠ يبني الغلاف البروتيني للفيروس. إن ترجمة الوحدة الفيروسية من الشمال ٥` الى آخر اليمين ٣`، أربع أجزاء قصيرة من الوحدة (////) لم تترجم ويمكن أن تشمل آثار لابتداء أو تشجيع أو إنهاء للترجمة. تظهر في مواقع الوحدة الذي عليه اشارة الاجتماع مع الغلاف البروتيني تأخذ مجراها لانتاج فيروس كامل كما في ٥` Cap من الوحدة و tRNA تشبه نهاية ٣`. العدد على طول RNA يدل على النيوكليوتيدات.



شكل ٢١٩

تخطيط فرضي يبين تكاثر RNA الفيروسي.

إن تضاعف بعض الفيروسات ذات الخيوط المفردة من الحمض النووي RNA والتي يوجد أجزاء من حامضها النووي في اثنين أو أكثر من جزيئات الفيروس، كما في بعض الفيروسات القضيبيية وفي بعض الفيروسات ذات الحمض النووي RNA ذو الخيط المضاعف، تختلف إلى حد بعيد عما ذكر سابقاً. في الفيروسات التي فيها أجزاء مختلفة من الحمض النووي RNA موجودة ضمن اثنين أو أكثر من جزيئات الفيروس، فإن كل أو معظم هذه الجزيئات يجب أن توجد في نفس الخلية ليتكاثر الفيروس ولتتكشف الاصابة. أما في الفيروسات القضيبيية التي فيها خيط واحد من الحمض النووي RNA فإن الحمض النووي RNA هذا ليس معدياً وذلك

لأنه الخيط السالب، وبالتالي فإن هذا الخيط يجب أن ينسخ عنه خيط آخر موجب وذلك بواسطة الأنزيم المحمول مع الفيروس والمسمى الأنزيم الناسخ transcriptase ويعطي خيط موجب من الحمض النووي RNA في العائل، وإن هذا الخيط الموجب يتكاثر كما ذكر سابقاً. في الفيروسات الايزومترية والتي فيها الحمض النووي RNA مضاعف الخيط، فإن الحمض النووي ينقسم ضمن نفس الفيروس وهو غير معدي ويعتمد في تكاثره في العائل على الأنزيم الناسخ الذي هو أيضاً محمول ضمن الفيروس.

أما الطريقة التي يتضاعف بها DNA مزوج الخيط في الفيروسات النباتية التي فيها DNA، كانت في البداية تعتبر على أنها مماثلة لمضاعفة DNA الموجودة في نواة العائل. ولكنها أصبحت واضحة الآن وتبين أن مضاعفة dsDNA في الفيروسات أكثر تعقيداً وبشكل كبير. وباختصار فإنه بعد الإصابة فإن dsDNA يدخل نواة الخلية حيث يبدو هناك وكأنه أصبح عديد اللغات وكون كروموسوم مصغر. يتضاعف هذا الكروموسوم الى حد ما وينسخ أيضاً الى إثنتين من RNA مفرد الخيط، حيث أن RNA الأصغر ينتقل الى السيتوبلازم حيث يترجم الى شيفرة بروتين الفيروس، أما RNA الأكبر فهو أيضاً ينتقل الى نفس المنطقة في السيتوبلازم ولكن هناك يستعمل كقالب لاعادة النسخ الى dsDNA كامل لوحدة الفيروس والذي يغلف فوراً بوحدات بروتين لتكوين وحدة فيروس كاملة.

إن طريقة مضاعفة الخيط او الخيوط المفردة من DNA من الفيروس النباتي ssDNA لم تحدد بعد بأي درجة من التاكيد. أما فيروسات الحيوان والبكتيريا ذات ssDNA فإن هذا الاخير يتضاعف عن طريق تكوين نواتر ملتفة والتي تنتج خيط سالب multimeric والذي يعمل كقالب لانتاج خيط multimeric موجب والذي عندئذ ينشق لانتاج وحدة طول لخيط موجب.

حالما يتكون الحمض النووي الفيروسي الجديد فإنه يحث خلية العائل على إنتاج جزيئات بروتين التي سوف تكون وحدات بروتينية والتي سوف تشكل الغطاء البروتيني في الفيروس. تقريباً فإن جزء فقط من خيط الحمض النووي RNA الفيروسي أو DNA يلزم ليشترك في تكوين البروتين الفيروسي. نظراً لأن كل حامض أميني في جزيء وحدة البروتين ينقل بالشيفرة

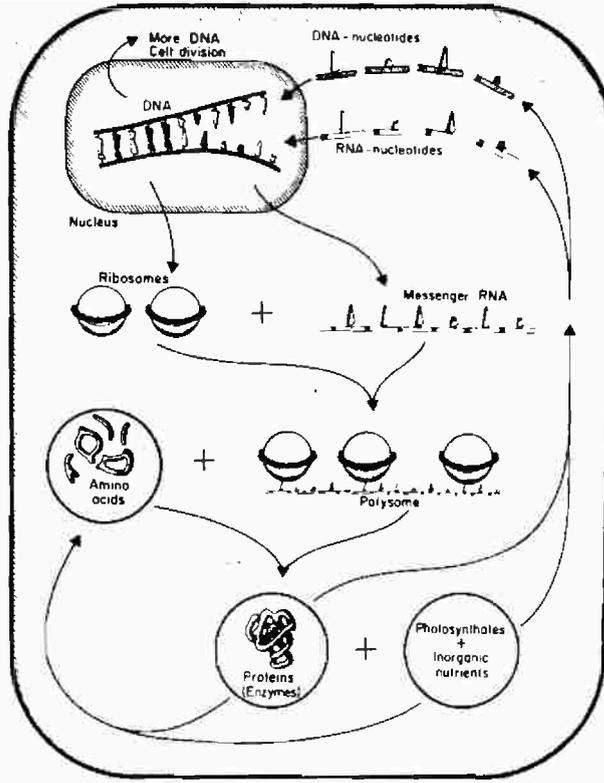
بواسطة ثلاثة نيوكليوتيدات من الحمض النووي RNA الفيروسي، لفيروس موزايك الدخان الذي حامضه النووي يتكون من ٦٤٠٠ نيوكليوتيدة، ويتكون بروتينه من ١٥٨ حمض أميني، فإن ٤٧٤ نيوكليوتيدة فقط يستلزم للشفرة لترتيب الأحماض الأمينية في وحدات البروتين (شكل ٢١٨).

يعتمد بناء البروتين في الخلايا السليمة على وجود أحماض أمينية وتعاون الرايبوسومات، ووجود الحمض النووي RNA الناسخ، ووجود RNA الناقل. إن كل RNA ناقل يكون متخصصاً في نقل حمض أميني معين والذي ينقله بإتجاه وعلى طول RNA الناسخ. إن RNA الناسخ الذي تكون في النواة ويعكس جزءاً من DNA الشيفرة، يحدد أنواع البروتينات التي سوف تنتج، وبواسطة الشيفرة تنتقل الكيفية التي سوف تترتب فيها الأحماض الأمينية. يبدو أن الرايبوسومات تنتقل على طول RNA الناسخ ولتزويد الطاقة اللازمة لربط وترتيب الأحماض الأمينية ولتكوين البروتين (شكل ٢٢٠).

لبناء البروتين الفيروسي فإن الجزء من الحمض النووي RNA الفيروسي الذي يستعمل لنقل المعلومات للبروتين الفيروسي يلعب دور RNA الناسخ. يستعمل الفيروس الأحماض الأمينية، الرايبوسومات و RNA الناقل في العائل ولكن يصبح مصمم لحاسبه الخاص (RNA الناسخ) والبروتين المتكون يكون إستعماله مقصوداً على الفيروس بشكل غطاء (شكل ٢٢١) أو لوظائف أخرى.

أثناء بناء الفيروس فإن أجزاء من حامضه النووي تصبح أيضاً داخله في بناء بروتين عدا عن الغطاء البروتيني الفيروسي. بعضاً من هذه البروتينات هي أنزيمات، مثل replicases والذي هو ضروري لمضاعفة الحمض النووي الفيروسي ولكن دور معظم هذه البروتينات لا يزال غير معروف.

عندما يتكون حمض نووي فيروسي جديد، ويتكون أيضاً وحدات بروتين فيروسية جديدة، فإن الحمض النووي يبدو أنه ينظم وحدات البروتين حول نفسه والتي تجتمع مع بعضها البعض لتشكيل جزيء فيروس كامل والذي يسمى فايرون Virion.



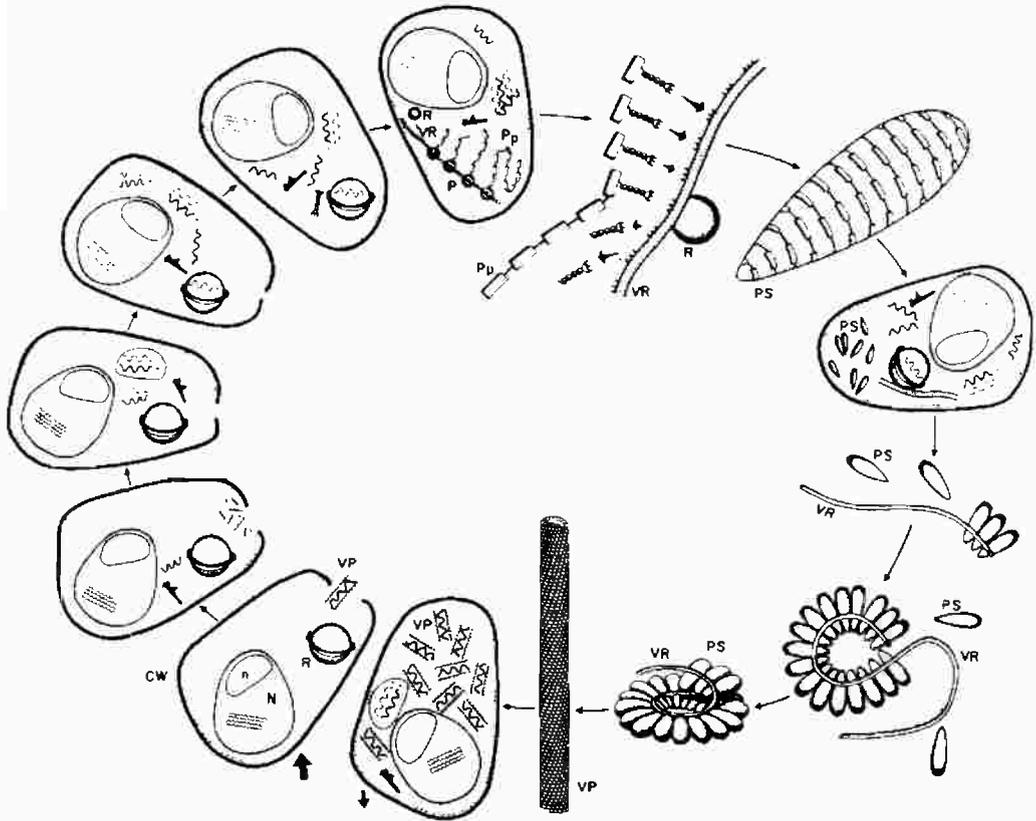
شكل - ٢٢٠

رسم تخطيطي يبين الوظائف الأساسية للخلية الحية.

إن الموقع أو المواقع من الخلية التي تتصنع فيها الأحماض النووية الفيروسية والبروتين والتي فيها يجتمع هذان المكونان لانتاج الفيرون، تختلف حسب المجموعة الخاصة من الفيروسات. بالنسبة لمعظم فيروسات RNA فإن الحمض النووي الفيروسي RNA بعد أن يتحرر من الغطاء البروتيني فإنه يضاعف نفسه في السيتوبلازم حيث هو أيضاً يقوم بعمل RNA ناسخ وكذلك بتعاونه مع الرايبوسومات والحمض RNA الناقل فإنه ينتج وحدات البروتين الفيروسي ويتبع ذلك إجتماع RNA مع الغطاء البروتيني ويتكون الفيرون أيضاً في السيتوبلازم. أما في الفيروسات الأخرى مثلاً تلك التي فيها ssDNA فإن بناء الحمض النووي

الفيروسى والبروتين بالاضافة إلى إجتماعهما لتكوين فيروس، يبدو أنه يأخذ مجراه فى النواة
والتي عندئذ تنطلق منها جزيئات الفيروس فى السيتوبلازم.

يظهر أولى الفايرونات الكاملة فى خلايا النبات بعد عشرة ساعات من الحقن تقريباً.
يمكن أن توجد جزيئات الفيروس مفردة أو فى مجموعات ويمكن أن تكون أجسام أمورية أو
أجسام بلورية ضمن الخلية (السيتوبلازم - النواة) التي يمكن أن تتكون فيها.



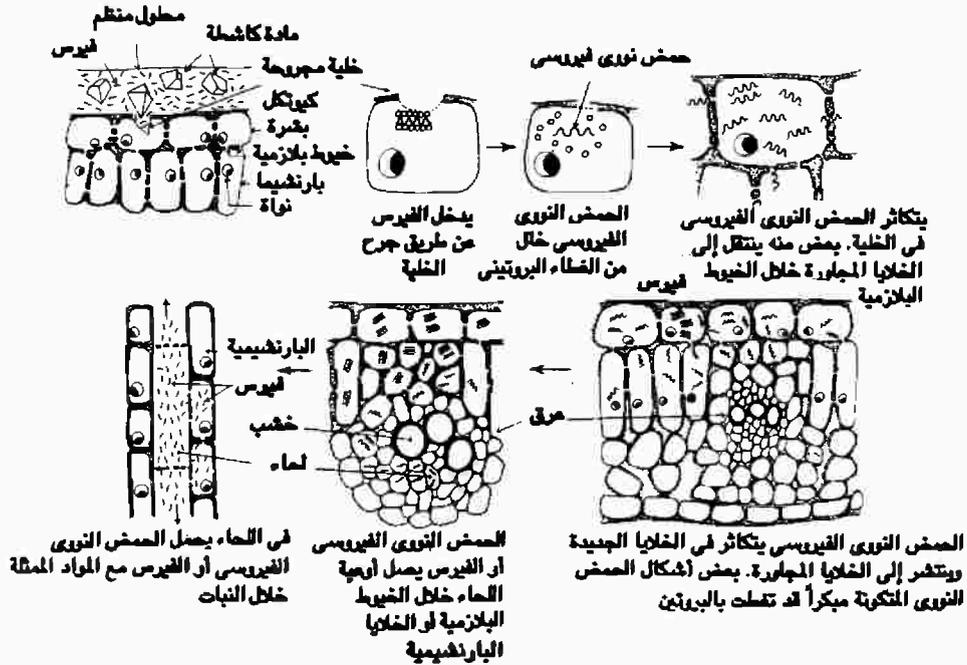
شكل ٢٢١:

تتابع الاحداث فى الإصابة الفيروسية وبناء الفيروس. حيث أن CW = جدار الخلية ، R = رايبوسوم ، N = نواة ، n =
نوية ، P = رايبوسومات عديدة ، PP = وحدات بروتين أولية ، VP = جزيء فيروس ، حمض أميني ، RNA فيروس
متكرر ، RNA ناقليهم أو VR فى RNA فيروسى:

انتقال وتوزيع الفيروسات في النبات

Distribution and Movement of Viruses In Plant

لكي تحدث إصابة النبات بالفيروس وتأخذ الإصابة مجراها، يجب أن ينتقل الفيروس من خلية إلى أخرى، ويجب أن يتكاثر في معظم إن لم يكن في جميع الخلايا التي يتحرك فيها. أثناء حركة الفيروسات من خلية إلى خلية أخرى، فإنها تسلك طريقها خلال الخيوط البلازمية التي تربط الخلايا المتجاورة (شكل ٢٢٢). يبدو أن الفيروسات لا تنتقل خلال الخلايا البرانشيمية ما لم تصيب الخلايا وتتكاثر فيها وهذا يؤدي إلى اختراق مستمر ومباشر من خلية إلى خلية أخرى. يتحرك الفيروس في خلايا برانشيما الورقة ١ ملم أو ٨ - ١٠ خلايا في اليوم الواحد.



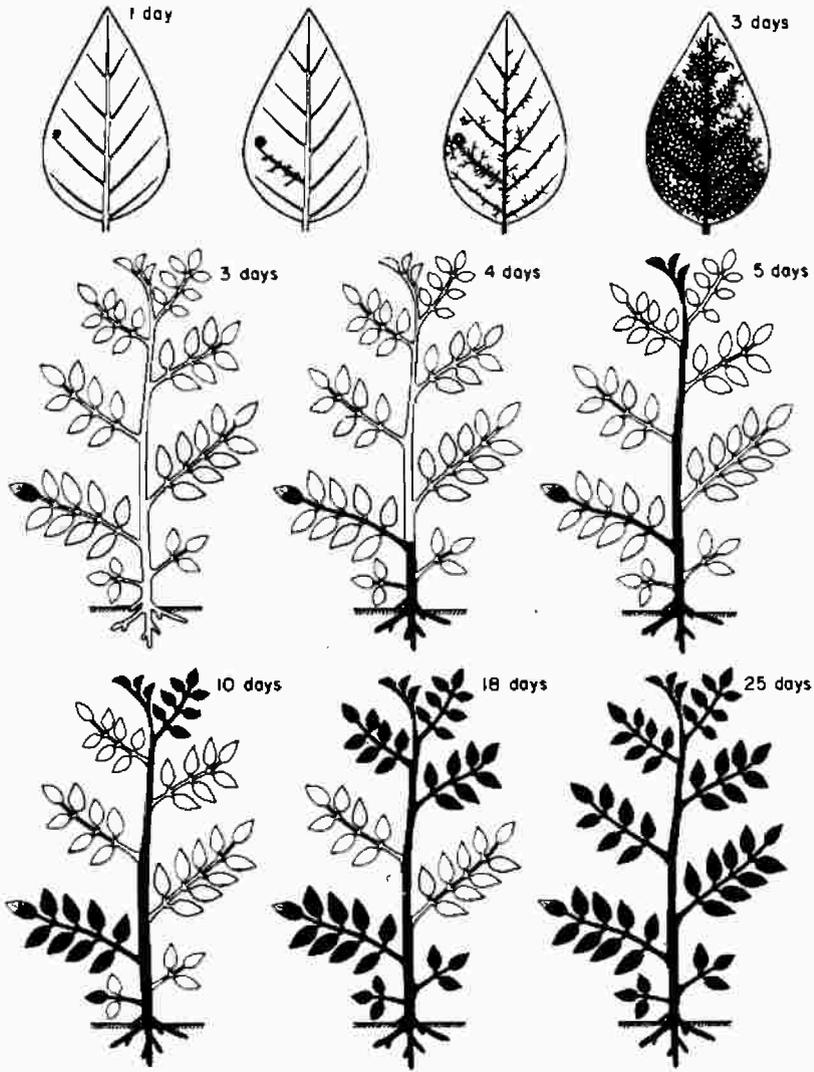
شكل - ٢٢٢

الحقن الميكانيكي والأطوار الأولى في الانتشار الجهازي للفيروسات في النبات.

مع أن بعض الفيروسات تظهر وكائنها محددة في حركتها، تقريباً، من خلية إلى أخرى خلال الخلايا البرانشيمية، إلا أن أعداداً كبيرة من الفيروسات عرف على أنها تنتقل سريعاً ولسافات طويلة خلال اللحاء. إن إنتقال الفيروسات في اللحاء، يحدث بوضوح في الأنابيب الغربالية التي فيها تستطيع الفيروسات أن تتحرك بسرعة. وعلى أية حال فإن معظم الفيروسات تتطلب ٢ - ٥ أيام أو أكثر لتنتقل من الورقة المحقونة. إذا فرض وأن الفيروس دخل اللحاء، فإنه يتحرك بسرعة في اللحاء وتكون حركته باتجاه المناطق النامية (القمم المرستيمية) أو إلى مناطق أخرى من مناطق إستعمال الغذاء في النبات، مثل الدرنات والرايزومات (شكل ٢٢٣)، ومثال على ذلك عندما يدخل فيروس البطاطس في الأوراق القاعدية من نباتات البطاطس الحبيطة فإنه يتحرك بسرعة إلى أعلى الساق، ولكن عندما يحقن النبات بالفيروس بعد أن يكون قد كون درنات، فإن الفيروس في هذه الحالة لا يتحرك إلى أعلى لمدة تزيد عن ثلاثين يوماً، وذلك لأنه يتحرك إلى أسفل في الدرنات. وإذا فرض وأن دخل الفيروس في اللحاء، فإنه ينتشر جهازياً خلال النبات، ويعود يدخل ثانياً الخلايا البرانشيمية المجاورة للحاء خلال الروابط أو الخيوط البلازمية Plasmodesmate.

إن توزيع الفيروسات خلال النبات يختلف باختلاف الفيروس وبإختلاف النبات. إن تكشف وظهور أعراض البقع الموضعية Local lesions قد اعتبر على أنه دليلاً على بقاء الفيروس موضعياً خلال منطقة البقعة (شكل ٢٢٤)، مع أن هذا يحتمل أن يكون حقيقة في بعض الحالات، إلا أنه في أمراض عديدة فإن البقع تستمر في التوسع وأحياناً يتبع ذلك تكشف أعراض جهازية تدل على أن الفيروس استمر في الانتشار وراء حدود البقع.

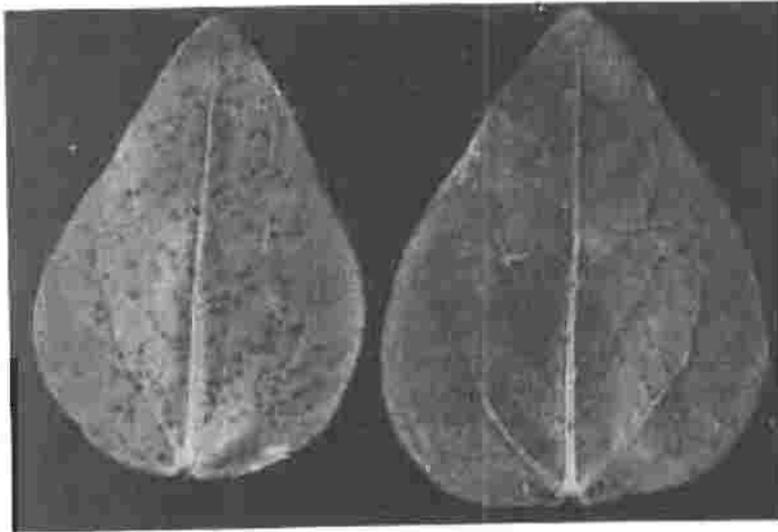
في حالات الاصابات الفيروسية الجهازية، فإن بعض الفيروسات التي تنتقل في اللحاء يبدو أنها تكون محدودة في هذا النسيج وفي قليل من الخلايا البرانشيمية المجاورة. هذه الأمراض تشمل، إلتفاف أوراق البطاطس، الاصفرار المتقزم في الحبوب وغيرها. إن الفيروسات المسببة لمجموعة أمراض الموزايك هي بشكل عام ليست محصورة في النسيج، مع أنه قد يكون هناك نماذج مختلفة من الأعراض الموضعية. إن فيروس الموزايك الذي يصيب



شكل - ٢٢٣

صورة تخطيطية تمثل اتجاه وسرعة انتقال الفيروس في النبات.

خلايا النبات، قُدِّر على أنه يحتوي ما بين مئة ألف إلى عشرة ملايين جزيء فيروسي في كل خلية. إن الانتشار الجهازي لبعض الفيروسات يكون شاملاً تماماً ويمكن أن يشمل جميع الخلايا الحية في النبات. هناك بعض الفيروسات الأخرى يبدو أنها تترك أجزاء أو مسافات من الأنسجة بحيث تكون خالية من الفيروس. بعض الفيروسات تغزو مباشرة أنسجة القمم المرستيمية المتكونة حديثاً، بينما في حالات أخرى فإن القمم النامية في السيقان أو الجنود للنباتات المصابة، يبدو بوضوح أنها تبقى خالية من الفيروس.



شكل - ٢٢٤

البقع الميتة الموضعية المتسببة بواسطة سلالتين من الفيروس (التبقع الحلقفي في الدخان) حقت ميكانيكياً

في أوراق اللوبيا

الأعراض المتسببة عن الإصابات الفيروسية في النبات *Symptoms Due To Viral Infections In Plant.*

إن أكثر الأعراض إنتشاراً وأحياناً النوع الوحيد من الأعراض المتسببة عن الإصابة الفيروسية، هي خفض معدل نمو النبات مؤدية إلى درجات مختلفة من صفر حجم النبات أو تقزم كل النبات. مع أن معظم الأمراض الفيروسية يبدو أنها تسبب خفض في الإنتاج الكلي بدرجات متفاوتة، وتقتصر طول فترة حياة النبات المصاب بالفيرس. إن تلك التأثيرات قد تكون شديدة ويمكن ملاحظتها بسهولة، أو أنها قد تكون خفيفة جداً بحيث يسهل التغاضي عنها.

إن أكثر الأعراض وضوحاً في النباتات المصابة بالفيرس، هي تلك التي تظهر على المجموع الخضري، لكن بعض الفيروسات يمكن أن تسبب أعراض تخطيط على كل من الساق، الثمار والجنور، وقد يتكشف أو لا يتكشف معها أعراض على الأوراق (شكل ٢٢٥، B.A). في معظم أمراض النبات الفيروسية التي تحدث في الحقل، فإن الفيرس يوجد في كل مكان على طول النبات (إصابة جهازية) وإن الأعراض الناتجة تسمى أعراض جهازية. في كثير من النباتات التي تحقن صناعياً ببعض الفيروسات، ومن المحتمل أيضاً في بعض الإصابات الطبيعية، أن يسبب الفيرس تكوين بقع صغيرة، عادة، ذات خلايا متحللة، في المناطق التي دخل منها فقط (إصابة محلية)، وإن الأعراض تسمى بقع محلية local lesions (شكل ٢٢٥). كثيراً من الفيروسات يمكن أن تصيب بعض العوائل دون أن تسبب عليها أعراض متكشفة ومرئية أبداً، مثل هذه الفيروسات تسمى عادة فيروسات ساكنة (Latent Virus) (ruses). وإن تلك العوائل تسمى الحاملات عديمة الأعراض Symptomless Carriers. في بعض الحالات الأخرى، فإن النباتات التي يتكشف عليها أعراض بعد الإصابة بفيرس معين، يمكن أن تبقى مؤقتاً بدون أعراض تحت ظروف بيئية معينة مثل ارتفاع أو انخفاض درجات الحرارة، ومثل هذه الأعراض تسمى أعراض مستترة masked. أخيراً فإن النباتات يمكن أن تظهر أعراض حادة أو شديدة مباشرة بعد الحقن، تلك التي قد تؤدي إلى موت العائل، إذا ما

استطاع العائل أن يبقى حياً في إبتداء الصدمة الأولى فإن الأعراض تميل لأن تصبح أكثر اعتدالاً (أعراض مزمنة) في أجزاء النبات التي تتكشف بعد ذلك، مؤدية إلى الشفاء الجزئي وحتى الشفاء الكلي. ومن ناحية أخرى فإن الأعراض قد تزداد شدة تقدمها ويمكن أن تؤدي إلى تدهور تدريجي (بطيء) أو تدهور سريع في النبات.

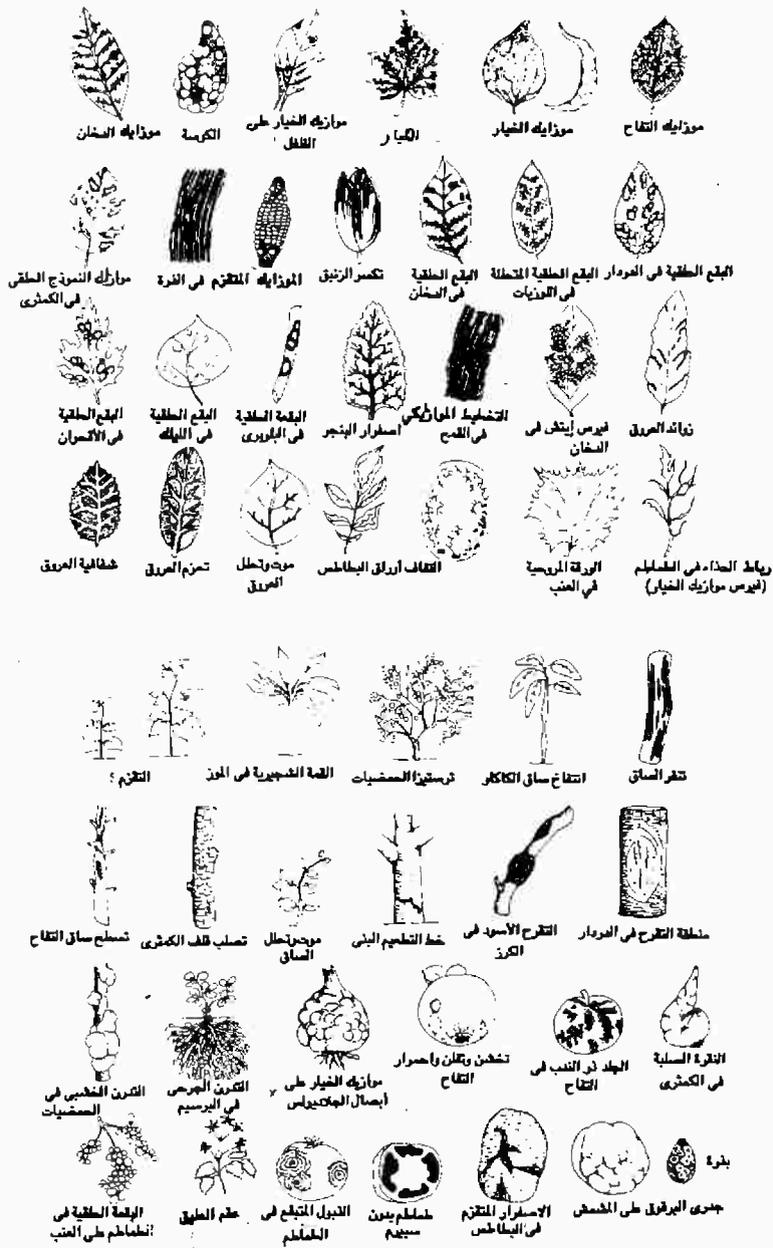
إن أكثر الأعراض المرضية الفيروسية إنتشاراً في النباتات والناجحة عن إصابات فيروسية جهازية هي الموزايك والبقع الحلقية.

الموزايك : يتميز هذا العرض بظهور مناطق خضراء فاتحة / صفراء أو بيضاء متداخلة أو ممزوجة مع اللون الأخضر العادي في الأوراق أو الثمار، أو بظهور مناطق مائلة للون الأبيض متداخلة مع مناطق ذات لون طبيعي في الأزهار أو الثمار. وإعتماداً على كثافة أو نموذج التلون فإن مجموعة أعراض الموزايك يمكن أن توصف بأنها تبرقش mottling ، تخطيط streak ، نظام حلقي ring pattern ، نظام خطي line pattern ، شفافية عروق vein clearing ، تحزم العروق vein banding ، بقع شاحبة... الخ.

البقع الحلقية : تتميز البقع الحلقية بظهور شحوب أو حلقات ذات خلايا ميتة متحللة على الأوراق وأحياناً على الثمار والساق أيضاً. في كثير من أمراض البقع الحلقية فإن الأعراض، لكن ليس الفيرس، تميل لأن تختفي بعد إبتدائها وتعود للظهور ثانية تحت ظروف بيئية معينة.

هناك أعراض مرضية فيروسية أخرى كثيرة ولكن أقل إنتشاراً قد وضعت في شكل ٢٢٥. وتتضمن التقزم (مثل التقزم الشجري في الطماطم)، القصر (مثل الاصفرار القصير في الشعير)، التفاف الأوراق (مثل إتفاف أوراق البطاطس)، الاصفرار (مثل إصفرار البنجر)، التخطيط (مثل التخطيط في اللخان)، الجدري (مثل جدري البرقوق)، الزوائد (مثل موزايك الزوائد في البسلة)، الأورام (مثل الأورام الجرحية)، تنقر الساق (مثل تنقر ساق التفاح)، تنقر الثمرة (مثل النقرة الحجرية في الكمثري)، تفلطح الساق وتشموه (مثل الأفرع المسطحة في التفاح).

إن تلك الأعراض قد تكون مصحوبة بأعراض أخرى على أجزاء أخرى من نفس النبات.



شكل - ٢٢٥

أنواع الأمراض المتسببة عن فيروسات النبات.

فسيولوجية النباتات المصابة بالفيروس

Physiological of Plants Infected by Virus

إن الفيروسات النباتية لا تحتوي على أية أنزيمات، توكسينات، أو مواد أخرى والتي يعتقد بأنها داخلية في أحداث المرضية المتسببة عن أنواع أخرى من الكائنات الممرضة، وبالتالي تسبب تنوع الأعراض على العائل. إن الحمض النووي الفيروسي RNA أو DNA يبدو أنه المحدد الوحيد للمرض، ولكن مجرد وجود الحمض النووي أو الفيروس الكامل في النبات، حتى بكميات كبيرة، يبدو أنه ليس سبباً كافياً لتفسير الأضرار المرضية، وذلك نظراً لأن بعض النباتات تحتوي على تركيزات عالية جداً من الفيروس عما هو موجود في بعض النباتات الأخرى ولكنها قد تظهر أعراض خفيفة أو متوسطة بالمقارنة مع النباتات المحتوية على تركيزات فيروسية منخفضة، أو يمكن أن تكون النباتات ذات التركيز الفيروسي العالي حاملات عديمة الأعراض. هذا يدل على أن الأمراض الفيروسية في النباتات ليست ناتجة بشكل أساسي عن إستنزاف المواد الغذائية التي تحولت بإتجاه بناء الفيروس نفسه، ولكن تكون راجعة إلى تأثيرات أخرى كثيرة غير مباشرة من الفيروس على عمليات التمثيل في العائل. إن هذه التأثيرات من المحتمل أنها قد تسببت عن طريق كون الفيروس يحث على بناء بروتينات جديدة بواسطة العائل والتي قد يتدخل بعض منها في تكوين مواد نشيطة بيولوجياً مثل الأنزيمات، الهرمونات، التوكسينات، ويمكن أن تتدخل في عمليات التمثيل الطبيعية في العائل.

تسبب الفيروسات، بشكل عام، نقصاً في عمليات البناء الضوئي عن طريق خفض كمية الكلوروفيل في كل ورقة، وعن طريق خفض كفاءة الكلوروفيل، وخفض المساحة الورقية في كل نبات. تسبب الفيروسات، عادة، نقصاً في كمية مواد منظمات النمو (الهرمونات) في النبات، وكثيراً ما يكون تأثيرها عن طريق تشجيع زيادة مواد مثبطات النمو. إن النقص في النيتروجين الذائب أثناء البناء السريع للفيروس هو شائع إلى حد ما في أمراض النبات الفيروسية، أما في أمراض الموزايك فإن هناك نقصاً مزمناً في مستويات الكربوهيدرات في أنسجة النبات.

يزداد تنفس النباتات بشكل عام مباشرة بعد الإصابة بالفيروس، ولكن بعد الزيادة الأولية فإن تنفس النباتات المصابة ببعض الفيروسات يبقى مرتفعاً، بينما النباتات المصابة بفيروسات أخرى يصبح تنفسها أقل من تنفس النباتات السليمة، أما في بعض النباتات المصابة بفيروسات أخرى فإنه من الممكن أن يعود التنفس إلى الوضع الطبيعي.

إن كمية المركبات النيتروجينية غير الفيروسية في النباتات المريضة تبدو بشكل عام أقل من تلك الموجودة في النباتات السليمة، من المحتمل أن يكون ذلك بسبب الفيروس، الذي في بعض النظم (الفيروس - العائل) يمكن أن تقدر أن ٢٣ - ٦٥٪ من النيتروجين الكلي في النبات تكون على حساب المستويات العادية من المركبات النيتروجينية في النبات. عندما يزود النبات بتغذية عالية من النيتروجين، فإن كمية النيتروجين الكلي في النباتات المريضة يمكن أن تكون أعلى من تلك التي توجد في النباتات السليمة، خاصة بعد إتمام طور البناء السريع للفيروس.

مما تقدم يبدو واضحاً أن كثيراً من النظم الوظيفية في النبات تتأثر بالإصابة الفيروسية مباشرة أو بشكل غير مباشر. إن درجات معينة أو أنواعاً من مثل هذه الاضطرابات التمثيلية من المحتمل أن تكون متحملة من قبل النبات (يستطيع أن يتحملها) ولا تسبب أية أعراض، بينما الأخرى من المحتمل أن يكون لها تأثير ضار بصحة العائل وتشارك في تكشف الأعراض. إن تأثيرات الفيروس على المركبات النيتروجينية وعلى منظمات النمو وعلى الفينولات، اعتبرت غالباً على أنها مسببات مباشرة لأنواع مختلفة من الأعراض، نظراً لأن المركبات النيتروجينية ومنظمات النمو كثيراً ما تتدخل بعمق في أي شيء يتعلق بنمو النبات وتمايزه، ونظراً لأن نواتج أكسدة الفينولات يمكن نفسها، بسبب سميتها، أن تكون مسؤولة عن كشف بعض أنواع من أعراض موت وتحلل الخلايا necrotic symptoms.

إنتقال فيروسات النبات

Transmission of Plant Viruses

إن فيروسات النبات نادراً إن لم يكن مستحيلاً أن تخرج من النبات ذاتياً. لهذا المسبب فإن الفيروسات لا تنتقل بالطرق العادية مثل الماء أو الرياح، حتى عندما تحمل الفيروسات في العصارة النباتية أو في بقايا النباتات، فإنها بشكل عام لا تسبب إصابات ما لم تصبح

متلامسة مع محتويات خلية حية مجروحة، وبالتالي فإن الفيروسات تنتقل من نبات إلى آخر بعدة طرق مثل، التكاثر الخضري، ميكانيكياً عن طريق العصارة، البنور، حبوب اللقاح، الحشرات، الحلم، النيماطودا، الحامول والفطريات.

بعض طرق إنتقال الفيروس (مثلاً خلال وسائل التكاثر الخضرية والبنور) تكون مهمة بشكل اساسي في نقل الفيروس من جيل نباتي الى الذي يليه، ولكنها لا تلعب اي دور في إنتشار الفيروس من النباتات المريضة الى السليمة في نفس الجيل النباتي. وبواسطة الطرق نفسها، فانها تعطي نتائج فقط في الاصابة الاولى في النبات ومقط في الأمراض احادية الدورة. ومن ناحية أخرى فان الطرق الاخرى في إنتقال الفيروس خاصة تلك المتضمنة عوامل إنتقال مثل الحشرات فانها لا تجلب الفيروس الى المحصول فقط (اصابة اولية) ولكنها أيضاً تؤدي الى إنتقال الفيروس من النباتات المصابة الى النباتات السليمة في نفس الجيل وخلال نفس موسم النمو (اصابة ثانوية). إن معدل سرعة الانتشار الثانوي للفيروسات يختلف حسب الناقل الخاص، ويزداد بازدياد حجم تجمعات العامل الناقل، ويزداد أيضاً، ببقاء الظروف الجوية مناسبة (الظروف الجوية تؤثر على حركة العامل الناقل). إن الأمراض المتسببة عن فيروسات منقولة بعوامل ناقلة هي امراض عديدة النورة، وإن عدد نورات المرض خلال الموسم تختلف من عدد قليل (٢ - ٥ في حالة النيماطودا الناقلة للفيروس) الى عدة نورات (١٠ - ٢٠ أو أكثر في حالة المن الناقل للفيروس) وطبعاً فان الفيروسات التي تنتقل بوسائل التكاثر الخضري أو البنور، عندما تنتقل بواسطة عوامل ناقلة فان توفر كلاهما (لقاح اولي كبير في المحصول وإنتشار ثانوي فعال للفيروس بواسطة العوامل الناقلة) كثيراً ما تؤدي الى إصابات مبكرة وكاملة لنباتات المحصول وما يتبع من خسائر كبيرة.

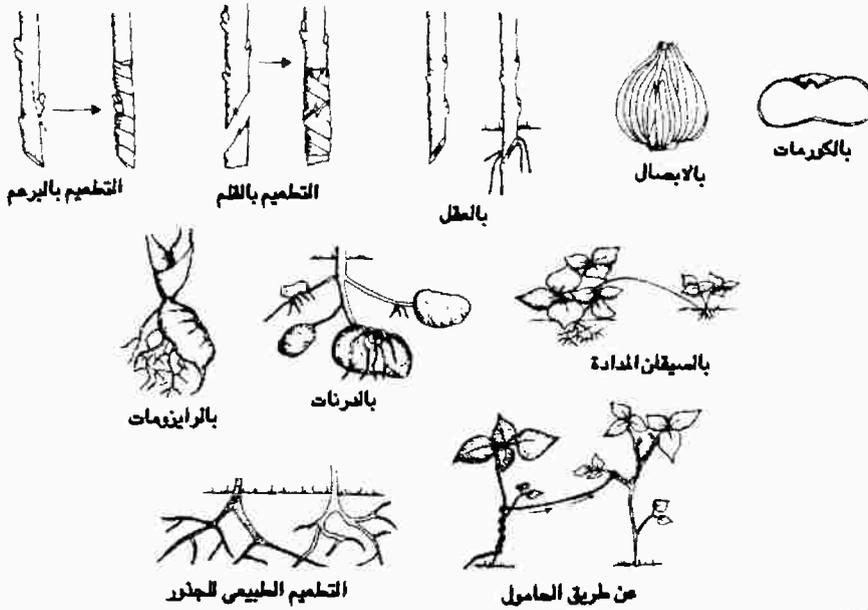
نقل الفيروس بوسائل التكاثر الخضري

Transmission of Virus by Vegetative Reproductive Parts

حيثما يتكاثر النبات خضرياً بواسطة التطعيم بالبرعم أو التطعيم بالقلم، بواسطة العقل أو باستعمال الدرنات، الكورومات، الأبصال أو الرايزومات، فإن أية فيروسات تكون موجودة في النبات الأم الذي أخذت منه هذه الأعضاء سوف تنتقل، غالباً، إلى النباتات الناتجة (الخلفة)

(شكل ٢٢٦). وباعتبار أن معظم أشجار الفاكهة وكثيراً من أشجار الزينة والشجيرات تتكاثر بالتطعيم بالبرعم أو التطعيم بالقلم أو بالعقلة، وأن كثيراً من محاصيل الحقل مثل البطاطس ومعظم نباتات الأزهار تتكاثر بواسطة الدرناات، الكورومات أو العقول، هذا يعني أن إنتقال الفيروسات يكون أكثر أهمية لكل هذه الأنواع من المحاصيل النباتية. إن نقل الفيروسات بواسطة التكاثر الخضري لا يجعل النباتات الجديدة مريضة فقط، ولكن في حالة التكاثر بالبرعم أو التطعيم بالقلم فإن وجود الفيروس في البرعم أو في وسيلة التطعيم يمكن أن يفضي إلى خفض ملحوظ في إتمام نجاح عملية التطعيم بالبرعم أو إتحاد القلم مع الأصل، وبالتالي يؤدي إلى إضعاف الأشجار.

يمكن أن يتم نقل الفيروسات أيضاً عن طريق تطعيم الجنور طبيعياً بين النباتات المتجاورة، خاصة الأشجار حيث أن جنورها في حالات كثيرة تختلط وتتلامس مع بعضها البعض. إن التطعيم الطبيعي للجنور هو الطريقة الوحيدة المعروفة لإنتشار عديداً من فيروسات الأشجار من شجرة إلى أخرى في حدائق الفاكهة المكتملة النمو.



شكل - ٢٢٦

انتقال الفيروسات، الكائنات شبيهة بالميكوبلازما وكائنات ممرضة أخرى، بالتكاثر الخضري، التطعيم الطبيعي للجنور وعن طريق الحامل.

النقل الميكانيكي للفيروسات في العصارة النباتية

Mechanical Transmission of Plant Viruses Through Plant Sap

إن النقل الميكانيكي للفيروسات النباتية في الطبيعة، يكون بواسطة النقل المباشر للعصارة عن طريق تلامس إحدى النباتات بالأخر، وهي طريقة غير شائعة وغير هامة نسبياً. إن مثل هذا الانتقال يمكن أن يأخذ مجراه بين النباتات المتلاصقة حيث يتم ذلك بعد هبوب رياح قوية تستطيع أن تسبب احتكاك أوراق النباتات المتجاورة مع بعضها البعض، وإذا ما حصل وأن جرحت الأوراق عندئذ يحدث تبادل بين عصارتيهما، وبالتالي ينتقل أي فيروس موجود في العصارة (شكل ٢٢٧ ، ٢٢٨). إن فيروس أكس البطاطس يبدو أنه إحدى الفيروسات التي يتم انتقالها غالباً بسهولة بهذه الطريقة. عندما تجرح النباتات بواسطة الإنسان أثناء العمليات الزراعية في الحقل أو في الصوب الزجاجية، وإذا ما حصل وأن بعض العصارة الحاملة للفيروس إلتصقت بالأدوات الزراعية، بالأيدي أو بالملابس، فإن الفيروس ينتقل مصادفة إلى النباتات التي تجرح فيما بعد. قد يكون انتقال الفيروس عن طريق العصارة سريعاً وواسع الانتشار، كما في حالة فيروس موزايك الدخان عند انتقاله إلى نباتات الدخان والطماطم، ويمكن أن يؤدي إلى خسائر خطيرة وكبيرة جداً. إن العصارة المصابة (الملوثة) بالفيروس والمنقولة من نبات إلى آخر على أجزاء الفم أو على أجسام الحيوانات التي تتغذى على النباتات وتنتقل بينها، يمكن في أحيان نادرة أن تؤدي إلى نقل الفيروس.

إن الأهمية الكبرى للنقل الميكانيكي للفيروسات النباتية تنشأ من كونها طريقة أساسية لا غنى عنها، تقريباً، في دراسة كل حقيقة عن الفيروسات التي تسبب أمراض النبات، نظراً لأن كل الأبحاث التي تجرى على الفيروس خارج العائل تعتمد على مقدرة إثبات وقياس درجة العدوى لتلك المادة.

لكي ينتقل الفيروس ميكانيكياً من نبات إلى آخر، تسحق أنسجة النبات المصابة والتي يعتقد أنها تحتوي تركيزاً عالياً من الفيروس، مثل الأوراق الحديثة، وبتلات الأزهار، تسحق في ماون وتستهمل مدقة للسحق في الهاون أو أن الأجزاء المصابة تسحق في أي مطحنة أخرى

(شكل ٢٢٧). يؤدي تكسير الخلايا إلى إنطلاق الفيروس في العصارة. أحياناً يضاف محلول منظم، عادة محلول منظم فسفاتي، وذلك لجعل الفيروس أكثر ثباتاً. تصفى العصارة المتحصل عليها خلال قماش الجبنة ثم توضع في آلة الطرد عن المركز على سرعة منخفضة وذلك للتخلص من بقايا الأجزاء النباتية أو توضع العصارة في آلة الطرد عن المركز ثم تشغل الآلة على السرعة البطيئة والسرعة العالية بالتناوب وذلك إذا كان يرغب في الحصول على فيروس مركز ونقي. بعد ذلك تؤخذ العصارة الخام أو المنقاة جزئياً وتضاف على سطوح الأوراق الحديثة في النباتات الحديثة التي تكون قد عُفرت بمادة كاشطة أو مادة جارحة مثل الكاربوراندنم (قياس ٦٠٠ ثقب في ١ ملم)، تعفر سطوح النباتات بتلك المادة وذلك لتساعد في إحداث تجريح في الخلايا. بعد ذلك تستعمل العصارة ويكون، عادة، بأن تؤخذ قطعة من القماش وتبلل بالعصارة ويحك بها بلطف الأوراق المعفرة بالكاربوراندنم، ويمكن أن تحك أوراق النبات بالأصابع أو بقضيب زجاجي ملعقي أو بفرشاة صغيرة أو تستعمل بخاخة صغيرة. لكي تكون عملية الحقن ناجحة يجب أن يدخل الفيروس خلايا النبات عن طريق الجروح المتكونة بواسطة المادة الجارحة أو الكاشطة أو يدخل الفيروس عن طريق الشعيرات المكسرة ويبدأ إصابات جديدة. في العوائل النباتية التي تظهر أعراض البقع المحلية، تظهر الأعراض عادة خلال ٢ - ٧ أيام أو أكثر بعد الحقن، ويكون عدد البقع المتكونة متناسباً مع تركيز الفيروس في العصارة. أما العوائل التي تصاب جهازياً، فقد تحتاج الأعراض لمدة ١٠ - ١٤ يوم أو أكثر حتى تتكشف. في بعض الأحيان فإن نفس النبات يتكشف عليه في البداية أعراض بقع محلية ثم بعد ذلك أعراض جهازية. في حالة الفيروسات التي تنتقل ميكانيكياً فإن العلاقة التصنيفية بين النبات المعطي للعصارة والنبات المستقبل لها (الكاشف) ليست هامة، حيث أن الفيروس المأخوذ من نوع نباتي معين سواء كان عشبي أو شجيري، يمكن أن ينتقل إلى عشرات من النباتات العشبية غير ذات قرابة بينها، مثل الخضروات، نباتات الأزهار، ونباتات الحشائش.

مع أن معظم الفيروسات تنتقل بالتطعيم بالبرعم أو بالقلم، إلا أن عدداً من الفيروسات، خاصة في النباتات الخشبية لم تنقل ميكانيكياً حتى الآن. إن الأسباب المحتملة لتفسير الإخفاق في نقل هذه الفيروسات:

١ - هو أن بعض الفيروسات لا توجد بتركيزات عالية كافية لأن تنتقل من النبات المعطي.

٢ - إن هذه الفيروسات غير ثابتة في العصارة.

٣ - إن هذه الفيروسات تثبط بسرعة بالمواد المثبطة المنطلقة أو المتكونة عند سحق الخلايا.

٤ - إن بعض الفيروسات مثل تلك التي تسبب مجموعة أمراض الاصفرار، يبدو أنها تتطلب الدخول في أنسجة خاصة (اللحاء) وذلك حتى تستطيع أن تسبب إصابة.



شكل - ٢٢٧

الطريقة النموذجية لانتقال الفيروسات ميكانيكياً أو بالعصارة.

إنتقال الفيروسات بالبذور

Transmission of Viruses Through Seeds

هناك حوالي مائة فيروس ذكر على أنها تنتقل بالبذرة، وكقاعدة، فإن نسبة صغيرة فقط (١ - ٣٠٪) من البذور المأخوذة من نباتات مصابة بالفيروس تستطيع أن تنقل الفيروس، وإن حدوث هذه النسبة يختلف باختلاف مرافقة الفيروس مع العائل (شكل ٢٢٨). في حالات قليلة مثل فيروس التبغ الحلقى في الدخان عندما يصيب فول الصويا، فإن الفيروس يمكن أن ينتقل ١٠٠٪ تقريباً مع بذور النباتات المصابة، وفي حالة أخرى يمكن أن تكون نسبة النقل بالبذور مرتفعة إلى حد ما، قد تكون مثلاً ٢٨ - ٩٤٪ في فيروس موزايك الكوسة عندما يصيب الشمام، ٥٠ - ١٠٠٪ في فيروس الموزايك المخطط في الشعير عندما يصيب الشعير. أيضاً حتى ضمن النوع الواحد، فإن الأصناف المختلفة أو النباتات المختلفة المحقونة في أطوار مختلفة من نموها، يمكن أن تختلف النسبة المئوية لبذورها التي تنقل الفيروس.

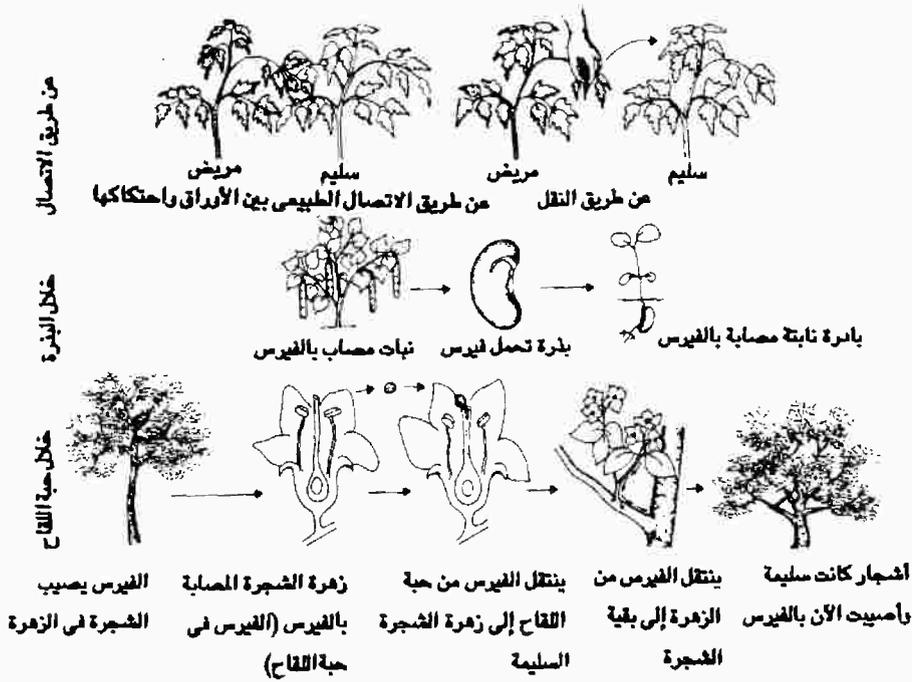
في معظم الفيروسات التي تنتقل بالبذور، يبدو أن الفيروس يأتي بشكل أساسي من المبيض في النباتات المصابة، ولكن هناك حالات عديدة معروفة والتي فيها يصل الفيروس إلى البذرة، غالباً، بحيث يكون محمولاً مع حبة اللقاح التي أخصبت الزهرة.

إنتقال الفيروس بحبوب اللقاح

Transmission of Virus by Pollen

إن الفيروسات التي تنتقل بحبوب اللقاح يمكن أن تصيب ليس فقط البذرة والبادرة التي سوف تنشأ من تلك البذرة، ولكن الأكثر أهمية أن هذا الفيروس يمكن أن ينتشر خلال الزهرة المخصبة ويتجه إلى أسفل في النبات الأم الذي يحمل الزهرة والذي يصبح مصاباً بالفيروس (شكل ٢٢٩). هذا النوع من طرق إنتقال الفيروس من نبات إلى آخر عن طريق حبة اللقاح من المعلوم أنه يحدث في الطبيعة مثل فيروس البقع الحلقية في ثمار اللوزيات عندما يصيب الكرز الحامض.

مع أن تلقيح الأزهار بحبوب لقاح مصابة بالفيرس يمكن أن يؤدي إلى خفض عقد الثمار إلى حد بعيد عنه في الأشجار الملقحة بحبوب لقاح خالية من الفيرس، إلا أن عملية نقل حبوب اللقاح الحاملة للفيرس من نبات إلى آخر يبدو أنها نادرة تماماً أو أنها تحدث فقط مع قليل من الفيروسات.



شكل - ٢٢٨

إنتقال الفيرس عن طريق الاتصال المباشر، النقل، البذور وحبوب اللقاح.

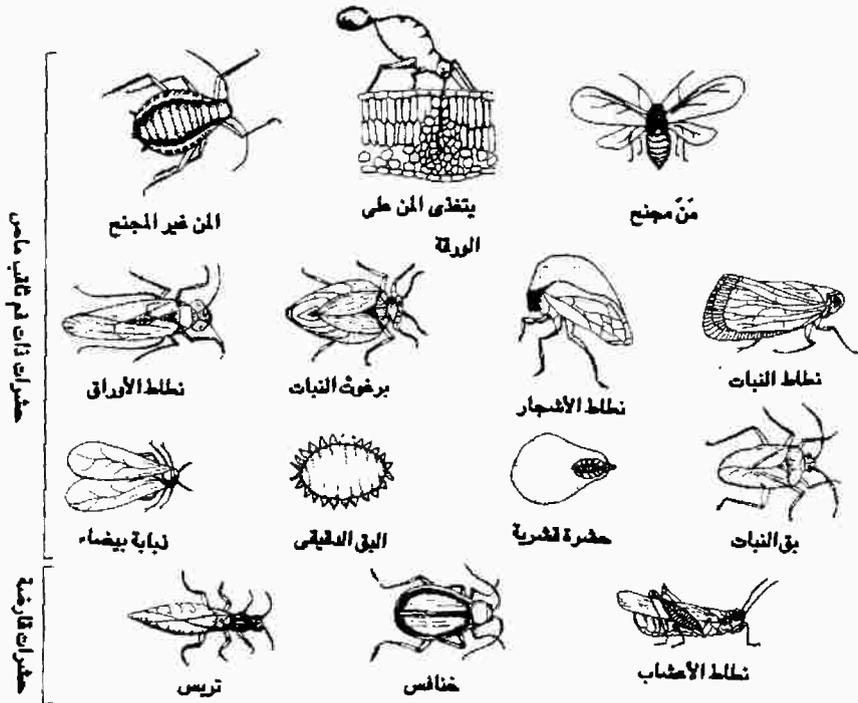
نقل الفيوس بالحشرات :

Transmission of Virus Through Insects

ليس هناك أدنى شك في أن الوسائل الأكثر انتشاراً والأكثر أهمية إقتصادية في نقل الفيروسات في الحقل، هي النقل بالعوامل الحشرية. إن أفراداً من مجموعات حشرية قليلة نسبياً تستطيع نقل الفيروسات النباتية (شكل ٢٢٩). إن رتبة متشابهة الأجنحة (Homoptera) والتي تتضمن كلاً من المن Aphidae، ونطاطات الأوراق Cicadellidae، تلك المجموعتان تحقوي، إلى حد بعيد، على أكبر أعداد من الحشرات وأكثرها أهمية في نقل الفيروسات النباتية. إن بعض أنواع الحشرات من العائلات الأخرى العديدة من نفس الرتبة أيضاً تنقل الفيروسات النباتية، ولكن لا أعدادها ولا أهميتها تقارن بأهمية وأعداد حشرات المن ونطاطات الأوراق في نقل الفيروسات النباتية. من بين أفراد هذه العائلات، الذبابة البيضاء Aleurodidae، البق الدقيقي والحشرات القشرية Coccoidae، ونطاطات الأشجار Membracidae. هناك قليل من النواقل الحشرية للفيروسات النباتية تتبع إلى رتب أخرى مثل رتبة البق الحقيقي، نصفية الأجنحة، التريس Thysanoptera، الخنافس Coleoptera ونطاطات الأعشاب Orthoptera. إن أكثر النواقل الحشرية أهمية في نقل الفيروس هي حشرات المن، نطاطات الأوراق، والمجموعات الأخرى من متشابهة الأجنحة بالإضافة إلى البق الحقيقي (بق النبات) لها أجزاء فم ثاقبة ماصة، في حين أن كل المجموعات الأخرى من الحشرات الناقلة للفيروس لها أجزاء فم قارضة. إن نقل الفيروس بواسطة الحشرات ذات أجزاء الفم القارضة هو أقل شيوعاً.

تحمل الحشرات ذات أجزاء الفم الماص، الفيروسات النباتية على أجزاء فمها، وهذه الفيروسات تسمى فيروسات محمولة على أجزاء الفم أو فيروسات غير عابرة (Style-borne or nonpersistent viruses) أو أنها تجمع الفيروس داخلياً وبعد مرور الفيروس خلال أنسجة الحشرة فإنها تدخل الفيروس في النبات ثانية خلال أجزاء فمها، وهذا النوع من الفيروسات يسمى فيروسات عابرة (circulative or persistent viruses) والمقصود بكلمة عابرة أي أنها

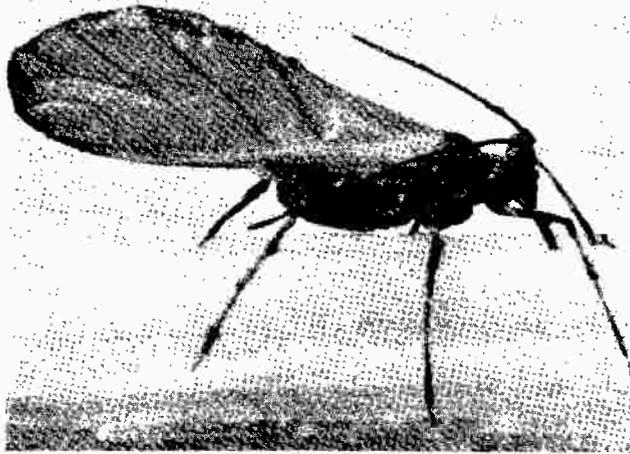
تدخل في داخل جسم الحشرة، بعض الفيروسات العابرة يمكن أن تتكاثر في الناقلات الحشرية التي تحملها وعندئذ تسمى فيروسات متكاثرة (propagative viruses). إن الفيروسات المنقولة بالحشرات ذات أجزاء الفم القارضة يمكن أيضاً أن تكون فيروسات عابرة أو أنها تحمل فقط على أجزاء الفم.



شكل - ٢٢٩

العوامل الحشرية الناقلة لفيروسات النبات. الحشرات التي في الصف الثاني تنقل أيضاً الميكوبلازما والبكتيريا الحساسة الوعائية.

إن حشرات المن هي أكثر الناقلات الحشرية أهمية في نقل الفيروسات النباتية، وتنتقل الغالبية العظمى ١٧٠ تقريباً من كل الفيروسات المحمولة على أجزاء الفم (شكل ٢٣٠).



شكل - ٢٣٠

حشرة من مجنحة تنقل فيروسات النبات (فيروس التقزم الأصفر في الشعير) تمتص العصارة ومن المحتمل الفيروسات من ساق نبات الشوفان.

وكقاعدة فإن عديداً من أنواع المن تستطيع نقل نفس الفيروس المحمول على أجزاء الفم، وإن نفس النوع من المن يستطيع نقل عديداً من الفيروسات، ولكن في حالات كثيرة تكون العلاقة بين الفيروس والحشرة الناقلة خاصة تماماً. بشكل عام فإن المن يكتسب الفيروسات المحمولة على أجزاء الفم بعد التغذية على نبات مريض لعدة ثوان فقط (٣٠ ثانية أو أقل) ، ويستطيع أن ينقل الفيروس بعد أن ينتقل ويتغذى على نبات سليم لنفس المدة القصيرة، بضع ثوان. إن طول المدة الزمنية التي يبقى فيها المن شديد أحداث الإصابة بعد اكتسابه للفيروس المحمول على أجزاء الفم تتراوح من بضع دقائق إلى عدة ساعات والتي بعدها لا يستطيع المن أن ينقل الفيروس. في حالات أخرى قليلة من نقل المن للفيروسات العابرة فإن المن لا يستطيع أن ينقل الفيروس مباشرة بل يجب أن ينتظر عدة ساعات بعد فترة التغذية التي حصل فيها

على الفيروس، ولكن لو فرض وأن إبتدأ في نقل الفيروس فإنه يستمر في نقله لعدة أيام تلي إبعاد الحشرة عن مصدر الفيروس. في الفيروسات التي تنتقل على أجزاء الفم في حشرات المن، يبدو أن الفيروس يبقى موجوداً على قمم أجزاء الفم ومن السهل فقده عن طريق احتكاك أجزاء الفم أثناء دخولها خلية العائل، ولا يبقى بعد الانسلاخ ولا ينتقل مع البيض. يسمى إنتقال الفيروس في هذه الحالة نقل غير عابر اما في الحالة الاولى يسمى نقل عابر.

هناك، على الأقل ، ٤٠ من الفيروسات النباتية تنقل بواسطة نطاطات الأوراق، متضمنة الفيروسات ذات الحمض النووي RNA مضاعف الخيط، الفيروسات العصوية والفيروسات الايزومترية الصغيرة.

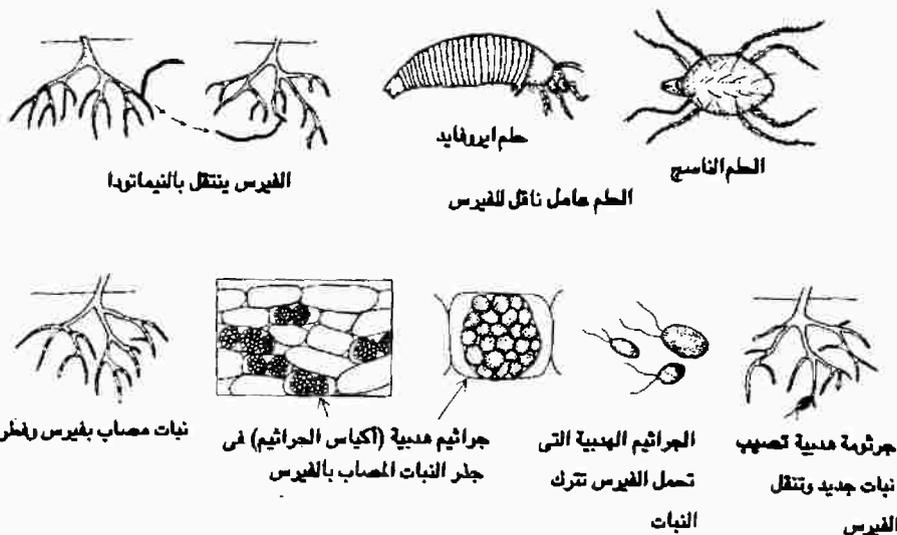
إن الفيروسات المنقولة بواسطة نطاطات الأوراق تسبب اضطرابات في النباتات والتي تنشأ أساساً في منطقة اللحاء. إن كل الفيروسات النباتية التي تنقل بواسطة نطاطات الأوراق هي فيروسات عابرة، ولقد عرف العديد منها الذي يتكاثر في داخل الحشرة (فيروسات متكاثرة)، وبعضها يبقى بعد الانسلاخ وتنتقل بدرجة كبيرة أو صغيرة خلال طور البيضة في العائل الناقل. معظم الناقلات من نطاطات الأوراق تحتاج إلى فترة تغذية تتراوح من يوم واحد إلى عدة أيام قبل أن تصبح قادرة على إحداث الإصابة، ولكن إذا ما حصل وأن اكتسبت الحشرة الفيروس فإنها قد تبقى قادرة على إحداث الإصابة طيلة بقية حياتها. هناك عادة فترة حضانة تتراوح من ١ - ٢ أسبوع، وهي المدة الزمنية بين الوقت الذي يكتسب فيه نطاط الأوراق الفيروس والوقت الذي يستطيع فيه أن ينقل الفيروس لأول مرة.

نقل الفيروس بالحلم

Transmission of Virus Through Mites

إن الحلم الذي هو من عائلة إيروفيديا Eriophyidae ، عرف على أنه ينقل تسعة فيروسات ، تتضمن ، الموزايك المخطط في القمح، موزايك الخوخ ، فيروسات موزايك التين. إن هذا الحلم له أجزاء قم ثابتة ماصة (شكل ٢٣١). إن نقل الفيروسات بواسطة الحلم إيروفيد

eriphyid ، يبدو أنه نقل متخصص تماماً نظراً لأن كل من هذا الحلم له مدى عوائل محدد، وأنه الناقل الوحيد المعروف للفيروس أو للفيروسات التي ينقلها. إن بعض الفيروسات المنقولة بالحلم تكون على أجزاء الفم ، بينما الفيروسات الأخرى هي فيروسات عابرة ، ومن بين الفيروسات العابرة فيروساً واحداً على الأقل يبقى بعد الانسلاخ الحشري (انسلاخ الحلم).



شكل - ٢٣١

نقل فيروسات النبات بالنيماتودا ، الحلم ، الفطريات.

نقل الفيروس بالنيماتودا

Transmission of Virus by Nematodes

لقد عرف عشرون فيروساً نباتياً ، تقريباً ، تنتقل بواسطة نوع واحد أو أكثر من أنواع أربعة أجناس من النيماتودا الساكنة في التربة، خارجية التطفل (شكل ٢٣١). إن النيماتودا

من جنس لونجيدورس *Longidorus* ، زفينيما *Xiphinema* ، هي عوامل ناقلة للفيروسات الكروية، مثل فيرس التبقع الحلقي في الدخان، التبقع الحلقي في الطماطم ، التبقع الحلقي لتوت العليق، الحلقة السوداء في الطماطم ، التفاف أوراق الكرز ، بروم موزايك -brome mo-saic ، الورقة المروحية في العنب، وفيروسات أخرى. بينما النيماتودا من الجنس تريكويدورس *Trichodorus*، والجنس باراتريكويدورس *Paratrichodorus* تنقل فيروسات عسوية (إثنان فقط)، فيرس خشخشة الدخان tobacco rattle virus ، وفيرس التلون البني المبكر في البسلة. تنقل العوامل الناقلة النيماتودية الفيرس عن طريق تغذيتها على جنور النباتات المصابة ومن ثم تنتقل وتتغذى على جنور النباتات السليمة. إن اليرقات بالاضافة إلى النيماتودا اليافعة تستطيع أن تكتسب وتنقل الفيروسات، ولكن اليرقات لا تنقل الفيرس بعد عملية الانسلاخ ولا ينتقل الفيرس خلال بيض النيماتودا ولا بعد الانسلاخ أو بعد فقص البيض. يجب أن تتغذى اليرقات الجديدة أو النيماتودا اليافعة الناتجة بعد الانسلاخ على مصدر للفيرس قبل أن تصبح قادرة على نقل الفيرس مرة ثانية.

نقل الفيرس بواسطة الفطريات

Transmission of Virus by Fungi

إن الفطر الذي يهاجم جنور بعض النباتات والذي يسمى أوليبديوم *Olpidium* ينقل على الأقل أربعة فيروسات نباتية، فيرس نكروز الدخان ، فيرس نكروز الخيار، فيرس العرق الكبير في الخس، وفيرس تقزم الدخان. هناك فطريات أخرى تستطيع نقل الفيروسات، الفطريات الناقلة هي ١ - بولي ميكسا *Polymyxa* ، ينقل فيرس اصفرار وتقرح عروق البنجر وفيرس موزايك القمح. ٢ - سبونجوسبورا *Spongospora* ينقل فيرس تكتل القمة في البطاطس.. إن بعض هذه الفيروسات يبدو واضحاً أنها تُحمل داخلياً في الجراثيم الساكنة والجراثيم المتحركة أو أنها تحمل خارجياً في كلا النوعين من الجراثيم، والتي لدى إصابتها لعوائل نباتية جديدة تدخل معها الفيرس وتسبب أعراض مميزة للفيرس الذي نقلته (شكل ٢٣١).

نقل الفيروس بالحامل

Transmission of Virus Through Dodder

هناك فيروسات نباتية عديدة يمكن أن تنتقل من نبات إلى نبات آخر خلال جسر يتكون ويربط بين النباتين، هذا الجسر تكونه سيقان ملتفة من النبات المتطفل الحامل، كسكوتا. *Cuscuta sp.* (شكل ٢٢٦). إن أعداداً كبيرة من الفيروسات تنتقل بهذه الطريقة. كثيراً ما يستعمل الحامل في نقل الفيروس بين نباتات تتبع إلى عوائل متباعدة جداً من ناحية تصنيفية. عادة ينتقل الفيروس إيجابياً مع سيل الغذاء في نبات الحامل بعد أن يكون قد حصل عليه من الحزم الوعائية في النبات المصاب بواسطة ممصات الحامل وبعد أن ينتقل خلال لحاء الحامل فإنه يدخل في النبات الآخر عن طريق ممصات الحامل الجديدة التي يكونها عليه والتي تكون ملازمة للحزم الوعائية في النبات الأخير.

تنقية الفيروسات النباتية

Purification of Plant Viruses

إن عزل أو كما يسمى عادة تنقية الفيروسات، كثيراً ما يتم ذلك ويحصل على الفيروسات، بواسطة إستعمال آلة الطرد عن المركز الفائقة السرعة Ultracentrifugation ، حيث توضع فيها عصارة النبات المصاب. تتم العملية وذلك بتشغيل الآلة ١ - ٢ نورات متبادلة عالية السرعة (٤٠.٠٠٠ - ١٠٠.٠٠٠ g أو أكثر) حيث أن $g = \text{تسارع الحركة} = 980 \text{ سم / ث}^2$ ، ومنخفضة السرعة (٣٠٠٠ - ١٠٠٠٠ g). إن هذه العملية تؤدي إلى تركيز الفيروس وتفصله عن باقي مكونات خلية العائل. هناك أنواع وطرق عديدة من آلات الطرد عن المركز فائقة السرعة وخاصة density- gradient التي تستخدم حالياً في تنقية الفيروس وتعطي نتائج ممتازة (شكل ٢٢٢). في كل تلك الطرق فإن الفيروس يتحصل عليه في النهاية على شكل كرات شفافة في أنبوبة إختبار ويمكن إستعماله في العدوى أو في فحصه في الميكروسكوب الإلكتروني أو في دراسة الأمصال.

السيرولوجي (الأحصال) في الفيروسات النباتية

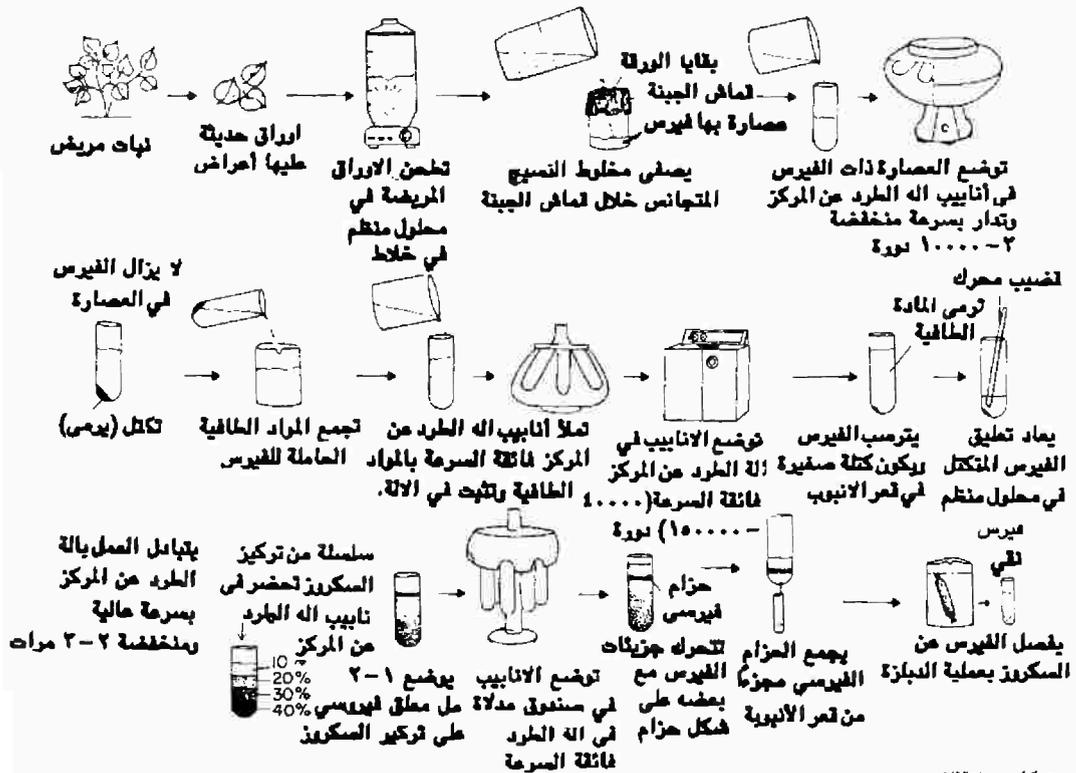
Serology of Plant Viruses

عندما يحقن بروتين فيروسي أو أي بروتين غريب آخر (هذا البروتين يسمى أنتجين) في حيوانات ثديية مثل الأرنب، الفأر، الحصان، أو في الطيور مثل الدجاج أو الرومي، هذا الحقن يؤدي إلى ظهور بروتينات جديدة خاصة تسمى أجسام مضادة في سائل الدم أو سيرم الحيوان. تتفاعل الأجسام المضادة تخصصياً مع الجسم الغريب الذي حقن في الحيوان (الانتجين) ويرتبط معه في منطقة ضيقة هذه المنطقة تسمى المحدد أنتجيني. إن كل أنتجين مثل الفيروس له عدة محددات أنتجينية مختلفة (المجموعة المتميزة من ٦ - ١٠ أحماض أمينية) على سطحه، ونظراً لأن كل واحد منها يأمر بإنتاج نوعاً مختلفاً من الجسم المضاد، فإن السيرم المضاد (السيرم المحتوي على الأجسام المضادة) من الحيوان يحوي على مزيج من عديد من الأجسام المضادة المختلفة. إن مثل هذا المزيج من الأجسام المضادة يسمى أجسام مضادة عديدة الطرز polyclonal. يتفاعل كل جسم مضاد مع الانتجين ولكن على أوجه مختلفة موضعياً. أصبح من الممكن حديثاً إنتاج طرز نقية من الأجسام المضادة والتي تتفاعل مع محدد أنتجيني بمفرده فقط من البروتين (أو الكائن الممرض) ومثل هذه الأجسام المضادة تسمى أجسام مضادة احادية الطرز monoclonal antibodies. إن إنتاج أجسام مضادة احادية الطرز يكون ممكناً بسبب أن كل خلية في الجهاز المناعي، مثلاً، في الطحال في الحيوانات قادرة على أن تنتج عدة نسخ من نوع واحد لجسم مضاد مفرد. ول سوء الحظ فإن مثل هذه الخلايا لا تنقسم وبالتالي فإن فائدتها تكون محدودة. وإذا ما التحمت مثل هذه الخلية المنتجة للجسم المضاد مع خلية سرطانية في الفأر فإنها تنتج خلية هجين والتي تستطيع أن تنمو في مزرعة غير محددة وتستمر في إنتاج أجسام مضادة احادية الطرز لمدة من الزمن. مثل هذه الخلايا الهجن المنتجة للجسم المضاد تسمى أورام مهجنة hybridomas وتستخدم أن تنمو في مزرعة لمدة عدة شهور أو سنوات وتنتج كميات كبيرة من الأجسام المضادة المتماثلة احادية الطرز. يمكن الحصول على أجسام مضادة احادية الطرز بتركيزات وبنقاوة عالية من سائل مزارع خلايا الورم المهجنة ويمكن استعمالها في الكشف وتعريف وقياس الانتجين الذي شجع على إنتاجها.

إن الاجسام المضادة احادية الطرز هي متخصصة جداً ولا تستطيع أن تكتشف حتى السلالات من نفس الفيروس وذلك بسبب إفتقارها الى المحدد الأنتجيني المسئول عن الجسم المضاد احادي الطرز. لهذا السبب فان الخليط من الأجسام المضادة احادية الطرز كثيراً ما يستعمل في إختبارات تنقية واكتشاف الفيروس.

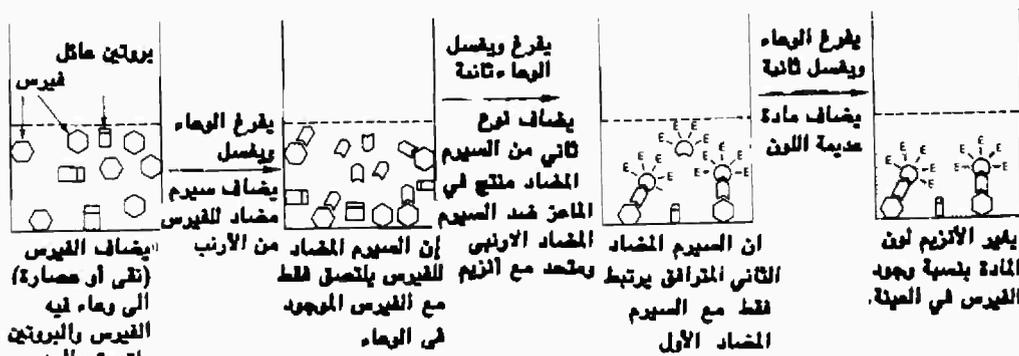
إن الفيروس والجسم المضاد الذي كونه، تتفاعل مع بعضها البعض بعدة طرق، والطريقة الأكثر شيوعاً هي تفاعل الترسيب. في هذا التفاعل فان الأجسام المضادة والانتيجينات تخلط في محلول (إختبار الترسيب). أو أنهما يتقابلان بين سطحي المحلولين (بين محلولين) احدي المحلولين يحتوي الاجسام المضادة والآخر يحوي الأنتجين (هذا الاختبار يسمى إختبار الترسيب الحلقي) أو انهما ينتشران باتجاه بعضهما البعض خلال أجار جلي ويتقابلان في منطقة بتركيزات مناسبة (هذا الاختبار يسمى إختبار Ouchterlony). احياناً يمتص الانتجين على سطوح الأجزاء الكبيرة مثل الخلية، البلاستيده أو كريات لبن الأشجار، وهذه تترسب بواسطة مواد مضادة أخرى (وهذا يسمى تفاعل التبد أو التجمع agglutination). في كل تلك الاختبارات فان تفاعل الانتجين والجسم المضاد يصبح مرئياً وملاحظاً، إما بواسطة ترسب الاثنين في قعر أنبوية الاختبار أو بتكوين قرص أو حلقة في السطح الفاصل بين التحضير الفيروسي والجسم المضاد عند تقابلها شكل ٢٢٤

إن أكثر طرق السيرولوجي فائدة هي الطريقة المسماة ELISA وهي إختصار للجملة En-zyme-Linked Immuno Sorbent Assay. اكتشفت هذه الطريقة في اواخر السبعينات واستعملت على نطاق واسع من قبل أخصائي أمراض النبات في جميع التخصصات وحدثت زيادة بشكل هائل في مقدرة أخصائي امراض النبات لاكتشاف ودراسة فيروسات النبات والأمراض التي تسببها. هناك أنواعاً مختلفة من ELISA تستعمل الآن. إن الجسم المضاد المزوج ELISA المشطور يشار إليه عادة ELISA المباشر وتجرى الطريقة كالآتي : - تحضر تجويقات صغيرة سعتها ٠.٤ ملتر من صفائح عديد السنابيرين ذات عيار حجمي دقيق في البداية تمتلئ لنصفها ثم بعد ذلك تسكب فوقها بالتتابع : -



شكل - ٢٢٢

خطوات تنقية الفيروسات النباتية.



شكل ٢٢٢: تمثيل تخطيطي للخطوات المستعملة في إختبار ELSA غير المباشر

(١) أجسام مضادة للفيروس ٢ (تحضيرات فيروسية أو عصارة من نبات مصاب ٣)
أجسام مضادة للفيروس الذي يرتبط بجزيئاته أنزيم خاص (٤) مادة يعمل عليها الأنزيم وهي
مادة يستطيع أن يحطمها الأنزيم ويسبب تغير في لونها. لا تسكب هذه المادة وإنما تبقى في
التجويف. خلال ٢٠ - ٦٠ دقيقة تقرأ التجاويف بالنظر او بالمقياس اللوني الذي يقيس كمية
اللون في كل منهما. إن وجود اللون في الفجوة يدل على أنه كان هناك فيروس في العينة
(خطوة رقم ٢ السابقة). إن درجة التلون الواضح أو حجم القراءة الذي يدل عليه الجهاز
اللونى يكون متناسباً مع كمية الفيروس الموجودة في العينة وبالتالي هو مقياس لهذه الكمية.

وفي شكل مختلف عما سبق وتسمى طريقة ELISA غير المباشرة (شكل ٢٢٣) فان تتابع
الخطوات الأولى والثانية يعاد ثانية وأيضاً الخطوة الثالثة، فان الاجسام المضادة في معقد
الأنزيم والجسم المضاد ليست ضد الفيروس ولكنها في الواقع أجسام مضادة ضد بروتينات
الجسم المضاد في الحيوان الذي أنتج فيه الجسم المضاد للفيروس، وهذا يعني أنها مضادة
للجسام المضادة في الأرنب والمنتجة في حيوان آخر مثل الماعز وجميع الاجراءات الاخرى هي
نفسها. إن فائدة ELISA غير المباشرة أن معقد أنزيم الجسم المضاد مضاد الأرنب يمكن أن
يستعمل في الخطوة الثالثة من إختبار ELISA لأي فيروس طالما أن الاجسام المضادة الأولى
أنتجت في الأرنب وهذا يعني أنها ضد الفيروس المستعمل في الخطوة الثانية.

إن فوائد إختبارات ELISA تكمن في:-

(١) حساسيتها الفائقة. (٢) يمكن بها إختبار عينات كثيرة في وقت واحد. (٣) تستعمل
عند وجود كمية قليلة من السيرم المضاد المطلوب. (٤) نتائجها كمية. (٥) هذا الاجراء يمكن أن
يكون نصف أوتوماتيكي. (٦) يمكن أن تجري هذه الاختبارات بغض النظر عن حجم وتركيز
الفيروس.

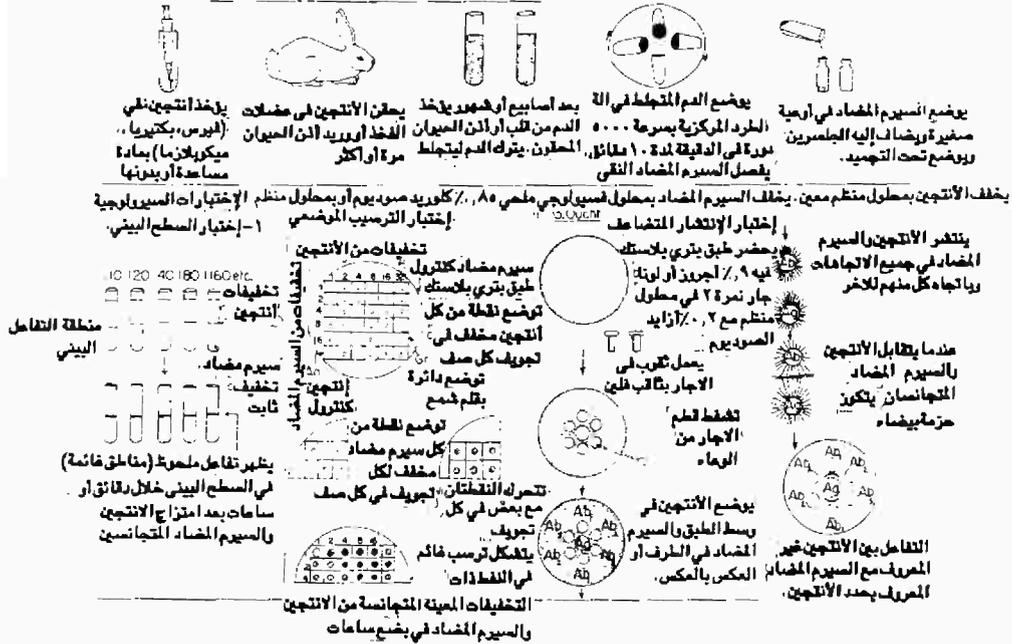
ويسبب هذه الفوائد فان ELISA حلت بسرعة محل جميع طرق التشخيص السيرولوجية
الآخري.

هناك طريقتان من طرق السيروولوجي كل منها له إختلافات عديدة عن الآخر وهما قد حصلنا على قبول بين علماء الفيرس للبحث وتعريف الفيرس الموجود بتركيزات منخفضة عن طريق الميكروسكوب الالكتروني ولاكتشاف الفيرس داخل الخلايا المصابة. نشرح احدهما وهي طريقة ISEM وهي إختصار للجملة Immunisorbent electron microscopy.

تحضر شبك للميكروسكوب الالكتروني للفيرس الموجود بتركيز منخفض أو مخلوطاً مع فيروسات أخرى. في البداية تغلف هذه الشبكات بجسم مضاد للفيرس. بعد ذلك تؤخذ عينة الفيرس وتوضع على شبكة مغطاة بالجسم المضاد، عندها تصطاد الاجسام المضادة الفيرس من العينة وتركزه على الشبكة حيث يتوفر هناك ويكتشف بسهولة بواسطة الميكروسكوب الالكتروني ويُعرف اعتماداً على تفاعله مع الاجسام المضادة. إن تعريف الفيرس يكون أكثر سهولة بواسطة تغليف جزيئات الفيرس الموجودة مسبقاً على الشبكة بأجسام مضادة والذي يجعلها تظهر وتتميز تماماً تحت الميكروسكوب الالكتروني. في طريقة ISEM تؤخذ أجزاء من ورقة النبات (خلايا كاملة) أو مقاطع من الخلية، تثبت أولاً ، يعنى تقتل بالاسيتون أو مركبات عضوية أخرى. تعامل أنسجة الورقة الميتة بأجسام مضادة لفيرس قد علم سابقاً بمركب معين FITC Fluorescent isothiocyanate) والذي يعطي لمعاناً تحت الأشعة فوق البنفسجية. اذا كانت الخلايا المعاملة مصابة بالفيرس فان الفيرس يصطاد الاجسام المضادة المتعلقة بالمركب المشع. عندما ينظر الى مثل هذه الخلايا بميكروسكوب مزود بأشعة فوق بنفسجية فان الخلايا أو أجزاء الخلية التي تحتوي الفيرس تظهر لامعة بينما بقية الخلايا أو مناطق الخلية تظهر داكنة.

إن إستعمالات سيروولوجي الفيروسات النباتية عديدة، هذا وإنها تستعمل لتحديد العلاقة بين الفيروسات، أو لتعريف الفيرس المسبب لمرض نباتي، أو للكشف عن الفيرس في الأصول النباتية، أو للكشف عن الاصابات الفيروسية عديمة الأعراض. كذلك يمكن إستعمال طريقة السيروولوجي لقياس الفيرس كميأ، ولتعيين الفيرس ضمن الخلية أو النسيج (تحديد مكانه). وتستعمل للكشف عن الفيروسات النباتية في الحشرات، ولتنقية الفيرس.

١- التامة ، تجهيز وتحضير السيرم المضاد (سيرم ومعه اجسام مضادة) حيث ان Ag = انتجين = Ab = سيرم مضاد



شكل - ٢٣٤

إنتاج السيرم المضاد والاختيارات السيرولوجية لتعريف الكائن المرض المجهول.

تسمية وتصنيف فيروسات النبات

Classification and Nomenclature of Plant Viruses.

لقد بنيت تسمية فيروسات النبات على أكثر الأعراض وضوحاً التي تسببها على أول عائل درست عليه، وبالتالي فإن الفيرس المسبب للموزايك على الدخان، يسمى فيرس موزايك الدخان، بينما المرض نفسه يسمى موزايك الدخان، هناك فيرس آخر يسبب أعراض التبغ الحلقي على الطماطم، يسمى فيرس التبغ الحلقي في الطماطم، ويسمى المرض التبغ الحلقي

في الطماطم وهلم جرا، وباعتبار الاختلافات في الأعراض المتسببة عن نفس الفيروس على نفس العائل تحت ظروف بيئية مختلفة أو بواسطة سلالات مختلفة من فيروس معين على نفس العائل، أو بواسطة نفس الفيروس على عوائل مختلفة، أصبح واضحاً أن هذا النظام في التسمية كثيراً ما يدعو للاستغناء عنه.

كل الفيروسات تتبع مملكة الفايرا VIRA، ضمن هذه المملكة هناك قسمان من الفيروسات القسم الأول هو فيروسات ذات الـ DNA والقسم الثاني فيروسات ذات الـ RNA، معتمدة في ذلك على أي من الأحماض النووية موجودة في الفيروس. والفيروسات التي ضمن كل قسم إما أن تكون حلزونية أو كروية أو مكعبة (عديدة الأوجه)، ضمن كل قسم هناك الفيروسات التي تحتوي على خيط واحد أو خيطين من RNA، أو الـ DNA، تحتوي على غشاء أو تفتقر إلى الغشاء حول الغطاء البروتيني، محتوية أو تفتقر إلى بعض المواد الخاصة، لها بعض التناسق في الحلزون في الفيروسات الحلزونية أو عدداً من الوحدات في الفيروسات الكروية أو متعددة الأوجه أو المكعبة، حجم الفيروس، وأخيراً أي صفات فيزيائية أو كيميائية أو حيوية تتعلق بالفيروس.

أولاً : فيروسات ssRNA بدون غلاف

A : فيروسات عصوية الشكل

- ١ - مجموعة فيروس موزايك الدخان. وتشمل فيروس موزايك الدخان بالإضافة إلى عشرة فيروسات أخرى. 300 x 18 nm
- ٢ - مجموعة فيروس خشخشة الدخان. فيروس خشخشة الدخان وفيروس البسلة البني المبكر 46 - 200 x 22 nm.
- ٣ - مجموعة فيروسات الشعير. فيروس الموزايك المخطط في الشعير بالإضافة إلى ثلاثة فيروسات أخرى 100 - 150 x 20 nm.

B : فيروسات ذات جزيئات خيطية او مرنة .

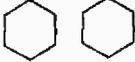
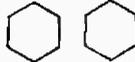
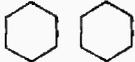
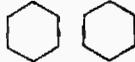
- ٤ - مجموعة فيروسات البطاطس . فيروس X البطاطس بالاضافة
الى ٢٥ أخرى. 480 - 580 x 13 nm.
- ٥ - مجموعة فيروسات القرنفل. فيروس القرنفل الكامن بالاضافة
الى ٢٤ أخرى. 600 - 700 x 13 nm.
- ٦ - مجموعة فيروس Y البطاطس. تشمل فيروس Y البطاطس
بالاضافة الى ١٠٤ أخرى. 680 - 900 x 11 nm.
- ٧ - مجموعة الفيروسات العملاقة. فيروس اصفرار البنجر
بالاضافة الى ٢٢ أخرى. 600 - 2000 x 12 nm. .

C : فيروسات متساوية القياس (ايزومترية) :

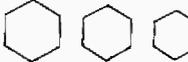
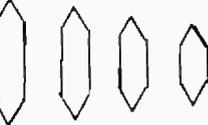
I : احادية الشقوق

- ٨ - فيروس تقزم وشحوب الذرة . عضو فريد 30 nm. 
- ٩ - فيروس نكروزز الدخان . عضو فريد. 30 nm. 
- ١٠ - مجموعة فيروسات اللفت . فيروس الموزايك الأصفر في
اللفت بالاضافة الى ١٦ أخرى. 30 nm. 
- ١١ - مجموعة فيروسات موزايك البسلة. فيروس موزايك البسلة
الجنوبي + ١٠ أخرى. 30 nm. 
- ١٢ - مجموعة فيروسات الطماطم الشجيرية. فيروس التقزم
الشجيري في الطماطم بالاضافة الى ١١ أخرى 34 nm. 
- ١٣ - مجموعة فيروسات الليتو. فيروس تقزم واصفرار الشعير
بالاضافة الى ٧ أخرى 30 nm. 

II : فيروسات ثنائية الشقوق

- ١٤ - مجموعة فيروسات اللوبيا . فيروس موزايك اللوبيا + ١٥ 30 nm. 
أخرى
- ١٥ - مجموعة فيروسات نيبو. فيروس البقعة الحلقية في الدخان + ٢١ 30 nm. 
أخرى
- ١٦ - فيروس موزايك الزوائد في البسلة. عضو مفرد 30 nm. 
أخرى
- ١٧ - مجموعة فيروسات القرنفل. فيروس التبغ الحلقي في القرنفل + ٢ أخرى. 30 nm. 

III : فيروسات ثلاثية الشقوق

- ١٨ - مجموعة فيروسات موزايك الخيار. فيروس موزايك الخيار + ٢ أخرى 29 nm. 
- ١٩ - مجموعة فيروسات البروم. فيروس موزايك البروم + ٣ أخرى 29 nm. 
- ٢٠ - مجموعة Havirus. فيروس تخطيط الدخان + ١٤ أخرى 26 - 35 nm. 
- ٢١ - فيروس موزايك البرسيم الحجازي. عضو مفرد 28 - 58 x 18 nm. 

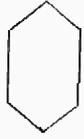
ثانياً : - فيروسات ssRNA ذات غلاف

- ٢٢ - فيروس الذبول المتبقع في الطماطم. عضو مفرد 80 nm.
- ٢٣ - Rhabdoviridae. فيروس الاصفار نو البقع الميتة في الخس + ٣٠ أخرى 135 - 380 x 45 - 95 nm. (-) ssRNA

ثالثاً : فيروسات dsRNA

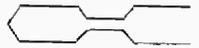
٢٤ - Reoviridae. فيروس الورم الجرحي + ٩ أخرى

70 nm



رابعاً : فيروسات ssDNA

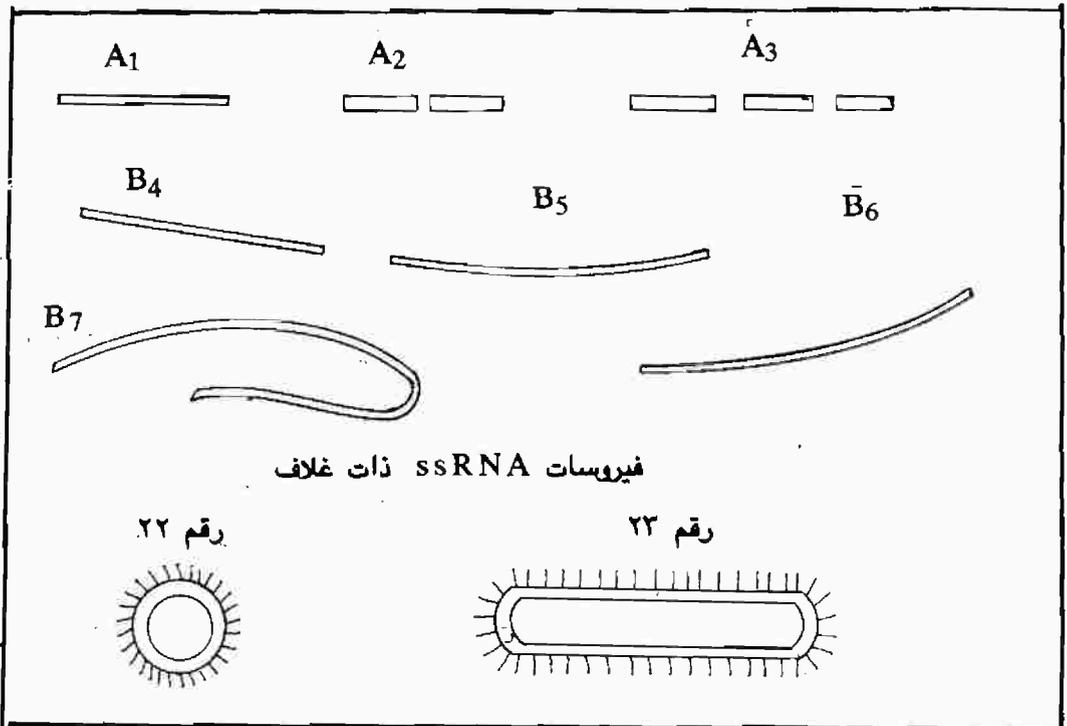
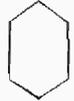
٢٥ - مجموعة Geminivirus. فيروس تخطيط الذرة + ١٤ أخرى



خامساً : - فيروسات dsDNA

٢٦ - فيروس القرنيبيط. فيروس موزايك القرنيبيط + ١١ أخرى.

50 nm



شكل ٢٥

مجموعات فيروسات النبات

في كثير من أمراض النبات والمفترض أنها متسببة عن فيروسات، لغاية الآن لم يلاحظ الفيروس المسبب، ومن المحتمل أن بعض هذه الأمراض سيثبت مؤخراً بأنها متسببة عن كائنات أخرى عدا عن الفيروس، أو متسببة عن فيروسات حتى الآن غير معروفة الصفات. لمثل هذه الأمراض النباتية إذا ما ثبت بأنها متسببة عن فيروسات فإنه قد إقترح لها نظام تسمية وتصنيف (شكل ٢٣) الذي فيه قد قسمت الفيروسات إلى مجموعات طبقاً للصفات المذكورة أعلاه، وطبقاً لشكل وحجم الفيروس وطبقاً لصفات أخرى عديدة فريدة لفيروسات النبات. ولقد سميت المجموعات بعد أن سمي الفيروس النموذجي فيها وتكون متبوعة بدراسة موضحة فيما إذا كان الفيروس يحتوي على RNA أو DNA ، خيط واحد أو خيط مزيج، ونسبة الـ RNA أو الـ DNA ، والوزن الجزيئي للفيروس، وفيما إذا كان الفيروس والحمض النووي وما يحيط به من بروتين على شكل متطاوّل أو كروي، ونوع العائل أو العوائل، ونوع الناقل إذا كان هناك ناقل.

إكتشاف وتعريف فيروسات النبات

Detection and Identification of Plant Viruses

إذا فرض وأن ثبت بأن مسبب المرض هو فيروس، فإنه قد يكون من الضروري إتباع سلسلة من الاختبارات لتحديد هوية هذا الفيروس، من هذه الاختبارات المدى العائلي للفيروس هذا يعني تحديد العوائل التي عليها يحدث الفيروس أعراض وكذلك تحديد أنواع الأعراض الناتجة، هذا قد يساعد في تمييز هذا الفيروس عن الفيروسات الأخرى العديدة. ومن تلك الاختبارات أيضاً دراسة طرق الانتقال تعطي دليلاً فيما إذا كان الفيروس ينتقل ميكانيكياً وإلى أي العوائل، أو انتقاله بواسطة الحشرات وأي حشرات تنقله. وهكذا، تدرس كل صفة جديدة تكتشف حيث تساعد في تمييز الفيروس أكثر. إذا نقل الفيروس ميكانيكياً، فإن بعض صفات الفيروس مثل درجة الحرارة المميتة (وهي درجة الحرارة المطلوبة لتثبيط الكامل للفيروس في عصارة خام غير معاملة أثناء تعريضها للحرارة لمدة عشرة دقائق)، وكذلك مدة بقاء الفيروس حياً في المعمل، نقطة التخفيف القصوى (وهي أقصى تخفيف للعصارة الذي عنده لا يزال

الفيرس يستطيع أن يسبب إصابة). كل هذه الصفات يمكن استعمالها لتضييق الاحتمالات وحصرها بين قليل من الفيروسات. إذا كان من المتوقع معرفة هوية الفيرس في هذه المرحلة فإنه يمكن استعمال الاختبارات السيرولوجية، وإذا كانت موجبة فيمكن إجراء تعريفات تجريبية مثل الفحص بالميكروسكوب الإلكتروني، أو حقن الفيرس في بعض أنواع النباتات هذا يكون كافٍ للتعريف التجريبي للفيرس.

في الأمراض الشبيهة بالفيرس في النباتات الخشبية وغيرها التي لم يلاحظ فيها كائن ممرض لغاية وقت الاختبار، فإن تعريف الكائنات الممرضة التي افترضت حالياً بأنها فيروسات قد عمل على نحو كامل باستعمال طريقة الفهرسة (سبق شرحها). يشمل الاختبار الأخير الحقن بالتطعيم بالقلم (شكل ٢٣٦) لبعض أنواع النباتات أو الأصناف المسماة كواشف، هذه الأصناف حساسة لفيروسات معينة وعند الحقن بهذه الفيروسات تتكشف أعراض مميزة والعكس بالعكس، يعني تتكشف الأعراض المميزة بواسطة الكاشف ويُعرف الفيرس بالكاشف الذي حقن به.

نظراً لأن الفيروسات صغيرة جداً ويصعب اكتشافها بالعين المجردة أو رؤيتها بالميكروسكوب العادي، وبالتالي فإن وجودها قد حدد أساساً بواسطة الأعراض التي يظهرها النبات العائل. وهي الأعراض المستحثة في النبات الكاشف بعد نقل الفيرس إليه عن طريق التطعيم أو ميكانيكياً أو بإحدى العوامل الناقلة. ويمكن تحديد الفيرس بالميكروسكوب الإلكتروني أو بأي من الطرق السيرولوجية مثل ELISA.

وحديثاً أصبح من الممكن اكتشاف وحتى تعريف فيروسات RNA في النباتات عن طريق عزلها وما يتبع ذلك من تحليل بطريقة الهجرة الكهربائية electrophoresis وعن طريق تضاعف dsRNA الفيروسات في النباتات، نظراً لأن النباتات السليمة لا تنتج مثل هذا ال dsRNAs. ومع أن هذه الطريقة مجهدّة إلا أن لها فائدة في أنه يمكن استعمالها في اكتشاف الفيروسات المعروفة بالإضافة إلى غير المعرفة والتي ليس لها سيرم مضاد أو غير متوفر عنها معلومات كافية، وبالتالي يمكن استعمالها لاكتشاف حتى فيروسات النباتات الخشبية.

إن خيط RNA المعزول مفرد أو مزدوج يمكن استعماله علاوة على ذلك لانتاج DNA مكمل لـ (cDNA) للخيط RNA إذا ما أنتج cDNA في وجود جزيئات إشعاعية النشاط على الأقل في واحدة من النيوكليوتيدات الأربعة للحمض DNA عندها يمكن استعماله مباشرة لتجارب التهجين مع RNA الفيروسي. ينقى RNA الفيروسي جزئياً من النباتات المتوقع إصابتها ويسمح له بالتفاعل مع cDNA في أنبوبة إختبار او على دعامات من مرشحات nitrocellulose. يكتشف الهجين RNA : cDNA ويعد بواسطة autoradiography أو بواسطة سائل العد Scintillation. بالإضافة الى استعماله في اكتشاف الفيروس عن طريق هجن : cDNA RNA فإن cDNA الى RNA الفيروسي يمكن أن يحول زيادة على ذلك الى dsDNA والذي عندئذ يمكن نسخه (Cloned) في عامل مناسب مثل بكتيريا *E. coli* وينتج كميات غير محدودة من dsDNA وكميات غير محدودة من cDNA لتجارب التهجين الاخرى لاكتشاف الفيروس.

الأهمية الاقتصادية لفيروسات النبات

The Economical Importance of Plant Viruses

تهاجم الفيروسات كل أشكال الحياة النباتية، إبتداءً من الميكوبلازما، البكتيريا، الفطريات والطحالب الى النباتات العشبية والأشجار. إن أمراض النبات الفيروسية يمكن أن تحدث اضراراً لكل من الاوراق، السيقان، الجنور، الثمار، البنور، أو الأزهار ويمكن أن تسبب خسائر إقتصادية عن طريق خفض الانتاج وخفض نوعية المنتجات النباتية. قد تكون الخسائر مرعبة أو يمكن أن تكون متوسطة وغير معنوية، وعلى أسس قومية فإن الفيروسات سببت الجزء الكبير من الخسائر التي نعاني منها سنوياً من الأمراض في المحاصيل المختلفة.

إن شدة الأمراض المتسببة عن فيروس معين يمكن أن تختلف حسب المنطقة، صنف المحصول ومن موسم نمو إلى آخر. هناك بعض الأمراض الفيروسية قد أبادت كل الزراعات لمحاصيل معينة في بعض المناطق، مثل جذري البرقوق، فيروس الورقة البيضاء في الزر، إصفرار بنجر السكر، وترستيزا الحمضيات. تحدث معظم الأمراض الفيروسية سنة بعد

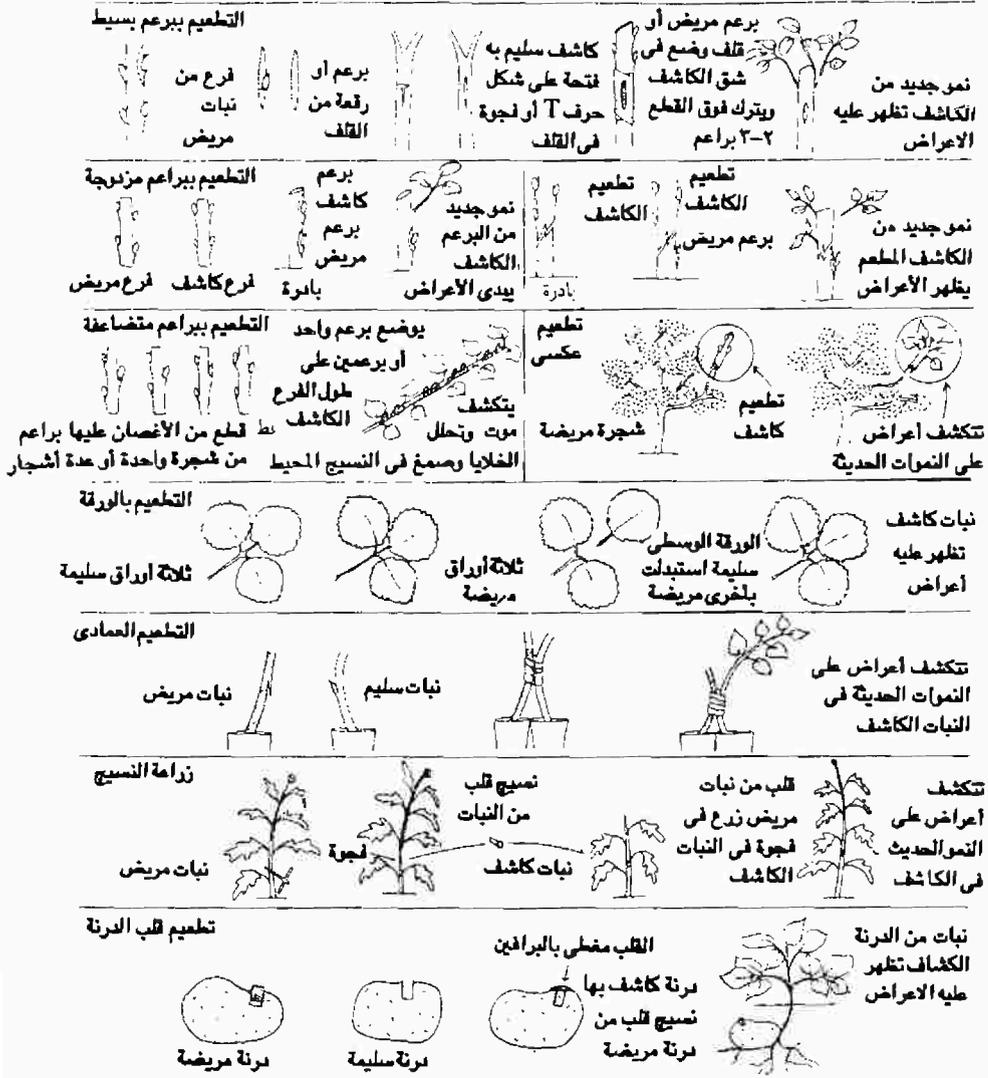
أخرى على المحاصيل التي تسبب عليها خسائر قليلة وغير ملحوظة وتوجد أحياناً بدون إحداث أية أعراض مرضية. مثال على ذلك فإب فـيرس إكس البطاطس الذي عرف عادة أنه موجود في كل نباتات البطاطس النامية في الولايات المتحدة، يخفض الانتاج حوالي ١٠٪، مع أن نباتات البطاطس لا يظهر عليها أعراض مرئية في الحقل.

مقاومة فيروسات النبات

Control of Plant Viruses

إن أفضل طريقة لمقاومة مرض فيروسى هو أن تتبع أية طريقة تبقى هذا المرض خارج المنطقة وذلك عن طريق إتباع الحجر الزراعي، التفتيش، ونظام شهادات الخلو من الأمراض. إن وجود العوائل عديمة الأعراض، فترة الحضانة التي تلي الحقن وغياب الأعراض المرئية عن البنور، الدرنا، الإبصال وأصول المشاتل، تجعل الحجر الزراعي أحياناً غير ذي فعالية. إن استئصال النباتات المريضة لاستبعاد اللقاح من الحقل، في بعض الحالات، قد يساعد في مقاومة المرض. يجب أن تحفظ النباتات من الإصابة ببعض الفيروسات وذلك بحمايتها من العوامل الناقلة للفيروس. إن مقاومة الحشرات الناقلة وإزالة الأعشاب التي قد تعمل كعوائل، يمكن أن تساعد في مقاومة المرض. كذلك يمكن تقليل الخسائر من الفيروسات المنقولة بالنيما تودا عن طريق مقاومة النيما تودا وذلك بتدخين التربة.

إن إستعمال البنور الخالية من الفيروس وكذلك الدرنا، البراعم الموجودة في الطعم بالقلم، هي أفضل الطرق الفردية وأهمها لتجنب الأمراض الفيروسية على كثير من المحاصيل خاصة تلك التي لا توجد عليها الناقلات الحشرية. إن الفهرسة الدورية للنباتات الأم التي تنتج أعضاء التكاثر الخضرية هي عملية ضرورية وذلك لتأكيد إستمرار خلوها من الفيروسات. إن أنواعاً عديدة من طرق التفتيش وبرنامج شهادات الخلو من الأمراض، هو الآن فعال في الحالات المختلفة لإنتاج البنور، الدرنا وأصول المشاتل المستعملة في التكاثر. كذلك فإن الإختبارات السيرولوجية، للنباتات الأم المنتجة بنور وأصول مشتتية لاكتشاف الفيروس باستعمال طريقة ELISA تساعد كثيراً في تقليل تكرار وجود الفيروسات في أصول التكاثر في محاصيل النباتات.



شكل - ٢٢٦

فهرسة للأمراض الفيروسية ، الميكوبلازما والبكتيريا الحساسة

مع أن نباتات العائل السليمة أو القوية لا تمنح مقاومة أو مناعة ضد المرض الفيروسي، إلا أن تربية النباتات لتورث المقاومة للفيروس ذات أهمية عظيمة، وإن كثيراً من الأصناف النباتية المقاومة لبعض أمراض الفيروس قد أنتجت ومتوفرة حالياً

أحياناً يمكن تثبيط الفيروسات الموجودة داخل النبات وذلك بإستعمال الحرارة، تجرى العملية بحيث تغمر أعضاء التكاثر الساكنة في ماء ساخن (٢٥ - ٥٤ م) لبضع دقائق أو ساعات، بينما النباتات نشيطة النمو تحفظ عادة في الصوبات الزجاجية أو في مراقد النمو على درجة حرارة (٢٥ - ٤٠ م) لعدة أيام ، أسابيع ، أو شهور وذلك حسب المدة اللازمة التي بعدها يثبط الفيروس في النبات ويصبح النبات سليماً تماماً. أيضاً يمكن إنتاج نباتات خالية من الفيروس من نباتات مصابة بالفيروس وذلك عن طريق زراعة القمم النامية القصير (١ - ٠.١ سم) أو أكثر وكذلك الأجزاء المرستيمية في الجذر خاصة على درجات حرارة منشطة ٢٨ - ٣٠ م.

لغاية الآن لم يتوفر مبيدات فيروسية (Viricides) أو مواد كيميائية لمقاومة أمراض الفيروس في النبات. إن الرش ببعض منظمات النمو على المجموع الخضري، مثل حمض الجبرك، تبين أن له فعالية في تشجيع نمو البراعم الجانبية التي أوقف الفيروس نموها، في إصفرار الكرز الحامض، فإن تلك المعاملة أدت إلى زيادة إنتاج الثمار، وبالمثل فإن الرش بحمض الجبرك يمكن أن يتغلب على التقزم المتسبب عن فيروس (etch) الشديد على الدخان.

بالرغم من عدم وجود مبيدات فيروسية لمقاومة أمراض الفيروس في الحقل إلا أنه وجد أن بعض المواد مثل ribavirin تستعمل رشاً أو حقناً في النبات تقلل الاعراض بشكل كبير، وفي بعض الفيروسات فإن هذه المادة تزيل الفيروس بوضوح من النباتات المعاملة.

كما أنه في بعض الاتحادات بين الفيروس والعائل فإن المرض المتسبب عن سلالات شديدة من الفيروس يمكن تفاديها إذا ما حقنت النباتات بسلالة معتدلة من نفس الفيروس وهذا ما يسمى الوقاية بالتضاد Cross protection وعندها فإن السلالة الضعيفة تحفظ النباتات من الاصابة بالسلالة الشديدة من الفيروس.

- Anonymous (1985). Virus diseases: A dilemma for plant breeders. A symposium. *HortScience* 20, 833-859.
- Bock, K. R. (1982). Geminivirus diseases in tropical crops. *Plant Dis* 66, 266-270.
- Cheplick, S. M., and Agrios, G. N. (1983). Effect of injected antiviral compounds on apple mosaic, scar skin, and dapple apple diseases of apple trees. *Plant Dis* 67, 1130-1133.
- Clark, M. F. (1981). Immunosorbent assays in plant pathology. *Annu. Rev. Phytopathol.* 19, 83-106.
- D'Arcy, C. J., and Nault, L. R. (1982). Insect transmission of plant viruses and mycoplasma-like and rickettsial-like organisms. *Plant. Dis* 66, 99-104.
- Davis, J. E., ed. (1985). "Molecular Plant Virology," 2 vols. CRC Press, Boca Raton, Florida.
- Francki, R. I. B., ed. (1985). "The Plant Viruses," Vol. 1. Plenum, New York.
- Francki, R. I. B., Milne, R. G., and Hatta, R. (1985). "Atlas of Plant Viruses," 2 vols. CRC Press, Boca Raton, Florida.
- Fridlund, P. R. (1980). The IR-2 program for obtaining virus-free fruit trees. *Plant Dis* 64, 831-834.
- Grogan, R. G. (1980). Control of lettuce mosaic with virus-free seed. *Plant Dis* 64, 446-449.
- Hansen, A. J. (1984). Effect of ribavirin on green ring mottle causal agent and necrotic ring spot virus in *Prunus* species. *Plant Dis* 68, 216-218.
- Harris, K. F. (1981). Arthropod and nematode vectors of plant viruses. *Annu. Rev. Phytopathol.* 19, 391-426.
- Harris, K. F., and Maramorosch, K., eds. (1977). "Aphids as Virus Vectors." Academic Press, New York.
- Harris, K. F., and Maramorosch, K., eds. (1980). "Vectors of Plant Pathogens." Academic Press, New York.
- Harrison, B. D. (1985). Advances in geminivirus research. *Annu. Rev. Phytopathol.* 23, 55-82.
- Hill, S. A. (1984). "Methods in Plant Virology." Blackwell, Oxford.
- Hollings, M. (1965). Disease control through virus-free stock. *Annu. Rev. Phytopathol.* 3, 367-396.
- Hollings, M. (1982). Mycoviruses and plant pathology. *Plant Dis* 66, 1106-1112.
- Kado, C. I., and Agrawa, H. O., eds. (1972). "Principles and Techniques in Plant Virology," Van Nostrand-Reinhold, New York.
- Lamberti, F. (1981). Combatting nematode vectors of plant viruses. *Plant Dis* 65, 113-117.
- Lawson, R. H. (1981). Controlling virus diseases of major international flower and bulb crops. *Plant Dis* 65, 780-786.
- Maramorosch, K., and Harris, K. F., eds. (1979). "Leafhopper Vectors and Plant Disease Agents." Academic Press, New York.
- Maramorosch, K., and Koprowski, H., eds. (1967-1984). "Methods in Virology," 7 vols. Academic Press, New York.
- Maramorosch, K., and McKelvey, J. J., Jr., eds. (1985). "Subviral Pathogens of Plants and Animals: Viroids and Prions." Academic Press, Orlando, Florida.
- Matthews, R. E. F. (1981). "Plant Virology," 2nd ed. Academic Press, New York.
- Milstein, C. (1980). Monoclonal antibodies. *Sci. Am* 66-74.
- Plumb, R. T., and Thresh, J. M., eds. (1983). "Plant Virus Epidemiology: The Spread and Control of Insect-Borne Viruses." Blackwell, Oxford.
- Robertson, H. D., Howell, S. H., Zaitlin, M., and Malmberg, R. L., eds. (1983). "Plant Infectious

- Agents: Viruses, Viroids, Virusoids, and Satellites." Cold Spring Harbor Lab., Cold Spring Harbor, New York.
- Smith, K. M. (1972). "A Textbook of Plant Virus Diseases," 3rd ed. Academic Press, New York.
- Thresh, J. M. (1982). Cropping practices and virus spread. *Annu. Rev. Phytopathol.* **20**, 193-218.
- Van Regenmortel, M. H. V. (1982). "Serology and Immunochemistry of Plant Viruses." Academic Press, New York.
- Walkey, D. G. A. (1985). "Applied Plant Virology." Wiley, New York.
- Wyss, U. (1982). Virus-transmitting nematodes: Feeding behavior and effect on root cells. *Plant Dis.* **66**, 639-644.

أمراض محاصيل معينة منتسبة عن فيروسات

إن الغالبية العظمى من الفيروسات تسبب درجات متفاوتة من تبرقش الورقة، الموزايك أو الاصفرار متبوعاً بدرجات مختلفة من التقزم، المظهر الشجيري وخفض الانتاج. في كثير من نفس الأمراض تتجدد الأوراق أو تلتف مع أنه في بعض الأمراض يكون تجعد الأوراق أو التفافها هي أكثر الأعراض وضوحاً وانتشاراً. في بعض الأمراض الفيروسية قد يتكشف مناطق ميتة ومتحللة في الأوراق أو السيقان، وفي البعض الآخر تصبح أجزاء من النبات مشوهة.

نظراً لأن الشكل الخارجي لجزئات الفيروس بشكل عام ليس له علاقة بالأعراض التي تحدثها الفيروسات لعوائلها التي تصيبها وليس له علاقة أيضاً بطريقة إنتقال الفيروس ولا بوبائية ومقاومة المرض أيضاً، فبالتالي فإنه من الصعب وضع الفيروسات النباتية في مجموعات بطريقة تجعلها أكثر سهولة لنا لدراستها ولدراسة الأمراض التي تسببها منها في حالة دراسة الفيروسات مفردة وكذلك الأمراض. ومع ذلك يجب أن يكون هناك محاولة لوضع الفيروسات في مجموعات.

أحدى الطرق في وضع الفيروسات النباتية في مجموعات هي حسب العائلات النباتية أو الأجناس التي تصيبها فمثلاً الفيروسات التي تصيب نباتات الباذنجانيات (البطاطس ، الدخان ، الطماطم، الفلفل، الباذنجان)، الفيروسات التي تصيب نباتات القرعيات مثل (الخيار، الكوسة، البطيخ) ، الفيروسات التي تصيب نباتات الحمضيات وهلم جرا. وبشكل عام فإن الفيروسات تميل لأن تهاجم نباتات في نفس العائلة النباتية فقط، ومع ذلك فإن فيروسات مختلفة لا تسبب دائماً أمراضاً مشابهة ولا تسبب أمراضاً لها نفس الوبائية والمقاومة. وطبعاً هناك بعض الفيروسات التي تهاجم نباتات في كثير من العائلات المختلفة.

هناك طريقة أخرى في تجميع الفيروسات في مجموعات وذلك حسب طريقة نقلها، وتبعاً لذلك فإنها توضع في مجموعات وهي فيروسات تنقل بالحشرات، فيروسات كامنة في التربة تنقل بالنيماتودا أو الفطريات، فيروسات كامنة في البذور، فيروسات تنقل بالملامسة أو

الاحتكاك (ميكانيكياً)، فيروسات تنقل فقط بواسطة وسائل التكاثر الخضرية. وهذه تسبب أنواعاً مختلفة من الأوبئة وبالتالي تتطلب طرق مقاومة مختلفة. في هذه الطريقة من التقسيم فإن الناقلات الحشرية وخاصة المن تشكل مجموعة كبيرة من الناقلات وهي تشكل مجموعة كبيرة من الفيروسات المنقولة بها خاصة لكل من النباتات الحولية والتي تتكاثر بالبنور وكثير من فيروسات النباتات المعمرة وفيروسات النباتات التي تتكاثر خضرياً، مثل البطاطس والفاصوليا. ومن ناحية أخرى فإن جميع فيروسات الأشجار تقريباً تنتقل فقط بوسائل التكاثر الخضرية، مع أن قليلاً منها ينتقل بالحشرات، مثل فيروس ترستيزا الحمضيات، فيروس جدري البرقوق وفيروس إنتفاخ قدم الكاكاو، زيادة على ذلك فإن كثيراً من الفيروسات المنقولة بالحشرات، النيماطودا والأجزاء الخضرية هي تنقل عن طريق البنور. ويبدو واضحاً أن هذا التقسيم يرغب بأن يوصى باستعماله كثيراً في الصفحات القادمة، وإن كثيراً من الأمراض الفيروسية تمثل الاعتبارات المختلفة السابقة في التقسيم قد وصفت بالتفصيل. كما أن كثيراً من الأمراض مساوية، وكثيراً ما تكون أكثر أهمية وصفت باختصار فقط وأمراض أخرى ذكرت باختصار شديد أو أهملت مع أن كل واحد منها يمكن أن يكون سائداً وشديداً في مناطق معينة. وزيادة على ذلك فإن كثيراً من الفيروسات تكون أكثر شدة ومهلكة للنباتات في أجناس أو عائلات أخرى عما هو مذكور في هذا الكتاب، وإن المساحة لا تسمح بذكر أو وصف أكثر لتأثيرات هذه الفيروسات على العوائل الأخرى.

أمراض الدخان الفيروسية

Virus Diseases of Tobacco

يصاب الدخان بأكثر من عشرين فيروس، الفيروسات الأكثر أهمية هي : - فيروس موزايك الدخان، إيتش الدخان، التبغ الطلقي في الدخان، الذبول المتبقع في الطماطم، خشخشة الدخان، تخطيط الدخان، وفيروسات تجعد ورقة الدخان، فيروسات أخرى تؤثر على الدخان تضم نكروز الدخان، الاصفرار المتقزم في الدخان، فيروس γ البطاطس، فيروس X البطاطس، موزايك الخيار وموزايك البرسيم الحجازي.

موزايك الدخان :

Tobacco Mosaic

إن مرض موزايك الدخان عالمي الانتشار، ومن المعروف أنه يهاجم أكثر من ١٥٠ جنس من النباتات وبشكل أساسي النباتات العشبية، والنباتات ثنائية الفلقة وتشمل الخضروات، نباتات الأزهار والاعشاب. يسبب المرض خسائر فادحة في الدخان، الطماطم وبعض نباتات المحاصيل الأخرى، ولكن يكون دائماً بدون اعراض على محاصيل العنب والتفاح.

يؤثر موزايك الدخان على النباتات عن طريق إتلاف الأوراق، الأزهار والثمار وعن طريق احداث تقزم للنبات. المرض، تقريباً، لا يقتل النباتات إطلاقاً. يؤثر المرض على الدخان حيث يخفض كمية محصول الدخان الناتجة ويؤثر بشكل خاص على نوعية أوراق الدخان خاصة عندما تصاب النباتات وهي حديثة النمو. وبالتالي فإن النباتات المحقونة (التي حدثت لها إصابة) في وقت النقل أو بعد شهر من ذلك، أو في وقت جمع القمم، فإنها أعطت إنتاج كان أقل من إنتاج النباتات السليمة بحوالي ٣٣٪ ، ٢٠٪ ، ٥٪ بالترتيب. بينما نوعية المحصول كما قدرت (قيست) بقيمته في السوق إنخفضت بنسبة ٥٠٪ ، ٤٢٪ ، ٣٢٪ بالترتيب وخفض القيمة النوعية للإنتاج حسب القيمة التسويقية بنسبة ٥٠ ، ٤٢ و ٢٣٪ بالترتيب. وكذلك أيضا في الطماطم فإن المرض خفض الإنتاج بمقدار يتراوح من ٥٪ إلى أكثر من ٢٥٪، وإن نوعية الثمار كانت منخفضة نسبياً وذلك يعتمد على عمر النبات ووقت حدوث الإصابة وعلى الظروف البيئية.

الأعراض : - إن الأعراض التي تظهرها النباتات المصابة بفيروس موزايك الدخان تتكون من درجات مختلفة من الشحوب، التجعد، التبرقش، التقزم، التشوه مع وجود بثرات على الأوراق، تقزم وصفر في كل النبات، تقزم وتشوه وتلون في الأزهار، وفي بعض النباتات تتكشف مناطق ميتة ومتحللة على الورقة.

إن أكثر الأعراض إنتشاراً على نباتات الدخان هو ظهور مناطق مبرقشة ذات لون أخضر داكن وأخضر فاتح على الأوراق المكونة بعد الحقن (أو بعد الإصابة) (شكل ٢٣٧ ، A) .

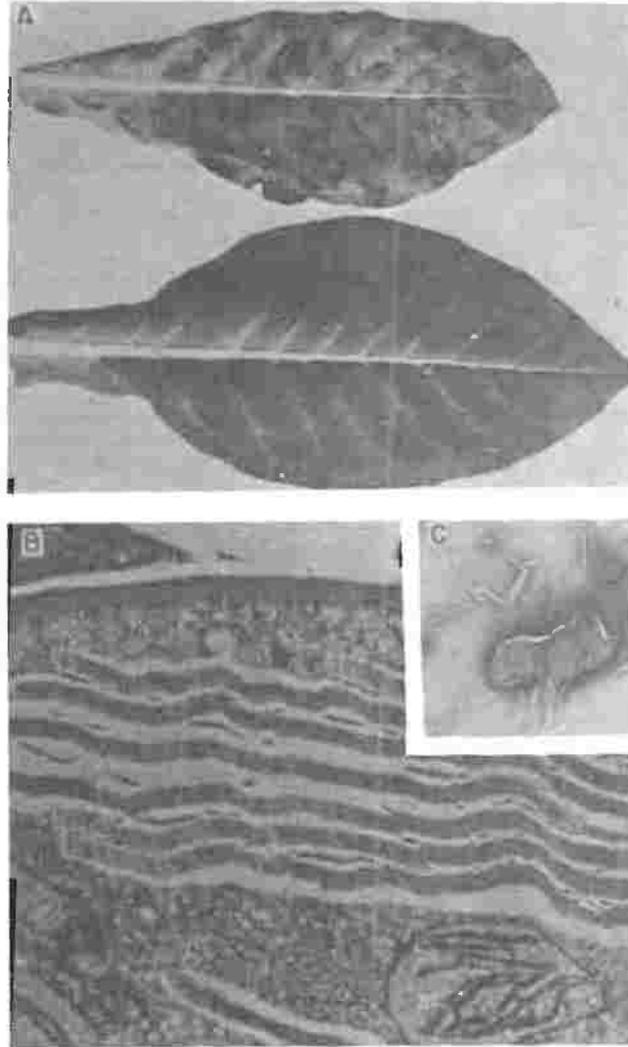
تكون المناطق الخضراء الداكنة أكثر سمكاً وتظهر مرتفعة إلى حد ما ، على نمط يشبه البثرة فوق المناطق الرقيقة الشاحبة ذات اللون الأخضر الفاتح، كما وإن صغر وتقدم النباتات الحديثة يكون منتشرأً وشائعاً ومصحوباً بتشوه الأوراق، وتجعد بسيط في الأوراق وإنشاءً إلى أسفل والتي يمكن أن تصبح ضعيفة ومتطاولة إذا قيست بالشكل البيضاوي العادي في الأوراق السليمة. إن حقن النباتات التي قاربت النضج، عادة، لا يسبب أى أعراض على الأوراق القديمة، ولكنه يؤثر على أية أوراق جديدة يمكن أن ينتجها النبات.

أما على الطماطم فإن الأعراض تظهر على شكل تبرقش على الأوراق القديمة، وينتج أيضاً تبرقش مصحوب بتشوه أو غير مصحوب بتشوه الوريقات. تصبح الوريقات طويلة ومدببة وأحياناً تشبه رباط الحذاء، إن إصابات النباتات الحديثة تقلل عقد الثمار وأحياناً قد تسبب تملخات وعيوب وتلون بني داخلي على الثمار التي تكونت بعد الإصابة.

الكائن الممرض : - يتسبب هذا المرض عن فيروس موزايك الدخان (*Tobacco mosaic*

Virus) TMV . إن الجزيء الفيروسي عصوي الشكل مستقيم يبلغ طوله ٢٠٠ نانوميتر ، وقطره ١٥ نانوميتر (شكل ٢٢٧ ، C ، B) . يتكون بروتينة من ٢١٢٠ وحدة بروتين تقريباً، وكل وحدة تتكون من ١٥٨ حمض أميني، تصطف وحدات البروتين في شكل لولبي (حلزوني). إن الحمض النووي في فيروس موزايك الدخان هو RNA رايبونيكوك أسد ، وهو وحيد الخيط يتكون من ٦٤٠٠ نيوكلويدة تقريباً. وكذلك أيضاً فإن خيط الحمض النووي يكون الشكل الحلزوني الذي يكون متوازياً مع البروتين ويقع على وحدات البروتين ويكون بعيداً حوالي ٢ نانوميتر من الطرف الداخلي لوحدات البروتين. إن وزن كل جزيء فيروسي يقع ما بين ٣٩ - ٤٠ مليون وحدة جزيئي.

إن فيروس موزايك الدخان واحداً من أكثر الفيروسات المعروفة ثباتاً مع الحرارة، إن درجة الحرارة المميتة لهذا الفيروس في عصارة النبات غير المخففة ٩٢ م . أما في الأوراق المصابة بالموزايك والجافة، فإن الفيروس يحتفظ بقدرته على أحداث العدوى حتى عندما يسخن على درجة حرارة ١٢٠ م لمدة نصف ساعة. يمكن أن تحتوي نباتات الدخان المصابة بفيروس



شكل - ٢٢٧

(A) الورقة العلوية تبين أعراض موزايك الدخان. الورقة السليمة إلى أسفل. (B) طبقات من جزيئات فيروس موزايك الدخان في خلية بشرة الورقة (الدخان). (C) جزيئات فيروس موزايك الدخان في عصارة مأخوذة من ورقة دخان مصابة. الفيروس كان سلبي عند صبغه بالفسفوتاتجستيت

موزايك الدخان على حوالي ٤ غم من الفيرس في كل لتر من عصارة النبات. يحتفظ الفيرس بفعاليته حتى على تخفيف ١ : مليون. يثبط الفيرس خلال ٤ - ٦ أسابيع في عصارة النبات العادية، ولكن في العصارة المعقمة بالترشيح والخالية من البكتيريا فإن الفيرس يبقى حياً لمدة خمس سنوات. أما في الأوراق المصابة بالفيرس والتي حفظت جافة في المعمل، بقي الفيرس قادراً على أحداث العدوى لمدة تزيد عن خمسين عاماً. ينتقل الفيرس بسهولة عن طريق العصارة، التطعيم وبالحامل، وفي بعض العوائل مثل التفاح والكمثري والعنب فإن الفيرس ينتقل خلال البنور. لا ينتقل فيرس موزايك الدخان بالحيوانات، ماعداً في بعض الحالات ينتقل بواسطة الفئوك الملوثة والأرجل الملوثة للحيوانات المتغذية على نباتات مصابة بالمرض ثم إنتقلت وتغذت على نباتات سليمة. إن أكثر طرق الانتقال شيوعاً لفيرس موزايك الدخان في الحقل وفي الصوبات الزجاجية هي عن طريق أيدي العمال الذين ينقلون النباتات السليمة والنباتات المصابة بدون تمييز.

يوجد فيرس موزايك الدخان في سلالات عديدة والتي تختلف عن بعضها البعض في واحدة أو أكثر من الصفات.

تكشف المرض : - يقضي فيرس موزايك الدخان الشتاء في أوراق وسويقات نبات الدخان المصاب الباقية في التربة، أو يقضي الشتاء على سطوح بنور الدخان الملوثة، أو في الأقمشة التي تغطي بها مراقد البتور، وفي الأوراق الطبيعية، وفي الدخان المصنع متضمناً في ذلك السيجار، السجاير وفي السعوط. إن ملامسة الفيرس للأنسجة المجروحة في بادرات الدخان في المشتل أو في النباتات المنقولة في الحقول يؤدي إلى اصابات اولية في بعض النباتات. تعمل هذه الاصابات بعد ذلك كمصدر للقاح لإنتشار اوسع للفيرس بين كثير من النباتات عن طريق الأيدي الملوثة، الأدوات والآلات الزراعية الملوثة أثناء النقل والتعامل مع نباتات الدخان أثناء العمليات الزراعية الروتينية لذلك المحصول. يستطيع الفيرس، طبعاً، أن يدخل إلى الحقل مع النباتات المنقولة والمصابة مسبقاً في المشتل. يستمر إنتشار الفيرس في الحقل طوال الموسم وتزداد اعداد النباتات المصابة تصاعدياً خلال الموسم وتتضاعف تقريباً مع كل معاملة أو نقل أو زراعة محصول.

ينتج فيروس موزايك الدخان اصابات جهازية في كل نباتات العائلة تقريباً، يدخل كل الخلايا البرانشيمية في النبات. ينتقل الفيروس من خلية إلى أخرى وكذلك ينتقل خلال اللحاء.

يبدو أن فيروس موزايك الدخان يوجد بشكل اساسي في السيتوبلازم في الخلية على شكل جزيئات فردية أو على شكل تجمعات بلورية (شكل ٢٢٧ ، B) وعلى شكل أجسام أمورفية (أجسام إكس)، تتراوح في الحجم من أقل من قدرة الميكروسكوب على رؤيتها إلى أحجام يمكن رؤيتها بالميكروسكوب الضوئي.

يظهر على الأوراق المصابة بفيروس موزايك الدخان مناطق رقيقة ذات لون أخضر فاتح أو مصفر ممتزجة مع مناطق سميكة ذات لون أخضر غامق. في المناطق ذات اللون الأخضر الفاتح فإن كلاً من الخلايا العمادية والخلايا البرانشيمية الإسفنجية تكون مستديرة إذا قورنت بشكلها العادي المتطاول، وبسبب قلة المسافات البينية بين هذه الخلايا فإنها تكون مصطفة بشكل أكثر تلاصقاً منها في الخلايا الموجودة في المناطق ذات اللون الأخضر الغامق، أو في الأوراق السليمة. أما في المناطق اللامعة فإن عدد الكلوروبلاست ينخفض بشكل ملحوظ وتبدو وكأنها تحتوي كلوروفيل أقل كثيراً من تلك المناطق السليمة أو المناطق ذات اللون الأخضر الغامق، وبالتالي يضعف بناء الكلوروفيل، بينما بعض الكلوروفيل الناتج يتحطم أو تضعف فعاليته كنتيجة للاصابة الفيروسية، وهذا يؤدي إلى خفض التمثيل الضوئي وبالتالي خفض مستويات الكربوهيدرات في النباتات المصابة بفيروس موزايك الدخان. كذلك فإن فيروس موزايك الدخان يحدث تغيرات في عدد من العمليات الفسيولوجية الأخرى في النباتات المصابة.

المقاومة : - إن إتباع الإجراءات الصحية واستعمال الأصناف المقاومة هما الوسيلتان الرئيسيتان في مقاومة فيروس موزايك الدخان في حقول الدخان والطماطم أو في الصوبات الزجاجية. يجب عدم زراعة الدخان لمدة لا تقل عن سنتين في المشاتل أو الحقول حيث زرع فيها محصول مريض. كذلك يجب التخلص من النباتات المصابة ومن بعض أعشاب العائلة الباذنجانية التي تلوي الفيروس مبكراً في بداية الموسم، هذه الاجراءات تساعد في تخفيض أو استبعاد الإنتشار التالي للفيروس إلى النباتات الأخرى خلال العمليات الزراعية المختلفة. يجب

منع التدخين ومضع الدخان أثناء العمليات الزراعية التي تتطلب نقل نباتات الدخان والنباتات الأخرى القابلة للاصابة. يجب على العمال الذين يستعملون منتجات الدخان أو يعملون في استبعاد النباتات المصابة بفيرس موزايك الدخان أن يغسلوا أيديهم بالماء والصابون قبل التعامل مع نباتات الدخان أو نباتات الطماطم السليمة (تغسل أيديهم ببديلات الصوابين الفسفاتية).

لقد ظهر العديد من الأصناف المقاومة من نبات الدخان لفيرس موزايك الدخان، ولكن بشكل عام فإن هذه الأصناف ذات نوعية منخفضة. وكذلك فإن الأصناف المقاومة من نباتات الطماطم لفيرس موزايك الدخان متوفرة أيضاً. إن نباتات الطماطم المزروعة في الصوبات الزجاجية والتي في معظم الحالات تصبح مصابة بفيرس موزايك الدخان، يعمل لها وقاية، في بعض الأقطار، ضد السلالات الشديدة من فيرس موزايك الدخان وذلك عن طريق حقن النباتات الصغيرة بسلالة معتدلة من الفيرس. يؤدي هذا الاجراء إلى زيادة الانتاج بنسبة تصل إلى حوالي ١٥٪.

لقد أظهرت بعض التجارب أن الاصابة بفيرس موزايك الدخان تثبط باستعمال الحليب (اللبن). إن بعض الولايات، توصي الآن برش النباتات باللبن قبل نقلها، أو قبل التعامل معها (قبل أن يعمل بها أي عملية زراعية)، أو غمر الأيدي في اللبن أثناء نقل البادرات والتعامل بها. نظراً لأن هذه الاجراءات تخفض كثيراً من إنتشار فيرس موزايك الدخان من نبات إلى نبات آخر. المعاملة بالحليب يجب أن تقترن بغسل الأيدي ببديلات الصوابين الفسفاتية.

إيتش الدخان Tobacco Etch

يحدث هذا المرض في شمال وجنوب امريكا ويتسبب عن فيرس إيتش للدخان (TEV) والذي يهاجم أيضاً الفلفل والطماطم، ويسبب خسائر كبيرة في عوائله الثلاثة. تظهر الاعراض في الدخان على شكل اوراق متطاولة ومبرقشة وذات بقع متحللة وميتة. أما على الفلفل فتظهر الاوراق مبرقشة، عليها موزايك ومشوهة، تكون الثمار مشوهة ويمكن أن يتقرزم النبات كلية

كذلك فان نباتات الطماطم تتقزم وتكون الاوراق مبرقشة ومشوهة. إن فيروس TEV نو جزنيات خيطية مرنة طوله ٧٣٠ نانوميتر وقطره ١٢ نانوميتر. ينتقل الفيروس بواسطة أكثر من عشرة أنواع من المن وهو غير عابر للحشرة.

التبقع الحلقي في الدخان Tobacco Ring Spot

إن هذا المرض واسع الإنتشار وشائع في شمال أمريكا وأقل وجوداً في المناطق الاخرى من العالم. له مدى عوائل واسع يتضمن كثيراً من المحاصيل الحولية والمعمرة ونباتات الزينة. يسبب الفيروس أمراض التبقع الحلقي في الاوراق، الأزهار، السيقان وثمار النبات مثل الدخان، الخيار، زنبق استر، النرجس والعليق، ويسبب أيضاً لفحة البرعم في فول الصويا. فيروس التبقع الحلقي في الدخان يرمز له (TobRSV) وهو فيروس متعدد الأوجه قطره ٢٨ نانوميتر وينتقل بواسطة النيماتودا زفينيما *Xiphinema* وينتقل أيضاً بواسطة البنور وهذا يختلف من نسبة منخفضة جداً في معظم العوائل الى ١٠٠٪ في فول الصويا.

خشخشة الدخان Tobacco Rattle

يحدث هذا المرض في كثير من أجزاء العالم. يؤثر على كثير من العوائل ويسبب اعراضاً تتراوح من تجعد أو تغضن الأوراق، إنهيار العروق وتطلل الأوعية الجهازية في الدخان، الى تبرقش الساق وبقع حلقيه فلينية في البطاطس وتكون بقعاً حلقيه ويطش صفراء على العوائل المريضة مثل الفلفل، بنجر السكر وغيرها. إن فيروس خشخشة الدخان (TRV) يتكون من جزئين عصويين طول الجزء الأول ١٨٠ - ٢١٥ نانوميتر والجزء الثاني ٤٦ - ١١٤ نانوميتر واما قطرهما فهو ٢٢ نانوميتر. ينتقل هذا الفيروس بواسطة أنواع عديدة من النيماتودا تريكوورس *Trichodorus* ، وباراتريكوورس *Paratrichodorus*.

تخطيط الدخان Tobacco Streak

يحدث هذا المرض في شمال وجنوب امريكا، اورويا ، نيوزيلاندا ومن المحتمل في كل مكان. يهاجم كثيراً من النباتات ثنائية واحادية الفلقة. يتكشف على نباتات الدخان في البداية

على شكل عرض تحلل جهازي ثم يحدث شفاء ولا تظهر الاعراض. تُظهر بعض العوائل الاخرى (داليا ، الفراولة والقطن) برقشة أو لا تظهر أعراض ، بينما نباتات الطماطم تظهر بقع حلقيه صفراء وتشوهات، وبعض النباتات مثل البازيلاء، البطاطس وفول الصويا تظهر أعراض تحلل جهازي. فيروس تخطيط الدخان (TSV) ذو ثلاثة شقوق متماثل غير مستقر وهو يحوى RNA حجم جزيئاته ٢٥، ٢٨ ، ٣٠ نانوميتر في القطر. ينتقل الفيروس اساساً بوسائل التكاثر الخضرية وفي عوائل قليلة ينتقل عن طريق البنور. لا يوجد عامل ناقل معروف لهذا الفيروس.

تجدد اوراق الدخان Tobacco Leaf Curl

ينتشر هذا المرض في المناطق الاستوائية وشبه الاستوائية وذكر أيضاً وجوده في الولايات المتحدة، اوروبا، واليابان. يصيب الدخان، الطماطم، الفلفل والبايبي بسبب تقزم والتفاف في الساق، تجعد، تغضن ويظهر في بعض العوائل اصفرار الوراق وإنتفاخ العروق. ينخفض الانتاج بشكل مخيف. إن فيروس تجعد اوراق الدخان (TLCV) يتكون من زوج من الجزيئات قياساتها ١٨ X ٢٨ نانوميتر وينتقل الفيروس بواسطة الذبابة البيضاء فقط بميسيا تاباسي *Bemisia tabaci*.

- Allard, H. A. (1914). The mosaic disease of tobacco. U. S. Dep. Agric., Bull. 40, 1-33.
- "C. M. I./A. A. B. Descriptions of Plant Viruses" Specific tobacco viruses. Nos. 12,... 258.
- Esau, K., and Cronshaw, J. (1967). Relation of tobacco mosaic virus to the host cells J. Cell Biol. 33, 665-678.
- Markham, R., Hitchborn, I., Hills, G., and Frey, s. (1964). The anatomy of the tobacco mosaic virus. Virology 22, 342-359.
- Rast, A. T. B. (1972). MII-16. Neth. J. Plant. Pathol. 78, 110-112.

الأمراض الفيروسية في الطماطم Virus Diseases of Tomato

تصاب الطماطم بعدد من الفيروسات. أكثر هذه الأمراض أهمية، موزايك الطماطم، موزايك الدخان، موزايك الخيار، البقع الحلقية في الطماطم، الذبول المتبقع في الطماطم، to-mato aspermy وفيروس y البطاطس. هناك فيروسات أخرى تهاجم الطماطم تشمل التقزم الشجيري في الطماطم، إيتش الدخان، خشخشة الدخان وتخطيط الدخان، فيروس X البطاطس وفيروس الحلقة السوداء في الطماطم.

موزايك الطماطم و موزايك الدخان

Tomato and Tobacco Mosaic

هذان المرضان متشابهان وشرح موزايك الدخان في الصفحات السابقة. وهناك فروق بسيطة بين الفيروسين تشمل إصابة بعض العوائل، السيروولوجي وتفاعلات الوقاية بالتضاد.

التبقع الحلقي في الطماطم

Tomato Ring Spot Virus

هذا المرض واسع الإنتشار في شمال امريكا وذكر أنه يظهر في مناطق عديدة من العالم وهو ذو أهمية قليلة في إنتاج الطماطم، ولكنه يهاجم عوائل أخرى كثيرة ويسبب خسائر كبيرة خاصة في بعض العوائل المعمرة. يسبب فيروس التبقع الحلقي في الطماطم (TomRSV) في بعض العوائل الحولية والمعمرة، غالباً أمراض موزايك وبقع حلقية أحياناً تكون مصحوبة بدرجات مختلفة من التحلل الجهازي. لا يظهر على العوائل المعمرة أعراضاً مميزة على المجموع الخضري ولكن الى حد ما فإنه يؤثر (اي الفيروس) على قواعد النبات. أما في النباتات المطعمة مثل أشجار اللوزيات والتفاحيات فإن الفيروس يؤثر على المنطقة العلوية وفي المنطقة الواقعة تحت التحام الطعم مع الاصل ويسبب تنقر الساق، خط بني ونكروزر ملتحم والذي يكون متبوعاً بانهييار وموت تدريجي للشجرة. أما بعض الاصول وبعض الأصناف مثل الخوخ، البرقوق، المشمش، الكرز والتفاح فإنها تكون حساسة جداً لفيروس (TomRSV) كما

في العنب والعليق. الفيروس متعدد الواجه قطره (٢٨) نانوميتر ينتقل بالنيماتودا زفينيما -Xi
phinema. في بعض العوائل ينتقل الفيروس أيضاً خلال البنور.

الذبول المتبقع في الطماطم *Tomato Spotted Wilt*

يظهر هذا المرض في كل المناطق المعتدلة وشبه الاستوائية من العالم وله مدى عائلي واسع يتضمن الطماطم والدخان والذاليا والاناناس. يظهر على اوراق الطماطم صفات اللون البرنزي والنمو من جانب واحد، بينما في جميع عوائل هذا الفيروس (TSWV) فانه يسبب درجات مختلفة من الاصفرار، بقع متحللة ميتة، التقزم واعراض الزوائد. تكون الخسائر من هذا المرض غالباً كثيرة. جزيئات الفيروس مفردة مائلة للكروية ومحاطة بغشاء وكبيرة الى حد ما وقياساتها ٨٥ نانوميتر (القطر). ينتقل الفيروس بواسطة أربعة أنواع على الأقل من حشرات التريبس (*Thrips and Frankliniella*) تريبس وقرانكليلا.

- Broadbent, L. (1976). Epidemiology and control of tomato mosaic virus *Annu. Rev. Phytopathol.* 14, 189-210.
- "C. M. I./A. A. B. Descriptions of Plant Viruses" Specific tomato viruses, Nos. 38, 39, 69, 79, 151, 156, 290.

امراض البطاطس الفيروسية

Virus Diseases of Potato

تصاب البطاطس بحوالي عشرون فيروساً وفيروساً واحد. من أهم فيروسات البطاطس، فيروس التفاف اوراق البطاطس، فيروسات البطاطس (S , X , y) وفيروس الدرنه المغزلية. الفيروسات الأخرى التي تصيب البطاطس تضم (T ,M ,A) موزايك ايوكيوبيا (aucuba) ، القمة الشعرية mop-top في البطاطس ، خشخشة الدخان، موزايك البرسيم الحجازي، الاصفرار المتقزم في البطاطس، وفيروس الذبول المتبع في الطماطم.

التفاف ورقة البطاطس Potato Leafroll

هذا المرض عالمي الإنتشار ويتسبب عن فيروس إتفاف اوراق البطاطس (PLRY) ويصيب البطاطس فقط. يسبب خسائر كبيرة في الانتاج ويعتبر اكثر امراض البطاطس الفيروسية اهمية. يسبب التفاف واضح في الاوراق ويتقزم النبات ويكون ذو نمو قائم صلب (شكل ٢٢٨ ، A) .يصبح اللحاء في بعض الاصناف متحلل وميت وتتجمع الكربوهيدرات في الاوراق. يظهر بقع متحللة وميتة في الدرنات أيضاً (شكل ٢٣٨ ، B) هذا الفيروس من نوع luteovirus قطره ٢٤ نانوميتر وهو مقيد بأنسجة اللحاء. ينتقل الفيروس عن طريق درنات تقاوي البطاطس المصابة وفي الحقل ينتقل بواسطة أكثر من عشرة أنواع من المن وهو من الفيروسات العابرة.

فيروس y البطاطس y Potato Virus

يسمى هذا الفيروس باختصار (PVY) وهو واسع الانتشار وله أهمية إقتصادية كبيرة، يهاجم البطاطس، الفلفل، الطماطم والدخان ويسبب خسائر كبيرة في جميع هذه العوائل. تختلف الأعراض التي يسببها الفيروس من تبرقش معتدل الى حاد على معظم العوائل وأحياناً تخطيط أو تخطيط وتدلي الورقة ناشئاً من بقع طويلة متحللة بموازاة العرق على السطح السفلي للورقات في بعض أصناف البطاطس. عندما يوجد فيروس Y مع فيروس X فإنه يسبب أى (PVY) موزايك غائر والذي فيه تظهر النباتات قصيرة وينخفض حجم الدرنه.

ان هذا الفيروس شبيه بالخيط مرن جزيئاته ٧٣ نانوميتر في الطول، ١١ نانوميتر في القطر. هناك عديداً من السلالات المتميزة من هذا الفيروس في الطبيعة. ينقل عن طريق تقاوي درنات البطاطس وبواسطة ٢٥ نوعاً من المن على الأقل كما وأنه من الفيروسات غير العابرة في الحشرة.

فيروس X البطاطس = Potato Virus X

إن هذا الفيروس عالمي الإنتشار. يسبب نسبة خسائر إما قليلة أو متوسطة ولكنه مهم جداً لأنه موجود في البطاطس في جميع أنحاء العالم. يهاجم الفيروس الطماطم والدخان. يكون في البطاطس كامناً تماماً أو يمكن أن يسبب موزايك معتدل الى تخطيطات متحللة شديدة، أما في الطماطم فانه يسبب موزايك وتقرم معتدل. أما وجوده في الدخان فانه يسبب تبرقش او بقع حلقيه متحللة. هذا الفيروس ذو جزيئات خيطية طوله ٥١٥ نانوميتر وقطره ١٣ نانوميتر كثيراً ما يوجد مع فيروس Y ويسبب موزايك غائر. ينتقل الفيروس خلال تقاوي درنات البطاطس المصابة وبالإحتكاك بين النباتات المتجاورة، الايدي، الانوات وغير ذلك. لا ينتقل بالعوامل الناقلة.

تعتمد مقاومة جميع فيروسات البطاطس على استعمال تقاوي بطاطس (درنات) خالية من الفيروس ومرفقة بشهادة تثبت ذلك. يمكن الحصول على بعض المقاومة للفيروسات العابرة (PLRY) عن طريق الرش بالمبيدات الحشرية لمقاومة عامل النقل (المن).

الأمراض الفيروسية في القرعيات Virus Diseases of Cucurbits

تشمل القرعيات، الخيار، الكوسة، الشمام، الكانتالوب والبطيخ، وهي تهاجم بأكثر من عشرين فيروس. إن أكثر هذه الفيروسات أهمية هي موزايك الخيار، موزايك الكوسة، موزايك البطيخ (١، ٢) وفيروس اصفرار القرع الصيفي. هناك فيروسات أخرى تهاجم القرعيات تشمل موزايك الخيار الشديد، موزايك والتبرقش الأخضر في الخيار، تجعد اوراق الكوسة، الاصفرار المعدي في الخس، نكروزز الخيار، الموزايك الاصفر في الفاصوليا وتجعد قمة البنجر.



شكل (٢٢٨). التفاف الأوراق وتقرم نباتات البطاطس الحديثة المصابة بفيروس التفاف الأوراق (A).
عروق درنة البطاطس المصابة بالفيروس كثيراً ما يظهر عليها موت وتحلل اللحاء (B) .

" C.M.I/ A.A. B. Description of plant Viruses "Specific potato viruses,
Nos. 4,35, 54,Go, 87, 98, 138 - 291

deBokx, J.A., ed (1981). Viruses of Potatoes and Seed- Potato Production". Pudoc Wageningen, The Netherlands

Hooker, W,J., ed (1981). Compendium of potato Diseases."
Am. phyto pathol. Soc., St: laul, Minnesota.

Rich, A. E. (1983) "Potato Diseases" Academic Press, New York.

موزايك الخيار : Cucumber Mosaic

ينتشر مرض موزايك الخيار في جميع أنحاء العالم. إن الفيروس المسبب لموزايك الخيار، ربما يكون، ذو مدى عوالمى واسع ويهاجم أصنافاً كثيرة من الخضروات، نباتات الزينة ونباتات أخرى أكثر من أي فيروس آخر. من بين أكثر الخضروات ونباتات الزينة أهمية والتي تهاجم بمرض موزايك الخيار هي، الخيار، البطيخ، الكوسة، الفلفل، السبانخ، الطماطم، الكرفس، البنجر، الفاصوليا، الموز، الصليبيات، العايق، الجلاديواس، الزنبق، البيتونيا، الزينية، وأعشاب كثيرة.

يؤثر موزايك الخيار على النباتات عن طريق إحداث تبرقش أو تلون وتشوه في الأوراق، الأزهار، والثمار. يمكن أن يصبح حجم النبات المصاب صغيراً جداً أو يمكن أن يقتل الفيروس النبات في أواخر مراحل الإصابة. ينخفض إنتاج المحصول وفي حالات كثيرة تنخفض نوعية الإنتاج. تصاب النباتات بشدة في الحقل وفي الصوباء الزجاجية. في بعض المقاطعات فإن حوالي $\frac{1}{3}$ - $\frac{1}{2}$ النباتات يمكن أن تهلك بواسطة المرض، وإن المحاصيل القابلة للإصابة مثل الكوسة الصيفي، يجب أن تستبدل بمحاصيل أخرى.

الأعراض : - نادراً ما تهاجم بادرات الخيار الحديثة في الحقل خلال الأسابيع القليلة الأولى. تحدث معظم الإصابات العامة الحقلية على الخيار عندما تكون النباتات ذات عمر حوالي 6 أسابيع ونامية بقوة. بعد الحقن بمدة 4 - 5 أيام تصبح الأوراق المتكشفة الحديثة متبرقشة، مشوهة ومجعدة وتبدأ حوافها تلتف إلى أسفل (شكل 229). كل ما يتبع ذلك من نمو ينخفض بشدة وتظهر النباتات متقزمة نتيجة لقصر سلاميات الساق وأعناق الأوراق، وتتكشف الأوراق بنصف حجمها الطبيعي فقط. تنتج مثل هذه النباتات سيقان جارية قليلة وأيضاً قليلاً من الأزهار والثمار وتصبح النباتات ذات مظهر شجيرى أو عنقودي وذات أوراق مشكلة كتلة تشبه التورد بالقرب من سطح الأرض. يظهر على الأوراق القديمة في النباتات المصابة (الأوراق المتقدمة في السن) بقع تكون شاحبة في البداية ثم بعد ذلك تصبح ميتة ومتحللة على طول الحواف والتي بعد ذلك تنتشر فوق الورقة كلها. تبقى الأوراق المقتولة معلقة بالعنق أو أنها تسقط تاركة جزء أو معظم العرش القديم عار.

يظهر على الثمار التي تكونت على النباتات بعد الإصابة مناطق ذات لون أخضر باهت أو أبيض ممزوجة مع مناطق مرتفعة ذات لون أخضر داكن، وإن البقع المرتفعة هذه في حالات كثيرة تشكل زوائد سرطانية جافة وصلبة أو تسبب تشوه الثمرة. إن الخيار المنتج من النباتات التي في الأطوار الأخيرة من المرض يكون نو شكل مشوه إلى حد ما، ويكون نو لون رمادي مائل للأبيض، ناعم، بمناطق خضراء غير منتظمة وغالباً ما يسمى المخلل الأبيض white pickle. إن الخيار المصاب بفيروس موزايك الخيار يكون في كثير من الحالات مر المذاق وعند التخليل يصبح ناعم ومشبع بالماء وغير حيوي Soggy.



شكل - ٢٣٩

فيروس موزايك الخيار (A) وبعض الأعراض التي يسببها. (B) أعراض موزايك الخيار على أوراق خيار. (C) على الشعال نباتات فلفل متقرمة مصابة مقارنة مع نباتين سليمين وتظهر الأعراض على أوراق الفلفل (D). غالباً ما تصبح أوراق الطماطم المصابة بفيروس موزايك الخيار خيطية أو تشبه رباط الحذاء (E).

الكائن الممرض : يتسبب مرض موزايك الخيار عن فيروس موزايك الخيار *Cucumber*

(CMV) *mosaic virus* وهو كروي ثلاثي الشقوق وقطره ٢٠ نانوميتر (شكل ٢٣٩ ، A). يتكون الفيروس من ١٨٠ وحدة بروتين ومن واحد من ثلاثة مختلفة من RNA مفرد الخيط وقلب مجوف. الوزن الجزيئي للفيروس يقع في المدى من ٥.٨ - ٦.٧ مليون، الذي منه ١٨٪ حمض نووي والبقية ٨٢٪ بروتين. يوجد فيروس موزايك الخيار في سلالات عديدة والتي يختلف إلى حد ما في العوامل التي تصيبها، وفي الأعراض التي تنتجها، وتختلف في طرق إنتقالها وتختلف في صفات ومميزات أخرى.

ينتقل الفيروس بسهولة بالعصارة وكذلك ينتقل أيضاً بواسطة عديدة من حشرات المن مثل حشرة من الخوخ الأخضر العادي وهو من الفيروسات غير العابرة في الحشرة.

تكشف المرض : يقضي فيروس موزايك الخيار الشتاء في كثير من الأعشاب المعمرة،

نباتات الأزهار المعمرة، ونباتات المحاصيل. إن الأعشاب المعمرة مثل الكوكل الأبيض *white cockle* (نوع من الأعشاب يسود إنتشاره في حقول القمح)، والكرز الأرضي البري *wild ground cherry* ، قراص الحصان *horse nettle* (نبات نووير شائك)، حشيشة اللبن *milk weed*، العشبة الشراعية *shade,night pock weed , rag weed*، وأعداداً مختلفة من نباتات العائلة الشفوية، تنوي الفيروس في جنورها أثناء الشتاء وتحمله إلى قممها في الربيع، التي منها تنقله حشرات المن إلى نباتات المحاصيل القابلة للإصابة. إذا ما فرض وأن عدداً قليلاً من نباتات الخيار، الكوسة. الطماطم والفلفل أصبحت مصابة بفيروس موزايك الخيار، فإن الناقلات الحشرية والإنسان أثناء عملياته الزراعية وتعامله مع النباتات وخاصة أثناء وقت القطف فإنه ينقل الفيروس إلى نباتات سليمة عديدة أخرى. أحياناً تبدأ حقول الخيار كلها بالتحول إلى اللون الأصفر مع الموزايك مباشرة بعد القطفة الأولى، وهذا يدل على سهولة وكفاءة نقل فيروس موزايك الخيار ميكانيكياً عن طريق العصارة المحمولة على أيدي وملابس العمال.

سواء إنتقل الفيروس بالحشرات أو عن طريق العصارة، فإنه ينتج ويسبب إصابة جهازية في العائلة القرعية ومعظم نباتات العوائل الأخرى. وكقاعدة فأن الأنسجة والأعضاء المتكونة في النبات قبل الإصابة لا تهاجم بواسطة الفيروس، ولكن الخلايا والأنسجة الحديثة والنشيطة المتكونة بعد الإصابة يمكن أن تصاب بدرجات مختلفة من الشدة. يستمر إزدياد وتركيز الفيروس في النباتات المصابة بفيروس موزايك الخيار لعدة أيام بعد الإصابة، ويعتدئ تصل إلى مستوى ثابت لا تنخفض عنه أو يموت النبات.

المقاومة : يمكن مقاومة موزايك الخيار، في الخضروات ونباتات الأزهار، بشكل أساسي عن طريق إستعمال أصناف مقاومة، إستبعاد العوائل العشبية، ومقاومة الناقلات الحشرية.

الأصناف المقاومة لفيروس موزايك الخيار قد وجدت لعدد من المحاصيل العوائل للفيروس، من ضمنها الخيار والسبانخ. المحاصيل المنقولة من الخارج والمزروعة في الصوبات الزجاجية يجب أن تعزل عن النباتات الأخرى مثل، إبرة الراعي geranium، الزنبق والخيار التي من الممكن أن تأوي الفيروس. عندما تنقل نباتات الخيار يجب عدم زراعتها بالقرب من النباتات القابلة للإصابة مبكراً، وكذلك يجب عدم زراعتها بالقرب من الأخشاب التي من المحتمل أن يكون بينها أعشاب أوية للفيروس. يجب استئصال الأعشاب المعمرة من المناطق التي تحيط بالصوبات الزجاجية، المراقدة الباردة، الحدائق والحقول، وذلك لاستبعاد مصدر فيروس موزايك الخيار الذي من الممكن أن يحمل إلى نباتات المحاصيل بواسطة الحشرات أو بالعصارة (ميكانيكياً). نظراً لأن معظم الإصابات الأولية والأكثر شدة تبدأ عن طريق الفيروس المجلوب بواسطة المن من خارج الحقل، فإن الإجراءات العديدة مثل المصائد اللزجة العمودية، المحاصيل الصائدة الجانبية، أو شرائح البولي ايثيلين العاكسة والتي تؤخر وصول أو تقلل أعداد المن إلى الحقل تقلل هجوم وإنتشار الفيروس وتقلل خسائر المرض. وبالمثل فإنه يمكن تقليل خسائر المرض في بعض المحاصيل عن طريق رش النباتات عدة مرات بأنواع معينة من الزيوت التي تبين أنها تتداخل في إنتقال الفيروس بالحشرات (المن). كما وأن الرش المبكر بالمبيدات الحشرية لمقاومة المن الناقل قبل أن يحمل الفيروس إلى النباتات الحديثة السريعة النمو قد تبين أن له فائدة هامشية فقط.

موزايك الكوسة

Squash Mosaic

ينتشر موزايك الكوسة بكثرة في نصف الكرة الغربي ومن المحتمل في كل مكان. في الطبيعة يصيب القرعيات فقط والتي عليها يسبب أعراض تكون بشكل عام غير متميزة عن تلك الاعراض المتسببة عن موزايك الخيار وموزايك البطيخ. إن فيروس موزايك الكوسة (SqMV) ثنائي الشقوق قطره ٣٠ نانوميتر. يبقى الفيروس حياً في الخيار وغالباً في الكوسة ، في البذور والتي عن طريقها يحمل الى نباتات جديدة في الموسم اللاحق ومن ثم ينتقل من تلك النباتات الى قرعيات أخرى بواسطة خنافس الخيار المنقطة والمخططة *Diabrotica sp.* والحشرة *Acalymma sp*.

موزايك البطيخ

Watermelon Mosaic

هذا المرض واسع الانتشار في جميع أنحاء العالم ويسبب أمراض موزايك وبرقشة على جميع القرعيات ويقلل إنتاج الثمار ويخفض نوعيتها. يصيب أيضاً البازيلاء وبقوليات أخرى ونباتات العائلة الرمرامية، ونباتات الزينة والحشائش. يرمز الى موزايك البطيخ رقم ٢ ب (WMV - 2) وهو نو جزئيات خيطية مرنة طوله ٧٦٠ نانوميتر وسمكه ١١ نانوميتر. ينتقل الفيروس بواسطة ٢٨ نوعاً على الأقل من المن وهو غير عابر.

الموزايك الاصفر في القرع الصيفي

Yellow Mosais of Summer Squash

من المحتمل أن يكون هذا المرض عالمي الإنتشار ويسبب الفيروس امراضاً إقتصادية هامة في كل من كوسة القرع الصيفي، الخيار، الشمام والبطيخ. تتضمن الأعراض موزايك شديد، إصفرار، رباط الحذاء، تقزم وتشوه في الثمار والبذور. الفيروس من نوع Potyvirus أطواله ٥٧٠ X ١١ نانوميتر يصيب بالتجارب عديداً من العوائل رغم انه لحد الان لا يهاجم في الطبيعة سوى القرعيات. ينتقل الفيروس بأربعة أنواع على الأقل من المن وهو غير عابر.

- Agrios, G. N., Walker, M. E., and Ferro, D. N. (1985). Effect of cucumber mosaic virus inoculation at successive weekly intervals on growth and yield of pepper (*Capsicum annuum*) plants. *Plant Dis.* **69**, 52-55.
- "C. M. I./A. A. B. Descriptions of Plant Viruses," Specific cucurbit viruses, Nos. 43, 63, 82, 84, 154, 213, 282, 292, 293.
- Doolittle, S. P. (1920). The mosaic disease of cucurbits. *U. S. Dep. Agric., Bull.* **879**, 1-69.
- Doolittle, S. P., and Walker, M. N. (1925). Further studies on the overwintering and dissemination of cucurbit mosaic. *J. Agric. Res. (Washington, D.C.)* **31**, 1-58.
- Lovisolo, O. (1980). Virus and viroid diseases of cucurbits. *Acta Hortic.* **88**, 33-82.
- Nameth, S. T., Dodds, J. A., Paulus, A. O., and Laemmlen, F. F. (1986). Cucurbit viruses of California: An ever-changing problem. *Plant Dis.* **70**, 8-11.
- Porter, C. A. (1954). Histological and cytological changes induced in plants by cucumber mosaic virus. *Contrib. Boyce Thompson Inst.* **17**, 453-471.
- Sherf, A. F. (1965). Cucumber mosaic virus in New York vegetables. *Cornell Ext. Bull.* **1144**, 1-8.

الأمراض الفيروسية في الصليبيات

Virus Diseases of Crucifers

تشمل الصليبيات، الكرنب، القرنبيط، الفجل اللفت وغيرها. تهاجم الصليبيات بحوالي ٦ - ٨ فيروسات كلها تهاجم الصليبيات في الطبيعة. أهم هذه الفيروسات، موزايك اللفت وفيروس موزايك القرنبيط. هناك أمراض أخرى أقل أهمية مثل موزايك الفجل، الموزايك الاصفر في اللفت، تجعد اللفت، تورد اللفت وفيروس الاصفرار المتحلل في البروكولاي.

موزايك اللفت

Turnip Mosaic

هذا المرض عالمي الإنتشار يهاجم جميع الخضروات ونباتات الزينة التابعة للصليبيات. يظهر المرض على شكل برقشة، بقع سوداء متحللة، بقع حلقيه في كل من الكرنب، القرنبيط وشماريخ الكرنب نو الساق. بينما يسبب في الصليبيات الأخرى، موزايك، تشوه الورقة والتقزم. الفيروس من نوع Potyvirus اطواله ٧٢٠ x ١١ نانوميتر. ينتقل بحوالي ٥٠ نوع من المن وهو غير عابر.

موزايك القرنبيط

Cauliflower Mosaic

يظهر المرض خلال المناطق المعتدلة في العالم. يسبب الفيروس أمراض الموزايك والتبرقش على معظم نباتات الصليبيات سواء كانت محاصيل او نباتات زينة وغالباً ما يكون موجوداً فيها مختلطاً باصابة فيروس موزايك اللفت. إن فيروس موزايك القرنبيط من نوع Caulimovi-rus وهو متمثل قطره ٥٠ نانوميتر وحمضه النووي DNA ثنائي الخيط ينتقل بواسطة ٣٠ نوعاً من المن وهو غير عابر.

"C. M. I./A. A. B. Description of Plant Viruses" Specific crucifer viruses, Nos. 2, 8, 109, 121, 125, 214, 230, 243, 295.

Smith, K. M. (1972) A Textbook of Plant Virus Diseases" 3rd ed. Academic Press New York.

الأمراض الفيروسية في البقوليات

Virus Diseases of Legumes

تشمل البقوليات المحاصيل المزروعة للحصول على بنورها الصالحة للأكل مثل الفاصوليا، الفول، فول الصويا، البسلة، اللوبيا والفول السوداني. وتشمل أيضاً المحاصيل التي تزرع علفاً للماشية أو للحصول على قش وتبن منها مثل البرسيم الحجازي والأنواع المختلفة من البرسيم. تهاجم البقوليات بحوالي أربعون فيروساً على الأقل. إن أكثر هذه الفيروسات أهمية تضم الموزايك العادي والموزايك الاصفر في الفاصوليا، موزايك فول الصويا وموزايك البسلة، موزايك البسلة الكامن في البنور، تخطيط البسلة، موزايك اللوبيا وموزايك اللوبيا الكامن في المن، تبرقش الفول السوداني وتقرم الفول السوداني وموزايك البرسيم الحجازي. معظم هذه الفيروسات عالمية الإنتشار وهي شائعة وتتراوح الخسائر التي تسببها من خسائر متوسطة الى شديدة. هناك فيروسات أخرى عديدة تصيب البقوليات وتسبب خسائر كبيرة حيثما وجدت ولكنها ليست شائعة او واسعة الإنتشار مثل السابقة. بعض هذه الفيروسات يهاجم اساساً او فقط المحصول الذي يذكر اسمه بعده مثلاً فيروس موزايك الفاصوليا العادي فهو يهاجم الفاصوليا فقط، فيروس موزايك فول الصويا يهاجم فول الصويا فقط، موزايك البسلة الكامن في البنور يهاجم البسلة فقط. إن معظم الفيروسات المذكورة بالاضافة إلى فيروسات أخرى كثيرة مثل الموزايك الاصفر في الفاصوليا وموزايك البسلة، موزايك اللوبيا الكامن في المن، تبرقش الفول السوداني، تقرم الفول السوداني، موزايك البرسيم الحجازي فهي تهاجم تقريباً معظم البقوليات وتسبب خسائر مختلفة الشدة في جميعها. بالاضافة لذلك فان هناك فيروسات كثيرة تهاجم البقوليات مثل موزايك الخيار، تجعد قمة البنجر والتبقع الحلقي في الدخان.

أمراض الموزايك العادي والموزايك الأصفر في الفاصوليا

Bean Common Mosaic and Yellow Mosaic Diseases

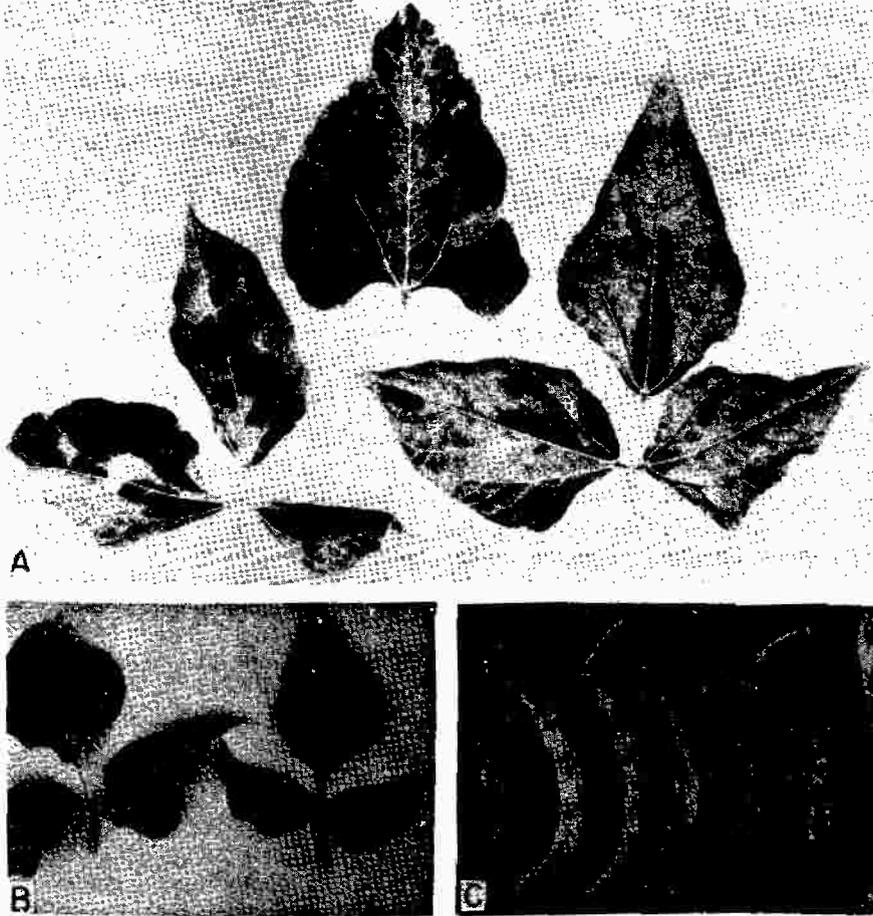
يوجد كلا المرضين حيثما تزرع الفاصوليا، إن مرض الموزايك العادي Bean common mosaic يهاجم بشكل أساسي الفاصوليا الفرنسية أو Snap bean وذات الاسم العلمي فاسيولس فولجارس *Phaseolus vulgaris*، ولكنه يصيب أنواعاً أخرى من الفاصوليا، بينما

الموزايك الأصفر yellow mosaic يصيب جميع أنواع الفاصوليا بالإضافة إلى كل من ، البسلة ، البرسيم ، البيقية، الخرنوب الأسود ، الجلاديولس، والكوسة الأصفر الصيفي. إن كلا المرضين واسعي الانتشار في حقول الفاصوليا، مع العلم أن الموزايك العادي أكثر إنتشاراً من الموزايك الأصفر. في حالات كثيرة فإن ٨٠ - ١٠٠٪ من النباتات في بعض الحقول تكون مصابة. وبالاعتماد على طور نمو النبات وقت حدوث الإصابة، يمكن أن تكون النباتات متقدمة إلى مدى كبير أو صغير ويمكن أن تختلف الضائر من نسبة بسيطة إلى ٢٥٪ بالنسبة للموزايك العادي وتصل حوالي ١٠٠٪ في الموزايك الأصفر. عادة فإن كلا المرضين يوجدان في نفس الحقول وغالباً على نفس النباتات .

الأعراض : يسبب موزايك الفاصوليا العادي، تقزم النباتات وتبرقش وتشوه الأوراق (شكل ٢٤٠ ، A)، تبدي الأوراق تبرقش معتدل أو قد يكون عليها مناطق كبيرة إلى حد ما غير منتظمة الشكل ذات لون أصفر فاتح وأخضر فاتح. غالباً ما تكون الأوراق ضيقة وأطول من الأوراق العادية وتظهر عليها تجعدات كثيرة متكونة من مناطق مرتفعة خضراء داكنة على طول العروق الرئيسية، بينما حواف الأوراق تنثني إلى أسفل . كلما كانت نباتات الفاصوليا أصغر وقت الإصابة كلما إزداد بقاؤها متقدمة ومغزلية وكلما قلت كمية المحصول الناتج. يمكن أن تكون القرون مبرقشة أو مشوهة وتكون الحبوب ضامرة وذات حجم صغير. في بعض الأصناف تتحول الجنور إلى اللون الغامق أو اللون الأسود وتصبح متحللة. قد يظهر أيضاً تلون خارجي على السيقان الصغيرة وعلى أعناق الأوراق، بينما تحلل وموت الحزم الوعائية يكون واضحاً في كل من ، الجذر ، الساق ، الأوراق والقرون.

ينتج الموزايك الأصفر في الفاصوليا، أعراضاً تشابه تلك الأعراض المذكورة سابقاً، وعادة ، لا يمكن تمييز مرض الموزايك الأصفر عن مرض الموزايك العادي في الفاصوليا أثناء وجود النباتات في الحقل. وبشكل عام فإن الموزايك الأصفر في الفاصوليا ينتج كثيراً من التبرقشات الصفراء على الأوراق بتغاير كثيف بين المناطق الصفراء والمناطق الخضراء، أيضاً فإن نباتات الفاصوليا المصابة بالموزايك الأصفر تكون أكثر تقزماً وذات مظهر شجري منها

في النباتات المصابة بالموزايك العادي. كذلك فإن الموزايك الأصفر يسبب أيضاً تشوه أكثر في الأوراق وفي القرون أكثر منه في حالة الإصابة بالموزايك العادي (شكل ٢٤٠ ، B ، C). تختلف الاعراض كثيراً في كلا المرضين وذلك حسب الصنف وحسب سلالة الفيروس السائدة في المنطقة.



شكل - ٢٤٠

أعراض الموزايك العادي في الفاصوليا على أوراقها (A) وأعراض الموزايك الأصفر في الفاصوليا على أوراق الفاصوليا (B) وعلى القرون (C).

الكائن الممرض : - يتسبب مرض الموزايك العادي عن فيروس الموزايك العادي في الفاصوليا *Bean common mosaic virus* ، ويتسبب مرض الموزايك الأصفر في الفاصوليا عن فيروس الموزايك الأصفر في الفاصوليا *Beab yellow mosaic virus*. إن كلا الفيروسين ذات أشكال خيطية وذات أطوال 10×750 نانوميتر.

ينتقل كلا الفيروسين بعدة أنواع من المنّ ويكون النقل على شكل فيروسات غير عابرة (يعني على أجزاء الفم)، وإن معظم الناقلات الحشرية عامة لكلا الفيروسين، كما وإن الفيروسين ينتقلان بسهولة بالحقن بالمصاصة. زيادة على ذلك فإن الموزايك العادي في الفاصوليا ينتقل بسهولة خلال بنور الفاصوليا، خاصة عندما يكون النبات الأم قد أصيب عندما كان حديث النمو. إن حوالي ٨٣٪ من البنور في النباتات المريضة يمكن أن تنتج نباتات مصابة بالفيروس. إن طريقة الانتقال بالبنور هي أهم مصدر لابتداء الإصابة لمحصول الفاصوليا في الحقول. إن فيروس الفاصوليا المسبب للموزايك العادي ينتقل أيضاً إلى نباتات جديدة خلال حبوب اللقاح. لا ينتقل فيروس الموزايك الأصفر خلال البنور في الفاصوليا، ولكنه ينتقل بحوالي ٣ - ٦٪ في البنور في كثير من البقوليات الأخرى.

مع أن فيروسات الموزايك العادي والموزايك الأصفر في الفاصوليا تختلف في أنواع العوائل التي تهاجمها وفي الانتقال بالبنور، إلا أنها تشابه بعضها البعض في صفات كثيرة. إن الفيروسين ذوي قرابة سيرولوجية، وفي بعض العوائل يمكن أن يحمي العائل من الإصابة بأحدهما إذا حقن النبات بالفيروس الآخر، يعني الحماية بالتضاد (cross protection) ، هذا يدل على أن الفيروسين قد يكونان سلالتين متباعدتين لفيروس واحد.

تكشف المرض : يقضي فيروس الموزايك العادي الشتاء في بنور الفاصوليا المصابة، عندما تزرع مثل هذه البنور فإن الفيروس يتكاثر في خلايا النبات النامي، ويصاب النبات الناتج بالفيروس. بعد ذلك فإن حشرات المنّ الناقلة تتغذى على مثل تلك النباتات المصابة وتكتسب منها الفيروس خلال بضع ثوان وتنتقله إلى نباتات الفاصوليا السليمة التي تصلها وتتغذى عليها الحشرات. يقضي فيروس الموزايك الأصفر الشتاء بشكل أساسي في العوائل

المعمرة مثل البرسيم، الجلادبولس الذي ينتقل منها إلى الفاصوليا وإلى العوائل الحولية الأخرى بواسطة حشرات المن الناقلة. طبعاً إن نفس الناقلات تنقل كلا الفيروسين من نبات إلى نبات آخر. إن نباتات الفاصوليا المحقونة بواسطة الحشرات، إما بفيرس الموزايك العادي أو بفيرس الموزايك الأصفر، عادة ما يظهر عليها أعراض الموزايك خلال ١٠ أيام من الحقن. وعلى أية حال فإن الأعراض قد تكون معتدلة وغالباً غير ملاحظة في الأجواء المستمرة البرودة.

المقاومة : إن أفضل مقاومة لمرض الموزايك العادي في الفاصوليا يتحصل عليها عن طريق إستعمال بذور خالية من الفيروس، و فقط عند توفر أصناف مقاومة لفيروس الموزايك العادي يجب زراعتها، نظراً لأن هناك عديداً من الأصناف المقاومة لمرض الموزايك العادي متوفرة للزراعة. أما مقاومة مرض الموزايك الأصفر فإنها أكثر صعوبة بسبب أن بعض أصناف الفاصوليا تبدي شيئاً من المقاومة فقط لبعض وليس لكل سلالات الفيروس، وأيضاً بسبب أن الفيروس يقضي الشتاء في العوائل المعمرة مثل البرسيم والجلادبولس، لذا فإنه يوصي باستبعاد الجلادبولس وكذلك إبادة البرسيم من الحقول ومن المناطق المحيطة بالحقول قبل زراعتها بالفاصوليا، ولكن طرق المقاومة هذه صعبة الاجراء من الناحية العملية، علاوة على ذلك فإن فعاليتها ليست دائماً واضحة.

موزايك فول الصويا

Soybean Mosaic

يحدث مرض موزايك فول الصويا حيثما زرع فول الصويا. وهو يهاجم في الطبيعة فول الصويا فقط، ويعتبر واحداً من أكثر الأمراض أهمية في فول الصويا، كثيراً ما يقلل الإنتاج في الحقل بنسبة ٢٥٪ أو أكثر. يظهر على الأوراق اعراض الموزايك وتظهر مناطق شاحبة بين مناطق خضراء ملتفة مشوهة او تسمى متفضنة. تبقى النباتات متقرمة الى حد ما وتنتج قرون قليلة والتي تكون احياناً مشوهة وبدون بذور. تكون الاعراض أكثر شدة في المناطق الباردة (حوالي ١٨ م) اكثر منها عندما تكون درجة الحرارة مرتفعة (٢٤ - ٢٥ م) وتكون مختفية (masked) على درجة حرارة ٣٠ م. يُحمل فيروس موزايك فول الصويا في ٣٠٪ على الأقل من

البنور الناتجة من نباتات مصابة، ويبقى حيوي في البذرة لمدة سنتين على الأقل. تفشل البنور المصابة أن تثبت أو أنها تثبت بادرآت مريضة. الفيرس من نوع potyvirus أبعاده ٧٥٠ x ١١ نانوميتر. بالاضافة الى إنتقاله بالبنور فان الفيرس ينتقل أيضاً بواسطة ٢٠ نوعاً على الأقل من المن وهو غير عابر.

تبرقش الفول السوداني

peanut Mottling

هذا المرض عالمي الانتشار، يهاجم الفول السوداني، الفاصوليا، فول الصويا والبسلة، تتراوح الاعراض من تبرقش جهازي معتدل الى نكروزز محدود أو شديد معتمداً في ذلك على نوع العائل وسلالة الفيرس. تكون الخسائر بسيطة الى معتدلة (١٠ - ٢٠٪). الفيرس من نوع potyvirus أبعاده ٧٥٠ x ١١ نانوميتر ويوجد في ١٠ - ٣٠٪ من البنور الناتجة من نباتات مريضة وينتقل أيضاً بواسطة العديد من حشرات المن وهو غير عابر.

موزايك البرسيم الحجازي *Alfalfa Mosaic*

هذا المرض شائع وهو عالمي الإنتشار يؤثر على معظم البقوليات ويهاجم البطاطس، الطماطم والدخان وكثيراً من النباتات العشبية والخشبية في عوائل أخرى غير البقولية. يكون المرض شديد بشكل عام ويخفض الانتاج. تظهر النباتات المصابة تبرقش، موزايك وتشوه، تقزم ونكروزز. يكون فيرس موزايك البرسيم الحجازي على أشكال عصوية نو أربع أطوال مختلفة تتراوح من ٢٨ - ٥٨ نانوميتر وعرض ١٨ نانوميتر. ينتقل الفيرس بحوالي ١٠ - ٥٠٪ من البنور وينتقل أيضاً بواسطة ١٤ نوعاً على الأقل من المن كما وأنه غير عابر.

SELECTED REFERENCES

- "C. M. I./A. A. B. Descriptions of Plant Viruses," Specific legume viruses: Alfalfa and clovers, Nos. 111, 131, 211, 229; Beans, Nos. 20, 29, 40, 81, 101, 108, 192, 223, 231, 246, 274, 286; Soybeans, Nos. 93, 179; Cowpeas, Nos. 49, 134, 140, 197, 209, 212; Peas, Nos. 112, 120, 146, 257, 286; Peanuts, Nos. 92, 141, 150, 235.
- Edwardson, J. R. and Christie, R. G., eds. (1986). "Viruses Infecting Forage Legumes." Vols. I-III. I.F.A.S. Univ. of Florida, Gainesville.
- Graham, J. H., Stuteville, D. L., Frosheiser, F. I. and Erwin, D. C. (1979). "A Compendium of Alfalfa Diseases." Am. Phytopathol. Soc., St. Paul, Minnesota.
- Hagedorn, D. J. (1974). "Virus Diseases of Pea, *Pisum sativum*," Monogr. No. 9. Am. Phytopathol. Soc., St. Paul, Minnesota.
- Pierce, W. H. (1934). Viruses of the bean. *Phytopathology* 24, 87-115.
- Porter, D. M., Smith, D. H., and Rodriguez-Kábana, R., eds. (1984). "Compendium of Peanut Diseases." Am. Phytopathol. Soc., St. Paul, Minnesota.
- Sinclair, J. B. ed. (1982). "Compendium of Soybean Diseases." Am. Phytopathol. Soc., St. Paul, Minnesota.

الأمراض الفيروسية في البنجر

Virus Diseases of Beet

يصاب بنجر السكر وبنجر المائدة بحوالي ١٥ فيروساً، بعضاً منها يسبب خسائر كبيرة في وزن البنجر وفي نسبة السكر فيه. إن أكثر الفيروسات أهمية التي تصيب البنجر هي تجعد قمة البنجر، اصفرار البنجر، موزايك البنجر والاصفرار الغربي في البنجر. هناك فيروسات أخرى تهاجم البنجر تضم الاصفرار المتقزم في البنجر، تجعد أوراق البنجر وفيروس اصفرار العروق المتحللة في البنجر.

تجعد قمة بنجر السكر

Curly Top of Sugar Beet

يوجد مرض تجعد قمة بنجر السكر، أساساً في النصف الغربي من الولايات المتحدة وهو مرض مهلك جداً في تلك المناطق، ولكن وجد أيضاً في بعض الولايات الشرقية وفي تركيا وفي أمريكا الجنوبية. إن مرض تجعد القمة مهلك جداً لنباتات بنجر السكر، الفاصوليا، الطماطم، الكتان، البطيخ والسبانخ. يصيب الفيروس أكثر من ١٥٠ نوعاً من النباتات العشبية التي تتبع لأكثر من ٥٠ عائلة.

إن مرض تجعد القمة يهلك النباتات عن طريق قتل النباتات الحديثة ويسبب تقزم وتشوه وخفض في الإنتاج، وخفض في النوعية في النباتات الكبيرة السن. إن الخسائر المتسببة عن مرض تجعد القمة في بنجر السكر والطماطم تكون أحياناً شديدة جداً حيث أن المناطق الواسعة التي زرعت سابقاً بهذه المحاصيل أصبح الآن متخلي عنها كلية بعد عدة سنوات من انتشار الإصابة المهلكة بمرض تجعد القمة.

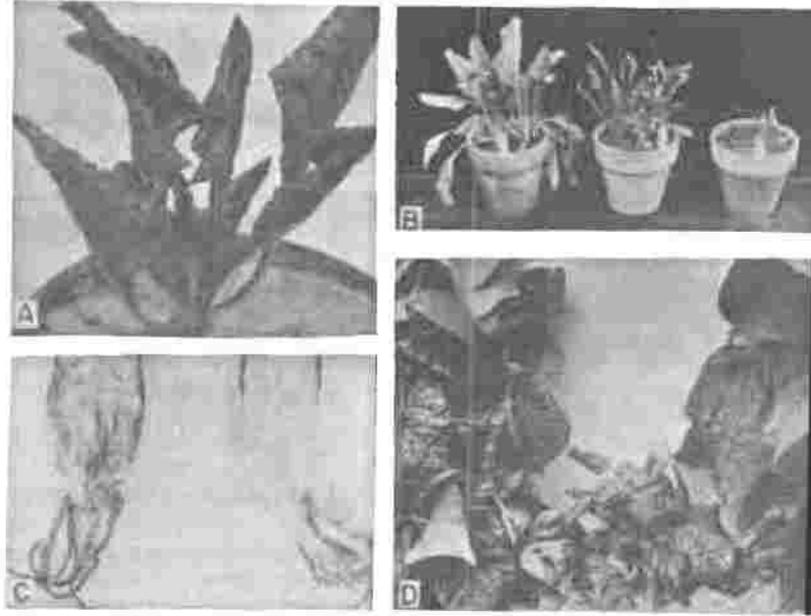
الأعراض : تظهر أولى أعراض المرض على شكل شفافية وانتفاخ في عروق الأوراق الحديثة، تبدأ حواف هذه الأوراق في الالتفاف والتجعد إلى الداخل، إذا أصيبت النباتات وهي في طور البادرة عندما لا تزال جنورها بقطر اسم أو أقل ، فإن النبات ينمو بزيادة بسيطة

وهذا النبات إما أن يموت بسرعة أو تبقى الأوراق على شكل تركيب كروي محكم من الأوراق الصغيرة لعدة أسابيع أو شهور وتموت النباتات أخيراً.

تبقى النباتات الكبيرة المصابة متقزمة وتنتج أوراقاً كثيرة ولكنها أكثر صفراً من أوراق النباتات السليمة. تصبح معظم الأوراق المصابة متجعدة وذات عروق منتفخة وتكون هذه العروق باعثة على تكوين انتفاخات تشبه الطلعة على السطح السفلي للأوراق (شكل ٢٤١). في بعض الأوقات قد ينضج سائل لزج ذو لون مائل للبني من العروق وهذا السائل يتجمع في قطرات على طول سويقات الأوراق. تبقى الأوراق المصابة، بشكل عام، ذات لون أخضر داكن لمدة من الزمن ولكنها أخيراً تصبح صفراء ثم بعد تتحول إلى اللون البني وعادة تموت قبل النضج. لا يظهر تجعدات أو إنتفاخات على عروق الأوراق التي إكتمل نموها عند حدوث الإصابة، ولكنها لا تلبث أن تتحول إلى اللون الأصفر وتموت. إذا حدثت إصابة للأوراق كاملة النمو والنضج في أواخر الموسم، فإن تلك الإصابة تكون عادة ذات تأثير قليل أو ليست ذات تأثير على مظهر أو إنتاجية النبات.

تتضرر جنور نباتات بنجر السكر المصاب بمرض تجعد القمة، وتكون الأضرار تقريباً متناسبة مع الأضرار التي يحدثها المرض على قمة النباتات. كلما كانت النباتات صغيرة وقت حدوث الإصابة كلما كان المجموع الجذري أصغر. تكون جنور نباتات بنجر السكر المصابة بالمرض، في حالات كثيرة، ذات شعيرات جذرية كثيرة جداً ويكون نسيج الجنور خشبي وصلب. إذا عمل مقطع عرضي في الجنور، فيلاحظ في الجنور المصابة طلاقات مائلة للون البني تدل على حدوث تغيرات على شكل تحلل وموت في الأنسجة الوعائية. أما في المقطع الطولي فإن نفس الأنسجة تظهر على شكل خط متلون (شكل ٢٤١، C).

الكائن المعرض : يتسبب هذا المرض عن فيروس تجعد القمة (*Curly top virus (CTV)*) يتكون الفيروس من جزيئات مزبوجة ذات أبعاد 20×18 نانوميتر. لا ينتقل الفيروس بالعصارة، أما في الطبيعة فإنه ينتقل بواسطة نطاط الأوراق سيركيولييفير تينلص *Circulifer tenellus*. يحتفظ الفيروس الموجود في عصارة ورقة البنجر بمقدرته على أحداث الإصابة لمدة سبعة أيام، ويستطيع أن يبقى قادراً على أحداث إصابة لمدة ٤ شهور وهو موجود في أوراق البنجر الجافة، ولدة ستة شهور وهو في الناقلات الحشرية الجافة.



شكل - ٢٤١

(A) نبات بنجر سكر مصاب بفيروس تجعد القمة. (B) تفاعل نبات بنجر السكر من نفس الصنف مع ثلاثة سلالات من الفيروس بدرجات مختلفة من الشدة، بسيط متوسط الشدة وشديد. (C) مقطع طولي في جنور نباتات بنجر سكر مصابة بفيروس موزايك تجعد القمة، مصابة على الشمال وسليمة على اليمين تمثل الخطوط السوداء في الجنور المريضة تحلل الحزم الوعائية. (D) نبات فاصوليا مصاب بفيروس تجعد القمة مقارنة مع نباتات سليمة على كلا الجانبين.

إن نشاط الأوراق *C. tenellus* ينقل الفيروس بعد تغذيته لمدة قصيرة أو بعد فترة حضانة تتراوح من ٤ ساعات إلى أكثر من خمسة أيام ويعتمد ذلك على تركيز الفيروس في غذاء الناقل الحشري. إن نشاطات الأوراق القادرة على أحداث الإصابة، قادرة على نقل الفيروس بكفاءة لمدة ٢ - ٣ أيام بعد فترة الحضانة، ولكن بعد ذلك تنخفض كفاءتها في النقل باستمرار. مع أن الفيروس يبدو أنه فيرس عابر وفيروس محمول على أجزاء الفم، إلا أنه لا يتكاثر داخل جسم الحشرة.

يبدو أن الفيروس محدود في النبات، غالباً ، في أنسجة اللحاء والخلايا البرانشيمية المجاورة.

تكشف المرض : يقضي الفيروس الشتاء بشكل أساسي في الأعشاب المعمرة وذات الحولين مثل ، إبرة الراعي plantago ، الرشاد Pepper grass ، الشوك الروسي Russian thistle ، وفي نبات filaree . كذلك فإن الفيروس يقضي الشتاء في العوائل المعمرة من نباتات الزينة، وفي الحوليات في الصويات الزجاجية، وأحياناً في النواقل الحشرية اليافعة المشتية. تتغذى الحشرات على النباتات البرية المصابة، في الربيع والشتاء، تصبح الحشرات قادرة على إحداث الإصابة وتحمل الفيروس إلى المحاصيل المزروعة في أواخر الربيع أو الصيف. تتغذى الحشرات عن طريق إدخال رمحها في لحاء النباتات المصابة أو السليمة وتنقل الفيروس بهذه الطريقة. إذا ما حصل ودخل الفيروس في لحاء النبات، فإن الفيروس ينتقل بسرعة إلى حد ما خلال اللحاء. تتراوح سرعة الفيروس من ٢ - ٣ سم في الدقيقة، في نفس الوقت (أثناء وقت الانتقال) فإن الفيروس يسبب تغيرات متلفة في العناصر الغريالية في اللحاء.

بعد الحقن يمكن أن تظهر أولى علامات المرض على النبات خلال ٢٤ ساعة عندما تكون درجة الحرارة مرتفعة، ولكن عادة هناك فترة حضانة حوالي ٧ - ١٤ يوم تحت درجة الحرارة العادية وتكون المدة أطول أثناء الطقس البارد. ينتشر الفيروس في كل أجزاء النبات بسرعة، وبالتالي فإن النبات يمكن أن يصبح مصدراً للفيروس حيث تحمله نشاطات الأوراق الجديدة خلال خمسة ساعات من الحقن.

تسلك النباتات المصابة بفيروس تجعد القمة سلوك التضخم (سرعة إنقسام الخلايا وزيادة عددها) ويظهر عليها موت وتحلل عناصر اللحاء. إن العناصر الغريالية الزائدة في العدد يبدو بوضوح أنها غير ذات وظيفة وتنتشر أحياناً إلى ما وراء حدود اللحاء في القشرة والخشب. يحدث أيضاً في خلايا البرانشيما المجاورة للحاء زيادة في عدد الخلايا وتضخم في حجمها، تصبح هذه الخلايا متلاصقة تماماً ولا تترك بينها مسافات بينية ويصبح الكلوروبلاست فيها قليلاً، صغيراً وباهتاً ويؤدي إلى مظهر شفافية العروق. الزيادة التي تحدث في الخلايا من حيث كثرة العدد وزيادة الحجم تؤدي إلى زيادة سمك العروق وتشوهها وهذا يؤدي إلى حدوث

نتوءات في العروق، ونظراً لأن هذا يحدث بشكل أساسي على الوجه السفلي للأوراق، فبالتالي فإنه يسبب التفاف الأوراق إلى الجهة العليا. إن تحلل وموت خلايا اللحاء يحدث أيضاً في الساق والجذر، ويتوقف نمو الجذر ويتكون جنور جانبية كثيرة. مع أن الخلايا الكثيرة العدد والكبيرة الحجم تحدث في اللحاء والخلايا البرانشيمية المجاورة، إلا أن معظم الخلايا الأخرى تبقى قليلة العدد وتؤدي إلى صغر وتقزم جميع النبات.

المقاومة : إن رش المبيدات الحشرية الذي يجري بانتظام وعلى مساحات واسعة في وقت واحد، قد أظهر فعالية في مقاومة النواقل الحشرية. إن برامج كل الولايات لاستئصال نشاطات الأوراق بواسطة رسم وتخطيط الأماكن الموجودة فيها ورش الأماكن التي تتكاثر فيها الحشرات، وذلك باستخدام المبيدات الحشرية كل ذلك أدى إلى خفض المرض في بعض المناطق بشكل ملحوظ.

إن أفضل طرق مقاومة مرض تجعد القمة إنتشاراً وفعالية هذه الأيام هو عن طريق إستعمال الأصناف المقاومة. هناك عديداً من أصناف بنجر السكر المقاومة لمرض تجعد القمة متوفرة الآن، وكذلك لقد وجد أصناف مقاومة لمرض تجعد القمة لكل من الطماطم، الفاصوليا ومحاصيل أخرى.

اصفرار البنجر

Beet Yellows

يوجد فيروس اصفرار البنجر في المناطق الأكثر زراعة للبنجر في العالم ويسبب مرض الإصفرار في بنجر السكر وبنجر المائدة والسبانخ. تصبح الأوراق الخارجية والوسطى في النباتات المصابة صفراء، سميكة، لامعة وتصبح ذات بقع متحللة. ينخفض إنتاج البنجر بشكل كبير وتنخفض نسبة السكر في بنجر السكر الناتج من نباتات مصابة. إن فيروس اصفرار بنجر السكر من نوع Closterovirus أطواله ١٢٥٠ نانوميتر وقطره ١٠ نانوميتر. ينتقل الفيروس بأكثر من عشرين نوعاً من المن وهو من الفيروسات نصف العابرة.

موزايك البنجر

Beet Mosaic

هذا المرض عالمي الانتشار، يهاجم بنجر السكر والسبانخ ويسبب نقصاً في الانتاج من نسبة بسيطة الى متوسطة. يظهر على الأوراق برقشة واحياناً تشوه والنباتات تتقزم قليلاً. فيروس موزايك البنجر من نوع patyvirus أبعاده ٧٣٠ x ١١ نانوميتر. ينتقل الفيروس بواسطة ٣٠ نوعاً على الأقل من المن وهو من الفيروسات غير العابرة.

الاصفرار الغربي في البنجر

Western Yellows of Beet

من المحتمل أن يكون هذا المرض عالمي الانتشار، يهاجم بنجر السكر، السبانخ، الخس وكثير من الصليبيات. يسبب الفيروس الاصفرار والتقزم وخفض متوسط في الانتاج. إن فيروس الاصفرار الغربي في البنجر من نوع luteovirus يعني أنه متماثل بأبعاد ٢٦ نانوميتر، يسبب اعراض الاصفرار ينتقل بواسطة ثمانية أنواع من المن وهو عابر ويبقى في العامل الناقل لمدة ٥٠ يوماً.

- 1- Bennet, C. W. (1971) The Curly Top Disease of Sugarbeet and Other Plants, "Monogr. No. 7. Am. Phytopathol. Soc., St. Paul, Minnesota.
- 2- "C. M. I./A. A. B. Descriptions of Plant Viruses" Specific beet viruses, Nos. 13, 53, 144, 207, 210, 268.
- 3- Mink, G. I., and Thomas, P. E. (1974) Purification of curly top virus. *Phytopathology* 64, 140-142.
- 4- Mumford, D. L. (1974) Purification of curly top virus. *Phytopathology* 64, 136-139.
- 5- Whitney, E. D. and Duffus, J. E. (1986). "Compendium of Beet Diseases and Insects" APS Press, Am. Phytopath. Soc., St. Paul, Minnesota.

الأمراض الفيروسية في محاصيل الحبوب وقصب السكر

Virus Diseases of cereals and Sugarcane

تصاب محاصيل الحبوب مثل القمح، الشعير، الشوفان، الشيلم، أعشاب الرعي، الرز، الذرة، السورجوم، الدخن، قصب السكر، بأكثر من خمسين فيروساً والتي كلها محددة تقريباً في العائلة النجيلية. يهاجم كثيراً من هذه الفيروسات أو كل هذه الفيروسات كل النباتات المذكورة سابقاً في الطبيعة، بينما الاخرى يبدو أنهن يهاجمن واحداً أو اثنين من هذه المحاصيل. إن إصابة محاصيل الحبوب تتراوح من إصابة كامنة الى إصابة مميتة. تسبب معظم هذه الفيروسات أشكال موزايك على المجموع الخضري هذه الأشكال تشمل اصفرار وشحوب، تبرقش، خطوط أفقية، لطم أو تخطيطات. نفس الفيروسات تسبب أيضاً تقزم، اصفرار، تورد، نكروز. كما هو الحال في الفيروسات الأخرى فان معظم الفيروسات التي تهاجم العائلة النجيلية تبقى حية من موسم الى موسم لاحق في الأعشاب المعمرة، وبعضها في البنور وبعضها أحياناً في ناقلاتها. إن العوامل الناقلة لفيروسات العائلة النجيلية (العديد منها وليس كلها) هو المن ولكن بعض هذه الفيروسات تنتقل بواسطة نطاطات الأوراق، حلم الأيروفديا، النيماطودا والفطريات.

إن أكثر الفيروسات أهمية في محاصيل العائلة النجيلية هي اصفرار وتقزم الشعير، موزايك تخطيط الشعير، موزايك القمح الكامن في التربة، موزايك تخطيط القمح، إبيضاض هوجا في الرز، تانجرو الرز، موزايك تقزم الذرة وموزايك قصب السكر. من بين الفيروسات الأخرى والتي قد تكون هامة جداً في بعض الأقطار أو البلدان، الموزايك المغزلي في القمح، الموزايك المقلم في القمح، تخطيط الذرة الشامي، الاصفرار المتقزم في الذرة الشامي، التخطيط الاسود المتقزم في الرز، تقزم الرز، الاصفرار المؤقت في الرز، مرض فيجي في قصب السكر ومرض سيرش في قصب السكر.

إصفرار وتقزم الشعير

Yellows and dwarf of Barley

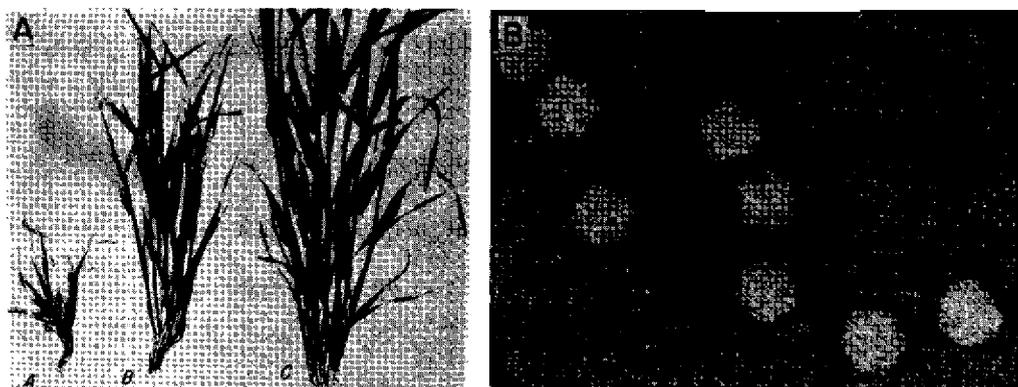
ينتشر هذا المرض في كل أنحاء العالم، يهاجم فيروس إصفرار وتقزم الشعير مجالاً واسعاً من العوائل من نباتات العائلة النجيلية، متضمنة، الشعير، الشوفان، القمح، الشيلم وكثيراً من الحشائش وأعشاب المراعي والمروج الخضراء.

يؤثر مرض إصفرار وتقزم الشعير على النباتات عن طريق جعلها متقزمة، يقلل عدد الاشطاء ويوقف تكوين السنابل ويسبب العقم وتفشل السنابل في أن تمتلئ بالحبوب (السنابل لا تمتلئ بالحبوب). تكون الأضرار كبيرة جداً على النباتات في بعض المناطق حيث أن جميع نباتات المحصول تتحطم وبالتالي لا يكون هناك محصول يستحق الجمع. من بين المحاصيل الرئيسية الثلاثة، الشعير، الشوفان، والقمح فإن الشوفان هو الذي يصاب بشدة أكثر ويحدث فيه خسائر كبيرة سنوياً، في السنوات التي ينتشر فيها مرض إصفرار وتقزم الشعير، تذكر بعض الولايات أن الخسائر في الانتاج تتراوح من ٣٠ - ٥٠٪ من محصول الشوفان الكلي، بينما الخسائر في الشعير والقمح تتراوح ما بين ٥ - ٣٠٪. بالإضافة إلى الخسائر الكمية من محاصيل الحبوب هذه، يجب إضافة الخسائر في نوعية الحبوب وخسائر في محاصيل العلف وذلك بسبب الفشل أو انخفاض إنتاج أعشاب وحشائش المراعي والمروج.

الأعراض : - تظهر أولى أعراض المرض على نباتات الشعير المصابة بالاصفرار والتقزم على شكل مناطق مصفرة، حمرة، أو أرجوانية على طول حواف الأوراق والقمم أو نصل الأوراق المتقدمة في السن. لا تلبث أن تتسع المناطق الملونة وكثيراً ما تحاط بمناطق خضراء غير مصابة. تبقى الأنسجة، عادة، على طول العرق الوسطي خضراء لمدة أطول من بقية الأنسجة، ولكن أخيراً تصبح هي أيضاً ملونة. في الإصابات المتأخرة فإن الورقة العلم يمكن أن تكون الورقة الوحيدة التي يتكشف عليها اللون المميز للمرض. في حالة إصابات البادرات، يمكن أن تظهر الأوراق مشوهة، مجعدة وذات حواف مسننة. تكون الأوراق التي تتكون بعد الإصابة، عادة، قصيرة بشكل كبير، ضيقة وأصلب من الأوراق العادية وتنمو قائمة أكثر من الأوراق العادية.

تكون سلاميات النباتات المصابة أكثر قصراً وأحياناً تفشل السنبلتة في الظهور (شكل ٢٤٢). ينخفض عدد الاشطاء أو يوقف تكوينها كلية في نباتات القمح والشوفان، ولكن نباتات الشعير المتقزمة كثيراً يمكن أن تظهر اشطاءات بأعداد كبيرة جداً. تخرج نورات النباتات المصابة متأخرة وتكون صغيرة ويكون كثيراً من الأزهار عقيمة أيضاً وينخفض عدد ووزن الحبوب في النورة. يقل الجهاز الجذري في النباتات المصابة بشكل كبير في الوزن ولكن لا يظهر عليه أي أعراض مميزة.

الكائن المعرض : يتسبب هذا المرض عن فيروس إصفرار وتقزم الشعير *Barley yellow dwarf virus* (BYDV). جزيئات الفيروس كروية ذات قطر حوالي ٢٢ نانوميتر (شكل ٢٤٢ ، B). يكون تركيز الفيروس في النباتات المصابة منخفضاً جداً حيث أن لتراً واحداً من عصارة النبات تحوي على ٢٥ - ٥٠ ميكروغرام من الفيروس.



شكل - ٢٤٢

(A) أعراض فيروس الاصفرار المتقزم في الشعير على نباتات شعير مصابة مبكراً في طور الاشطاء، على الشمال، وفي طور انبثاق الأغصان، في الوسط. النباتات السليمة على اليمين. (B) جزيئات من فيروس الاصفرار المتقزم في الشعير.

لا ينتقل الفيروس ميكانيكياً إلى النباتات، ينقل في الطبيعة بسهولة بواسطة الحشرات. هناك على الأقل ١٤ نوع من المن تعمل كناقلات حشرية للفيروس (شكل ٢٣٠).

تتطلب معظم حشرات المن فترة تغذية لاكتساب الفيروس، حوالي ٢٤ ساعة، وفترة تغذية لحقن الفيروس من ٤ - ٨ ساعات أو أكثر. يبدو أن بعض حشرات المن الناقلة للفيروس أكثر كفاءة من غيرها. إن فيروس الاصفرار والتقرم من الفيروسات العابرة في نواقله الحشرية. تبقى كل حشرات المن قادة على إحداث العدوى لمدة ٢ - ٣ أسابيع. لا ينتقل الفيروس من الحشرات اليافعة إلى نسلها ولكن يبقى في الحشرة بعد إنسلاخها.

يحتوي فيروس الإصفرار والتقرم على عديد من السلالات والتي تختلف في شدتها النسبية (بعضها شديد الإصابة والبعض الآخر أقل منه) على أصناف العائل المختلفة، في الأعراض التي تنتجها وفي إنتقالها بواسطة الناقلات الحشرية (المن) المختلفة.

تكشف المرض : يقضي فيروس الاصفرار والتقرم الشتاء، في المناطق الشمالية، في العوائل العشبية المعمرة، بينما في الجنوب يمكن أن يقضي الشتاء في الأعشاب الحولية والحبوب المزروعة في الخريف وفي الحشرات اليافعة الحاملة للفيروس والمعدية. يعتمد إنتشار الفيروس على إنتشار حشرات المن الناقلة. في قليل من المناطق مثل أجزاء من Oregon ، وواشنطن ، فإن المناخ مناسب أو تتحمله بعض حشرات المن الناقلة على طول السنة وبالتالي فهي تحمل الفيروس سنوياً من الأعشاب البرية إلى الحبوب المزروعة مسببة تكرار إنتشار المرض وخسائر كبيرة لاحقة. في معظم المناطق الأخرى الرئيسية في إنتاج الحبوب في الولايات المتحدة وكندا، فإن درجة حرارة الشتاء منخفضة جداً لا تسمح لتشتية حشرات المن اليافعة، ولكنها تقضي الشتاء في طور البيضة، ويبدو أن تجمعات المن الناتجة من البيض قليلة الى حد ما، ونظراً لأنه يجب أن تتغذى حشرات المن أولاً على أعشاب معمرة مصابة بالفيروس لأجل أن تصبح حاملة للفيروس ومعدية. إن معدل إنتشار فيروس الاصفرار والتقرم بواسطة حشرات المن تلك هو محدوداً إلى حد ما ولا يقضي إلى إنتشار خطير للمرض ما لم تصبح

الظروف الجوية ملائمة جداً لتكاثر المن، وتكون النباتات الحاملة للفيروس موجودة بكميات كبيرة ومقبولة وسهلة المنال من قبل حشرات المن. إن أسوء الأوبئة تلك التي تكون ناتجة من الفيروس الواصل إلى حقول الحبوب في الربيع بواسطة حشرات المن المعدية والمهاجرة إلى المناطق الشمالية من الجنوب. إن البقاء الشتوي لتجمعات المن الكبيرة في شمال تكساس و-Oklaaha- ، يتبع بدقة أوقات الرياح الجنوبية التي تحرك حشرات المن إلى إتجاه الشمال في دفعات بحيث تمول المناطق الشمالية بتعاقب الربيع والظهور المتوالي للقمح، الشوفان وبادرات الأعشاب القابلة للإصابة الأخرى التي تعيش عليها حشرات المن المذكورة تلك. تحدث أوبئة مرض إصفرار وتقزم الشعير بشكل كامل عندما يكون طقس الربيع وأوائل الصيف بارد ورطب.

إن طور النمو الذي يكون فيه العائل وقت حدوث الإصابة هو عامل حاسم في تكشف المرض. تنتج الأعراض الأكثر شدة من إصابة نباتات الحبوب الحولية فقط وهي في طور البادرة، يمكن أن تموت البادرات المصابة كما هو في لفحة البادرات أو يمكن أن تبقى حية لمدة من الزمن مع تشوه الورقة الرابعة أو الثالثة التي كونتها البادرة. مثل هذه النباتات عادة تفشل في أن تعطي سنابل، وإذا أعطت سنابل فإن النورة وكل النباتات تكون صغيرة جداً. في الأطوار الأخيرة من الإصابة التي لا يكون فيها للفيروس متسع وقت كاف ليهاجم فيه العائل، تنخفض شدة المرض تناسبياً، في الأوراق المتكونة أخيراً فقط يمكن أن تظهر أعراض معتدلة. أما في زراعات الحبوب الخريفية فإن إصابات الفيروس تزيد القتل المتسبب عن الشتاء (قتل النباتات نتيجة الشتاء القارص) في النباتات بالإضافة إلى خفض الانتاج وتكون التأثيرات أكثر وضوحاً في إصابة البادرات الصغيرة منها في إصابات النباتات الأكثر تكشفاً.

المقاومة : - لقد عملت محاولات متكررة لمقاومة مرض الاصفرار والتقزم عن طريق مقاومة حشرات المن الناقلة بإستعمال المبيدات الحشرية، ولكن النتائج كانت مخيبة للأمال.

إن الأمل الرئيسي لمقاومة فيروس الاصفرار والتقزم في الشعير هو إستعمال الأصناف المقاومة. إن معظم الأصناف التجارية من الشوفان، الشعير، والقمح الشائعة الزراعة والنمو

في الولايات المتحدة هي قابلة للإصابة بالفيروس ولكن بعضها أقل قابلية للإصابة من البعض الآخر. إن عدداً من الأصناف وجدت أو تطورت بحيث أنها أظهرت بعض المقاومة للفيروس. إن برامج التربية المكثفة لإيجاد أصناف من المحاصيل الرئيسية الثلاثة تستطيع أن تقاوم الأوبئة الشديدة المتسببة عن مرض الاصفرار والتقزم في الشعير، يبدو أنها تجري حالياً.

الموزايك المخطط في الشعير

Streak Mosaic of Barley

ينتشر الفيروس المسبب لهذا المرض في معظم أنحاء العالم. يهاجم بشكل أساسي الشعير والقمح، تتراوح الخسائر من كمية بسيطة إلى حوالي ٣٥٪ معتمدة في ذلك على النسبة المثوية للنباتات المصابة. تختلف الأعراض من خطوط بنية مصفرة معتدلة، بقع باهتة مصفرة أو تبرقش إلى مناطق متحللة وميتة على الأوراق. تظهر النباتات المصابة تقزم بسيط أو شديد، عقم بعض الأزهار وقلة تكشف السنابل وتكوين الحبوب. إن فيروس الموزايك المخطط في الشعير من نوع hordeivirus وهذا يعني أنه ذو ثلاثة شقوق عصوي بجزيئات ١٥٠ - ١٠٠ نانوميتر في الطول، ٢٠ نانوميتر في القطر ينقل بالبذور وحبوب اللقاح فقط. لا يعرف له ناقل حشري حتى الآن.

موزايك القمح الكامن في التربة

Soil Borne Mosaic of Wheat

من المحتمل أن يكون إنتشار هذا الفيروس عالمياً. يهاجم القمح الشتوي، الشعير والشوفان. تظهر النباتات المصابة موزايك أخضر امصفر، ويظهر تقزم حاد إلى خفيف وذلك حسب الصنف ويكون التقزم في القمة والجنور ويحدث إضطاء كثير وتورد. يعتبر الفيروس المسبب لهذا المرض من مجموعة Tobamovirus ولكن له جزيئات ذات طولين ٢٠٠ x ٢٠ نانوميتر، (١١٠ - ١٦٠) x ٢٠ نانوميتر. ينتقل بواسطة فطر *Polymyxa graminis* الذي يعتبر من فطريات التربة.

الموزايك المخطط في القمح

Streak Mosaic of Wheat

يحدث هذا المرض في شمال أمريكا وأوروبا، يهاجم جميع محاصيل الحبوب الصغيرة والأعشاب والتجليات ويسبب خسائر كبيرة على معظمها. يسبب موزيك معتدل إلى شديد، وتقرم بسيط إلى شديد وتكرن في الأوراق، موت الإسطاعات وخفض عقد البنور وانخفاض وزنها. يكون الفيروس من نوع Potyvirus أبعاده 700×11 نانوميتر ينتقل بواسطة الحلم *Aceria tulipae*.

الورقة البيضاء أو إبيضاض هوجي في الرز

White Leaf of Rice

يحدث هذا المرض في شمال وجنوب أمريكا وفي اليابان. يهاجم الرز ويكون أحياناً شديداً على معظم محاصيل الحبوب الصغيرة الأخرى وهو بشكل عام شديد على الرز. تكون أوراق النباتات المصابة مخططة، مبرقشة أو بيضاء تكون النباتات أقصر من النباتات الطبيعية والنورات أصغر وأجزاء الزهرة غائبة أو عقيمة. الفيرس المسبب لهذا المرض يتكون من جزئيات خيطية $7 - 8$ نانوميتر (قطرها) أما الطول والتقسيم لهذا الفيرس فهو لغاية الآن غير مؤكد. ينتقل الفيرس بواسطة نوعين من نطاطات النبات وهو عابر ومتكاثر في الحشرة.

مرض الورقة الصفراء البرتقالية في الرز، تنجارو الرز؛

Rice Tungro (Yellow Orange Leaf)

يحدث هذا المرض في جنوب آسيا من الباكستان إلى الفلبين وهو من أخطر الفيروسات على الرز. النباتات المصابة تكون متقرمة وتظهر تبرقش وأصفراراً على الأوراق. يبدو أن الفيرس المسبب للمرض من مجموعة فيروسات الشحوب المتقرم في الذرة الشامي، يعني أنه متساوي القياسات وقطره 20 نانوميتر ولكنه كثيراً ما يكون موجوداً مع فيرس عصوي طوله $150 - 250$ وقطره 20 نانوميتر، كلاهما ينتقل بعدد من نطاطات الاوراق وهو نصف عابر.

الموزايك المتقزم في الذرة الشامي

Dwarf Mosaic of Maize

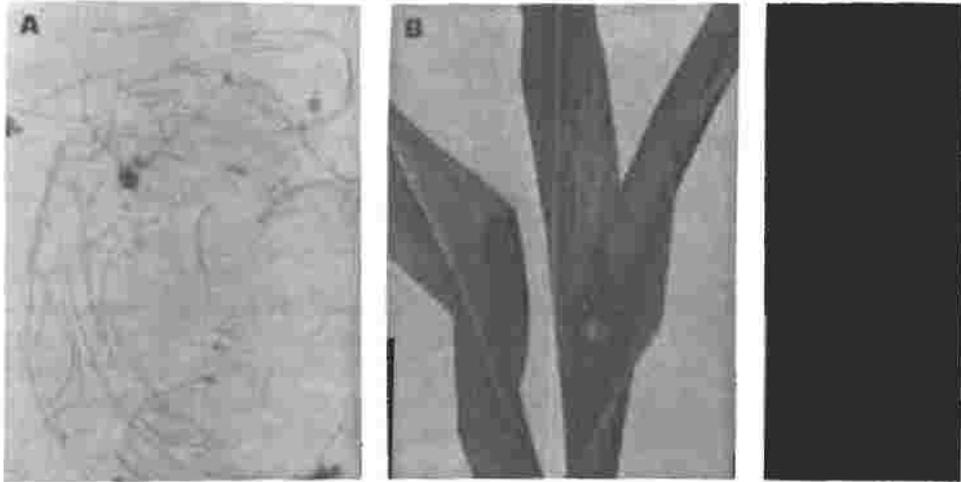
يحدث هذا المرض في الولايات المتحدة وفي استراليا، يهاجم الذرة الرفيعة و السورجوم وكثير من النجيليات. تتكشف الاعراض على الذرة الرفيعة والنجيليات فقط على النباتات المصابة مبكراً وتتكون من خطوط مبرقشة، موزايك او خطوط متطاولة على الاوراق الحديثة (شكل ٢٤٣ ، B) وقصر في السلاميات العلوية. لا تظهر الاوراق الكبيرة في السن موزايك ولكن تظهر خطوط خضراء مصفرة ويمكن أن تكون الاوراق ذات خطوط حمراء مصفرة. تبقى كيزان الذرة صغيرة وغير مكتملة الإمتلاء (شكل ٢٤٣ ، C). يمكن أن ينخفض الانتاج في الأصناف القابلة للاصابة لدرجة تصل ٤٠٪. تُظهر نباتات السورجوم موزايك متبوعاً بتخطيط أحمر ومناطق ميتة ومتحطة على الاوراق. الفيروس المسبب لهذا المرض من مجموعة potyvirus أبعاده ٧٥٠ x ١١ نانوميتر (شكل ٢٤٣ ، A) وهو يتكون بوضوح على الأقل من سلالتين متخصصتي العائلة تقريباً من فيروس موزايك قصب السكر والذي في الطبيعة يهاجم ويحطم أساساً الذرة. السلالة A تهاجم وتقضي الشتاء في الأعشاب الدائمة (عشبة جوهانسن) بينما سلالة B لا تهاجم عشبة جوهانسون. كلا السلالتين يهاجما الذرة، السورجوم وكثيراً من محاصيل الحبوب والنجيليات الحولية وكلاهما ينتقل بعدد من أنواع المن وهما غير عابرتان ونادراً ما تنتقلا بالبنور.

موزايك قصب السكر

Sugarcane Mosaic

هذا المرض عالمي الإنتشار ويوجد حيثما زرع قصب السكر وله سلالات عديدة تهاجم أيضاً الذرة ، السورجوم، وافراد العائلة النجيلية الأخرى. يمكن أن يكون شديد جداً في الأماكن التي يظهر فيها. تظهر الاعراض على شكل لقع أو بطش باهتة على الاوراق وليست ذات عرض متمائل وليست محددة بين العروق. يمكن أن يظهر على السيقان تبرقش او لون

مرمرى، تصبح المناطق المصابة متأخراً ذات بقع ميتة ومتحللة، تصبح السيقان صغيرة ومشوهة تبقى النوات الحديثة الصغيرة منقزمة وتعطي أوراق ملتفة ومشوهة. ينخفض إنتاج القصب وإنتاج السكر بشدة. الفيروس المسبب لهذا المرض من مجموعة potyvirus قياسه ٧٥٠ X ١١ نانوميتر. ينتقل الفيروس أساساً بوسائل التكاثر الخضرية أثناء تكاثر المحصول وأيضاً بواسطة عديد من أنواع المن، وهو من الفيروسات غير العابرة.



شكل (٢٤٢) : الاجزاء الشبيهة بالخيط لفيروس الموزايك المتكزم للذرة الشامي (٣٨٠٠٠ x) . B . اعراض الموزايك على شكل خطوط ضيقة على الأوراق الحديثة لنبات الذرة المصاب بـ C.(MDMV) كيزان ذرة منتجة من نبات ذرة مصاب بالفيروس.

- Bruchl, G. W. (1961). "Barley Yellow Dwarf, A Virus Disease of Cereals," Monogr. No. 1. *Am. Phytopathol. Soc., St. Paul, Minnesota.*
- "C. M. I./A. A. B. Descriptions of Plant Virus," Specific Gramineae viruses: Small grains, Nos. 32, 48, 68, 77, 99, 123, 143, 145, 157, 167, 169, 217; Rice, Nos. 67, 100, 102, 135, 149, 172, 248, 269, Maize, sorghum, sugarcane, Nos. 72, 88, 94, 119,133,194, 220, 283, 284.
- Gordon, D. T., Knoke, J. K., and Scott, G. E., eds. (1981). "Virus and Viruslike Diseases of Maize in the United States," South. Coop. Ser. Bull. No. 247. *Ohio Agric. Res. and Develop. Center, Wooster, Ohio.*
- Mathre, D. E., ed. (1982). "Compendium of Barley Diseases." *Am. Phytopathol. Soc., St. Paul, Minnesota.*
- Shurtleff, M. C., ed. (1980). "Compendium of Corn Diseases," 2nd Ed. *Am. Phytopathol. Soc., St. Paul, Minnesota.*

الأمراض الفيروسية لأشجار الفاكهة والعنب *Virus Diseases of Fruit Trees and Grape*

إن معظم الثمار المنتجة والمستهلكة في المناطق المعتدلة شبه الاستوائية من العالم تكون منتجة بواسطة نباتات تابعة لعدة أجناس (عائلات) من النباتات. وبالتالي فإن الأجناس التي تنتج ثمار التفاحيات مثل التفاح. *Malus sp.*، والكمثرى *Pyrus sp.* واللوزيات مثل المشمش، الكرز، الخوخ والبرقوق. *Prunus sp.* تتبع العائلة الوردية، بينما جميع ثمار الحمضيات مثل البرتقال، الليمون، الليمون المالح، التانجرين والجريب فروت تنتج بواسطة نباتات تابعة للجنس *Citrus*، وجميع أنواع العنب تنتج بواسطة نباتات تابعة للجنس *Vitis*، ولأجل أن نحافظ على تماثل ثمار هذه الأصناف في هذه المحاصيل خلطية التلقيح ولأجل أسباب أخرى فإن جميع أشجار الفاكهة والعنب تتكاثر خضرياً وهذا يعني التكاثر بالتطعيم بالبرعم أو القلم وذلك بأخذ هذه الأجزاء من الصنف ويطعم على بادرات أو طرز في أصول معينة، أو، في الأعناب يتم التكاثر بتجذير (يعني تخليق جنور) عقل العنب. يميل التكاثر الخضري لحمل وإدامة الفيروسات من أي من الآباء النباتية المصابة إلى جميع النباتات الناتجة بالتكاثر الخضري ولنقل الفيروس من طعم الأصناف إلى الأصول والعكس بالعكس.

وبمرور الزمن فإن كثيراً من الفيروسات تطورت أو تجمعت في كل من هذه الأجناس أو العوائل. وبالتالي ظهر حوالي ٢٥ فيروساً معروفة تماماً تهاجم التفاح مثل (تبقع وشحوب أوراق التفاح، موزايك التفاح، التبقع الحلقى في الطماطم) وهناك عشرة فيروسات تهاجم الكمثرى (مثل النقرة الحجرية في الكمثرى، اصفرار عروق الكمثرى)، هناك أكثر من ٥٠ فيروساً تهاجم نباتات ضمن الجنس *Prunus* (مثل التفاح أوراق الكرز، موزايك الخوخ، موزايك تورد الخوخ، جذري البرقوق، تقزم البرقوق، البقع الحلقية المتحللة في البرقوق والبقع الحلقية في الطماطم). هناك ٢٠ فيروس تهاجم الحمضيات (مثل تدهور الحمضيات (ترستيذا) جرب الحمضيات Psorosis، تبرقش الحمضيات المعدي). هناك أكثر من ٢٠ فيروس تهاجم الأعناب

مثل (الورقة المروحية في العنب، التفاف اوراق العنب، التبقع الحلقي في الطماطم). تهاجم معظم هذه الفيروسات النباتات من جنس مفرد (مثل *Vitis* أو *Citrus*، *Prunus*، *Malus*) وقليل من هذه الفيروسات تهاجم نباتات متوزعة على أكثر من جنس من نفس العائلة. (*Malus* و *Pyrus* أو *Malus* و *Prunus* . بعض الفيروسات خاصة فيروس البقعة الحلقيية في الطماطم وفيروس البقعة الحلقيية في الدخان تهاجم وتسبب امراضاً خطيرة على معظم هذه الاجناس *Vitis*، *Prunus*، *Malus* .

إن الخسائر المتسببة عن الفيروسات في أشجار الفاكهة تتراوح من نسبة بسيطة الى كمية كبيرة جداً. بعض الفيروسات مثل تبقع وشحوب اوراق التفاح هي كامنة في معظم أصناف التفاح يعني أنها لا تسبب اعراضاً مرئية، حتى الفيروسات الكامنة فانها تسبب خسارة بمعدل ٨ - ١٢٪ تكون على شكل خفض نمو النبات وخفض في الانتاج. فيروسات أخرى مثل البقعة الحلقيية المتحللة في البرقوق تسبب أعراض وخسائر شديدة في السنوات الأولى القليلة بعد أن تصاب الشجرة (طور الصدمة بالمرض) ولكن بعد ذلك تصبح الاعراض معتدلة وتكون الخسائر أقل شدة في السنوات اللاحقة. لا يزال هناك فيروسات مثل ترستيزا الحمضيات، وجدري البرقوق والورقة المروحية في العنب والبقعة الحلقيية في الطماطم على التفاحيات واللوزيات والاعناب تسبب اعراض وخسائر تصبح اكثر رداثة وشدة وتؤدي الى تدهور وحتى موت النبات. تكون الخسائر نتيجة خفض نمو الشجرة، خفض عقد الثمار، خفض حجم الثمار وخفض النوعية، والحاجة الى تغيير الأشجار بعد الاستثمار الحقيقي للزمن، المكان ورأس المال. تنتقل فيروسات أشجار الفاكهة بواسطة التكاثر الخضري (الغالبية العظمى من فيروسات أشجار الفاكهة)، تسبب الفيروسات الكامنة خسائر أكثر من التي تسببها الفيروسات التي تسبب اعراضاً مرئية، هذا يحدث بسبب أن وجود الفيروسات الكامنة يجعلها تهرب بسهولة من أن تكتشف وبالتالي كثيراً ما تبقى هذه الفيروسات في الشجرة أو جميع أشجار الصنف أو الجنس ولا تستبعد هذه الأشجار أو هذه الأصناف بعد أن تم نقلها وزراعتها، أما الفيروسات التي تسبب اعراضاً مرئية فانه غالباً ما يسهل اكتشافها وبالتالي

يتخلص منها عن طريق منع استعمال أجزاء التكاثر الخضري التي تكون موجودة فيها وتؤخذ أجزاء التكاثر الخضري فقط من النباتات التي لا تظهر عليها أعراض مرضية.

تفتقر الغالبية العظمى لفيروسات أشجار الفاكهة الى عوامل لنقلها وتنتشر فقط بواسطة وسائل التكاثر الخضري. وهذه الفيروسات تشمل جميع الفيروسات التي تهاجم التفاح والكمثرى، وجميع فيروسات الحمضيات باستثناء إثنين فقط، ومعظم الفيروسات التي تهاجم اللوزيات والعنب. وبالتالي فإن الطريقة الرئيسية والوحيدة لمقاومة هذه لفيروسات هو إتباع الإجراءات الوقائية فهي ضرورية لمثل هذه الفيروسات، حيث أن الأم النباتية التي يؤخذ منها البرعم أو الطعم أو العقلة يجب أن تكون خالية من الفيروس ويجب أن توضع وسائل التطعيم هذه على أصول جذرية مأخوذة من أم نباتية خالية بالمثل من الفيروس. وعلى أية حال فإن هناك فيروسات تنتقل بواسطة حبوب اللقاح (التفاف أوراق الكرز، تقزم البرقوق، البقعة الحلقية المتحللة في البرقوق) وإن نفس هذه الفيروسات بالإضافة الى اصفرار عروق الكمثرى هي أيضاً تنتقل بواسطة البنور. إن مقاومة مثل هذه الفيروسات، بالإضافة الى استعمال طعم خشبي خال من الفيروس وكذلك اصل جذري، فإن المقاومة تتطلب زرع مناطق جديدة بحدائق الفاكهة على مسافة ٢٠٠ متر تقريباً بعيداً عن حدائق الفاكهة المثمرة التي تحتوي أشجاراً مصابة بالفيروس. وبالتالي فإن الأشجار الجديدة سوف لا تصبح مصابة بالفيروس المحمول مع حبوب اللقاح القادمة من الأشجار المصابة. وزيادة على ذلك فإن عديداً من الفيروسات تنقل بعوامل ناقلة مثل الحلم (موزايك الخوخ)، النيما تودا (التفاف أوراق الكرز، الموزايك المتورد في الخوخ، الورقة المروحية في العنب، البقعة الحلقية في الطماطم والبقعة الحلقية في الدخان)، أو المن (جدرى البرقوق، ترستيزا الحمضيات، زوائد عروق الحمضيات والتدرن أو الورم الخشبي). إن مقاومة العوامل الناقلة لفيروسات الأشجار المثمرة (أشجار الفاكهة) عملية صعبة. يحاول مقاومة المن والحلم وذلك برش الأشجار بمبيدات الحلم ومبيدات المن، بينما يمكن أن تجرى محاولة مقاومة النيما تودا وذلك بتبخير أراضي الحدائق قبل زراعتها بالمبيدات النيما تودية. لا يوجد أي من هذه الطرق ذات فعالية كبيرة، وبالتالي يجب استعمال الطعم والاصول الجذرية من أصناف مقاومة كلما كان ذلك ممكناً.

التبقع الحلقي المتحلل في اللوزيات

Stone Fruit Necrotic Ringspot

يوجد مرض التبقع الحلقي المتحلل في معظم أنحاء العالم ذات المناطق المعتدلة، يهاجم المرض معظم أشجار اللوزيات المزروعة، من ضمنها الكرز الحامض، الكرز، اللوز، الخوخ، المشمش، والبرقوق، وكثيراً من الأشجار المزهرة والبرية في كل من الكرز، الخوخ والبرقوق، وأيضاً بعض أنواع نباتات الزينة مثل الورد. يوجد فيروس التبقع الحلقي المتحلل في كل الأشجار المصابة بإصفرار الكرز (فيروس تقزم البرقوق) وكثيراً ما يترافق مع فيروسات أخرى.

إن مرض التبقع الحلقي المتحلل هو أكثر الأمراض الفيروسية إنتشاراً في أشجار اللوزيات. في المناطق المزروعة بالأشجار المثمرة تكون معظم أشجار البستان مصابة. إن الخسائر المتسببة عن الفيروس تختلف باختلاف أنواع الجنس برونس *Prunus* وتختلف حسب وقت إبتداء الإصابة بالفيروس. إن التطعيم التجاري يكون نجاحه منخفضاً في الاتحادات التي فيها يكون البرعم أو الأصل يحمل الفيروس، أكثر منه عندما يكون البرعم والأصل خال من الإصابة الفيروسية. يمكن أن ينخفض نمو الأشجار المصابة بالفيروس بحدود ١٠ - ٣٠٪ أو أكثر، بينما ينخفض إنتاج الأشجار المصابة بالفيروس حوالي ٢٠ - ٥٦٪ أو أكثر، أقل منها في الأشجار السليمة. أيضاً تظهر الأشجار المصابة بالتبقع الحلقي المتحلل زيادة في حساسيتها لأضرار الشتاء.

الأعراض : - تظهر أولى أعراض المرض على شكل تأخر ملحوظ في التوريق (تكوين وإنتاج الأوراق) على بعض الفروع أو على جميع الأشجار. تكون الأوراق التي على الأفرع المصابة صغيرة ويظهر عليها بقع خضراء فاتحة وحلقات داكنة ذات قطر ١ - ٥ ملم. في الأطوار الأخيرة من المرض يمكن أن تصبح المناطق المصابة ميتة ومتحللة وتسقط وتعطي الورقة المظهر الممزق أو ما يسمى الورقة المقطعة *Shredded leaf or tatter- leaf* (شكل ٢٤٤ ، A) ، مثل هذه الأعراض تسمى أعراض صدمة *shock* أو أعراض حادة وتكون عادة

محدودة في الأوراق الأولى التي تفتحت، بينما الأوراق التي تكونت متأخرة، بشكل عام، لا يظهر عليها أعراض مميزة، تحمل الأشجار المصابة عادة عدد أوراق أقل، وبالتالي تكون ذات مظهر غير كثيف.

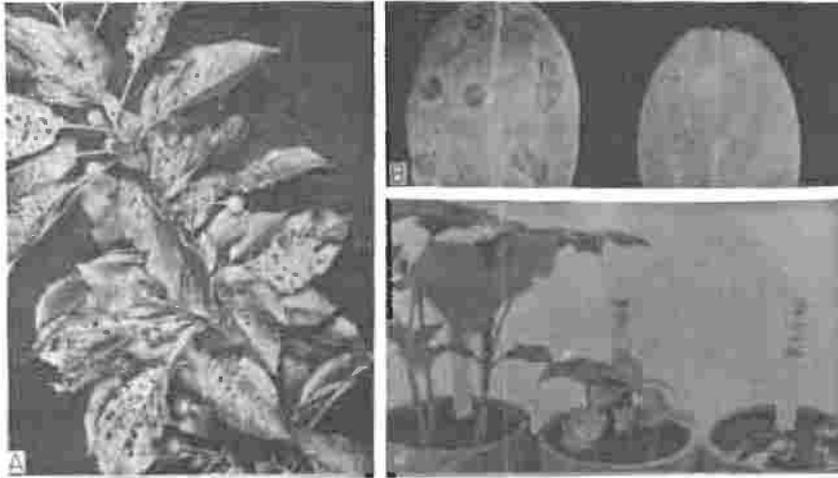
تظهر أزهار الأشجار المصابة ذات حامل قصير أو بدون حامل، ويمكن أن يكون الكأس والتويج ملتويان ومشوهان، وقد يظهر على السبلات حلقات شاحبة أو متحللة أو على شكل أقواس، مثل هذه الأزهار المصابة بشدة، عادة، لا تعقد ثمار وأحياناً يتكون عليها ثمار، عند ذلك يظهر على هذه الثمار المتكونة حلقات صغيرة مشابهة لتلك التي على الأوراق.

وكقاعدة فإن الأشجار التي تصاب بشدة في إحدى السنوات، فإنها تظهر قليلاً من الأعراض أو لا تظهر أعراضاً في السنوات اللاحقة، باستثناء ضعف المجموع الخضري. إذا ما ظهرت أعراض حادة على بعض الفروع في السنة الأولى فقط، فإن الأفرع الأخرى يمكن أن تظهر أعراض تكون ظاهرة بشدة في السنة اللاحقة.

في مناطق عديدة قد تستمر الأشجار في إظهار أعراض تبقع شديدة، وأعراض الورقة ذات الحواف الموجهة لمدة ٤ - ٦ سنوات أو أكثر.

الكائن الممرض : - يتسبب هذا المرض عن فيروس البقع الحلقية المتحللة في البرقوق جنس برونس *Prunus*، ويسمى الفيروس (*Prunus necrotic ringspot virus* (PNRV). جزيئات الفيروس كروية صغيرة ذات قطر حوالي ٢٢ نانوميتر، والفيروس غير ثابت في عصير النبات غير المخفف، يبدأ في فقد فعاليته خلال بضع دقائق ويثبط نهائياً في بضع ساعات. درجة الحرارة المميتة للعزلات المختلفة من الفيروس تتراوح ما بين ٥٥ - ٩٢ م.

يمكن أن ينتقل فيروس (PNRV) بواسطة التطعيم بالبرعم والتطعيم بالقلم وبواسطة العصارة المأخوذة من أوراق أو بتلات الأشجار المصابة بالفيروس والمحقونة بها أوراق الخيار وعديد من النباتات العشبية الأخرى (شكل ٢٤٤ ، C,B). ينتقل الفيروس أيضاً عن طريق البذور، تختلف نسبة إنتقال الفيروس عن طريق البذور حسب الأنواع المختلفة، فتتراوح من ٥ - ٧٠٪، كذلك فإن الفيروس ينتقل عن طريق حبوب اللقاح إلى البذور وإلى النباتات الملقحة. لا يوجد ناقل حشري معروف ينقل الفيروس.



شكل - ٢٤٤

(A) أعراض البقع الحلقية الميتة والمتحللة (طور الصدمة) في الكرز الحلو. (B) تفاعل البقع الموضعية مع سلالتين من فيروس PNRV في فلقات البطيخ حوالي عشرة أيام بعد الإصابة. (C) نباتات خيار محقونة بالعصارة من نبات كرز مصاب بسلالة من PNRV غير حادة (الوسط) وشديدة على اليمين. النبات السليم على الشمال.

تكشف المرض : يقضي الفيروس الشتاء في أشجار اللوزيات المصابة والذي ينتشر منها إلى الأشجار السليمة في الربيع وبشكل أساسي عن طريق حبوب اللقاح المصابة. ينتشر الفيروس أيضاً ببطء شديد جداً في بساتين الفاكهة ذات عمر أقل من أربعة سنوات ولكن يستطيع أن ينتشر بسرعة كبيرة جداً في بساتين الأشجار المتقدمة في السن، قد يكون ذلك بسبب أن الأشجار المتقدمة في السن يكون عليها كثير من الأزهار، وبالتالي تكون أكثر قابلية للإصابة عن طريق حبوب اللقاح منها في الأشجار الحديثة السن. يمكن أن ينتقل الفيروس فوق مسافات كبيرة لا تقل عن ٨٠٠ متر، ولكن تحدث معظم الإصابات خلال ١٥ م من الأشجار المعروف بأنها مصابة. تظهر الأعراض على الأشجار المصابة عن طريق حبوب اللقاح الحاملة للفيروس، عادة في الربيع القادم، بعد سنة من الإصابة.

مع أن الفيرس يصبح جهازى وينتشر في جميع أجزاء الشجرة في موسم واحد أو على الأكثر في موسمين، فإنه ليس من المعروف فيما إذا كان الفيرس يتحرك من خلية إلى أخرى أو أنه ينتقل خلال اللحاء أو في كليهما. يبدو أن الفيرس يتحرك في الشجرة في البداية إلى أعلى ابتداءً من منطقة الإصابة وبعد ذلك ينتقل إلى الأجزاء التي هي أسفل هذه المنطقة على طول ممر مباشر إلى قاعدة الشجرة دون أن يؤثر على الفروع الجانبية. إن البراعم الورقية التي تتفتح في الوقت الذي يصلها فيه الفيرس تتفاعل بإعطاء أعراض حادة. أما الأوراق كاملة التفتح في وقت مهاجمتها بالفيرس، لا يظهر عليها أعراض مرضية خلال موسم النمو ذاك. إن إختراق البراعم الجديدة المتكونة في قواعد هذه الأوراق تقضي إلى ظهور أعراض في الربيع التالي عندما ستكون البراعم أوراقاً جديدة أو أزهار. على أية حال فإن الفيرس حتى في الاصابات الجهازية لا يغزو كل أجزاء الشجرة ولكن يمكن أن يترك مسافات قصيرة على طول الفروع الحديثة أو الأغصان وبالتالي فإن بعض البراعم قد تكون خالية من الفيرس رغم أن كل الشجرة تبدو وأنها مصابة بالفيرس.

المقاومة : تبنى مقاومة مرض البقع الحلقية المتحللة في اللوزيات على وجه الحصر تقريباً، بالابتداء بمشائل أصول خالية من الفيرس، وعلى إستبعاد الأشجار من جنس *Prunus* المصابة بفيرس (PNRV) من المنطقة حيث تزرع الأشجار الخالية من الفيرس.

إن إنتاج مشائل أصول خالية من الفيرس يعتمد على إستعمال بادرات أصول مأخوذة من بنور خالية من الفيرس ومن براعم تستعمل كطعوم مأخوذة من أشجار الصنف المرغوب خالية من الفيرس. نظراً لأنه لا تظهر أعراض فيرس (PNRV) عادة على الأشجار لعدة سنوات بعد الإصابة، فإن الشجرة الأم التي تزودنا بالبذور أو بالبراعم تفهرس على عوائل كاشفة حساسة لفيرس (PNRV) والتي تظهر وجود أو غياب الفيرس في الأشجار الأمهات. إن العوائل الكاشفة الشائعة الاستعمال كثيراً للكشف عن الفيرس هي بادرات الخوخ برونس تومنتوزا *Prunus tomentosa*، أو بادرات الخيار أو أغصان الكرز *Shirofugen flowering* نو الاسم العلمي برونس سيربولاتا *Prunus serrulata*، تؤخذ بادرات الخوخ والكرز المذكورة

سابقاً وتحقن ببراعم مأخوذة من أشجار مفهرسة وتفرز هذه البراعم في سيقان البادرات أو على طول الأغصان في الكرز *P. serrulata*. إن بادرات الخوخ *P. tomentosa* المحقونة تعطي أعراض الصدمة على المجموع الخضري وأعراض موت القمم في الأطراف، بينما فروع الكرز *P. serrulate* تعطي تفاعل بقع موضعية متحللة حول البرعم المغروز (شكل ٢٤٥). أما بادرات الخيار المحقونة في طور الفلقات، بعصارة مأخوذة من أوراق غير مكتملة النمو من أشجار قابلة للإصابة، فإنها تتفاعل بإعطاء بقع موضعية، تبرقش جهازي أو موت بادرات الخيار (شكل ٢٤٤، C, B). إن الأشجار الأم التي تعطي بنور أو طعوم المفهرسة بالإيجاب لفيروس (PNRV) فإنها يجب أن تباد، أما تلك التي هي سالبة المفهرسة لنفس الفيروس فإنها تستعمل للتكاثر، ولكن يجب إعادة فهرستها سنوياً أو كل سنتين نظراً لأنها من الممكن أن تصبح مصابة بالفيروس عن طريق حبوب اللقاح المصابة بالفيروس. في السنوات الحديثة تختبر الأشجار الأم لوجود الفيروس سيرولوجياً وبشكل أساسي باختبار ELISA.

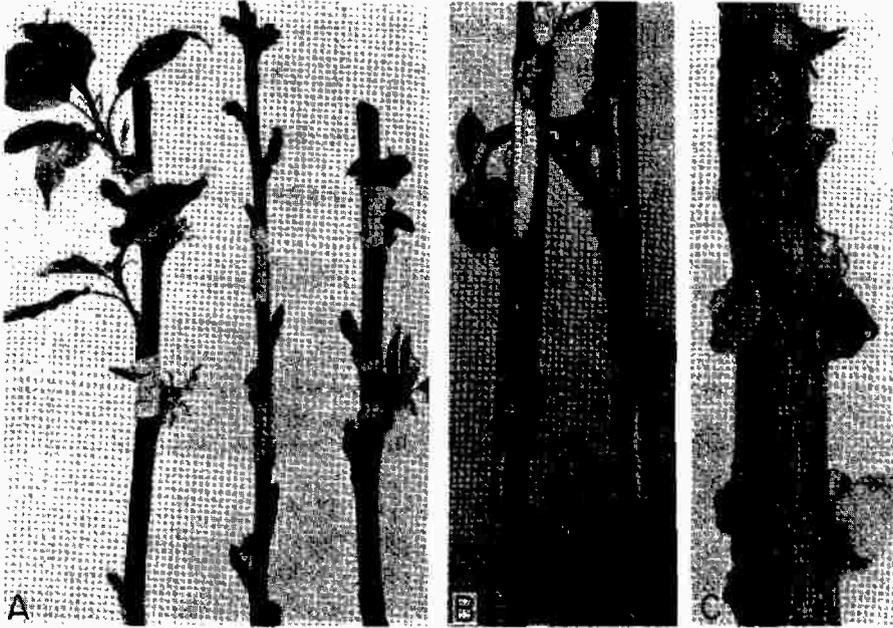
بعد أن يكون بستان الأشجار قد إكتمل وتأسس بأشجار خالية من الفيروس، فمن الضروري إزالة جميع الأشجار البرية التابعة لجنس *Prunus* على دائرة نصف قطرها حوالي ٢٠٠ م حول محيط البستان وذلك لمنع إنتشار الفيروس إلى البستان، يجب عدم زراعة بستان جديد بالقرب من بستان قديم يحتوي على أشجار مصابة ويجب إزالة أي أشجار مصابة تظهر في البستان الجديد فوراً وذلك لمنع زيادة انتشار الفيروس في البستان.

التغاف اوراق الكرز

Cherry Leaf rolling

يحدث هذا المرض في شمال أمريكا وأوروبا. يهاجم المرض، الكرز، الدرادر، العليق، العنبية السوداء، الجوز، القرانيا وأشجار وشجيرات أخرى ويسبب فيها خسائر كبيرة. تتأخر الأشجار المصابة في التوريق والتزهير وتلف اوراقها الى أعلى في الصيف. يمكن أن يظهر على الأوراق حلقات باهتة ويقع. تتدهور قوة الأشجار. يظهر افرازات صمغية من تشققات في

القلق وعادة تموت الأشجار خلال بضع سنوات من الإصابة. يعتبر فيروس التفاف اوراق الكرز من مجموعة nepovirus وهذا يعني أنه كروي ينقل بالنيما تودا وقطره ٢٠ نانوميتر، ينقل عن طريق التطعيم بالبرعم والتطعيم بالقلم وبواسطة ٠.٦ - ١.٠ ٪ بالبذور وبواسطة حبوب اللقاح وبواسطة النيما تودا جنس زفينيما *Xiphinema*.



شكل - ٢٤٥

فهرسة فيروس PNRV على شيروفويوجن. (A) براعم مطعومة على فروع على الشمال حيث لا يوجد فيروس فهي نامية جيداً أما في الأفرع المطعومة الأخرى مصابة بالفيروس وسبب بقع ميتة على الشيروفويوجن وفشلت في النمو. (B) تحلل وموت القلف حول المنطقة التي طعم عليها البراعم المصابة بالفيروس (اليمين) مقارنة مع السليمة على الشمال. (C) موت وتحلل موضعي وتصنع على نفس النوع النباتي محقون بالفيروس.

جدري البرقوق

Prune Pox

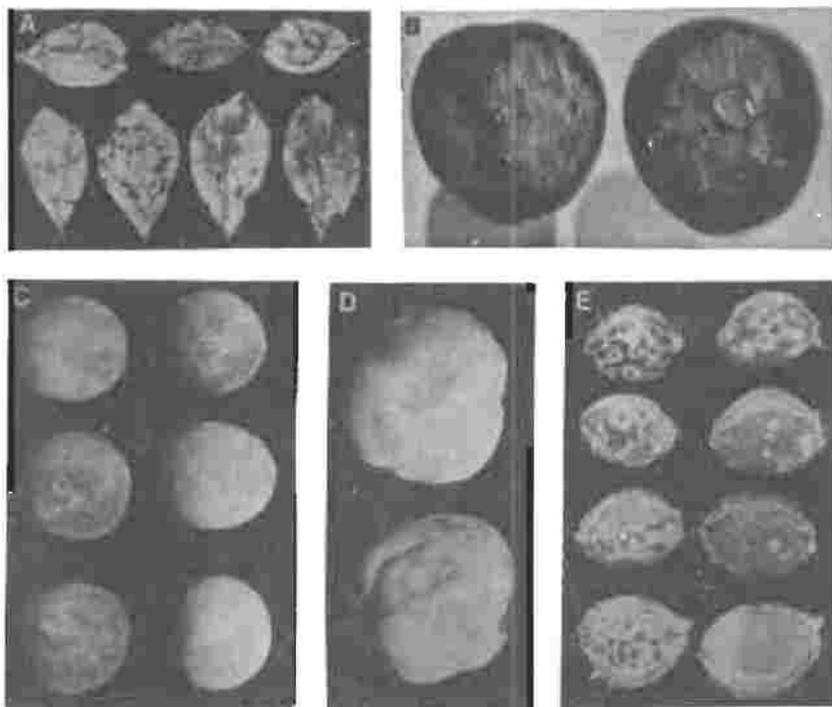
ينتشر هذا المرض في أوروبا وآسيا الصغرى، يهاجم البرقوق، الخوخ، النكتارين والشمش. يسبب خسائر فادحة في كمية ونوعية الثمار ويوهن الشجرة المصابة. حيثما يوجد هذا المرض فإنه يكون أكثر الأمراض أهمية على هذه الأشجار، تظهر أوراق الأشجار المصابة تبرقشات شديدة، حلقات منتشرة أو لامعة أو إصفرار العرق ومظاهر من الخطوط المتطاولة (شكل ٢٤٦ ، A) يظهر على ثمار البرقوق المصابة أعراض جدري شديد (شكل ٢٤٦ ، B) مع وجود حلقات ملونة غامقة أو بطش على جلد الثمرة وتلون بني محمر على لب الثمرة ويقع بنية على نواة الثمرة أو في التجويف. تسقط معظم الثمار المصابة قبل نضجها. أما ثمار الخوخ المصابة فإنها تظهر حلقات مبرقشة وتشوهات (شكل ٢٤٦ ، C) بينما ثمار المشمش تظهر حلقات ولكنها تكون أكثر تشوهاً وذات حلقات ميتة ومتحللة وبتوءات (شكل ٢٤٦ ، D) ويظهر على نواة الثمرة تخطيطات صفراء مبيضة حلقية (شكل ٢٤٦ ، E). يعتبر فيروس جدري البرقوق Potyvirus أبعاده ٧٦٠ x ١٢ نانوميتر. ينتقل الفيروس بالتطعيم بالبرعم وبالقلم وبأنواع عديدة من المن وهو غير عابر في الحشرة.

الورقة المروحية في العنب

Grape Vane Leaf

هذا المرض عالمي الإنتشار ويهاجم العنب فقط. يوجد الفيروس على عدة سلالات ويسبب اعراضاً مختلفة ولكن دائماً خسائر كبيرة وذلك حسب سلالة الفيروس. تظهر الأوراق المصابة موزايك أخضر أو أصفر ، حلقات ، أشكال تخطيطات أو بثرات ويظهر في معظم الاصناف اوراقاً صغيرة غير متناسقة قليلاً، بينما في الاصناف الأخرى تنتشر العروق بشكل غير طبيعي معطية الورقة المظهر المروحي. قد يظهر على الأوراق صبغة صفراء مبرقشة، وأخيراً تتحول المناطق المبرقشة وتصبح شاحبة ثم ميتة ومتحللة وأخيراً تسقط. أو قد تُظهر الاوراق

صبغة صفراء في مناطق على طول العروق الرئيسية في الأوراق كاملة النمو. كثيراً ما تكون السيقان مشوهة وذات سلاميات اطوالها غير مستقيمة وذات عقد متضاعفة واوراق وجنوع مسطحة وذات تنقرات في القلف والخشب. ينخفض إنتاج الثمار، يسقط كثيراً من الأزهار عن العنقود ويتكشف ثمار صغيرة خالية من البذور بجانب قليلاً من الثمار الطبيعية. تنخفض قوة وإنتاج أشجار العنب بشكل كبير وتتحطم العروش تدريجياً وتموت. يعتبر الفيروس المسبب للمرض من مجموعة nepovirus قطره ٢٠ نانوميتر ، ينتقل بالتطعيم بالبرعم والقلم وبالعقل وكذلك بواسطة النيماتودا جنس زفينيما Xiphinema.



شكل ٢٤٦ : الاعراض المتسببة بواسطة فيروس جدي البرقوق . A : برقشة شديدة على الأوراق .
B : اعراض الجدي على الثمار . C = حلقات على الثمار . D = حلقات وتواءات على المشمش E =
حلقات ونقر على المشمش.

الأمراض التي يسببها فيروس البقعة الحلقية في الطماطم:

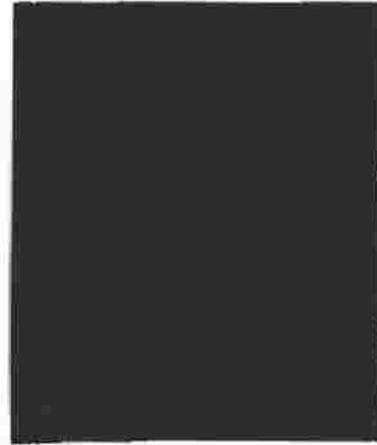
١ - تنقر وتدهور ساق الجنس *Prunus*

٢ - تدهور وتحلل منطقة إتحاد التطعيم في التفاح

٣ - تبرقش أشجار العنب

٤ - اصفرار وتدهور العروق في العنب

إن كثيراً من ثمار التفاحيات وأصناف من اللوزيات وأصول جذرية بالاضافة لكثير من الأشجار ذات الثمار الصغيرة مثل العنب، العليق والفراولة تهاجم بفيروس البقعة الحلقية في الطماطم (TomRSV) في شمال أمريكا وتقاسي من خسائر كبيرة نتيجة اصابتها بالأمراض المذكورة اسماؤها سابقاً. إن أكثر الأعراض شيوعاً في التفاح هي تنقرات بسيطة على الساق على أي من الجانب الذي عليه التحام الطعم بالأصل (شكل ٢٤٧ ، A) يكون ذلك متبوعاً بتحلل تدريجي في منطقة إتحاد الطعم مع الأصل (شكل ٢٤٧ ، B) يحدث هذا في أصناف التفاح عالية الحساسية والمطعمومة على أصول جذرية متحملة لفيروس البقعة الحلقية في الطماطم مثل (م م ١٠٦) والذي أصبح أخيراً يصاب بالفيروس عن طريق النيماتودا العامل الناقل للفيروس، أخيراً تُظهر الأشجار المصابة اصفرار في المجموع الخضري وموت رجعي (موت القمم) في الفروع الحديثة وتدهور عام وموت خلال ٢ - ٥ سنوات من ظهور الأعراض على التحام الطعم. أما في الجنس *Prunus* يكون هناك زيادة كبيرة وشديدة في حدوث تنقرات على الطعم أو الأصل أو على كليهما أو أي جانب من التحام الطعم. يظهر درجات مختلفة من التحلل على جانب الطعم واصفرار المجموع الخضري ثانية، تموت الفروع الحديثة موت رجعي ويحدث تدهور عام وموت للأشجار خلال ٣ - ٥ سنوات. أما في العنب والعليق يمكن أن تظهر الأوراق، تبرقش، حلقات، اصفرار عروق، تبقى العروش منتزعة. تتكشف عناقيد الثمار بقلة أو لا تتكشف أبداً وحجم حبة العنب يكون هزيلاً وغير مستقيمة. تتسبب كل هذه الأعراض عن فيروس البقعة الحلقية في الطماطم المنقول بالنيماتودا وهو من بين أكثر الأمراض أهمية في كل أشجار الفاكهة المهمة والعنب.



شكل ٢٤٧ : تنقر (الأسهم الصغيرة) وخط بني في منطقة التحام الطعم مع الأصل A. وموت وتحلل على جنود التفاح B. هذه متسببة عن الإصابة بفيروس TomRSV. اصول متحملة وطعم قابل للإصابة.

مرض الترسيزا في الحمضيات

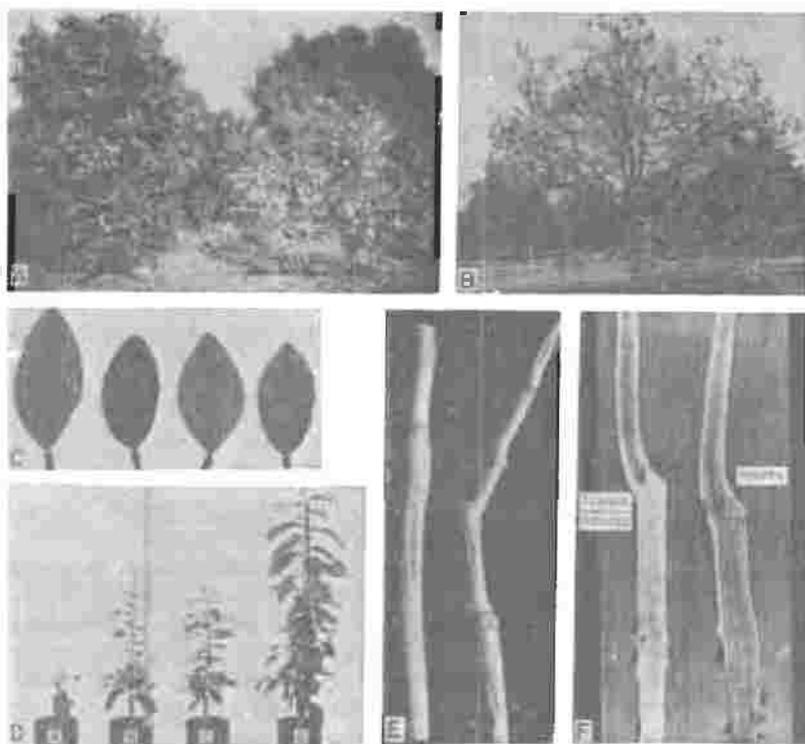
Tristeza Disease of Citrus

يوجد مرض الترسيزا في كل مناطق زراعة الحمضيات في العالم. يهاجم الترسيزا بشكل خاص كل أنواع أشجار الحمضيات ولكن يهاجم بشكل أكبر كل من ، البرتقال ، الكريب فروت والليمون. يسبب المرض إنهيار وتدهور الأشجار عن طريق ذبول مفاجيء تقريباً وجفاف الأوراق متبوعاً بموت الشجرة أو متبوعاً بموت القمم في النموات الحديثة وقد تشفى جزئياً. يظهر في كثير من العوائل النباتية لمرض الترسيزا تنقر في الساق يكون متبوعاً بنمو ضعيف وتدهور الشجرة. مع أن بعض أشجار الحمضيات يمكن أن تصاب بالمرض حتى عندما تكون نامية على جنورها (بادرات بدون تطعيم). يسبب المرض معظم أضراره الشديدة

على الأشجار المطعمة بالبرعم أو المطعمة بالقلم على أصول جذرية لبعض الأنواع الأخرى مثل، أشجار البرتقال الحلو النامية على أصول جذرية للبرتقال الحامض. تختلف الخسائر المتسببة عن المرض كثيراً حسب التوافق بين الأصل والطعم النامي في منطقة معينة وحسب سلالة فيرس الترسيتيزا وحسب توفر وكفاءة الناقل. في السنوات الخمسة عشر الأولى من إكتشاف المرض في كاليفورنيا فإن حوالي ٤٠٠.٠٠٠ شجرة قد أبيدت وأصبحت بدون فائدة وذلك بسبب إصابتها بالترسيتيزا حتى قبل أن يدخل المرض في بعض المناطق الهامة في زراعة الحمضيات. أما في ولايات ساوياولو ، برازيل، فإن ٩ مليون شجرة أو حوالي ٧٥٪ من أشجار البرتقال في الولاية قد حطمت بواسطة الترسيتيزا خلال ١٢ سنة من ظهور المرض في تلك الولاية.

الأعراض : - تختلف أعراض مرض الترسيتيزا على العوامل المختلفة وحتى على نفس العوامل إذا نمت على أصول مختلفة. تظهر الأعراض النموذجية لمرض الترسيتيزا على شكل تدهور سريع أو حاد في الأشجار المطعومة على أصول قابلة للإصابة (شكل ٢٤٨ ، A - C) ، لكن البادرات أو الأشجار المطعومة يمكن أيضاً أن يظهر عليها تنقر في الساق (شكل ٢٤٨ D).

تظهر الأعراض النموذجية للمرض على أشجار البرتقال الكبيرة في السن (شكل ٢٤٨ ، A-C)، على شكل توقف النمو الحديثة وظهور أوراق ذات لون برنزي إلى أصفر والتي تميل لأن تقف قائمة وكلما تقدم المرض تبدأ الأوراق القديمة في السقوط، غالباً ما يحدث سقوط الأوراق بين الحامل ونصل الورقة تاركاً النموات الحديثة عارية أو عليها قليل من الأوراق الحديثة. تبدأ النموات الحديثة تموت من القمم (موت رجعي) وأخيراً فإن الفروع الصغيرة تموت ويبقى فقط قليل من النموات الصغيرة الضعيفة التي تحمل أوراق على الفروع الكبيرة. يصبح نمو الفروع الصغيرة ضعيفاً في كل موسم حتى تموت الشجرة، ولكن يبدو أن بعض الأشجار تتحمل المرض وتستمر حية لعدة سنوات. في بعض الحالات تنهار الأشجار المصابة بسرعة بعد حدوث ذبول مفاجيء وجفاف الأوراق. تُظهر الأشجار المصابة بالترسيتيزا أيضاً أعراض على الجنور ناتجة من استنزاف واضح للنشا (شكل ٢٤٨ ، F) موت وتحلل الجذيرات المغذية وتمتد الأضرار أخيراً إلى الجنور الكبيرة.



شكل - ٢٤٨

مرض الترسيتيزا في الحمضيات. (A) أشجار برتقال حلو مريضة وسليمة. تظهر الأشجار المريضة تدهور سريع (B) تدهور غير حاد في شجرة برتقال حلو (C) شفافية العروق في أشجار ليمون مكسيكان متسببة عن الترسيتيزا (D) تأثير ثلاثة عزلات مختلفة من الفيروس (C - A) من الترسيتيزا على بادرات ليمون بوركا. النباتات السليمة على اليمين. (E) أعراض تنقر الساق على ليمون مكسيكان متسبب عن ترستيزا. (F) إنشقاق الجذوع والجذور في البرتقال المطعم على أصل ليمون حامص معاملة أيوبيد البوتاسيوم، ويظهر غياب النشا تحت منطقة اتحاد الطعم بالأصل في الأشجار المصابة بالترستيزا. وإن النشا طبيعي في جميع أجزاء الشجرة السليمة.

إن البادرات والأشجار المطعومة لكثير من أصناف الحمضيات المختلفة، خاصة الليمون والكريب فروت، يظهر عليها تنقرات في الساق نتيجة للإصابة بالترستيزا. تتكون تنقرات

الساق بشكل عام من أخاديد طولية أو إنخفاضات في الساق موازية لحبيبات الخشب (شكل ٢٤٨ ، E). إن أعراض تنقرات الساق تكون دائماً مترافقة مع إنخفاض في قوة الشجرة، نمو شجيري ضعيف، وإعطاء ثمار صغيرة مشوهة.

إن بادرات بعض أنواع الحمضيات مثل البرتقال الحامض، الليمون، الكريب فروت، والترنج (citron) عندما تحقن بالترستيزا يظهر عليها ما يسمى أعراض إصفرار البادرة. تكون الأوراق الناتجة بعد الحقن صغيرة وصفراء (شكل ٢٤٨ ، D)، يتوقف النمو بعد أن تتكون الأوراق القليلة الأولى، مع ذلك يمكن أن يحدث مقدار قليل من النمو المحنود في الأطوار الأخيرة.

الكائن الممرض : - يتسبب المرض عن فيروس ترستيزا الحمضيات - *Citrus Tristeza Virus*. هذا الفيروس هو إحدى أطول الفيروسات النباتية، يظهر على شكل جزيئات خيطية تقريبا بطول ٢٠٠٠ نانوميتر ويقطر ١٢ نانوميتر ويتواجد فقط في خلايا اللحاء. لا ينتقل الفيروس ميكانيكياً ولكنه ينتقل بواسطة التطعيم وينتقل في الطبيعة بواسطة الحشرات. إن الحشرات الناقلة لفيروس الترسيتزا كلها حشرات من، وأكثر العوامل الناقلة أهمية يبدو أنها حشرة من الحمضيات الاستوائية التي تسمى توكسوبتيرا ستريسيديس *Toxoptera citricidus*، يكون الفيروس محمول على أجزاء فم الحشرة. يصبح الناقل قادراً على إحداث الإصابة بعد التغذية لمدة بضع ثوان وينقل الفيروس بعد فترة تغذية قصيرة مماثلة.

يوجد فيروس الترسيتزا في الطبيعة بسلاسل كثيرة، وعلى الأقل هناك ثلاثة سلالات معروفة متميزة تنتج أعراض نموذجية لمرض الترسيتزا، وسلاسل كثيرة معروفة تنتج أعراض الاصفرار أو تنقر الساق أو كليهما. كل سلالة يمكن أن تصيب الأشجار لوحدها أو بالاتحاد مع واحدة أو أكثر من السلالات الأخرى.

تكشف المرض : إن فيروس ترستيزا الحمضيات أو معقد الفيروس (مجموعة السلالات) واسع الانتشار بين أشجار الحمضيات في مناطق زراعة الحمضيات. في بعض المناطق يكون ٨٠٪ من الأشجار تحمل الفيروس. يتم إنتشار الفيروس بسهولة عن طريق إستعمال وسائل تكاثر خضرية مصابة بالفيروس كل من الطعم والأصل، وعن طريق نواقل حشرية. لا ينتقل فيروس الترسيتزا عن طريق البذور.

تظهر إصابة نباتات الحمضيات بفيروس الترسيتيزا بوضوح، فقط ، عندما يدخل الفيروس في الأنابيب الغربالية في اللحاء. يبدو أن الفيروس يكون محدوداً في قليل من خلايا اللحاء في كل حزمة وعائية، وهذا يفسر مقدرة سلالة ثانية من الفيروس على إصابة نفس النبات عن طريق تكاثرها في بعض خلايا اللحاء المتبقية.

بعد إصابة أشجار الحمضيات بفيروس الترسيتيزا فإن الخلايا المجاورة للأنابيب الغربالية تبدأ في التحلل وتصبح ميتة ومتحللة. أما في العوائل التي تظهر تنقر الخشب فإن التحلل يمتد أولاً في الكامبيوم ويثبط تكوين خلايا الخشب واللحاء العادية. تكون الأنسجة المتكونة في البقع المتحللة ناعمة وغير متعضية، وعادة تبقى متلاصقة مع القلف حيث أنه عندما يزال القلف فإنه يترك نقرة في الخشب. يهاجم الكامبيوم في بعض الجنور المغذية وتحدث الاصابة في جميع الكامبيوم وليس في نقاط صغيرة متفرقة، وبالتالي لا يتكون خشب أو لحاء طبيعي بعد الاصابة.

في العوائل التي يظهر عليها إصفرار بادرات، يظهر التحلل في الخلايا المجاورة للأنابيب الغربالية في اللحاء والتي تكون في الساق والأوراق معتدلة الاصابة فقط، ولكن معظم الخلايا التي في الجنور المغذية تصبح متحللة بشكل عام وشامل. يكون هناك نشاط غير عادي في الكامبيوم ويكون هناك أشكال من اللحاء غير عادية تكون متبوعة بالتدهور النهائي وإتلاف جميع كتلة الجنور المغذية.

أما في الأشجار المطعومة على الأصول التي يظهر عليها أعراض نموذجية لمرض الترسيتيزا، فإنه يظهر تحلل ونكروز في الأنابيب الغربالية في المنطقة التي تقع تحت إتحاد البرعم مع الأصل، وذلك بعد ٧ - ٨ شهور من الحقن بالفيروس وتظهر الأعراض على القمة متأخرة بحوالي ١٠ - ٢٢ شهراً. خلال ذلك الوقت فإن أنسجة الجنور تُستغل وأخيراً تُستنزف النشا الاحتياطي والمخزون فيها قبل ذلك (شكل ٢٤٨ ، F) وأيضاً خلال موسم النمو فإنه يتكون لحاء جيد بكثافة ويقوم بوظيفته لمدة قصيرة قبل أن يصبح متحللاً. عندما ينضب النشا المخزون نهائياً فإن الجنور تتعفن وتتدهور أو يتبع ذلك إنهيارها.

إن الترسيتيزا أساساً هو مرض على أشجار الحمضيات المطعومة على أصول برتقال حامض ويتسبب عن فيروس ينتقل بالتطعيم وبواسطة بعض أنواع الحشرات. إن أعراض الترسيتيزا التي تظهر على الأشجار المطعومة بالقلم ذات التوافق الخاص بين الطعم والأصل، لا تكون بسبب قابلية الطعم للإصابة، ولكن ترجع إلى التأثيرات الضارة الناتجة عن الفيروس على خلايا اللحاء في الأصل في المنطقة التي توجد تحت منطقة الاتحاد مباشرة.

المقاومة : إن مقاومة مرض الترسيتيزا على الزراعات الموجودة والناتجة من إتحاد أصل وطعم قابلة للإصابة، تكون هذه المقاومة صعبة جداً أو غير ممكنة. لقد حصل على بعض النجاح في المناطق المصابة بالترسيتيزا وذلك عن طريق تطعيم أشجار البرتقال الحلو التي لا تزال سليمة ونامية على أصول برتقال حامض، تطعيمها بقمم مأخوذة من نباتات مقاومة للترسيتيزا، مثل الليمون، وأيضاً عن طريق تغيير الأشجار الموجودة بتطعيمها على أصول مقاومة بإستعمال طريقة inarching. إن كلا العمليتين مكلفة ومستهلكة للوقت ونجاحها متأثر بعدة عوامل وبشكل خاص متأثر بالبيئة. لهذه الأسباب فإنه بشكل عام، فإن الطرق الأكثر فائدة والأكثر إقتصادية هي إزالة الأشجار القابلة للإصابة بعد أن تصبح مصابة وإعادة زراعة البستان بأشجار ناتجة عن إتحادات طعم وأصل مقاومة.

إن استبعاد الخسائر في الزراعات الجديدة للحمضيات يعتمد أساساً على استعمال إتحادات أصل مع طعم متحملة للمرض. إن الأصول الموصى بإستعمالها، بشكل عام، هي البرتقال الحلو، الليمون المخرفش، اليوسفي كليوباترا ، Troyer citrange. إن الأصول من الأنواع الأخرى العديدة أو الأصناف هي أيضاً متحملة للترسيتيزا ولكنها غير مرغوبة، وذلك لقابليتها للإصابة بالأمراض الفيروسية الأخرى أو لأمراض الجذور المتسببة عن الكائنات المرضية الأخرى.

لقد حصل على مقاومة جيدة لمرض الترسيتيزا وذلك بحقن أشجار الحمضيات حديثة النمو بسلالة منتقاة معتدلة من سلالات الفيروس. هذه العملية تعطي الأشجار وقاية بالتضاد وتحفظها من الإصابات اللاحقة التي تحدث في الطبيعة بسلالة أكثر شدة من فيروس الترسيتيزا المنقول بواسطة المن

- Agrios, G. N., and Buchholtz, W. F. (1967). Virus effect on union and growth of peach scions on *Prunus besseyi* and *P. tomentosa* understocks. *Iowa State J. Sci.* **41**, 385-391.
- Bennett, C. W., and Coasta, A. S. (1949). Tristeza disease of citrus. *J. Agric. Res. (Washington D.C.)* **78**, 207-237.
- "C. M. I./A. A. B. Descriptions of Plant Viruses," Specific fruit tree viruses: Citrus, Nos. 33, 164-208; Grapevines, Nos. 28, 103, 186; Pome fruits, Nos. 30, 31, 42, 83; Stone fruits. Nos. 70, 80, 159, 280.
- Costa, A. S., and Muller, G. W. (1980). Tristeza control by cross protection: A U.S.-Brazil cooperative success. *Plant Dis.* **64**, 538-541.
- Davidson, T. R., and George, J. A. (1965). Effects of necrotic ring spot and sour cherry yellows on the growth and yield of young sour cherry trees. *Can. J. Plant. Sci.* **45**, 525-535.
- Frazier, N. W., ed. (1970). "Virus Diseases of Small Fruits and Grapevines." University of California, Div. Agric. Sci., Berkeley.
- Klotz, L. J., Calavan, E. C., and Weathers, L. G. (1972). Viruses and viruslike diseases of citrus. *Circ.—Calif. Agric. Exp. Stn.* **559**, 1-42.
- Pine, T. S., ed. (1976). "Virus Diseases and Noninfectious Disorders of Stone Fruits in North America." U.S.D.A. Agric. Handbook No. 437.
- Posnette, A. F., ed. (1963). "Virus Diseases of Apples and Pears," Tech. Commun. No. 30. Commonw. Agric. Bur., Farnham Royal, Bucks, England.
- Wallace, J. M., ed. (1957). "Citrus Virus Diseases." University of California, Div. Agric. Sci., Berkeley.

الأمراض الفيروسية للثمار الصغيرة

Virus Diseases of Small Fruits

تنتج الثمار الصغيرة بواسطة نباتات تتبع لبضع أجناس (أو عوائل) مثل *Fragaria* الفراولة وجنس *Rubus* أنواع العليق المختلفة أو من العائلة الوردية، جنس *Ribes* مثل عنب الثعلب والكشميش والريياس وجنس *Vaccinium*، التوت البري والعنابية من العائلة -Ericaceae. ونظراً لأن معظم الثمار الصغيرة تتكاثر خضرياً وبالتالي فإن الفيروسات تلجأ لأن تنتقل من الأفراد إلى أجيالها (من جيل إلى جيل) عن طريق وسائل التكاثر الخضري. زيادة على ذلك فإن كثيراً من الفيروسات تهاجم النباتات ذات الثمار الصغيرة وتنتقل بواسطة المن أو النيماتودا وهذا يؤدي بالتالي إلى زيادة إنتشارها ويعقد الأوبئة المتسببة عنها ويزيد في أهميتها.

هناك عديداً من فيروسات الثمار الصغيرة تسبب اعراضاً واضحة وخسائر كبيرة، في حين ان البعض الآخر يسبب اعراضاً معتدلة أو مستترة وأن الخسائر التي تسببها تكون غير ملحوظة تقريباً. ولقد تبين مرة بعد مرة أن نباتات العليق والفراولة الخالية من الفيروس تعيش أكثر وتنتج أكثر حتى إذا كانت النباتات مصابة بفيروسات كامنة (مستترة) من نفس النوع وعلى نطاق واسع، وكنتيجة لذلك فإن إنتاج وزراعة الفراولة والعليق هي من أقدم المحاولات التجارية الناجحة للمزارعين لإنتاج نباتات خالية من الفيروس.

أجريت محاولات لإنتاج نباتات خالية من الفيروس عن طريق الحصول على نبات أو بضع نباتات خالية من الفيروس من صنف معين من الفراولة أو العليق من الوكالة الحكومية ويجري تكاثر هذه النباتات لمدة 2 - 3 سنوات في بيوت العزل والتلقيح تحت ظروف شديدة جداً من حيث عزلها عن جميع العوامل الناقلة للفيروس. إن النباتات الجديدة المتحصل عليها من المدادات والعقل تؤخذ وتزرع في حقول مبخرة أو مدخنة لمقاومة النيماتودا وترش في الحقل بمبيدات المن لجعل تجمعات العوامل الناقلة في أقل كمية ممكنة وبالتالي تقليل احتمالية دخول الفيروس إلى النباتات. والاكثر حداثة أن كثيراً من الثمار الصغيرة وغيرها من النباتات التي

تكاثر خضرياً قد حصل لها تكاثر على بيئة غذائية في المعمل عن طريق زراعة القمة المرستيمية. إن هذه الخطوة لا تضاعف النبات الأول بسرعة ملايين المرات، ولكن تكون النباتات تحت ظروف خاصة تخفض أو تمنع الفيروسات نهائياً من أن تصل الى النباتات الجديدة. بعدئذ تؤخذ النباتات وتزرع في الحقل.

إن عدد الفيروسات التي تهاجم كل واحد من النباتات ذات الثمار الصغيرة هو غير معروف بالتأكيد بسبب أن كثيراً من هذه الفيروسات ينقى وتدرس صفاته. ولقد تبين أن الفراولة تهاجم بحوالي ٢٠ فيروساً على الأقل، أما العليق وعبث الثعلب تهاجم بحوالي ١٥ فيروساً وكل واحد من النباتات الأخرى بحوالي ٦ - ١٠ فيروسات.

إن أكثر الفيروسات أهمية والتي تهاجم الفراولة تشمل تيراقش الفراولة، تخطيط عروق الفراولة، الاصفرار المعتدل لحواف الفراولة وتجعد الفراولة، كل هذه الفيروسات الأربعة عالمية الانتشار ويبدو أنها تنتقل بالمن وهي نصف عابرة أو عابرة. كذلك فإن فيروس البقعة الحلقية في الفراولة موجوداً في أوروبا وينتقل بواسطة النيماتودا. إن أكثر الفيروسات أهمية والتي تهاجم العليق (أيضاً الكشميش وبعض أنواع الفراولة) تشمل موزايك العليق (عالمي الانتشار)، تجعد أوراق العليق (شمال أمريكا) وكلاهما ينتقل بالمن وهما نصف عابران Arabes موزايك والبقعة الحلقية في العليق كلاهما في أوروبا وكلاهما ينتقل بحوالي ١٠ - ١٠٠٪ بالبذور وبواسطة النيماتودا.

- "C. M. I/A. A. B. Description of Plant Viruses" Specific viruses of small Fruits Nos. 16-267.
- Frazier, N. W., ed (1970). "Viruses of small Fruits and Grapevines" Uni., California. Maas, J. E., ed. (1984) Am. Phytopath., Paul Minnesota.

فيروسات النباتات الاستوائية

Viruses of Tropical plants

إن بعضاً من أكثر الفيروسات شدة على بعض أو معظم المحاصيل الاستوائية أهمية وشيوعاً مشروحة في الصفحة التالية :

(١) نجمع قمة الموز (تورد القمة)

Bunchy Top of Banana

يحدث هذا المرض في كل من أستراليا، آسيا، جزر الباسفك وإفريقيا. يسبب خسائر كبيرة. تكون أوراق النباتات المصابة ذات خطوط خضراء غامقة غير منتظمة بموازية العروق الصغيرة وتكون الأوراق متجمعة مع بعضها البعض على قمة النبات مكونة شكل التورد. تكون النباتات متقزمة ولا تنتج ثماراً. إن الفيروس المسبب لهذا المرض من نوع lutovirus يعني أنه متماثل الاقطار وطول قطره ٢٠ نانوميتر، ينتقل بواسطة وسائل التكاثر الخضرية وبالمن وهو نصف عابر.

(٢) إنتفاخ ساق الكاكاو

Cacao Swollen Shoot Disease

ينتشر هذا المرض في غرب أفريقيا وفي سيلان فهو يهاجم الكاكاو والكولا ويسبب خسائر كبيرة. يتكشف على ساق النباتات المصابة إنتفاخات وعلى الجنور الرئيسية أيضاً. ويظهر بقع متحللة على الجنور الجانبية وأيضاً شحوب الأوراق والثمار وتكون الثمار صغيرة ومستديرة وتحتوي على رؤوس قليلة وصغيرة. تتدهور الأشجار وتموت أو أنها قد تنوم طويلاً. الفيروس المسبب لهذا المرض عصوي أبعاده ١٤٢ X ٢٧ نانوميتر ولكن لغاية الان لم يعتمد في مجموعة تصنيف محددة، ينتقل بواسطة عدة أنواع من بق الأشجار وهو نصف عابر.

٣) موزايك كاسافا الإفريقي

ينتشر هذا المرض في أفريقيا وجاوة بسبب خسائر كبيرة. يظهر على الأوراق أعراض الموزايك النموذجية وكثيراً ما تكون متبوعة بتشوهات. يظهر النبات تقزم بشكل عام. الفيروس المسبب لهذا المرض geminivirus وينتقل بواسطة الذباب الأبيض.

٤) فيروس البقعة الحلقية في الباباي

Papaya Ring Spot Virus

يوجد الفيروس المسبب للمرض حيثما يزرع الباباي. يهاجم الباباي والقرعيات. تكون الخسائر في الباباي شديدة. تظهر أوراق النبات المصاب مشوهة ومبرقشة. يتكشف على سطوح الثمار حلقات ويقع. بينما يتكشف على السيقان واعناق الأوراق تخطيطات. تكون النباتات متقزمة وينخفض الإنتاج بشكل واضح. الفيروس المسبب لهذا المرض potyvirus أبعاده ٧٨٠ x ١٢ نانوميتر، ينتقل بواسطة أكثر من ٢٠ نوع من المن وهو غير عابر.

"C. M. I./A. A. B. Descriptions of Plant Viruses "Specific viruses of tropical fruits, Nos. 10, 11, 56, 90, 173, 292.

Smith, K. M. (1972). "A Textbook of Plant Virus Diseases" 3rd ed. Academic Press. New York.

الأعراض الفيروسية لأشجار الغابات

هناك قليلاً من الأمراض الفيروسية (نسبياً) اكتشفت وعرفت، تصيب أشجار الغابات، معظم هذه الأمراض تتسبب عن فيروسات جرى وصفها في المحاصيل التي تصيبها سابقاً. وبالتالي فإن مرض البقعة الحلقية في الدردار يتسبب عن فيروس البقعة الحلقية في الدخان، النظام المخطط في الدردار يتسبب عن فيروس موزايك الدخان، النظام المخطط في البييتولا يتسبب عن فيروس موزايك التفاح، موزايك الدردار يتسبب عن فيروس التفاف أوراق الكرز، يصاب القيقب بفيروس توردي الخوخ ويفيروس البقعة الحلقية في الدخان. من بين أكثر الأمراض الفيروسية المعروفة لأشجار الغابات وتتسبب عن فيروسات واضحة مميزة هي تبرقش الدردار المتسبب عن فيروس تبرقش الدردار (وهو من نوع ilarvirus)، موزايك الحور المتسبب عن فيروس موزايك الحور (Carlavirus). هناك قليل من الفيروسات التي تهاجم أشجار الغابات غير واضحة مع أنها اكتشفت في أشجار الغابات ويقدر عدم وضوحها للأسباب الثلاثة الآتية (١) قليل من علماء الفيروس من يدرس ويختبر أشجار الغابات لمعرفة إصابتها بالفيروسات (٢) بسبب أن موقع وحجم أشجار الغابات يجعل من الصعب ملاحظة الفيروسات فيها (٣) تتكاثر أشجار الغابات من بذور في الطبيعة وهذه الطريقة ليست أقل الطرق الموصلة لنقل الفيروسات كما وأن نقل الفيروس هنا لا يشمل التطعيم على أصول أخرى والذي كثيراً ما يساعد في اكتشاف وجود الفيروس كما في أشجار الفاكهة.

الأعراض الفيروسية في نباتات الزينة

تُهاجم كثيراً من نباتات الزينة بواسطة بعض الفيروسات التي نفسها تهاجم نباتات المحاصيل مثل (موزايك الدخان، البقعة الحلقية في الطماطم وموزايك الخيار) وتتكشف أعراضاً قد تكون مشابهة أو تختلف تماماً عن تلك المتكونة على نباتات المحاصيل المهاجمة بهذه الفيروسات. كما وأن كثيراً من نباتات الزينة تهاجم أيضاً ببعض الفيروسات والتي هي متخصصة تقريباً وتتسبب أمراضاً فقط على جنس أو عائلة معينة من نباتات الزينة. كثيراً من هذه الفيروسات عالمية الانتشار، بينما البعض الآخر لغاية الآن محصوراً في قارة بمفردها

مثل شمال أمريكا أو أوروبا، كثيراً من هذه الفيروسات ينتقل بواسطة المن. ومن الأمثلة على امراض نباتات الزينة حلقة إيتش في القرنفل، تبرقش العروق في القرنفل، موزايك كاتيلاب، موزايك داليا، الموزايك المعتدل في الايرس، التخطيط الاصفر في النرجس، تكسر الزنبق. بعض هذه الفيروسات ينتقل بالنيما تودا مثل البقعة الحلقية في القرنفل، بعضها ينتقل بالذباب الأبيض مثل موزايك أبو طولون، بعضها ينتقل بسكاكين التقليم مثل البقعة الحلقية في الهايدرانجيا. تنتقل كثير من فيروسات نباتات الزينة عن طريق التطعيم بالبرعم او القلم فقط، مثل التبرقش الحلقي في اليلك وموزايك الورد. هناك عديد من الفيروسات ليس لها عامل ناقل معروف ولكن تنتقل الفيروسات ميكانيكياً او نقل العصارة مثل فيرس X في الصبار، تبرقش القرنفل، موزايك كامبديم، موزايك النرجس، البقعة الحلقية في *odontoglossum*. تجعد أوراق البيلارجونيوم والبقعة الحلقية في الفاوانيا. تسبب الأمراض الفيروسية في كثير من نباتات الزينة خسائر كبيرة بسبب كونها تخفض نمو هذه النباتات، وتقلل عدد وحجم الأزهار وتقلل القيمة الجمالية للمجموع الخضري والازهار في النباتات المصابة.

"C. M. I./A. A. B. Description of Plant Viruses." (Numerous viruses of ornamental plants).

Smith, K. M. (1972). "A Textbook of Plant Virus Diseases," 3rd ed. Academic Press, New York.

أمراض النبات المتسببة عن فيروسات

Plant Diseases Caused by Viroids

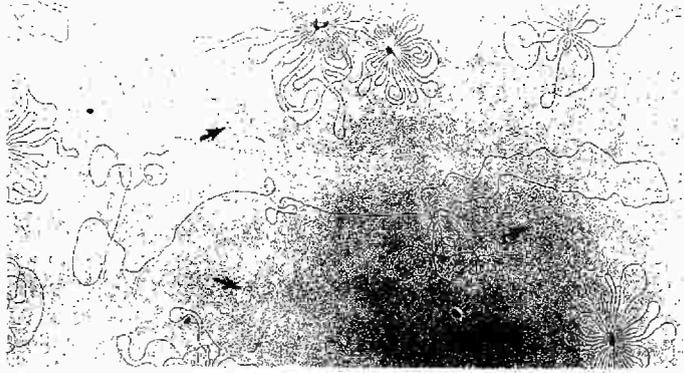
لغاية الآن هناك عشرة أمراض نباتية تبين أنها متسببة عن فيروسات، هذه الأمراض تشمل الدرنة المغزلية في البطاطس، تشقق قلف أشجار الحمضيات، تقزم الاقحوان، التبرقش الشاحب في الاقحوان، تقزم حشيشة الدينار، تورم قمة الطماطم، البقعة الشمسية في الافوجانو، مرض كادنج - كادنج في أشجار جوز الهند Cadang - Cadang disease ، شحوب ثمار الخيار. لغاية الآن لا يعرف مرض يصيب الحيوان او الانسان يتسبب عن الفيرويد.

من المحتمل أن الفيرويدات سوف لا تلبث أن تدخل كمسببات لعديد من الأمراض غير المعروفة في النباتات، والحيوانات، والانسان، إن معظم المعلومات عن الفيرويدات حتى الآن حصل عليها من دراسات على فيرويد الدرنة المغزلية في البطاطس. وفيرويد تشقق قلف أشجار الحمضيات.

إن الفيرويدات صغيرة ذات وزن جزيئي منخفض من الحمض النووي (RNA) والتي تستطيع أن تهاجم خلايا النبات، وتكاثر أنفسها وتسبب أمراض (شكل ٢٤٩). تختلف الفيرويدات عن الفيروسات على الأقل في صفتين رئيسيتين هما ١ - حجم الحمض النووي، (RNA) الذي له وزن جزيئي (١١٠٠٠٠ - ١٣٠٠٠٠) في الفيرويدات مقارنة مع مليون إلى عشرة ملايين في الفيروسات المتضاعفة ذاتياً. ٢ - الميزة الثانية وهي حقيقة أن الحمض النووي (RNA) الفيروسي مغلفاً بغطاء بروتيني، بينما الفيرويدات لا يوجد عليها غطاء بروتيني وتوجد بوضوح بدون غطاء بروتيني، يعني أنها حمض نووي (RNA) حر ليس عليه غطاء.

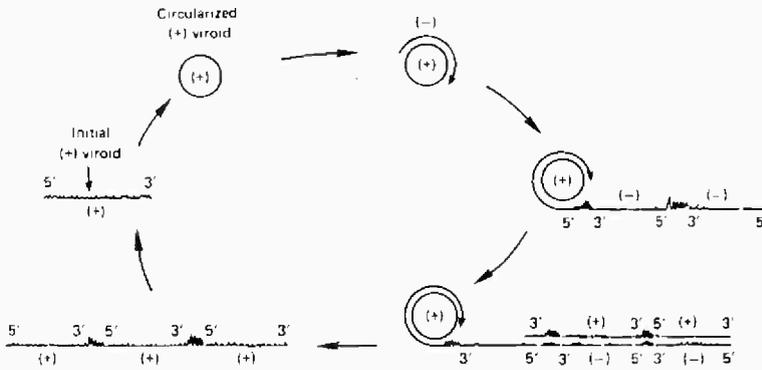
إن صغر حجم الحمض النووي في الفيرويدات يدل على أنها تحتوي على حوالي (٢٥٠ - ٤٠٠) نيوكلويدة، وبالتالي تفتقر إلى المعلومات الكافية للنقل بالشفيرة حتى لأنزيم واحد مضاعف (replicase) الذي قد يحتاج إليه لتضاعف الفيرويد. إن وجود الفيرويدات على شكل

أحماض نووية حرة أكثر من وجودها على شكل أحماض نووية بروتينية، يحتم إستعمال طرق مختلفة تماماً لاستخراج وعزل وتنقية الفيرويدات عن الطرق المتبعة في حالة الفيروسات، وكذلك تجعل رؤيتها بالميكروسكوب الإلكتروني صعبة جداً حتى في التحضيرات النقية، بينما في أنسجة النبات أو عصارة النبات فإن إكتشافها بالميكروسكوب الإلكتروني غير ممكنة حتى الآن.



شكل - ٢٤٩

صورة بالميكروسكوب الإلكتروني لفيرويدات الدرنه المغزلية في البطاطس (الأسهم) مختطة مع DNA ثنائي الخيط من البكتيريوفاج سلالة (T₇) للمقارنة.



شكل. ٢٥

رسم تخطيطي يمثل تضاعف الفيرويد بشكل مقرون

تظهر الفيرويدات على شكل جزيئات دائرية من RNA وحيد الخيط بأزواج عديدة من القواعد في أجزاء خيط الـ (RNA). تؤدي أزواج القواعد إلى بعض أنواع تركيبات تشبه دبوس الشعر بخيط مفرد ومناطق مزدوجة الخيط على نفس الفيرويد. مع أن الفيرويدات تمتلك كثيراً من صفات الأحماض النووية (RNAs) المفردة الخيط، إلا أنه عندما تفحص بالميكروسكوب الإلكتروني، تظهر بطول حوالي ٥٠ نانوميتر وله سمك الخيط المزوج من الحامض النووي (DNA) (شكل ٢٤٩).

يبدو أن الفيرويدات مترافقة مع أنوية الخلايا وبشكل خاص الكروماتين، ومن المحتمل أن تكون مترافقة مع جهاز الغشاء الداخلي في الخلية.

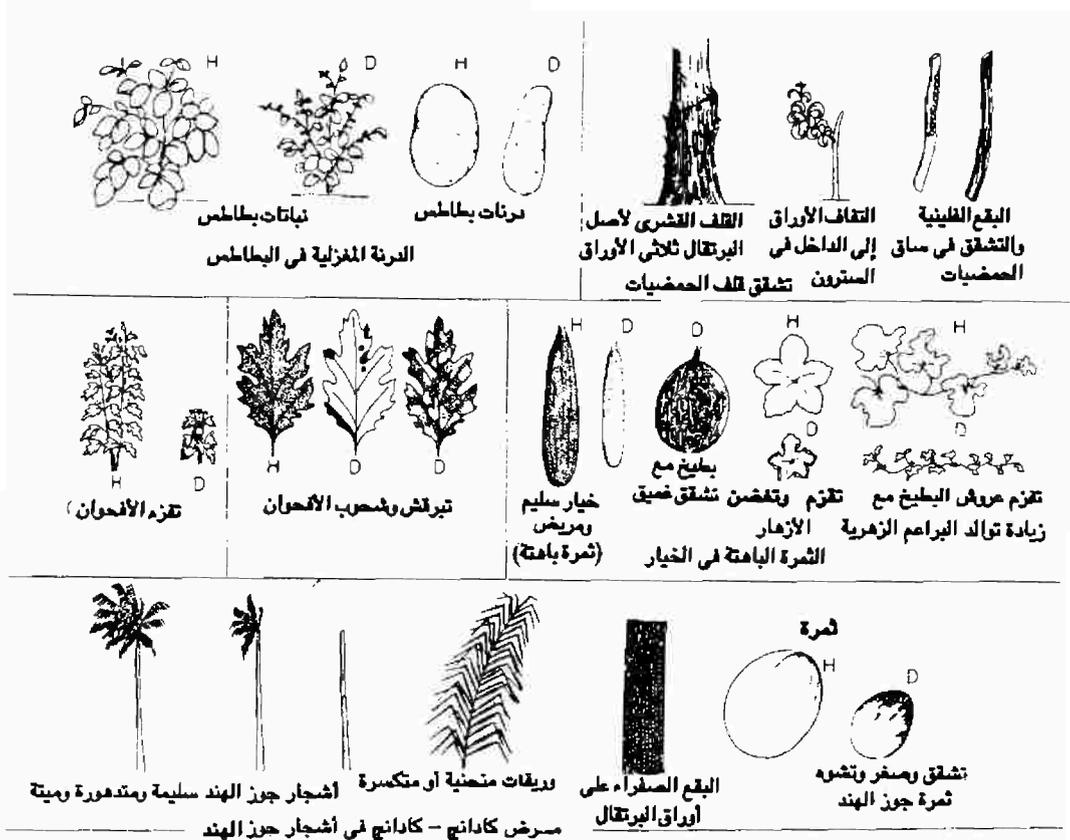
كيف تضاعف الفيرويدات نفسها؟ هذا لا يزال غير معروف حتى الآن. إن حجمها الصغير من الصعوبة بمكان لينقل المعلومات بالشفيرة إلى بروتين صغير جداً وإن مثل هذا البروتين سيكون أصغر إلى حد كبير من وحدات الأنزيم المعروف المضاعف للحامض النووي RNA (RNA-polymerase) وبالتالي ستكون غير قادرة على إجراء تضاعف الفيرويد. بجانب ذلك فلقد تبين أن الفيرويدات غير قادرة على القيام بعمل (messenger RNA) في عدة أنظمة لبناء البروتين في المعمل، ولم يمكن إكتشاف بروتينات جديدة في النباتات المصابة بالفيرويد.

ولقد إقترح حديثاً أن الفيرويدات تتضاعف عن طريق النسخ المباشر للحامض RNA الذي فيه جميع المكونات المطلوبة لتضاعف الفيرويد، متضمنة أنزيم مضاعف الـ RNA وكلها مزودة من قبل العائل. أثناء تضاعف الفيرويد فإن دائرة (+) خيط الفيرويد تتضاعف بينما هي تعمل كأسطوانة ملفوفة تنتج خيط مستقيم RNA (-) multimeric. عندئذ فإن الخط المستقيم السالب يعمل كقالب لمضاعفة خيوط الملتي ميرك من RNA (+). إن حمض RNA الموجب يتبع ذلك عملية تقسيم بواسطة الأنزيم الذي يطلق وحدات مستقيمة طويلة من الفيرويد RNAs (+) وهذه تتنور وتنتج نسخاً عديدة من الفيرويد الاصلي RNA (شكل ٢٥٠).

كيف تسبب الفيرويدات الأمراض؟؟، هذا أيضاً لا يزال غير معروف. تظهر الأمراض الفيرويدية. تباين في أعراضها (شكل ٢٥١) الذي يشبه تلك المتسببة عن الإصابة الفيروسية. إن كمية الفيرويدات المتكونة في الخلايا يبدو أنها صغيرة جداً، وبالتالي فإنه من غير المحتمل أنها تسبب نقصاً في نيوكليوتيدات الحمض النووي RNA في الخلايا. بجانب ذلك، كما هو الحال في الفيروسات، فإن كثيراً من العوامل المصابة لا تبدي أضراراً مرئية مع أنه يبدو أن الفيرويدات تتكاثر فيها تماماً كما تتكاثر في العوامل الحساسة، وبالتالي فإن الفيرويدات تتدخل بوضوح في عمليات التمثيل في العائل بطرق مشابهة لتلك التي تقوم بها الفيروسات، ولكن بأي الطرق هي، هذا أيضاً لا يزال غير معروف.

تنتشر الفيرويدات من النباتات المصابة الى النباتات السليمة، بشكل أساسي، بواسطة الطرق الميكانيكية، مثلاً عن طريق العصارة المحمولة على الأيدي والأدوات الزراعية، أثناء عمليات التكاثر أو أثناء العمليات الزراعية، وطبعاً تنتقل عن طريق التكاثر الخضري. بعض الفيرويدات مثل فيروس الدرنه المغزلية في البطاطس، تقزم الأقحوان، والشحوب المبرقش في الأقحوان، تنتقل عن طريق العصارة بسهولة، بينما الفيرويدات الأخرى مثل فيروس تشقق قلف أشجار الحمضيات تنتقل عن طريق العصارة بشيء من الصعوبة. بعض الفيرويدات مثل فيروس الدرنه المغزلية في البطاطس تنتقل عن طريق حبوب اللقاح والبنور بمعدل يتراوح من صفر - ١٠٠٪. لا يعرف حشرة متخصصة أو نواقل أخرى للفيرويدات، مع أنه يبدو أن الفيرويدات تنتقل على أجزاء الفم أو الأرجل في بعض الحشرات.

يبدو بوضوح أن الفيرويدات تبقى حية في الطبيعة خارج العائل أو في المواد النباتية الميتة لمدة من الزمن تتراوح من بضع دقائق إلى بضع شهور. وبشكل عام يبدو أن الفيرويدات تقضي الشتاء وتقضي الصيف في العوامل المعمرة التي تشمل العوامل الرئيسية لمعظم الفيرويدات المعروفة. من المعروف أن الفيرويدات مقاومة جداً لدرجات الحرارة المرتفعة، ولا يمكن أن تثبط في النباتات المصابة المعاملة بالحرارة .



شكل - ٢٥١

أنواع الأعراض المتسببة عن فيروسات.

إن مقاومة الأمراض المتسببة عن فيروسات تبنى علي إستعمال أصول أو مصادر تكاثر خالية من الفيروس وإزالة وإبادة جميع النباتات المصابة بالفيروس وغسل الأيدي أو تعقيم الأدوات بعد إستعمالها في نقل النباتات المصابة بالفيروس وقبل أن تستعمل في نقل النباتات السليمة.

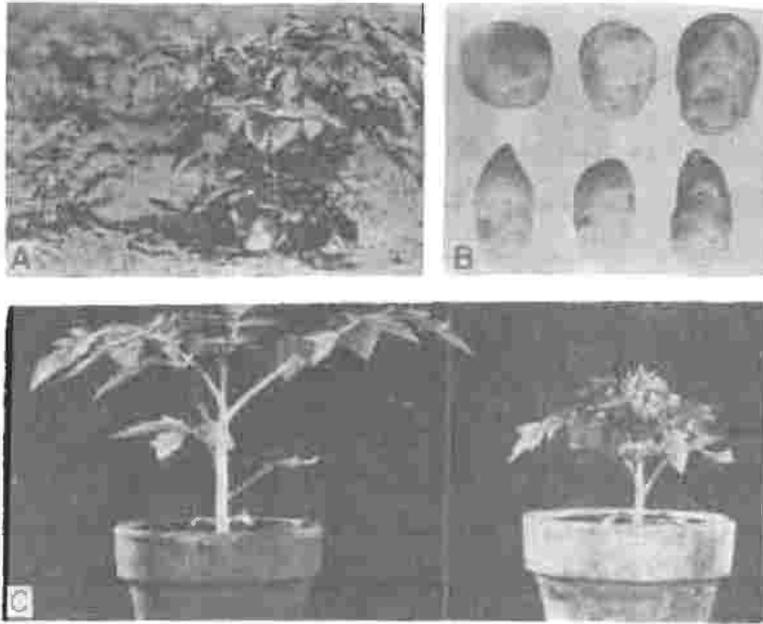
مرض الدرنة المغزلية في البطاطس

Potato Spindle Tuber Disease

يوجد مرض الدرنة المغزلية في البطاطس، في الولايات المتحدة وكندا، روسيا، وجنوب أفريقيا. يسبب المرض خسائر شديدة وفي بعض المناطق يعتبر إحدى أكثر الأمراض المهلكة للبطاطس، يهاجم كل الأصناف وينتشر بسرعة وفي كثير من الحالات يحدث مترافقاً مع أمراض فيروسية. يهاجم المرض أيضاً الطماطم ولكن يبدو (اقتصادياً) أنه ذو أهمية قليلة على ذلك المحصول.

الأعراض : - تظهر نباتات البطاطس قائمة، مغزلية ومتقزمة (شكل ٢٥٢)، تكون الأوراق صغيرة وقائمة والوريقات تكون ذات لون أخضر غامق وأحياناً يظهر عليها إلتفاف والتواء. تكون الدرنات متطاولة ذات منتصف اسطواني وذات نهايات وتدية. تكون الدرنات أكثر نعومة وذات جلد أكثر ضعفاً، ولحم رهيف طري، ولكن تكون عيون الدرنة أكثر عدداً وأكثر وضوحاً وسطحية غير عميقة. ينخفض الانتاج إلى حد كبير غالباً بنسبة ٢٥٪ أو أكثر. تكون نباتات الطماطم القابلة للإصابة متقزمة وذات أوراق عروقتها غائرة أكثر منه في الحالة الطبيعية، مع وجود نكروز (موت وتحلل أنسجة) في الأعناق والعروق. تكون نباتات الطماطم المصابة ذات قمة متوردة (مظهر القمة المتوردة).

الكائن الممرض : يتسبب هذا المرض عن فيروس الدرنة المغزلية في البطاطس *Potato Spindle Tuber Viroid*. وهو أول فيروس معرف ومميز، إن الفيرويد هو RNA معدي وهو ذو وزن جزيئي منخفض حوالي ١٠٠.٠٠٠ دالتون، إن RNA جزيء مفرد الخيط يتكون من ٣٥٩ نيوكليتيده به عديد من القواعد المزدوجة . يظهر الفيرويد النقي تحت الميكروسكوب الالكتروني على شكل خيوط قصيرة حوالي ٥٠ نانوميتر في الطول ولها سمك DNA مزدوج الخيط (شكل ٢٤٩). تبقى العصارة المأخوذة من النباتات المصابة قادرة على إحداث العدوى بعد تخفيف من ١ : ١٠٠٠ ، ١ : ١٠.٠٠٠ وبعد تسخينها لمدة ١٠ دقائق على ٧٥ - ٨٠ م. إن الفيرويد سريع التثبيت في العصارة المستخلصة من النباتات المصابة ولكن يمكن إبقاء قدرته على إحداث العدوى عن طريق معاملة العصارة بالفينول. يثبط الفينول نشاط أنزيم رايبونوكليبيز الذي يكسر RNA الفيرويدي.



شكل - ٢٥٢

أعراض متسببة بواسطة فيروس الدرنه المفزلية في البطاطس. (A) نباتات بطاطس مريضة على الشمال متقزمة ونموها قائم. (B) درنات مريضة، في الأسفل مفزلية الشكل وصغيرة مقارنة بالدرنات السليمة العلوية. (C) نباتات طماطم على الشمال سليمة وعلى اليمين مريضة بعد عشرون يوم من الحقن بفيروس الدرنه المفزلية في البطاطس.

ينتقل الفيروس ميكانيكياً وينتشر بشكل أساسي بواسطة السكاكين المستعملة في تقطيع تقاوي البطاطس السليمة والمصابة وأثناء التعامل وزراعة المحصول. يبدو أيضاً أن الفيروس ينتقل عن طريق حبوب اللقاح والبنور وعن طريق عديد من الحشرات من ضمنها بعض المن، نطاطات الأعشاب، الخنافس البرغوثية، وبق النبات. يبدو أن النقل بالحشرات غير متخصص وعرضي (أى بالمصادفة) هذا يعني أنه يحدث نتيجة تلوث أجزاء الفم والأرجل في الحشرات الزائرة للنبات.

تكشف المرض : - بعد حقن الدرنة بفيرويد الدرنة المغزلية في البطاطس، وذلك باستعمال سكين ملوث أو حقن نبات نام بعصارة نبات مصاب، فإن الفيرويد يضاعف نفسه وينتشر جهازياً في جميع أجزاء النبات. لا يوجد معلومات عن انتشار الفيرويد خلال النبات ولا عن الميكانيكية التي بها يسبب الفيرويد تكشف الأعراض في النباتات المصابة.

المقاومة : - يمكن مقاومة مرض الدرنة المغزلية في البطاطس عن طريق زراعة درنات بطاطس خالية من الفيرويد المسبب للمرض، فقط، في حقول خالية من درنات مريضة التي يمكن أن تكون حاملة للفيرويد الباقي حياً في محصول السنة السابقة. يمكن اكتشاف وجود الفيرويد (PSTV) في الدرنات عن طريق حجز RNA الفيرويدي الموجود في عصارة النبات المصاب، على غشاء نيتروسيليلوز، تهجينه مع DNA عال الإشعاع مكمل ل RNA الفيرويد وطرح الغشاء المعامل الى أوتوريديوجراف. البقع التي وصلها عصارة (النبات) الدرنات المصابة على الغشاء تظهر غامقة بعد المعاملة بالأوتوريديوجراف، بينما البقع التي وصلتها عصارة سليمة تظهر تغير بسيط في اللون او لا تظهر أي تغير في اللون.

تشقق قلف أشجار الحمضيات

Citrus Exocortis

إن مرض تشقق قلف اشجار الحمضيات عالمي الإنتشار ويهاجم البرتقال ثلاثي الأوراق، Citranges, Rangpur، وأنواع أخرى من الليمون والليمون الحلو، وبعض أنواع ليمون الأضاليا، الترنج. إن كلا من البرتقال وليمون الأضاليا والكريب فروت، وأشجار الحمضيات الأخرى المتعمومة على أصول حساسة لمرض تشقق القلف تظهر إنخفاض في النمو يتراوح من نسبة قليلة إلى نسبة عالية وينخفض الانتاج بنسبة تصل إلى ٤٠٪.

الأعراض : - يظهر على النباتات المصابة الحساسية للمرض تشققات عمودية في القلف وضيقة، وتخلطيات رفيعة عمودية على القلف الخارجي المفكك جزئياً والتي تعطي القلف مظهر التقرح والمظهر الحرشوفي (شكل ٢٥٣). نظرا لأن كثيراً من النباتات القابلة للإصابة بتشقق

القلق مثل البرتقال ثلاثي الأوراق، تستعمل أساساً كأصول لتطعم عليها أشجار حمضيات أخرى، ويسبب أن الطعم تعطى نمو ضعيف على مثل هذه الأصول وبسبب الأصول الحرشوفية واسعة الاستعمال، أعطي المرض اسم الأورمة الحرشوفية (scaly butt). إن النباتات المصابة الحساسة للمرض يمكن أيضاً أن يظهر عليها تلطخات صفراء على السيقان الحديثة المصابة، وبعض الترنج يظهر إلتفاف الأوراق والسيقان إلى الداخل وتشقق وأسوداد أعناق وعروق الورقة. تظهر جميع النباتات المصابة، بشكل عام، متقزمة إلى مدى صغير أو كبير وتعطي إنتاج منخفض.

الكائن الممرض : - يتسبب هذا المرض عن فيروس تشقق قلف الحمضيات *Citrus Exo-cortis Viroid (CEV)*. يبدو أن الفيروس يشابه ظاهرياً فيروس الدرنه المغزلية في البطاطس يتكون من ٢٧١ نيوكليوتيدة في وضع دائري أو خيطي، إلا أنه لا يماثله. ينتقل الفيروس بسهولة من الأشجار المريضة إلى الأشجار السليمة عن طريق سكاكين التطعيم، مقصات التقليم أو أدوات القطع الأخرى، ينتقل بواسطة الأيدي ويمكن أن ينتقل بواسطة الحيوانات القارضة والحفارة. ينتقل الفيروس أيضاً بواسطة الحامل وينتقل بواسطة العصارة إلى كل من جانورا *Gynura* ، بيتونيا *Petunia* وإلى نباتات عشبية أخرى. يحتفظ الفيروس بمقدرته على الإصابة وهو على صفائح السكاكين الملوثة لمدة لا تقل عن ثمانية أيام، عندما ينقى جزئياً، يبقى الفيروس أيضاً قادراً على إحداث الإصابة على درجة حرارة الغرفة لعدة شهور. إن درجة الحرارة المميتة لهذا الفيروس في العصارة المستخرجة حوالي ٨٠ م لمدة عشرة دقائق، ولكن الفيروس المنقى جزئياً يبقى قادراً على إحداث العوى حتى بعد أن يفلى لمدة ٢٠ دقيقة، يبقى أيضاً الفيروس حياً بتسخين السكاكين الملوثة فترة قصيرة في اللهب في مشعل البروبان (درجة حرارة النصل حوالي ٢٦٠ م). وفي السكاكين المغمورة في الكحول والمسخنة في اللهب. يبقى الفيروس أيضاً حياً على السكاكين الملوثة المعاملة بمعظم المطهرات الكيماوية الشائعة باستثناء محلول صوديوم هايبيكلورايت.

تكشف المرض : - يبقى الفيروس حياً في معظم أشجار الحمضيات وفي كثير من العوائل العشبية وينتشر إلى نباتات الحمضيات السليمة عن طريق التطعيم بالبرعم أو أنواع التطعيم الأخرى (التطعيم بالقلم)، وينتقل أيضاً بواسطة أدوات القطع الملوثة أو الآلات الزراعية

الأخرى. يبدو أن الفيرويد يدخل بوضوح في عناصر اللحاء وينتشر فيها في جميع أجزاء النبات. يبدو أن الفيرويد يكون مترافقاً مع الأنوية والأغشية الداخلية من خلايا العائل، ويفضي إلى اضطرابات في الأغشية البلازمية. مع أن الفيرويد يبدو وأنه فاقد القدرة على أن يقوم بعمل جزيئات ناقلة messenger molecule أو أن يعمل كحامض أميني مستقبل acceptor، إلا أنه يسبب تغيرات عديدة في ميتابولزم النباتات المصابة، هذه التغيرات تشمل زيادة في الاكسجين الممتص وفي التنفس أيضاً في السكر وفي بعض الانزيمات، تحدث تغيرات ملحوظة أيضاً في عديد من الأحماض الأمينية.



شكل - ٢٥٣

أعراض تشقق قلف الحمضيات على أصل ثلاثي الأوراق. جزء من شجرة برتقال.

المقاومة : - يمكن مقاومة مرض تشقق قلف الحمضيات فقط عن طريق إكثار أشجار المشتل الخالية من هذا المرض من أصول مؤسسة مشهود بصحتها وخلوها من المرض واستعمال التطعيم بالبرعم النظيف الخال من المرض. وكذلك المشاتل يجب أن تكون خالية من المرض وإتباع عمليات زراعية نظيفة. يجب أن تطهر الأدوات بين كل قطعتين في نباتات مختلفة، وذلك بغمر الأدوات في محلول ١٠ - ٢٠٪ صوديوم هايپوكلورايت.

- Branch, A. D., and Roberson, H. D. (1984). A replication cycle for viroids and other small infectious RNAs. *Science* **223**, 450-455.
- "C. M. I./A. A. B. Descriptions of Plant Viruses," Specific viroids, Nos. 66, 226, 254, 287.
- Diener, T. O. (1971). Potato spindle tuber "virus." IV. A replicating, low molecular weight RNA. *Virology* **45**, 411-428.
- Diener, T. O. (1979). "Viroids and Viroid Diseases." Wiley, New York.
- Diener, T. O. (1982). Viroids: Minimal biological systems. *BioScience* **32**, 38-44.
- Diener, T. O. (1984). Subviral pathogens: Viroids and prions. *Plant Dis.* **68**, 4.
- Diener, T. O., and Lawson, R. H. (1973). Chrysanthemum stunt: A viroid disease. *Virology* **51**, 94-101.
- Folsom, D. (1923). Potato spindle tuber. *Maine, Agric. Exp. Stn., Bull.* **321**, 1-4.
- Maramorosch, K., and McKeivey, J. J., Jr., eds. (1985). "Subviral Pathogens of Plants and Animals: Viroids and Prions." Academic Press, Orlando, Florida.
- Mohamed, N. A., Bautista, R., Buenaflor, G., and Imperial, J. S. (1985). Purification and infectivity of the coconut radang-cadang viroid. *Phytopathology* **75**, 79-83.
- Owens, R. A., and Diener, T. O. (1981). Sensitive and rapid diagnosis of potato spindle tuber viroid disease by nucleic acid hybridization. *Science* **213**, 670-671.
- Robertson, H. D., Howell, S. H., Zaitlin, M., and Malmberg, R. L., eds. (1983). "Plant Infectious Agents: Viruses, Viroids, Virusoids, and Satellites." Cold Spring Harbor Lab., Cold Spring Harbor, New York.
- Van Dorst, H. J. M., and Peters, D. (1974). Some biological observations on pale fruit, a viroid-incited disease of cucumber. *Neth. J. Plant Pathol.* **80**, 85-96.