الباب الخامس

أمراض النبات
المتسببة عن فيروسات
Plant Diseases Caused by viruses

obeikandl.com

obeikandl.com

أمراض النبات

المتسببة عن فيروسات

Plant Diseases Caused by viruses

مقدمة:

الفيرس 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 إبتداء 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، ومازال 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 تقريبا. إن ما يزيد عن الفين من الفيروسات المعروفة تهاجم وتسبب أمراضاً للنباتات. إن فيرس واحد يمكن أن يصيب نوع نباتي واحد أو يصيب عدة عشرات من الأنواع النباتية المختلفة، وكذلك النبات الواحد يمكن أن يهاجم بفيرس واحد أو بعدة فيروسات مختلفة. ويمكن أيضاً بشكل عام أن يصاب النبات بأكثر من فيرس واحد في نفس الوقت.

مع 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 عصوية الشكل أو كروية أو أنها تتراوح بين هذين الشكلين الأساسيين. هناك دائما

فقط RNA أو فقط DNA في كل فيرس. 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 كابسد Capsid.

الفيروسات لا تنقسم ولا تكون أي نوع من التركيبات التكاثرية المتخصصة، مثل الجراثيم، ولكنها تتكاثر وذلك بأن تحث خلايا العائل لتكون فيروسات جديدة، تسبب الفيروسات الأمراض، ولا يكون ذلك بإتلاف الخلايا أو قتلها بالتوكسينات، ولكن باستعمال المواد الخلوية وباحتلال فراغ الخلية وتعطيل مكونات الخلية وما فيها من عمليات وهذه الأمور توقف عمليات البناء في الخلية والتي بدورها تؤدى 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 المرضة النباتية الأخرى، ليس فقط في الحجم والشكل ولكن أيضاً في بساطة مكوناتها الكيميائية وتركيبها الفيزيائي، طرق الاصابة، التكاثر، الانتقال ضمن العائل، الانتشار والأعراض التي تنتجها على العائل. بسبب صغر حجم الفيروسات وشفافية أجسامها فإنه لا يمكن مشاهدتها واكتشافها بالطرق المستعملة للكائنات المرضة الأخرى. ومن المعروف أن الفيروسات ليست خلايا ولا تتألف من خلايا.

الكشف عن الفيروسات :

Detection of Viruses

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

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

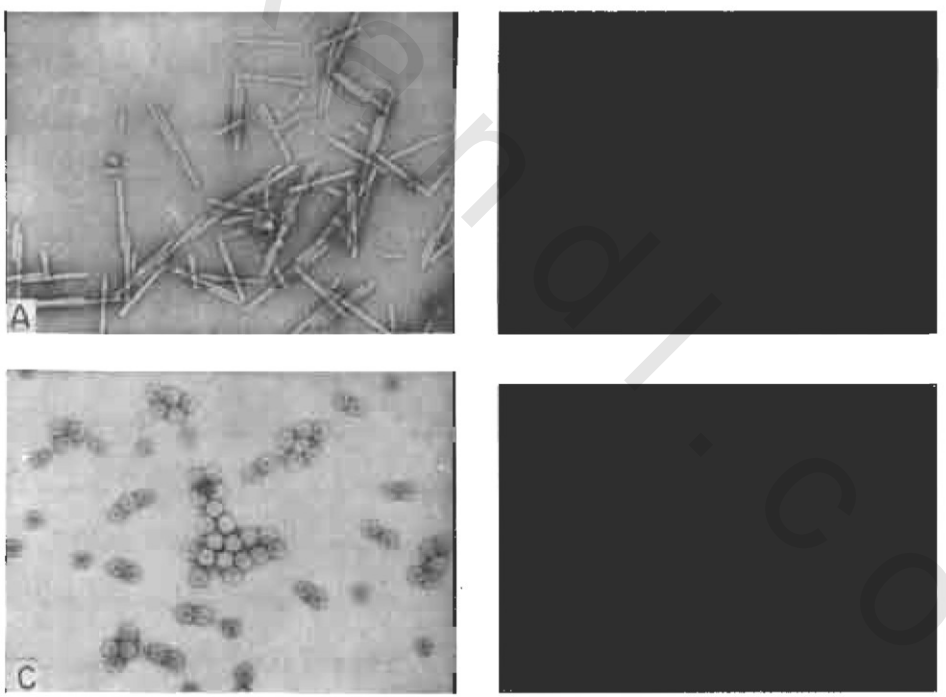
إن بعض أعراض أمراض النبات مثل تخطيط أوراق البلوط التي تظهر على الأوراق وكذلك الشحوب أو البقع الحلقية المتحللة، يمكن أن تعزى إلى فيروسات بشيء من التأكيد. إن معظم الأعراض الأخرى المتسببة عن فيروسات، تشابه تلك المتسببة عن طفرات، نقص التغذية أو التسمم، الافرازات الحشرية، أو الأضرار المتسببة عن كائنات ممرضة أخرى، أو تشابه الأضرار المتسببة عن عوامل أخرى كثيرة. وبالتالي فإن تحديد أعراض أمراض نباتية معينة على أنها متسببة عن فيرس، يستلزم إستبعاد كل الاحتمالات الأخرى المسببة للمرض، ويستلزم نقل الفيرس 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 الفيرس 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 الفيرس مثل النقل بالحامول أو بالعوامل الحشرية المختلفة، هي أيضاً طرق تستعمل لاثبات وجود الفيرس. إن معظم تلك الطرق لا تستطيع أن تميز بها فيما إذا كان الكائن المرض هو فيرس أو ميكوبلازما أو البكتيريا الحساسة الوعائية. إن النقل عن طريق استعمال العصارة النباتية، حالياً هي الطريقة الوحيدة فقط التي تعتبر برهاناً على طبيعة الكائنات المرضة الفيروسية. إن أكثر الاثباتات تحديداً لوجود الفيرس في النبات مشروطة بتنقيته، إستعمال الميكروسكوب الألكتروني، مع دراسة السيرولوجي (الامصال) وهي الأكثر شيوعاً.

مورفولوجي الفيرس (الشكل الظاهري) :

Morphology of Viruses

توجد الفيروسات النباتية في أشكال وأحجام مختلفة، ولكنها عادة توصف بأنها متطاولة (أشكال عصوية محددة أو خيوط مرنة) ، والفيروسات القضيبية وهي شبيهة بالبكتيريا العصوية، وقد تكون الفيروسات كروية الشكل (ايزومترية أو متعددة الأوجه) (شكل ٢١٥ ، ٢١٦ ، ٢١٧).

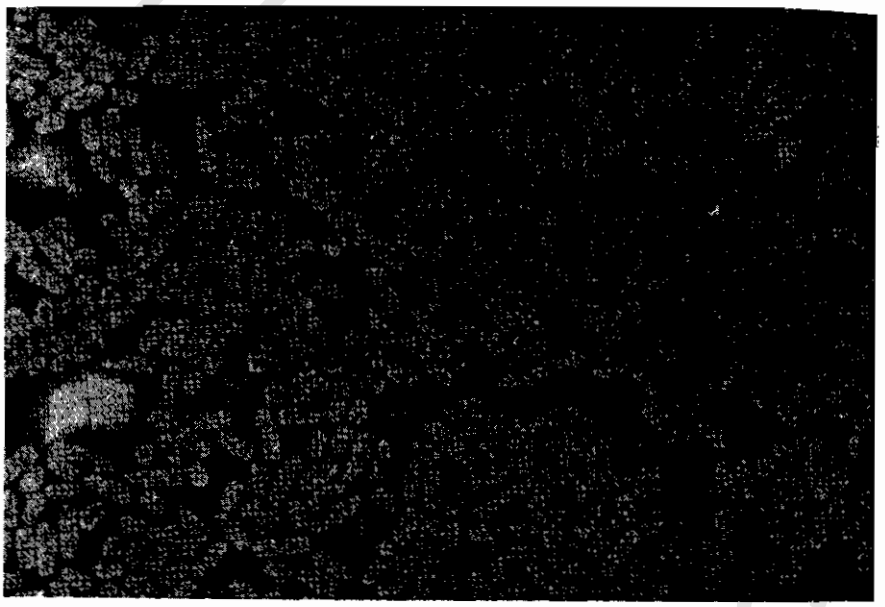


شكل – ٢١٥

صورة بالميكروسكوب الالكترونى لأشكال مختلفة من الفيروسات التي تصيب النبات. (A) شكل عصوي (موزايك الدخان). (B) خيطي مرن (موزايك تقزم الذرة). (C) فيروسات ايزومترية (فيرس تبرقش وشحوب اللوبيا). (D) الفيروسات القضيبية (فيرس موت وتحلل البروكلي).

obeikandl.com

بعض الفيروسات المتطاولة مثل فيرس موزايك الدخان، وفيرس الموزايك المخطط في الشعير، لها الشكل العصوي الصلب بقياسات حوالي ١٥ × ٣٠٠ نانوميتر لفيرس موزايك الدخان، ٢٠ × ١٣٠ ناموميتر لفيرس الموزاييك المخطط في الشعير. تظهر معظم الفيروسات المتطاولة على شكل خيوط مرنة رفيعة طويلة والتي تكون عادة بقياس ١٠ – ١٣ نانوميتر في العرض ويتراوح طولها من ٤٨٠ نانوميتر (فيرس أكس البطاطس) إلى ٢٠٠٠ نانوميتر (فيرس 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 الالكتروني لفيرس موزايك البرسيم الحجازي مبيناً الأحجام المختلفة لخمسة مكونات لهذا الفيرس التكبير ١٦٨ ألف.

أما الفيروسات القضيبية تكون قصيرة، عصيات تشبه البكتيريا العصوية، وهي ذات طول تقريباً يساوي (٣ – ٥) أضعاف عرضها، كما في حالة فيرس الإصفرار المتقزم في البطاطس الذي قياساته ٧٥ × ٣٨٠ نانوميتر، فيرس الموزايك المخطط في القمح (٦٥ × ٢٧٠) نانوميتر، وفيرس 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 (فيرس نكروزز الدخان التابع) إلى ٦٠ نانوميتر (فيرس الورم الجرحي)، يبدو أن فيرس 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 اكثر من خيوط الحمض النووي المميز محفوظة باجزاء مختلفة الحجم مكونة من نفس الوحدات الفرعية البروتينية، وبالتالي فان فيرس الخشخشةفي الدخان يتكون من قضيبين (عصايتين) الأولى طويلة قياساتها ١٩٥ × ٢٥ نانوميتر، والثانية قصيرة تختلف في طولها من ٤٣ – ١١٠ نانوميتر وسمكها ٢٥ نانوميتر. فيرس موزايك البرسيم الحجازي يتكون من أربع مكونات قياساتها ، (٥٦ × ١٨) ، (٤٣ × ١٨)، (٣٥ × ١٨)، و (٣٠ × ١٨) 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 للفيرس 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، ومرصوصة على الجوانب في وحدات الفيرس 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 للحلزونات 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 القضيبية، 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.

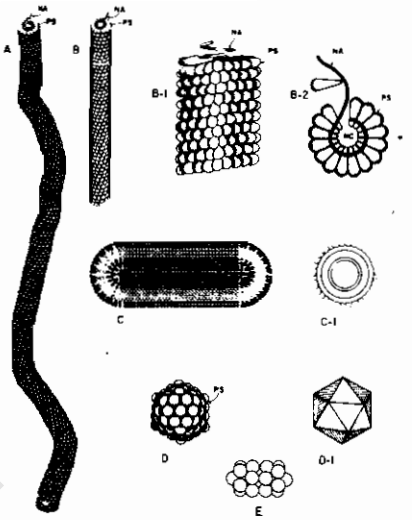
مكونات وتركيب الفيروس

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 أماين Polyamines ، دهون ، أو إنزيمات متخصصة.

تختلف نسبة كل من الحمض النووي والبروتين في الفيرس وذلك حسب نوع الفيرس. يكون الحمض النووي من حوالي ٥٪ - ٤٠٪ من الفيرس، والبروتين يشكل البقية حوالي ٦٠ - ٩٥٪ من الفيرس. 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 الفيرس المختلفة تتراوح من ٤.٦ مليون وحدة وزن جزيئي (هذا في فيرس موزايك أعشاب جنس برومص *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 X $١٠^{٦}$) وحدة وزن جزيئي لكل جزيء فيرس، لمعظم الفيروسات، الا أن بعضها له (٦ X $١٠^{٦}$) وحدة وزن جزيئي و ١٢ وزن حمض نووي. مكون فيرس الورم الجرحي وزنه تقريباً ١٦ X $١٠^{٦}$ وحدة وزن جزيئي.

ان حجم جميع أنواع الحمض النووي الفيروسي صغير تماماً عندما يقارن مع ٠.٥ X $١٠^{٩}$ للميكوبلازما ، ١ X $١٠^{٩}$ للبلازما اللولبية والى حد أبعد ١.٥ X $١٠^{٩}$ للبكتيريا.



شكل – ٢١٧

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

مكونات وتركيب البروتين الفيروسي :

Composition and Stucture 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 رايبونيوكلك أسد (DNA) أو رايبونيوكلك أسد (RNA) وتحدد طبيعة البروتين.

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

في فيرس موزايك الدخان، فإن وحدات البروتين مرتبة في حلزون يحتوي على ١٦ ١/٣ وحدة بروتين في كل لفة (أو ٤٩ وحدة بروتين في كل ثلاثة لفات). إن الفجوة المركزية في جزيء الفيرس أسفل المحور تكون ذات قطر حوالي (٤) نانوميتر، بينما أكبر قطر لجزيء الفيرس هو (١٨) نانوميتر. يتكون كل جزيء واحد من فيرس موزايك الدخان من حوالي ١٣٠ لفة حلزونية من وحدات البروتين. إن الحمض النووي مربوط بأحكام بين وحدات البروتين الحلزونية. أما في الفيروسات القضيبية 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 سطيح (تصغير سطح) أو بعض مضاعفات العشرين وتشكل قشرة، خلال هذه القشرة فإن الحمض النووي يكون ملفوفاً أو منتظماً 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 فيرس 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

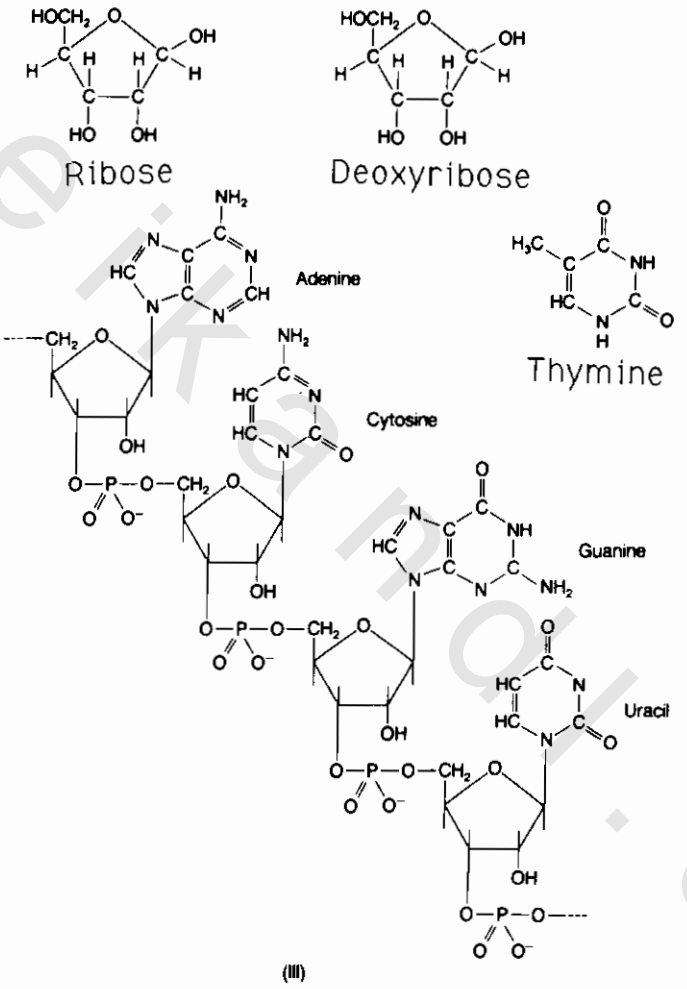
نيوكلوتيدات nucleotides إن كل نيوكلوتيدة تتكون من مركب حلقي يسمى القاعدة هذه القاعدة مرتبطة مع سكر نو خمسة ذرات كربون (رايبوز) في الحمض النووي RNA، وتكون مرتبطة مع دي أوكسي رايبوز في الحمض النووي DNA. والسكر سواء كان رايبوز أو دي أوكسي رايبوز فإنه يرتبط مع حمض الفسفوريك. إن السكر الموجود في إحدى النيوكلوتيدات يتفاعل مع الفسفات في النيوكلوتيده 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 : أدنين، جوانين، سايتوزين، يوراسيل. إن كلاً من الأدنين والجوانين هي قواعد بيورين، بينما السايتوزين واليوراسيل هي قواعد بايريميدين. إن التركيب الكيماوي للقواعد وإحدى إحتمالات أماكنها النسبية في سلسلة الـ RNA هي موضحة في تركيب رقم ٣. 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 ذرة الكربون رقم ٢ تكون في الرايبوز (OH) وبالتالي يتكون الحمض النووي RNA. أما في الدي أوكسي رايبوز فإن مجموعة الهيدروكسيل 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 مزدوج من DNA وخيط مفرد من RNA. معظم الفيروسات النباتية حوالي ٤٠٠ منها تحتوي خيط مفرد من RNA ولكن ١٠ منها تحوي خيط مزدوج من RNA، ١٢ منها تحوي خيط مزدوج من DNA وحوالي ١٥ تحوي خيط مفرد من DNA.

تركيب رقم ٣ ، يبين تركيب حمض نووي RNA، ويبين تركيب الرايبوز، دي أوكسي رايبوز، والقواعد المختلفة.



(III)

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

Satellite Viruses, Viroids, Virusoids, and Satellite RNAs

بالاضافة الى 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 اصابة بنفسها، هناك على الأقل أربعة أنواع أخرى من الكائنات الممرضة الشبيهة بالفيرس والتي هي مرافقة للمرض النباتي.

١ – الفيروسات المرافقة (التابعة) Satellite Viruses :

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

٢ – الفيرويدات Viroids

تتكون من ٢٥٠ – ٤٠٠ نيوكليتيدة ، عارية، صغيرة، خيط مفرد، RNAs دائري قادرة على احداث مرض في النبات بمفردها

٣ – الفيروسويدات Virusoids

هي شبيهات الفيرس 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 فانه لا الفيرس 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 (جزيء فيرس واحد) في بعض التركيبات المتكررة من الفيروسات. إن الحمض النووي RNAs التابع يمكن أن

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

الوظائف الحيوية لمكونات الفيرس (الشيفرة Coding)

The Biological Functions of Components of a Virus

مع أنه من الواضح أن كل فيرس 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 الاصابة بالحمض النووي. في حالة الحقن بجزيئات فيروسية كاملة (جزيء الفيرس الواحد يسمى فايرون Virion) فإن البروتين لم يبدي مساعدة ولم يؤثر على الحمض النووي لا في وظائفه ولا في تركيبة نظراً لأن الحقن بالحمض النووي لوحده يمكن أن يسبب اصابة 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 مسئولة عن بناء وتجميع كل من ال RNA والبروتين.

إن العدوى بالفيروسات في معظم الحالات هي صفة كاملة للحمض النووي الذي في الفيرس، 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 والاصابة. 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 النيوكلوتيدات 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 الشيفرة 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 نيوكلوتيدات متجاورة وتحدد موقع أي حمض أميني، وبالتالي فإن كمية الـ RNA التي يحتويها كل فيرس تدل بالتقريب على طول وعدد النيوكلوتيدات في الـ RNA الفيروسي، وهذا بدوره يحدد عدد وحدات نقل المعلومات في كل RNA، وبالتالي عدد الأحماض الأمينية التي يمكن أن تنقل إليها المعلومات. نظراً لأن وحدات البروتين في الفيروسات تحتوى نسبياً على أحماض أمينية قليلة (١٥٨ في فيرس موزايك الدخان) فإن عدد وحدات نقل المعلومات المستعملة في بناء تلك الأحماض تكون فقط جزئاً من العدد الكلي من وحدات نقل المعلومات المتوفرة (١٥٨ من ٢١٣٠ في فيرس موزايك الدخان) وإن وحدات نقل المعلومات المتبقية من المحتمل أنها تدخل في بناء بروتينات عديدة أخرى إما بنائي أو أنزيمي (شكل ٢١٨).

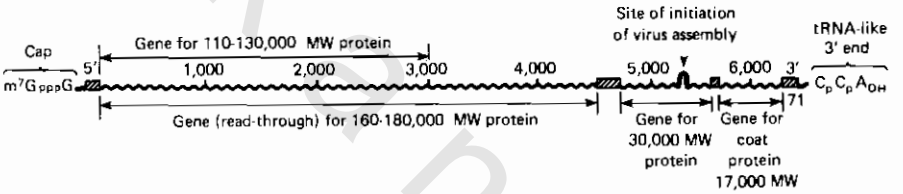
إن واحداً من هذه الانزيمات يسمى RNA-polymerase وله أسماء أخرى مثل - (RNA -replicase / RNA Synthetase) وهو ضروري لمضاعفة أل RNA في الفيرس. لا يوجد قانون خاص معروف لمعظم البروتينات الاخرى في نقل الشيفرة بواسطة الحمض النووي الفيروسي. لغاية الان يبدو أن الأوضاع المرضية المستحثة في النباتات بواسطة الفيروسات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

الإصابة الفيروسية وبناء الفيرس

The Viral Infection and Structure of Virus

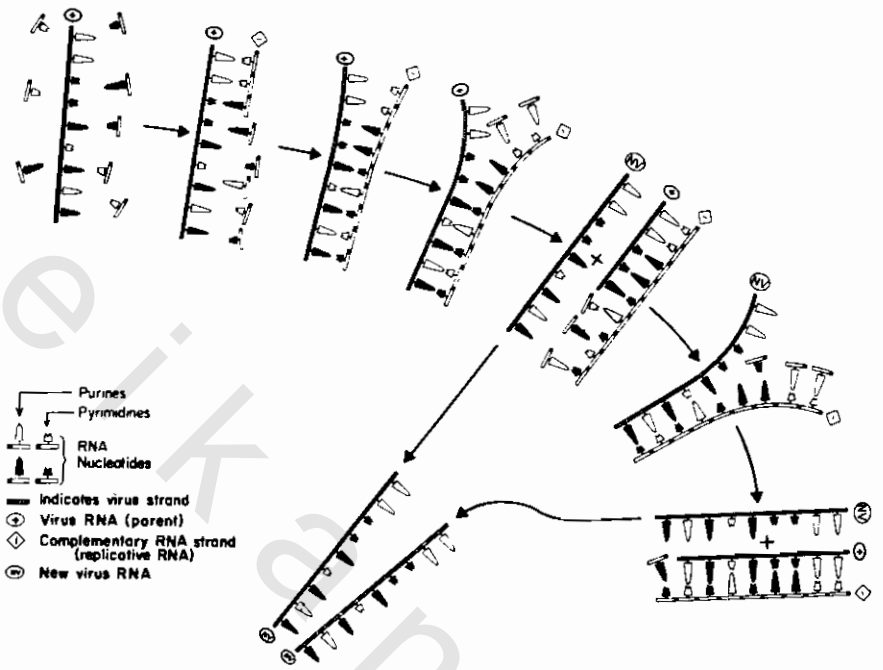
تدخل الفيروسات النباتية خلايا العائل عن طريق الجروح فقط، هذه الجروح قد تكون محدثة ميكانيكياً أو بواسطة عوامل أخرى. وكذلك فإن الفيروسات قد تدخل إلى مبايض الأزهار عن طريق حبوب اللقاح المصابة. إن الحمض النووي RNA الفيروسي، بعد أن يدخل الفيرس في الخلية، يتحرر أولاً من غطاءه البروتيني ثم يحث الخلية على تكوين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

رايبونيوكليك أسد بولي ميريز RNA polymerases. إن هذا الأنزيم في وجود الحمض النووي الفيروسي RNA يعمل كقالب يطبع عليه ما يحتاجه الفيرس، وإن النيوكلوتيدات 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 الفيرس (شكل ٢١٩) وبالتالي فإن الخيطان يشكلان خيط مزدوج من الحمض النووي RNA الذي لا يلبث أن ينفصل ليكون RNA الفيروسي الأصلي، وخيط صورة المرآة ويسمي خيط (–) أما RNA الفيروسي يسمى (+) ، يعني أن الخيط المزدوج من الحمض النووي قد إنفصل 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 نيوكليتيدة لفيرس موزايك الدخان. أربع جينات ترجمت وأنتجت بروتينات من ١١٠٠٠٠ – ١٣٠٠٠٠ ، ١٦٠٠٠٠ – ١٨٠٠٠٠ ، ٣٠٠٠٠ ، ١٧٠٠٠ وزن جزيئي. إن وظائف أكبر البروتينات في أنزيم مضاعفة الفيرس، إن البروتين نو ال ٣٠٠٠٠ يسهل عملية إنتقال الفيرس من خلية إلى خلية، أما بروتين ١٧٠٠٠ يبني الغلاف البروتيني للفيرس. إن ترجمة الوحدة الفيروسية من الشمال `5 الى آخر اليمين `3، 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 فيرس كامل كما في `5 Cap من الوحدة و tRNA تشبه نهاية `3. العدد على طول RNA يدل على النيوكليتيدات.



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 أثنين أو أكثر من جزيئات الفيرس، كما في بعض الفيروسات القضيبية 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 إثنين أو أكثر من جزيئات الفيرس، فإن كل أو معظم هذه الجزيئات يجب أن توجد في نفس الخلية ليتكاثر الفيرس ولتتكشف الاصابة. أما في الفيروسات القضيبية التي فيها خيط واحد من الحمض النووي RNA فإن الحمض النووى RNA هذا ليس معدياً وذلك

لأنه الخيط السالب، وبالتالي فإن هذا الخيط يجب أن ينسخ عنه خيط آخر موجب وذلك بواسطة الأنزيم المحمول مع الفيرس 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 الفيرس وهو غير معدي ويعتمد في تكاثره في العائل على الأنزيم الناسخ الذي هو أيضاً محمول ضمن الفيرس.

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

إن طريقة مضاعفة الخيط او الخيوط المفردة من DNA من الفيرس النباتي ssDNA لم تحدد بعد بأي درجة من التأكيد. أما فيروسات الحيوان والبكتيريا ذات ssDNA فان هذا الاخير يتضاعف عن طريق تكوين دوائر 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 الفيرس. تقريباً فإن جزء فقط من خيط الحمض النووي RNA الفيروسي أو DNA يلزم ليشارك في تكوين البروتين الفيروسي. نظراً لأن كل حامض أميني في جزيء وحدة البروتين ينقل بالشيفرة

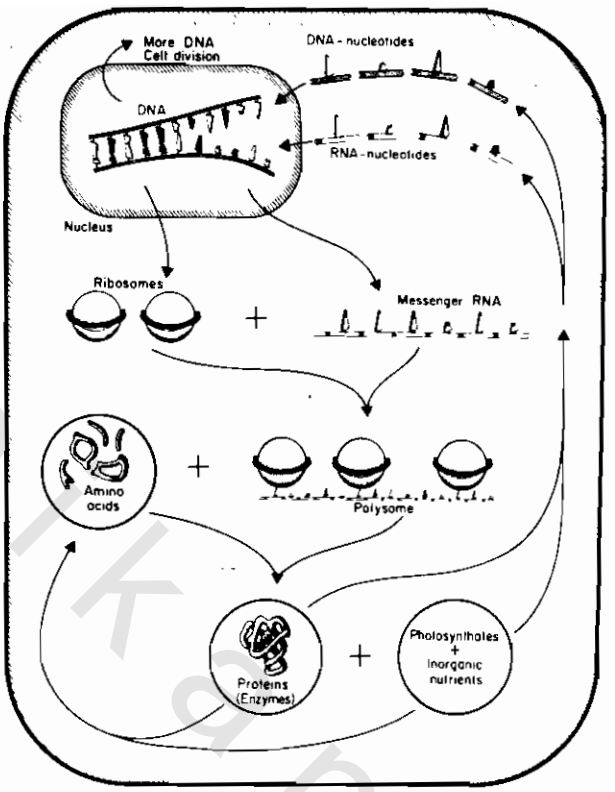
بواسطة ثلاثة نيوكلوتيدات من الحمض النووي RNA الفيروسي، لفيرس موزايك الدخان الذي حامضه النووي يتكون من ٦٤٠٠ نيوكلوتيدة، ويتكون بروتينه من ١٥٨ حمض أميني، فإن ٤٧٤ نيوكلوتيدة فقط يستلزم للشيفرة لترتيب الأحماض الأمينية في وحدات البروتين (شكل ٢١٨).

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 ولترتيب 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 الفيرس الاحماض الأمينية، الرايبوسومات و RNA الناقل في العائل ولكن يصبح مصمم لحاسبه الخاص (RNA الناسخ) والبروتين المتكون يكون إستعماله مقصوراً على الفيرس بشكل غطاء (شكل ٢٢١) أو لوظائف أخرى.

أثناء بناء الفيرس 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 لايزال 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 لتشكل جزيء فيرس كامل والذي يسمى فايرون Virion.



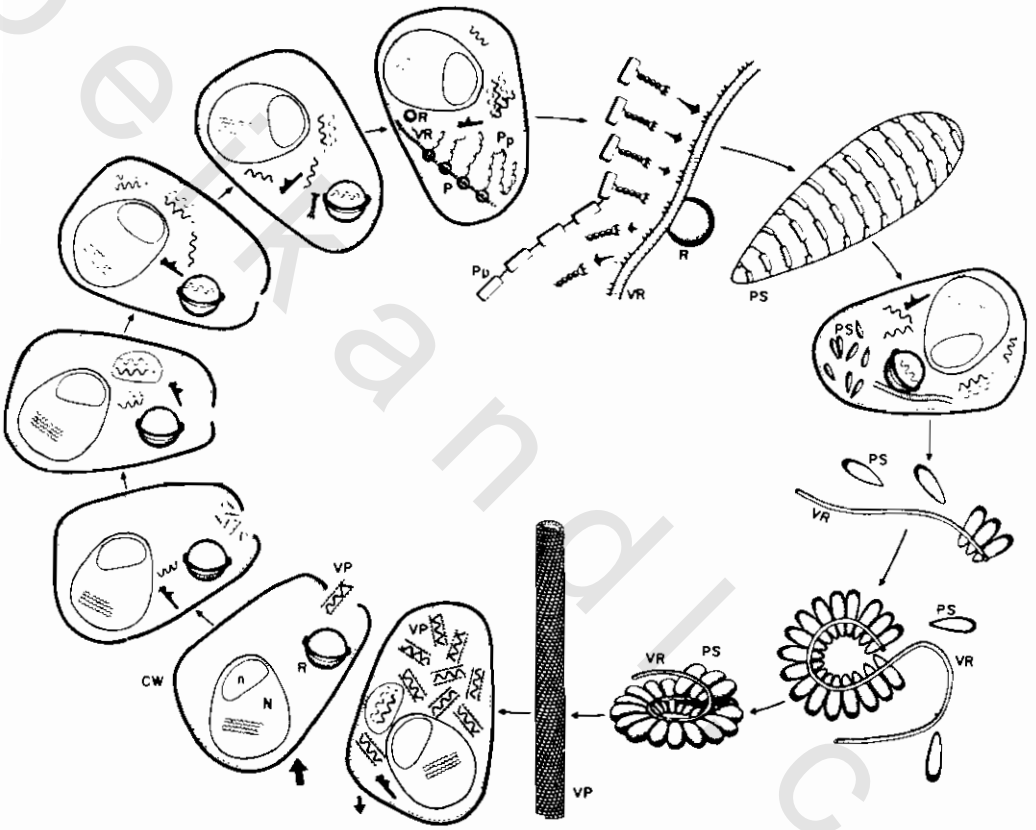
شكل – ٢٢٠

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 فان الحمض النووي الفيروسي RNA بعد أن يتحرر من الغطاء البروتيني فانه يضاعف نفسه في السيتوبلازم حيث هو أيضاً يقوم بعمل RNA ناسخ وكذلك بتعاونه مع الرايبوسومات والحمض RNA الناقل فانه ينتج وحدات البروتين الفيروسي ويتبع ذلك إجتماع RNA مع الغطاء البروتيني ويتكون الفيرون أيضاً في السيتوبلازم. أما في الفيروسات الاخرى مثلاً تلك التي فيها ssDNA فان بناء الحمض النووي

الفيروسي والبروتين بالاضافة إلى إجتماعهما لتكوين فيرون، يبدو أنه يأخذ مجراه في النواة والتي عندئذ تنطلق منها جزيئات الفيرس في السيتوبلازم.

يظهر أولى الفايرونات الكاملة في خلايا النبات بعد عشرة ساعات من الحقن تقريباً. يمكن أن توجد جزيئات الفيرس مفردة أو في مجموعات ويمكن أن تُكون أجسام أمورفية أو أجسام بلورية ضمن الخلية (السيتوبلازم – النواة) التي يمكن أن تتكون فيها.



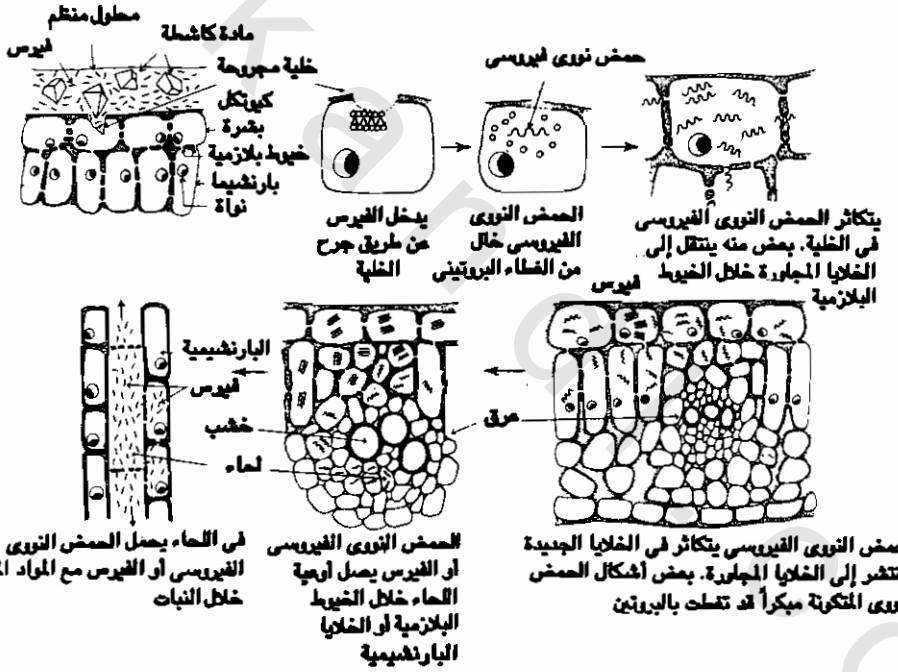
شكل ٢٢١:

تتابع الاحداث فى الاصابة الفيروسية وبناء الفيرس. حيث أن CW = جدار الخلية ، R = رايبوسوم ، N = نواة، n = نوية ، P= رايبوسومات عديدة ، PP=وحدات بروتين أولية، VP= جزيء فيرس ▬ حمض أميني، ▬ RNA فيرس متكرر، ▬ RNA ناقل، أو VR هي RNA فيروسي.

إنتقال وتوزيع الفيروسات في النبات

Distribution and Movement of Viruses In Plant

لكي تحدث إصابة النبات بالفيرس وتأخذ الاصابة مجراها، يجب أن ينتقل الفيرس من خلية إلى أخرى، ويجب أن يتكاثر في معظم إن لم يكن في جميع الخلاي 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 الفيرس في خلايا برانشيما الورقة ١ ملم أو ٨ – ١٠ خلايا في اليوم الواحد.



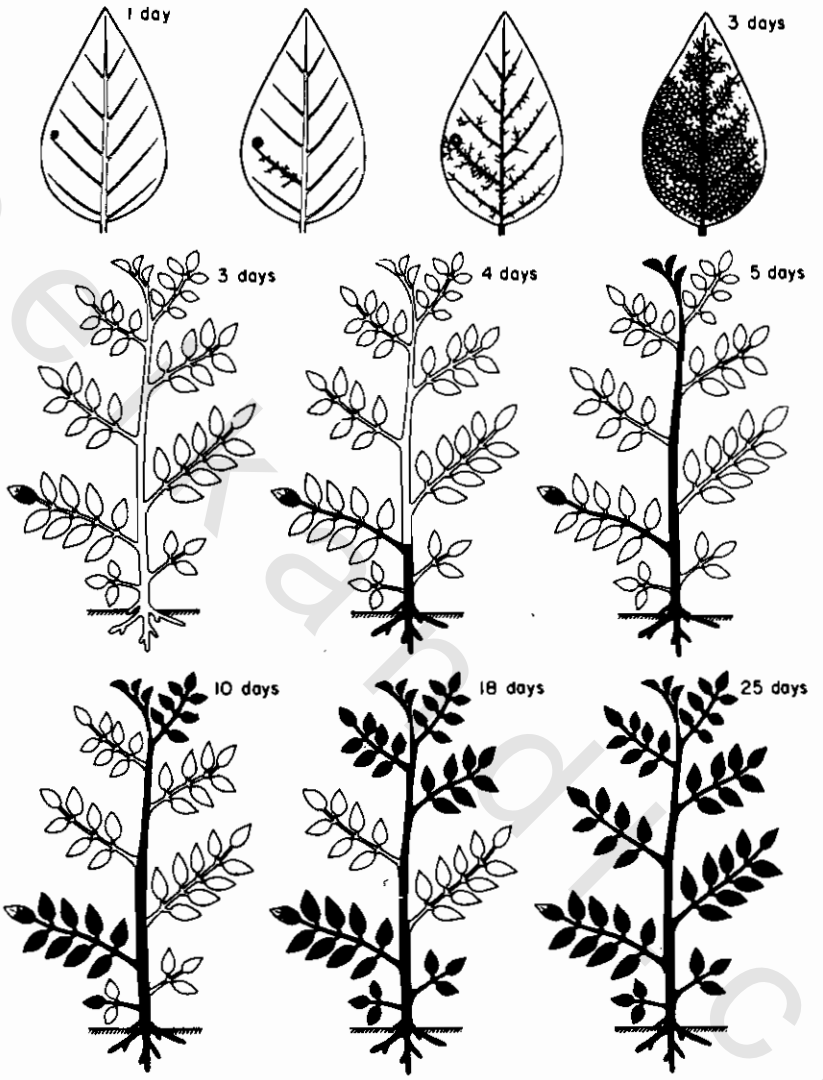
شكل – ٢٢٢

الحقن الميكانيكي والأطوار الأولى في الانتشار الجهازي للفيروسات في النبات.

مع أن بعض الفيروسات تظهر وكأنها محددة في حركتها، تقريباً، من خلية إلى أخرى خلال الخلايا البرانشيمية، إلا أن أعداداً كبيرة من الفيروسات عرف على أنها تنتقل سريعاً ولمسافات 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 الفيرس دخل اللحاء، فإنه يتحرك بسرعة في اللحاء وتكون حركته بإتجاه المناطق النامية (القمم المرستيمية) أو إلى مناطق أخرى من مناطق إستعمال الغذاء في النبات، مثل الدرنات والرايزومات (شكل ٢٢٣)، ومثال على ذلك عندما يدخل فيرس البطاطس في الأوراق القاعدية من نباتات البطاطس الحديثة فإنه يتحرك بسرعة إلى أعلى الساق، ولكن عندما يحقن النبات بالفيرس بعد أن يكون قد كون درنات، فإن الفيرس في هذه الحالة لا يتحرك الى أعلى لمدة تزيد عن ثلاثين يوماً، وذلك لأنه يتحرك إلى أسفل في الدرنات. وإذا فرض وأن دخل الفيرس في اللحاء، فإنه ينتشر جهازياً خلال النبات، ويعود يدخل ثانية الخلايا البرانشيمية المجاورة للحاء خلال الروابط أو الخيوط البلازيمية Plasmodesmate.

إن توزيع الفيروسات خلال النبات يختلف بإختلاف الفيرس وبإختلاف النبات. إن تكشف وظهور أعراض البقع الموضعية Local lesions قد اعتبر على أنه دليلاً على بقاء الفيرس 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 الفيرس استمر في الانتشار وراء حدود البقع.

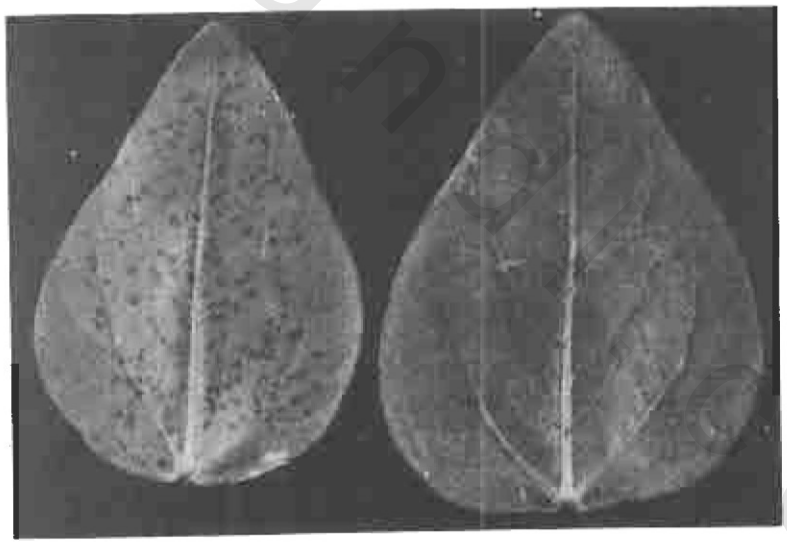
في حالات الاصابات الفيروسية الجهازية، فإن بعض الفيروسات التي تنتقل في اللحاء يبدو أنها تكون محدودة في هذا النسيج وفي قليل من الخلايا البرانشيمية المجاورة. هذه الأمراض تشمل، إلتفاف أوراق البطاطس، الاصفرار المتقزم في الحبوب وغيرها. إن الفيروسات المسببة لمجموعة أمراض الموزايك هي بشكل عام ليست محصورة في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



شكل – ٢٢٣

صورة تخطيطية تمثل اتجاه وسرعة انتقال الفيرس 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 شامل 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 الفيرس. بعض الفيروسات تغزو مباشرة أنسجة القمم المرستيمية المتكونة حديثاً، بينما في حالات أخرى فإن القمم النامية في السيقان أو الجذور للنباتات المصابة، يبدو بوضوح أنها تبقى خالية من الفيرس.



شكل – ٢٢٤

البقع الميتة الموضعية المتسببة بواسطة سلالتين من الفيرس (التبقع الحلقي في الدخان) حقنت ميكانيكياً في أوراق اللوبيا

الأعراض المتسببة عن الاصابات الفيروسية في النبات

Symptoms Due To Viral Infections In Plant.

إن أكثر الأعراض إنتشاراً وأحياناً النوع الوحيد من الأعراض المتسببة عن الاصابة الفيروسية، هي خفض معدل نمو النبات مؤدية إلى درجات مختلفة من صغر حجم النبات أو تقزم كل النبات. مع أن معظم الأمراض الفيروسية يبدو أنها تسبب خفض في الإنتاج الكلي بدرجات متفاوتة، وتقصر 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 والجذور، 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 الاصابات 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 Viruses)، وإن تلك العوائل تسمى الحاملات عديمة الأعراض Symptomless Carriers. في بعض الحالات الأخرى، فإن النباتات التي يتكشف عليها أعراض بعد الاصابة 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 او 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.

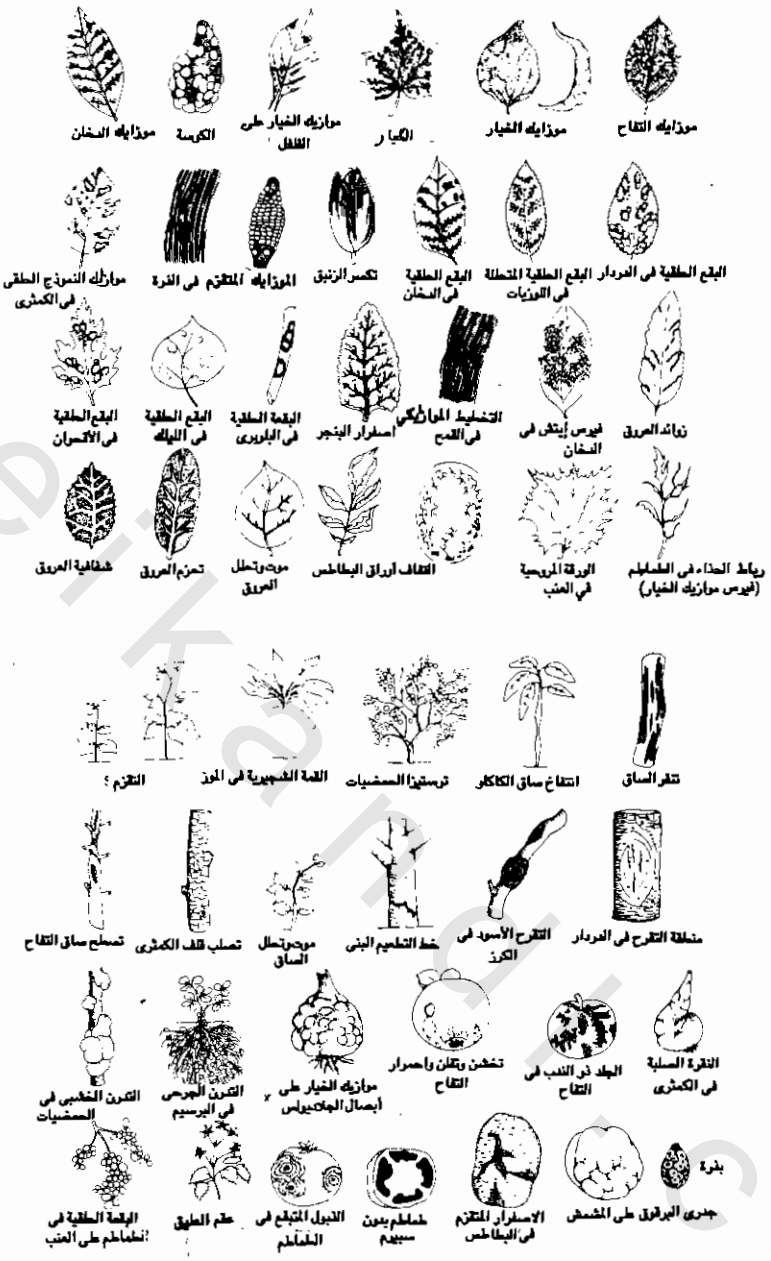
إن أكثر الأعراض المرضية الفيروسية إنتشاراً في النباتات والناتجة عن إصابات فيروسية جهازية هي الموزايك والبقع الحلقية.

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 إبتداءها 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 إلتفاف أوراق البطاطس)، الاصفرار (مثل إصفرار البنجر)، التخطيط (مثل التخطيط في الدخان)، 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 وتشوهه (مثل الأفرع المسطحة في التفاح).

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



شكل - ٢٢٥

أنواع الأعراض المتسببة عن فيروسات النبات.

فسيولوجية النباتات المصابة بالفيرس

Physiological of Plants Infected by Virus

إن الفيروسات النباتية لا تحتوي على أية أنزيمات، توكسينات، أو مواد أخرى والتي يعتقد بأنها داخلة 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 الفيرس الكامل في النبات، حتى بكميات كبيرة، يبدو أنه ليس سبباً كافياً لتفسير الأوضاع المرضية، وذلك نظراً لأن بعض النباتات تحتوي على تركيزات عالية جداً من الفيرس 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 الفيرس نفسه، ولكن تكون راجعة إلى تأثيرات أخرى كثيرة غير مباشرة من الفيرس على عمليات التمثيل في العائل. إن هذه التأثيرات من المحتمل أنها قد تسببت عن طريق كون الفيرس 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 للفيرس 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 الاصابة بالفيرس، 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 النيتروجينة غير الفيروسية في النباتات المريضة تبدو بشكل عام أقل من تلك الموجودة في النباتات السليمة، من المحتمل أن يكون ذلك بسبب الفيرس، الذي في بعض النظم (الفيرس – العائل) يمكن أن تقدر أن ٣٣ – ٦٥٪ من النيتروجين الكلي في النبات تكوّن 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 للفيرس.

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 الفيرس 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 أى شيء يتعلق بنمو النبات وتمايزه، ونظراً لأن نواتج أكسدة الفينولات يمكن نفسها، بسبب سميتها، أن تكون مسئولة عن تكشف 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 السبب 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، البذور، حبوب اللقاح، الحشرات، الحلم، النيماتودا، الحامول والفطريات.

بعض طرق إنتقال الفيرس (مثلاً خلال وسائل التكاثر الخضرية والبذور) تكون مهمة بشكل اساسي في نقل الفيرس من جيل نباتي الى الذي يليه، ولكنها لا تلعب اي دور في إنتشار الفيرس من النباتات المريضة الى السليمة في نفس الجيل النباتي. وبواسطة الطرق نفسها، فانها تعطي نتائج فقط في الاصابة الاولية في النبات وفقط في الأمراض احادية الدورة. ومن ناحية أخرى فان الطرق الاخرى في إنتقال الفيرس خاصة تلك المتضمنة عوامل إنتقال مثل الحشرات فانها لا تجلب الفيرس الى المحصول فقط (اصابة اولية) ولكنها أيضاً تؤدي الى إنتقال الفيرس 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 الدورة، وإن عدد دورات المرض خلال الموسم تختلف من عدد قليل (٢ - ٥ في حالة النيماتودا الناقلة للفيرس) الى عدة دورات (١٠ - ٢٠ أو أكثر في حالة المن الناقل للفيرس) وطبعاً فان الفيروسات التي تنتقل بوسائل التكاثر الخضري أو البذور، عندما تنتقل بواسطة عوامل ناقلة فان توفر كلاهما (لقاح اولي كبير في المحصول وإنتشار ثانوي فعال للفيرس بواسطة العوامل الناقلة) كثيراً ما تؤدي الى إصابات مبكرة وكاملة لنباتات المحصول وما يتبع من خسائر كبيرة.

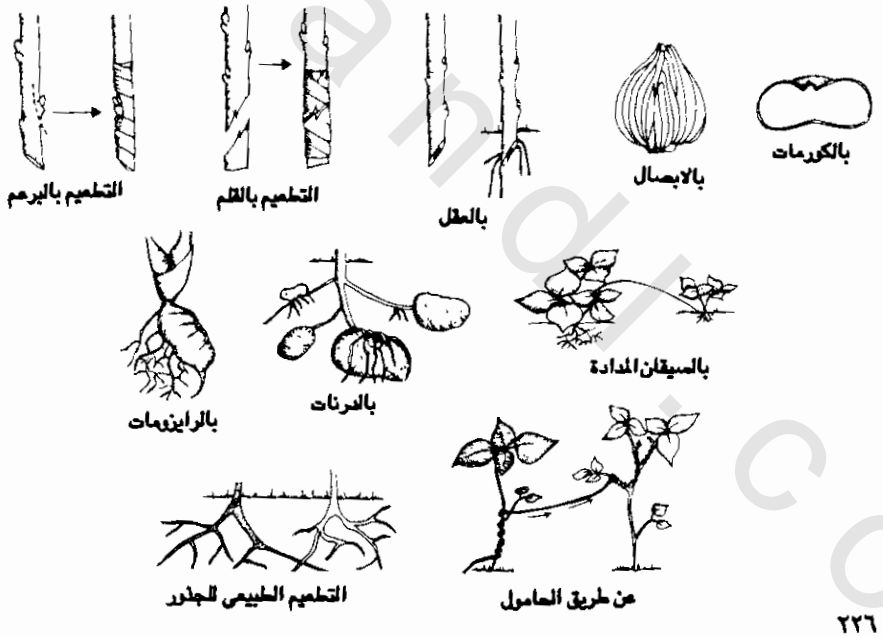
نقل الفيرس بوسائل التكاثر الخضري

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 تنقل، 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 الدرنات، الكورومات أو العقل، 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 الفيرس 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 الجذور طبيعياً بين النباتات المتجاورة، خاصة الأشجار حيث أن جذورها في حالات كثيرة تختلط وتتلامس مع بعضها البعض. إن التطعيم الطبيعي للجذور 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 للجذور وعن طريق الحامول.

النقل الميكانيكي للفيروسات في العصارة النباتية

Mechanical Transmission of Plant Virvses Through Plan Sap

إن النقل الميكانيكي للفيروسات النباتية في الطبيعة، يكون بواسطة النقل المباشر للعصارة عن طريق تلامس إحدى النباتات بالآخر، 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 فيرس موجود في العصارة (شكل ٢٢٧ ، ٢٢٨). إن فيرس 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 الصوبا الزجاجية، وإذا ما حصل وأن بعض العصارة الحاملة للفيرس إلتصقت بالأدوات الزراعية، بالأيدي أو بالملابس، فإن الفيرس ينتقل مصادفة إلى النباتات التي تجرح فيما بعد. قد يكون انتقال الفيرس عن طريق العصارة سريعاً وواسع الانتشار، كما في حالة فيرس موزايك الدخان عند انتقاله إلى نباتات الدخان والطماطم، ويمكن أن يؤدي إلى خسائر خطيرة وكبيرة جداً. إن العصارة المصابة (الملوثة) بالفيرس والمنقولة من نبات إلى آخر على أجزاء الفم أو على أجسام الحيوانات التى تتغذى على النباتات وتنتقل بينها، يمكن في أحيان نادرة أن تؤدي إلى نقل الفيرس.

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 الفيرس خارج العائل تعتمد على مقدرة إثبات وقياس درجة العدوى لتلك المادة.

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

(شكل ٢٢٧). يؤدى تكسير الخلايا إلى إنطلاق الفيرس في العصارة. أحياناً يضاف محلول منظم، عادة محلول منظم فسفاتي، وذلك لجعل الفيرس 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 فيرس مركز ونقي. بعد ذلك تؤخذ العصارة الخام أو المنقاة جزئياً وتضاف على سطوح الأوراق الحديثة في النباتات الحديثة التي تكون قد عُفِّرت بمادة كاشطة أو مادة جارحة مثل الكاربوراندم (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 بالكاربوراندم، 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 الفيرس خلايا النبات عن طريق الجروح المتكونة بواسطة المادة الجارحة أو الكاشطة أو يدخل الفيرس عن طريق الشعيرات المكسرة ويبدأ إصابات جديدة. في العوائل النباتية التي تظهر أعراض البقع المحلية، تظهر الأعراض عادة خلال ٣ – ٧ أيام أو أكثر بعد الحقن، ويكون عدد البقع المتكونة متناسباً مع تركيز الفيرس 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 الفيرس 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 فيرس ذكر على أنها تنقل بالبذرة، وكقاعدة، فإن نسبة صغيرة فقط (١ - ٣٠٪) من البذور المأخوذة من نباتات مصابة بالفيرس تستطيع أن تنقل الفيرس، وإن حدوث هذه النسبة يختلف باختلاف مرافقة الفيرس مع العائل (شكل ٢٢٨). في حالات قليلة مثل فيرس التبقع الحلقي في الدخان عندما يصيب فول الصويا، فإن الفيرس 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 فيرس موزايك الكوسة عندما يصيب الشمام، ٥٠ - ١٠٠٪ في فيرس 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 الفيرس.

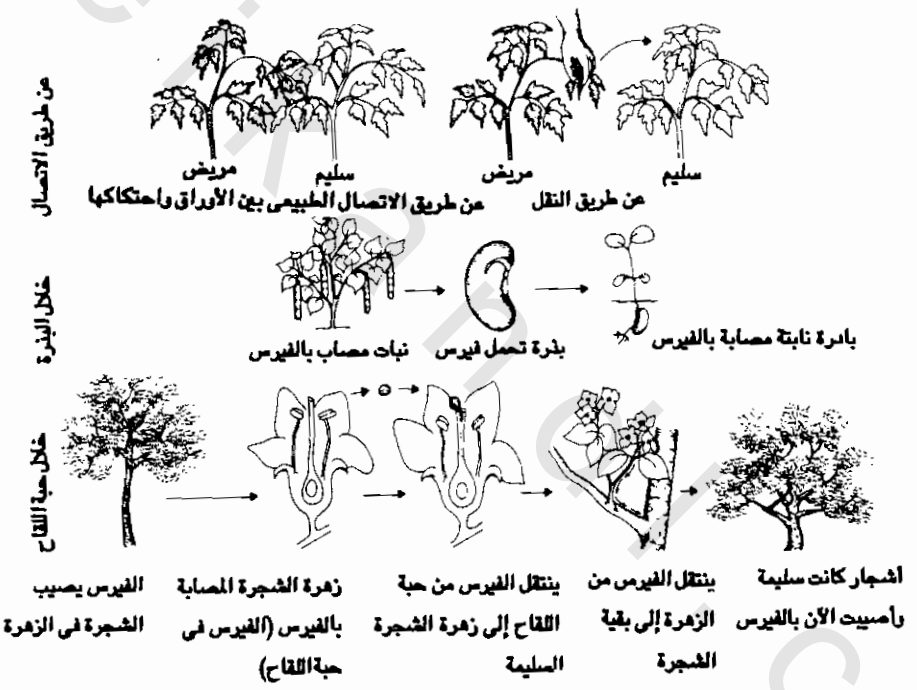
في معظم الفيروسات التي تنتقل بالبذور، يبدو أن الفيرس يأتي بشكل أساسي من المبيض في النباتات المصابة، ولكن هناك حالات عديدة معروفة والتي فيها يصل الفيرس إلى البذرة، غالباً، بحيث يكون محمولاً مع حبة اللقاح التي أخصبت الزهرة.

إنتقال الفيرس 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 الفيرس يمكن أن ينتشر خلال الزهرة المخصبة ويتجه إلى أسفل في النبات الأم الذي يحمل الزهرة والذي يصبح مصاباً بالفيرس (شكل ٢٢٩). هذا النوع من طرق إنتقال الفيرس من نبات إلى آخر عن طريق حبة اللقاح من المعلوم أنه يحدث في الطبيعة مثل فيرس 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.

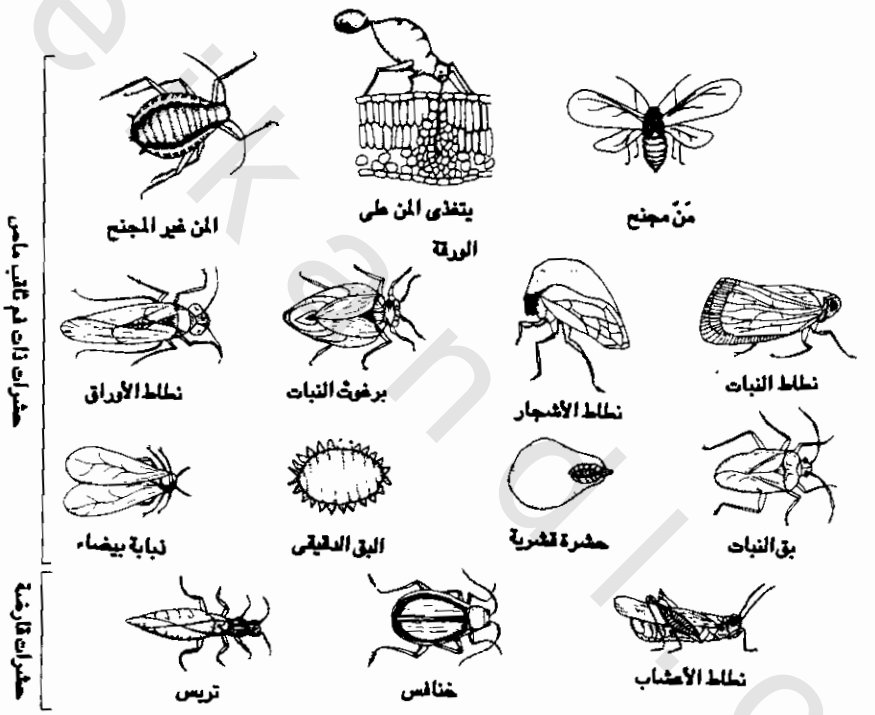
نقل الفيروس بالحشرات :

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 تحتوي، 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، التربس Thysanoptera ، الخنافس Coleoptera ونطاطات الأعشاب Orthoptera . إن أكثر النواقل الحشرية أهمية في نقل الفيرس 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 للفيرس لها أجزاء فم قارضة. إن نقل الفيرس 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 الفيرس داخلياً وبعد مرور الفيرس خلال أنسجة الحشرة فإنها تدخل الفيرس في النبات ثانية خلال أجزاء فمها، وهذا النوع من الفيروسات يسمى فيروسات عابرة (circulative or persistent viruses) والمقصود بكلمة عابرة أي أنها

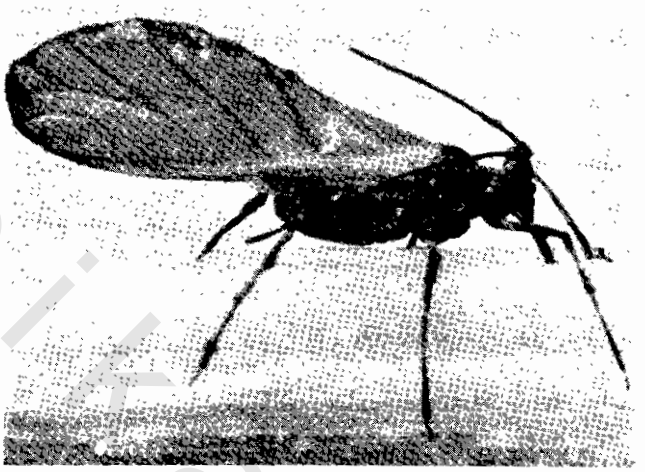
تدخل في داخل جسم الحشرة. بعض الفيروسات العابرة يمكن أن تتكاثر في الناقلات الحشرية التي تحملها وعندئذ تسمى فيروسات متكاثرة (propagative viruses). إن الفيروسات المنقولة بالحشرات ذات أجزاء الفم القارضة يمكن أيضاً أن تكون فيروسات عابرة أو أنها تحمل فقط على أجزاء الفم.



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، وتنقل الغالبية العظمى ١٧٠ تقريباً من كل الفيروسات المحمولة على أجزاء الفم (شكل ٢٣٠).



شكل – ٢٣٠

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

وكقاعدة فإن عديداً من أنواع المن تستطيع نقل نفس الفيرس المحمول على أجزاء الفم، وإن نفس النوع من المن يستطيع نقل عديدا من الفيروسات، ولكن في حالات كثيرة تكون العلاقة بين الفيرس 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 الفيرس بعد أن ينتقل ويتغذى على نبات سليم لنفس المدة القصيرة، بضع ثوان. إن طول المدة الزمنية التي يبقى فيها المن شديد احداث الاصابة بعد اكتسابه للفيرس المحمول على أجزاء الفم تتراوح من بضع دقائق إلى عدة ساعات والتي بعدها لا يستطيع المن أن ينقل الفيرس. في حالات أخرى قليلة من نقل المن للفيروسات العابرة فإن المن لا يستطيع أن ينقل الفيرس مباشرة بل يجب أن ينتظر عدة ساعات بعد فترة التغذية التي حصل فيها

على الفيرس، ولكن لو فرض وأن إبتدأ في نقل الفيرس فإنه يستمر في نقله لعدة أيام تلي إبعاد الحشرة عن مصدر الفيرس. في الفيروسات التي تنتقل على أجزاء الفم في حشرات المن، يبدو أن الفيرس 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 الفيرس 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.

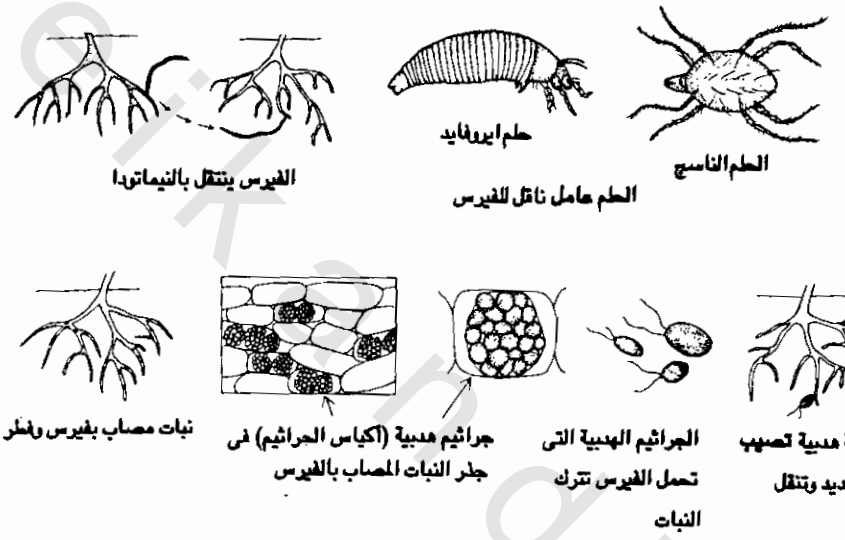
إن الفيروسات المنقولة بواسطة نطاطات الأوراق تسبب اضطرابات في النباتات والتي تنشأ أساساً في منطقة اللحاء. إن كل الفيروسات النباتية التي تنقل بواسطة نطاطات الأوراق هي فيروسات عابرة، ولقد عرف العديد منها الذي يتكاثر في داخل الحشرة (فيروسات متكاثرة)، وبعضها يبقى بعد الانسلاخ وتنتقل بدرجة كبيرة أو صغيرة خلال 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 احداث الإصابة، ولكن إذا ما حصل وأن اكتسبت الحشرة الفيرس فإنها قد تبقى قادرة على إحداث الاصابة طيلة بقية حياتها. هناك عادة فترة حضانة تتراوح من ١ -٢ أسبوع، وهي المدة الزمنية بين الوقت الذي يكتسب فيه نطاط الأوراق الفيرس والوقت الذي يستطيع فيه أن ينقل الفيرس 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 فم ثاقبة ماصة (شكل ٢٣١). إن نقل الفيروسات بواسطة الحلم إيروفيد

eriophyid ، يبدو أنه نقل متخصص تماماً نظراً لأن كل من هذا الحلم له مدى عوائلي محدد، وأنه الناقل الوحيد المعروف للفيرس 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 الحَلَمْ).



شكل – ٢٣١

نقل فيروسات النبات بالنيماتودا ، الحلم ، الفطريات.

نقل الفيرس بالنيماتودا

Transmission of Virus by Nematodes

لقد عرف عشرون فيروساً نباتياً ، تقريباً ، تنقل 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 mosaic ، الورقة المروحية في العنب، وفيروسات أخرى. بينما النيماتودا من الجنس تريكودورس *Trichodorus*، والجنس باراتريكودورس *Paratrichodorus* تنقل فيروسات عصوية (إثنان فقط)، فيرس خشخشة الدخان tobacco rattle virus ، وفيرس التلون البني المبكر في البسلة. تنقل العوامل الناقلة النيماتودية الفيرس عن طريق تغذيتها على جذور النباتات المصابة ومن ثم تنتقل وتتغذى على جذور 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 جذور بعض النباتات والذي يسمى أوليبيديم *Olpidium* ينقل على الأقل أربعة فيروسات نباتية، فيرس نكروزز الدخان ، فيرس نكروزز 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 الفيرس بالحامول

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 الحامول، كسكوتا. *Cuscuta sp.* (شكل ٢٢٦). إن أعداداً كبيرة من الفيروسات تنقل بهذه الطريقة. كثيراً ما يستعمل الحامول في نقل الفيرس بين نباتات تتبع إلى عوائل متباعدة جداً من ناحية تصنيفية. عادة ينتقل الفيرس إيجابياً مع سيل الغذاء في نبات الحامول بعد أن يكون قد حصل عليه من الحزم الوعائية في النبات المصاب بواسطة ممصات الحامول وبعد أن ينتقل خلال لحاء الحامول فإنه يدخل في النبات الآخر عن طريق ممصات الحامول الجديدة التي يكونها عليه والتي تكون ملامسة 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 –٣ دورات متبادلة عالية السرعة (٤٠,٠٠٠ – ١٠٠,٠٠٠ g أو أكثر) حيث أن g= تسارع الحركة = ٩٨٠ سم / ث^{٢})، ومنخفضة السرعة (٣٠٠٠ – ١٠٠٠٠ g) . إن هذه العملية تؤدي إلى تركيز الفيرس 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 الفيرس وتعطي نتائج ممتازة (شكل ٢٣٢). في كل تلك الطرق فإن الفيرس 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 (الأمصال) في الفيروسات النباتية

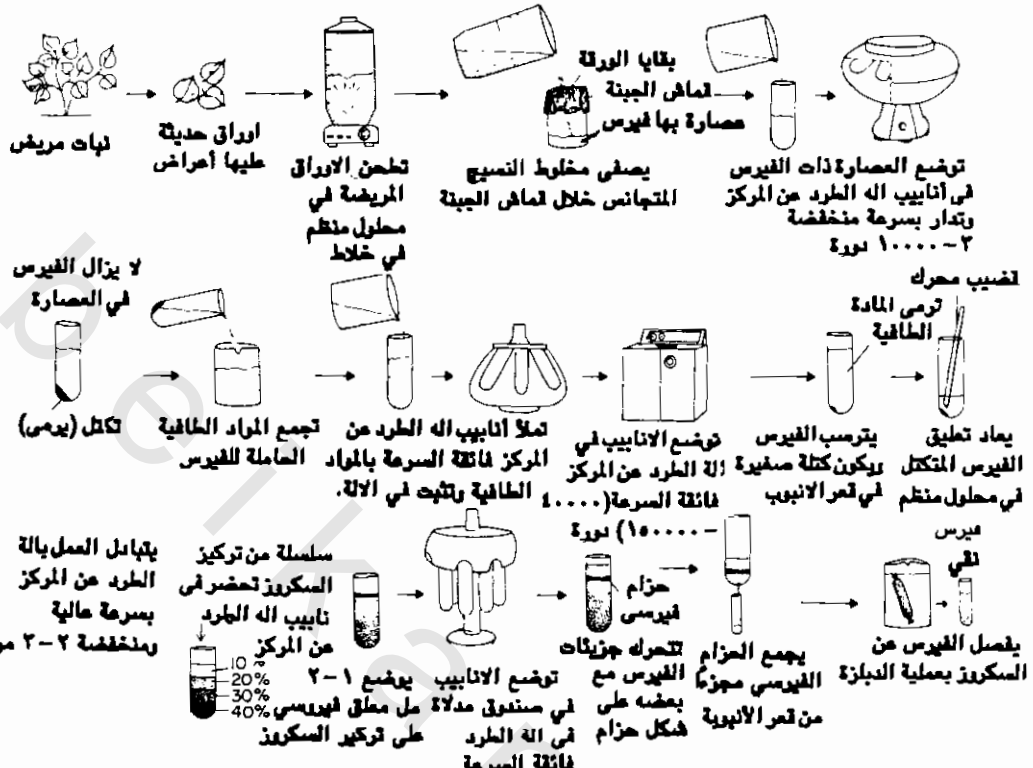
Serology of Plant Viruses

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 او الرومي، هذا الحقن يؤدي الى ظهور بروتينات جديدة خاصة تسمى أجسام مضادة في سائل الدم او سيرم الحيوان. تتفاعل الاجسام المضادة تخصصياً مع الجسم الغريب الذي حقن في الحيوان (الانتجين) ويرتبط معه في منطقة ضيقة هذه المنطقة تسمى المحدد الأنتجيني. إن كل أنتجين مثل الفيرس له عدة محددات أنتجينية مختلفة (المجموعة المتميزة من ٦ - ١٠ أحماض أمينية) على سطحه، ونظراً لأن كل واحد منها يأمر بانتاج نوعاً مختلفاً من الجسم المضاد، فان السيرم المضاد (السيرم المحتوي على الأجسام المضادة) من الحيوان يحوي على مزيج من عديد من الأجسام المضادة المختلفة. إن مثل هذا المزيج من الاجسام 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 المرض) ومثل هذه الاجسام 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. ولسوء الحظ فان مثل هذه الخلايا لا تنقسم وبالتالي فان فائدتها تكون محدودة. واذا ما التحمت مثل هذه الخلية المنتجة للجسم المضاد مع خلية سرطانية في الفأر فانها 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 اورام مهجنة hybridomas وتستطيع أن تنمو في مزرعة لمدة عدة شهور أو سنوات وتنتج كميات كبيرة من الاجسام 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 الفيرس 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 الفيرس.

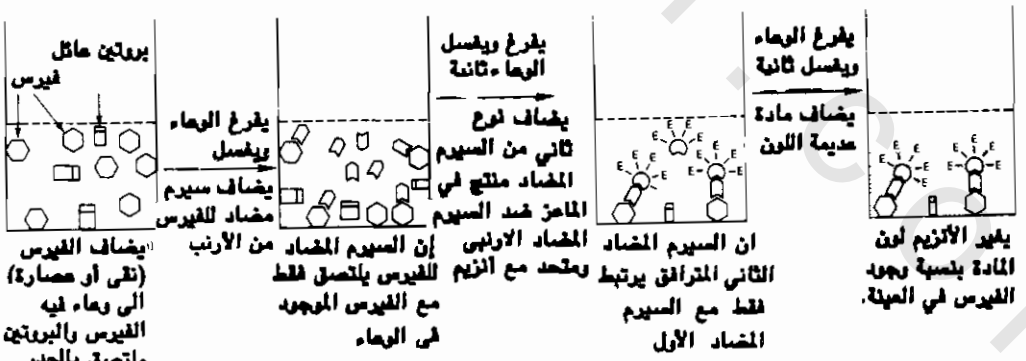
إن الفيرس والجسم المضاد الذي كونه، تتفاعل مع بعضها البعض بعدة طرق، والطريقة الاكثر شيوعاً هي تفاعل الترسيب. في هذا التفاعل فان الأجسام المضادة والانتيجينات تخلط في محلول (إختبار الترسيب). او أنهما يتقابلان بين سطحي المحلولين (بين محلولين) احدى المحلولين يحتوي الاجسام المضادة والآخر يحوي الأنتجين (هذا الاختبار يسمى إختبار الترسيب الحلقي) أو انهما ينتشران باتجاه بعضهما البعض خلال آجار جلي ويتقابلان في منطقة بتركيزات مناسبة (هذا الاختبار يسمى إختبار Ouchterlony). احياناً يمتص الانتجين على سطوح الأجزاء الكبيرة مثل الخلية، البلاستيدة او كريات لبن الأشجار، وهذه تترسب بواسطة مواد مضادة أخرى (وهذا يسمى تفاعل التلبد أو التجمع agglutination). في كل تلك الاختبارات فان تفاعل الانتجين والجسم المضاد يصبح مرئياً وملاحظاً، إما بواسطة ترسب الاثنين في قعر أنبوبة الاختبار او بتكوين قرص أو حلقة في السطح الفاصل بين التحضير الفيروسي والجسم المضاد عند تقابلهما شكل ٢٣٤

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 واحدثت 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 المزدوج ELISA المشطور يشار إليه عادة ELISA المباشر وتجرى الطريقة كالآتي : - تحضر تجويفات صغيرة سعتها ٠,٤ ملتر من صفائح عديد الستايرين ذات عيار حجمي دقيق في البداية تمتلىء لنصفها ثم بعد ذلك تسكب فوقها بالتتابع : -



شكل - ٢٣٢

خطوات تنقية الفيروست النباتية.



شكل ٢٣٣ : تمثيل تخطيطي للخطوات المستعملة في إختبار ELSA غير المباشر

١) أجسام مضادة للفيرس ٢) تحضيرات فيروسية أو عصارة من نبات مصاب ٣) أجسام مضادة للفيرس الذي إرتبط 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 ٣٠ – 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 فيرس في العينة (خطوة رقم ٢ السابقة). إن درجة التلون الواضح أو حجم القراءة الذي يدل عليه الجهاز اللوني يكون متناسباً مع كمية الفيرس الموجودة في العينة وبالتالي هو مقياس لهذه الكمية.

وفي شكل مختلف عما سبق وتسمى طريقة ELISA غير المباشرة (شكل ٢٣٣) فان تتابع الخطوات الأولى والثانية يعاد ثانية وأيضاً الخطوة الثالثة، فان الاجسام المضادة في معقد الأنزيم والجسم المضاد ليست ضد الفيرس ولكنها في الواقع أجسام مضادة ضد بروتينات الجسم المضاد في الحيوان الذي أنتج فيه الجسم المضاد للفيرس، وهذا يعني أنها مضادة للاجسام المضادة في الأرنب والمنتجة في حيوان آخر مثل الماعز وجميع الاجراءات الاخري هي نفسها. إن فائدة ELISA غير المباشرة أن معقد أنزيم الجسم المضاد مضاد الأرنب يمكن أن يستعمل في الخطوة الثالثة من إختبار ELISA لأي فيرس طالما أن الاجسام المضادة الأولى أنتجت في الأرنب وهذا يعني أنها ضد الفيرس 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 الأجراء يمكن أن يكون نصف اوتوماتيكي. ٦) يمكن أن تجري هذه الاختبارات بغض النظر عن حجم وتركيز الفيرس.

وبسبب هذه الفوائد فان ELISA حلت بسرعة محل جميع طرق التشخيص السيرولوجية الاخرى.

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

تحضر شباك للميكروسكوب الالكتروني للفيرس الموجود بتركيز منخفض أو مخلوطاً مع فيروسات أخرى. في البداية تغلف هذه الشباك بجسم مضاد للفيرس. بعد ذلك تؤخذ عينة الفيرس وتوضع على شبكة مغطاة بالجسم المضاد، عندما تصطاد الاجسام المضادة الفيرس من العينة وتركزه على الشبكة حيث يتوفر هناك ويكتشف بسهولة بواسطة الميكروسكوب الالكتروني ويُعرَّف 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 اولاً ، يعنى تقتل بالاسيتون أو مركبات عضوية أخرى. تعامل أنسجة الورقة الميتة بأجسام مضادة لفيرس قد عُلِّم سابقاً بمركب معين Fluorescent isothiocyanate (FITC) 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 سيرولوجي 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 السيرولوجي لقياس الفيرس كمياً، ولتعيين الفيرس ضمن الخلية أو النسيج (تحديد مكانه). وتستعمل للكشف عن الفيروسات النباتية في الحشرات، ولتنقية الفيرس.

شكل – ٢٣٤

إنتاج السيرم المضاد والاختبارات السيرولوجية لتعريف الكائن الممرض المجهول.

تسمية وتصنيف فيروسات النبات

Classification and Nomenclature of Plant Viruses.

لقد بنيت تسمية فيروسات النبات على أكثر الأعراض وضوحاً التى 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 التبقع الحلقي على الطماطم، يسمى فيرس التبقع الحلقي في الطماطم، ويسمى المرض التبقع الحلقي

في الطماطم وهلم جرا. وبإعتبار الاختلافات في الأعراض المتسببة عن نفس الفيرس على نفس العائل تحت ظروف بيئية مختلفة أو بواسطة سلالات مختلفة من فيرس معين على نفس العائل، أو بواسطة نفس الفيرس 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 الفيرس. والفيروسات التي ضمن كل قسم إما أن تكون حلزونية أو كروية أو مكعبة (عديدة الأوجه)، ضمن كل تحت 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 الى بعض المواد الخاصة، لها بعض التناسق في الحلزون في الفيروسات الحلزونية أو عدداً من الوحدات في الفيروسات الكروية أو متعددة الأوجه أو المكعبة، حجم الفيرس، وأخيراً أي صفات فيزيائية أو كيميائية أو حيوية تتعلق بالفيرس.

أولاً : فيروسات ssRNA بدون غلاف

A : فيروسات عصوية الشكل

300 x 18 nm ١ – مجموعة فيرس موزايك الدخان. وتشمل فيرس موزايك الدخان بالاضافة الى عشرة فيروسات اخرى.

46 - 200 x 22 nm. ٢ – مجموعة فيرس خشخشة الدخان. فيرس خشخشة الدخان وفيرس البسلة البني المبكر

100 - 150 x 20 nm. ٣ – مجموعة فيروسات الشعير. فيرس الموزايك المخطط في الشعير بالاضافة الى ثلاثة فيروسات أخرى

B : فيروسات ذات جزيئات خيطية او مرنة.

٤ – مجموعة فيروسات البطاطس . فيرس X البطاطس بالاضافة الى ٣٥ أخرى. 480 - 580 x 13 nm.

٥ – مجموعة فيروسات القرنفل. فيرس القرنفل الكامن بالاضافة الى ٣٤ أخرى. 600 - 700 x 13 nm.

٦ – مجموعة فيرس y البطاطس. تشمل فيرس y البطاطس بالاضافة الى ١٠٤ أخرى، 680 - 900 x 11 nm.

٧ – مجموعة الفيروسات المعلقة. فيرس اصفرار البنجر بالاضافة الى ٢٢ أخرى. 600 - 2000 x 12 nm. ،

C : فيروسات متساوية القياس (ايزومترية) :

I : احادية الشقوق

٨ – فيرس تقزم وشحوب الذرة . عضو فريد 30 nm.

٩ – فيرس نكروزز الدخان . عضو فريد. 30 nm.

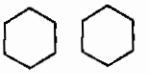
١٠ – مجموعة فيروسات اللفت . فيرس الموزايك الأصفر في اللفت بالاضافة الى ١٦ أخرى. 30 nm.

١١ – مجموعة فيروسات موزايك البسلة. فيرس موزايك البسلة الجنوبي + ١٠ أخرى. 30 nm.

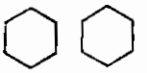
١٢ – مجموعة فيروسات الطماطم الشجيرية. فيرس التقزم الشجيري في الطماطم بالاضافة الى ١١ أخرى 34 nm.

١٣ – مجموعة فيروسات الليتو. فيرس تقزم واصفرار الشعير بالاضافة الى ٧ أخرى 30 nm.

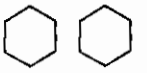
II : فيروسات ثنائية الشقوق


30 nm.

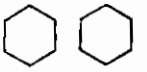
١٤ – مجموعة فيروسات اللوبيا . فيرس موزايك اللوبيا + ١٥ أخرى


30 nm.

١٥ – مجموعة فيروسات نيبو. فيرس البقعة الحلقية في الدخان + ٢١ أخرى

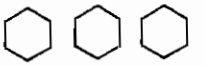

30 nm.

١٦ – فيرس موزايك الزوائد في البسلة. عضو فريد

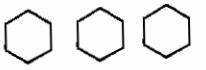

30 nm.

١٧ – مجموعة فيروسات القرنفل. فيرس التبقع الحلقي في القرنفل + ٢ أخرى.

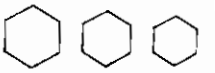
III : فيروسات ثلاثية الشقوق


29 nm.

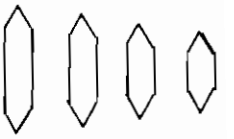
١٨ – مجموعة فيروسات موزايك الخيار. فيرس موزايك الخيار + ٢ أخرى


29 nm.

١٩ – مجموعة فيروسات البروم. فيرس موزايك البروم + ٣ أخرى


26 - 35 nm.

٢٠ – مجموعة Ilavirus. فيرس تخطيط الدخان + ١٤ أخرى


28 - 58 x 18 nm.

٢١ – فيرس موزايك البرسيم الحجازي. عضو مفرد

ثانياً : – فيروسات ssRNA ذات غلاف

80 nm.

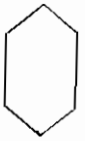
٢٢ – فيرس الذبول المتبقع في الطماطم. عضو مفرد

135 - 380 x 45 - 95 nm.
(-) ssRNA

٢٣ – Rhabdoviridae. فيرس الاصفرار نو البقع الميتة في الخس + ٣٠ أخرى

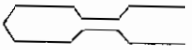
obeikandl.com

ثالثاً : فيرسات dsRNA



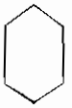
٢٤ – Reoviridae. فيرس الورم الجرحي + ٩ أخرى 70 nm

رابعاً : فيروسات ssDNA

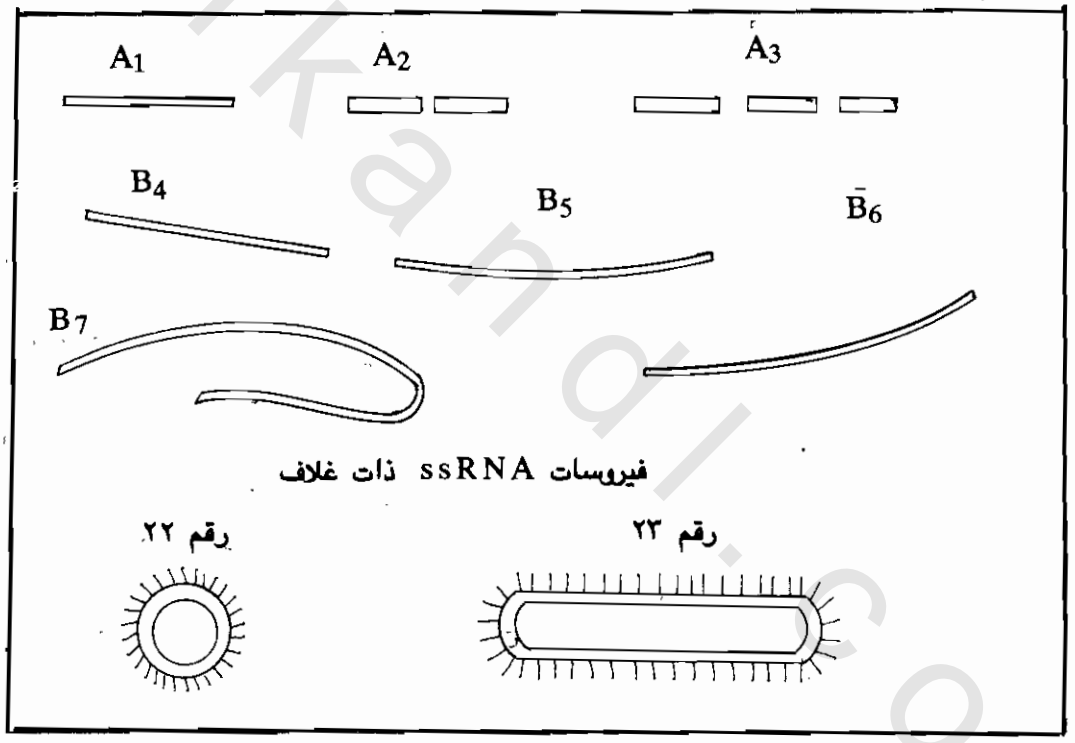


٢٥ – مجموعة Geminivirus. فيرس تخطيط الذرة + ١٤ أخرى 18 x 30 nm

خامساً : - فيروسات dsDNA



٢٦ – فيرس القرنبيط. فيرس موزايك القرنبيط + ١١ أخرى. 50 nm



شكل ٢٣٥

مجموعات فيروسات النبات

في كثير من أمراض النبات والمفترض أنها متسببة عن فيروسات، لغاية الآن لم يلاحظ الفيرس المسبب، ومن المحتمل أن بعض هذه الأمراض سيثبت مؤخراً بأنها متسببة عن كائنات أخرى عدا عن الفيرس، 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 ٢٣٥) الذي فيه قد قسمت الفيروسات إلى مجموعات طبقاً للصفات المذكورة أعلاه، وطبقا لشكل وحجم الفيرس وطبقاً لصفات أخرى عديدة فريدة لفيروسات النبات. ولقد سميت المجموعات بعد أن سمي الفيرس النموذجي فيها وتكون متبوعة بدراسة موضحة فيما إذا كان الفيرس يحتوي على RNA أو DNA ، خيط واحد أو خيط مزدوج، ونسبة الـ RNA أو الـ DNA ، والوزن الجزيئي للفيرس، وفيما إذا كان الفيرس والحمض النووي وما يحيط به من بروتين على شكل متطاول 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 فيرس، فإنه قد يكون من الضروري إتباع سلسلة من الاختبارات لتحديد هوية هذا الفيرس، من هذه الاختيارات المدى العوائلي للفيرس هذا يعني تحديد العوائل التي عليها يحدث الفيرس أعراض وكذلك تحديد أنواع الأعراض الناتجة، هذا قد يساعد في تمييز هذا الفيرس عن الفيروسات الأخرى العديدة. ومن تلك الاختبارات أيضاً دراسة طرق الانتقال تعطي دليلاً فيما إذا كان الفيرس ينتقل ميكانيكياً وإلى أي العوائل، أو انتقاله بواسطة الحشرات وأي حشرات تنقله. وهكذا، تدرس كل صفة جديدة تكتشف حيث تساعد في تمييز الفيرس أكثر. إذا نقل الفيرس ميكانيكياً، فإن بعض صفات الفيرس مثل درجة الحرارة المميتة (وهي درجة الحرارة المطلوبة لتثبيط الكامل للفيرس في عصارة خام غير معاملة أثناء تعريضها للحرارة لمدة عشرة دقائق)، وكذلك مدة بقاء الفيرس حياً في المعمل، نقطة التخفيف القصوى (وهي أقصى تخفيف للعصارة الذي عنده لا يزال

الفيرس يستطيع أن يسبب اصابة). 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 الألكتروني، أو حقن الفيرس في بعض أنواع النباتات هذا يكون كاف 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 إفترضت حالياً بأنها فيروسات قد عمل على نحو كامل بإستعمال 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 ويُعرَّف الفيرس بالكاشف الذي حقن به.

نظراً لأن الفيروسات صغيرة جدا ويصعب اكتشافها بالعين المجردة أو رؤيتها بالميكروسكوب العادي، وبالتالي فإن وجودها قد حدد اساساً بواسطة الأعراض التي يظهرها النبات العائل. وهي الاعراض المستحثة في النبات الكاشف بعد نقل الفيرس إليه عن طريق التطعيم أو ميكانيكياً او باحدى العوامل الناقلة. ويمكن تحديد الفيرس بالميكروسكوب الالكتروني او 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 مجهدة الا أن لها فائدة في أنه يمكن استعمالها في اكتشاف الفيروسات المعروفة بالاضافة الى غير المعرفة والتي ليس لها سيرم مضاد او 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 اذا ما أنتج cDNA في وجود جزيئات إشعاعية النشاط على الأقل في واحدة من النيوكليتيدات 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 nitrocellu-lose. يكتشف الهجين cDNA : RNA ويعد بواسطة autoradiography أو بواسطة سائل العد Scintillation. بالاضافة الى استعماله في اكتشاف الفيروس عن طريق هجن : cDNA RNA فان 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 الفيرس.

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، الجذور، الثمار، البذور، 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 فيرس 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 جدري البرقوق، فيرس الورقة البيضاء في الزر، إصفرار بنجر السكر، وترستيزا الحمضيات. تحدث معظم الأمراض الفيروسية سنة بعد

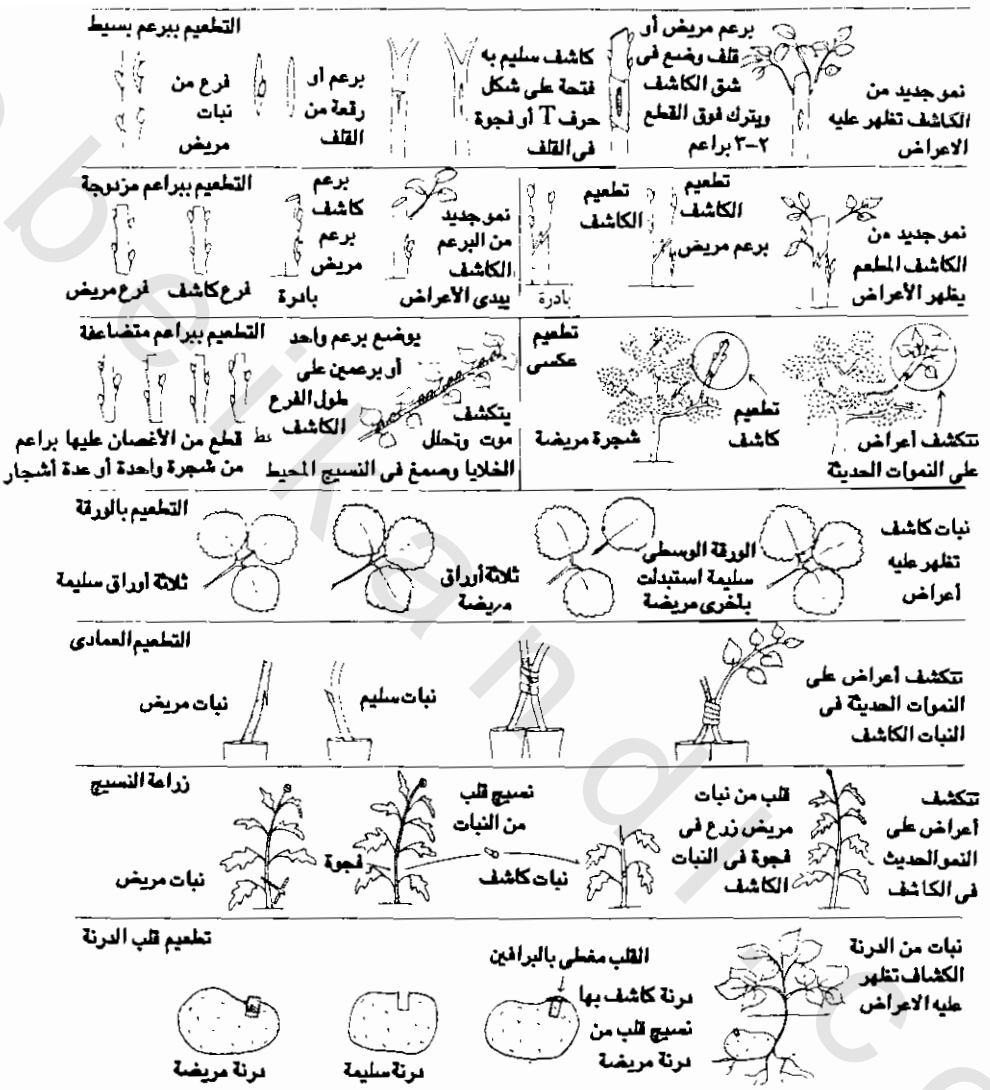
أخرى على المحاصيل التي تسبب عليها خسائر قليلة وغير ملحوظة وتوجد أحياناً بدون إحداث أية أعراض مرضية. مثال على ذلك فإن فيرس إكس البطاطس الذي عرف عادة أنه موجود في كل نباتات البطاطس النامية في الولايات المتحدة، يخفض الانتاج حوالي ١٠٪، مع أن نباتات البطاطس لا يظهر عليها أعراض مرئية في الحقل.

مقاومة فيروسات النبات

Control of Plant Viruses

إن أفضل طريقة لمقاومة مرض فيروسي هو أن تتبع أية طريقة تبقي 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 البذور، الدرنات، الابصال 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 الاصابة ببعض الفيروسات وذلك بحمايتها من العوامل الناقلة للفيرس. إن مقاومة الحشرات الناقلة وإزالة الأعشاب التي قد تعمل كعوائل، يمكن أن تساعد في مقاومة المرض. كذلك يمكن تقليل الخسائر من الفيروسات المنقولة بالنيماتودا عن طريق مقاومة النيماتودا وذلك بتدخين التربة.

إن إستعمال البذور الخالية من الفيرس وكذلك الدرنات، 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 البذور، الدرنات وأصول المشاتل المستعملة في التكاثر. كذلك فان الإختبارات السيرولوجية، للنباتات الأم المنتجة بذور واصول مشتلية لاكتشاف الفيرس باستعمال طريقة ELISA تساعد كثيراً في تقليل تكرار وجود الفيروسات في اصول التكاثر في محاصيل النباتات.



شكل - ٢٣٦

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 لتوريث المقاومة للفيرس ذات أهمية عظيمة، وإن كثيراً من الأصناف النباتية المقاومة لبعض أمراض الفيرس قد أنتجت ومتوفرة حالياً

أحياناً يمكن تثبيط الفيروسات الموجودة داخل النبات وذلك بإستعمال الحرارة، تجرى العملية بحيث تغمر أعضاء التكاثر الساكنة في ماء ساخن (٣٥ - ٥٤° م) لبضع دقائق أو ساعات، بينما النباتات نشيطة النمو تحفظ عادة في الصوبات الزجاجية أو في مراقد النمو على درجة حرارة (٣٥ - ٤٠° م) لعدة أيام ، أسابيع ، أو شهور وذلك حسب المدة اللازمة التي بعدها يثبط الفيرس في النبات ويصبح النبات سليماً تماماً. أيضاً يمكن إنتاج نباتات خالية من الفيرس من نباتات مصابة بالفيرس وذلك عن طريق زراعة القمم النامية القصير (٠,١ - 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 كيماوية لمقاومة أمراض الفيرس في النبات. إن الرش ببعض منظمات النمو على المجموع الخضري، مثل حمض الجبرلك، تبين أن له فعالية في تشجيع نمو البراعم الجانبية التي أوقف الفيرس نموها، في إصفرار الكرز الحامض، فإن تلك المعاملة أدت إلى زيادة إنتاج الثمار، وبالمثل فإن الرش بحمض الجبرلك يمكن أن يتغلب على التقزم المتسبب عن فيرس (etch) الشديد على الدخان.

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

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

المراجع

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 mycoplasmalike and rickettsialike 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 ringspot 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.

obeikandl.com

أمراض محاصيل معينة متسببة عن فيروسات

إن الغالبية العظمى من الفيروسات تسبب درجات متفاوتة من تبرقش الورقة، الموزايك او الاصفرار متبوعاً بدرجات مختلفة من التقزم، المظهر الشجيري وخفض الانتاج. في كثير من نفس الأمراض تتجعد الأوراق أو تلتف مع أنه في بعض الأمراض يكون تجعد الأوراق أو التفافها هي أكثر الأعراض وضوحاً وإنتشاراً. 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 الفيرس بشكل عام ليس له علاقة بالاعراض التي تحدثها الفيروسات لعوائلها التي تصيبها وليس له علاقة أيضاً بطريقة إنتقال الفيرس ولا بوبائية ومقاومة المرض أيضاً، فبالتالي فانه 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.

احدى الطرق في وضع الفيروسات النباتية في مجموعات هي حسب العائلات النباتية او 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 فان الفيروسات تميل لأن تهاجم نباتات في نفس العائلة النباتية فقط، ومع ذلك فان فيروسات مختلفة لا تسبب دائماً أمراضاً مشابهة ولا تسبب امراضاً 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 فانها توضع في مجموعات وهي فيروسات تنقل بالحشرات، فيروسات كامنة في التربة تنقل بالنيماتودا او الفطريات، فيروسات كامنة في البذور، فيروسات تنقل بالملامسة او

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 فان الناقلات الحشرية وخاصة المن تشكل مجموعة كبيرة من الناقلات وهي تشكل مجموعة كبيرة من الفيروسات المنقولة بها خاصة لكل من النباتات الحولية والتي تتكاثر بالبذور وكثير من فيروسات النباتات المعمرة وفيروسات النباتات التي تتكاثر خضرياً، مثل البطاطس والفراولة.ومن ناحية أخرى فان جميع فيروسات الأشجار تقريباً تنتقل فقط بوسائل التكاثر الخضرية، مع أن قليلاً منها ينتقل بالحشرات، مثل فيرس ترستيزا الحمضيات، فيرس جدري البرقوق وفيرس إنتفاخ قدم الكاكاو، زيادة على ذلك فان كثيراً من الفيروسات المنقولة بالحشرات، النيماتودا والاجزاء الخضرية هي تنقل عن طريق البذور. ويبدو واضحاً ان 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 فان 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 لتاثيرات هذه الفيروسات على العوائل الأخرى.

أمراض الدخان الفيروسية

Virus Diseases of Tobacco

يصاب الدخان بأكثر من عشرين فيرس، الفيروسات الأكثر أهمية هي : - فيرس موزايك الدخان، إيتش الدخان، التبقع الحلقي في الدخان، الذبول المتبقع في الطماطم، خشخشة الدخان، تخطيط الدخان، وفيروسات تجعد ورقة الدخان، فيروسات أخرى تؤثر على الدخان تضم نكروزز الدخان، الاصفرار المتقزم في الدخان، فيرس y البطاطس، فيرس 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 للانتاج حسب القيمة التسويقية بنسبة ٥٠، ٤٢ و ٢٣٪ بالترتيب. وكذلك أيضا في الطماطم فإن المرض خفض الانتاج بمقدار يتراوح من ٥٪ إلى أكثر من ٢٥٪، وإن نوعية الثمار كانت منخفضة نسبياً وذلك يعتمد على عمر النبات ووقت حدوث الاصابة وعلى الظروف البيئية.

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

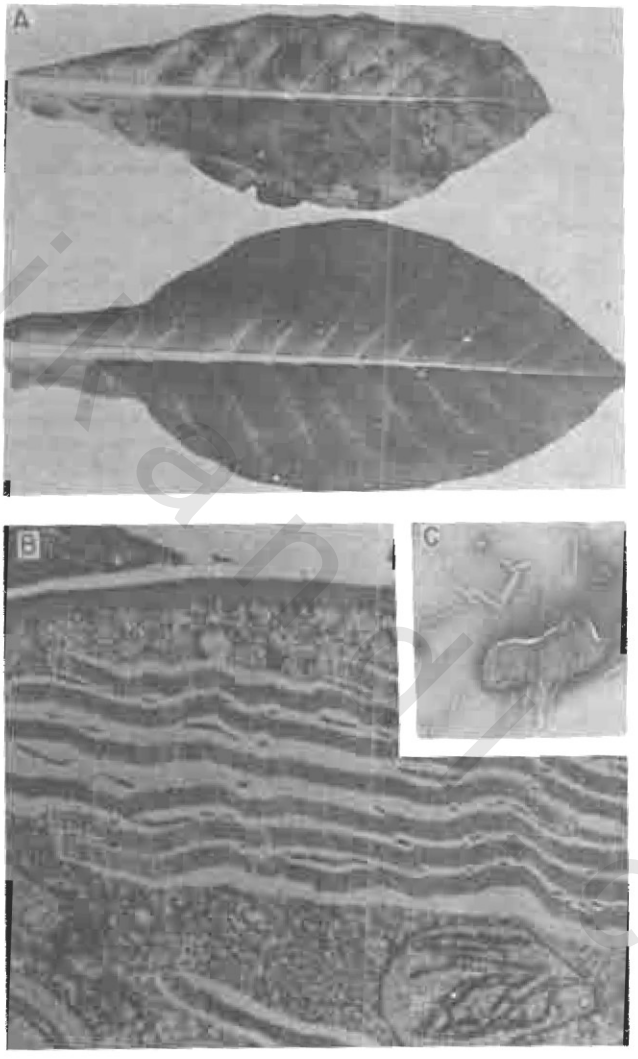
إن اكثر الأعراض إنتشاراً على نباتات الدخان هو ظهور مناطق مبرقشة ذات لون أخضر داكن وأخضر فاتح على الأوراق المتكونة بعد الحقن (أو بعد الاصابة) (شكل ٢٣٧ ، A) .

تكون المناطق الخضراء الداكنة اكثر سمكاً وتظهر مرتفعة إلى حد ما ، على نمط يشبه البثرة فوق المناطق الرقيقة الشاحبة ذات اللون الأخضر الفاتح، كما وإن صغر وتقزم النباتات الحديثة يكون منتشراً وشائعاً ومصحوباً بتشوه الأوراق، وتجعد بسيط في الأوراق وإنثناء 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 اوراق 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 واحياناً تشبه رباط الحذاء. إن اصابات النباتات الحديثة تقلل عقد الثمار واحياناً قد تسبب تلطخات وعيوب وتلون بني داخلي على الثمار التي تكونت بعد الاصابة.

الكائن الممرض : - يتسبب هذا المرض عن فيرس موزايك الدخان (*Tobacco mosaic Virus*) TMV . إن الجزيء الفيروسي عصوي الشكل مستقيم يبلغ طوله ٣٠٠ نانوميتر ، وقطره ١٥ نانوميتر (شكل ٢٣٧ ، A ، B ، C). يتكون بروتينة من ٢١٣٠ وحدة بروتين تقريباً، وكل وحدة تتكون من ١٥٨ حمض أميني، تصطف وحدات البروتين في شكل لولبي (حلزوني). إن الحمض النووي في فيرس موزايك الدخان هو RNA رايبونيوكلك أسد ، وهو وحيد الخيط يتكون من ٦٤٠٠ نيوكلوتيدة 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 فيرس موزايك الدخان واحداً من اكثر الفيروسات المعروفة ثباتاً مع الحرارة، إن درجة الحرارة المميتة لهذا الفيرس في عصارة النبات غير المخففة ٩٣° م . أما في الأوراق المصابة بالموزايك والجافة، فإن الفيرس يحتفظ بقدرته على احداث العدوى حتى عندما يسخن على درجة حرارة ١٢٠° م لمدة نصف ساعة. يمكن أن تحتوي نباتات الدخان المصابة بفيرس



شكل – ٢٣٧

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

obeikandl.com

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 احداث العدوى لمدة تزيد عن خمسين عاماً. ينتقل الفيرس بسهولة عن طريق العصارة، التطعيم وبالحامول، وفي بعض العوائل مثل التفاح والكمثري والعنب فإن الفيرس ينتقل خلال البذور. لا ينتقل فيرس موزايك الدخان بالحشرات، ماعدا في بعض الحالات ينتقل بواسطة الفكوك الملوثة والأرجل الملوثة للحشرات 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 اكثر من الصفات.

تكشف المرض : - يقضي فيرس موزايك الدخان الشتاء في اوراق وسويقات نبات الدخان المصاب الباقية في التربة، أو يقضي الشتاء على سطوح بذور الدخان الملوثة، أو في الأقمشة التي تغطي بها مراقد البذور، 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 تقريبا مع كل معاملة أو نقل أو زراعة محصول.

ينتج فيرس موزايك الدخان اصابات جهازية في كل نباتات العائل تقريباً، يدخل كل الخلايا البرانشيمية في النبات. ينتقل الفيرس من خلية إلى أخرى وكذلك ينتقل خلال اللحاء.

يبدو أن فيرس موزايك الدخان يوجد بشكل اساسي في السيتوبلازم في الخلية على شكل جزيئات فردية أو على شكل تجمعات بلورية (شكل ٢٣٧ ، 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 بفيرس 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 العادى 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 الضوئى وبالتالي خفض مستويات الكربوهيدات في النباتات المصابة بفيرس موزايك الدخان. كذلك فإن فيرس 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 فيرس 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 تأوي الفيرس مبكراً في بداية الموسم، هذه الاجراءات تساعد في تخفيض أو استبعاد الإنتشار التالي للفيرس إلى النباتات الأخرى خلال العمليات الزراعية المختلفة. يجب

منع التدخين ومضغ 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. يؤدى هذا الاجراء إلى زيادة الانتاج بنسبة تصل إلى حوالي ١٥٪.

لقد أظهرت بعض التجارب أن الاصابة بفيرس موزايك الدخان تنشط 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 يتقزم النبات كلية

كذلك فان نباتات الطماطم تتقزم وتكون الاوراق مبرقشة ومشوهة. إن فيرس TEV نو جزئيات خيطية مرنة طوله ٧٣٠ نانوميتر وقطره ١٢ نانوميتر. ينتقل الفيرس 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 عوائلي واسع يتضمن كثيراً من المحاصيل الحولية والمعمرة ونباتات الزينة. يسبب الفيرس أمراض التبقع الحلقي في الاوراق، الأزهار، السيقان وثمار النبات مثل الدخان، الخيار، زنبق استر، النرجس والعليق، ويسبب أيضاً لفحة البرعم في فول الصويا. فيرس التبقع الحلقي في الدخان يرمز له(TobRSV)وهو فيرس متعدد الأوجه قطره ٢٨ نانوميتر وينتقل بواسطة النيماتودا زفينيما *Xiphinema* وينتقل أيضاً بواسطة البذور 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 تفضن الأوراق، إنهيار العروق وتحلل الأوعية الجهازية في الدخان، الى تبرقش الساق وبقع حلقية فلينية في البطاطس وتكون بقعاً حلقية وبطش صفراء على العوائل المريضة مثل الفلفل، بنجر السكر وغيرها. إن فيرس خشخشة الدخان (TRV) يتكون من جزئين عصويين طول الجزء الأول ١٨٠ – ٢١٥ نانوميتر والجزء الثاني ٤٦ – ١١٤ نانوميتر واما قطرهما فهو٢٢ نانوميتر. ينتقل هذا الفيرس بواسطة أنواع عديدة من النيماتودا تريكودورس *Trichodorus* ، وباراتريكودورس *Paratrichodorus*.

تخطيط الدخان Tobacco Streak

يحدث هذا المرض في شمال وجنوب امريكا، اوروبا ، 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 حلقية صفراء وتشوهات، وبعض النباتات مثل البازيلاء، البطاطس وفول الصويا تظهر أعراض تحلل جهازي. فيرس تخطيط الدخان (TSV) نو ثلاثة شقوق متماثل غير مستقر وهو يحوى RNA حجم جزيئاته ٢٥، ٢٨ ، ٣٠ نانوميتر في القطر. ينتقل الفيرس اساساً بوسائل التكاثر الخضرية وفي عوائل قليلة ينتقل عن طريق البذور. لا يوجد عامل ناقل معروف لهذا الفيرس.

تجعد 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 والباباي يسبب تقزم والتفاف في الساق، تجعد، تغضن ويظهر في بعض العوائل اصفرار الاوراق وإنتفاخ العروق. ينخفض الانتاج بشكل مخيف. إن فيرس تجعد اوراق الدخان (TLCV) يتكون من زوج من الجزيئات قياساتها ١٨ X ٢٨ نانوميتر وينتقل الفيرس بواسطة الذبابة البيضاء فقط بميسيا تاباسى *Bemissia tabaci*.

المراجع

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 masaic 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). Mll-16. Neth. J. Plant. Pathol. 78, 110-112.

obeikandl.com

الأمراض الفيروسية في الطماطم Virus Diseases of Tomato

تصاب الطماطم بعديد من الفيروسات. اكثر هذه الأمراض أهمية، موزايك الطماطم، موزايك الدخان، موزايك الخيار، البقع الحلقية في الطماطم، الذبول المتبقع في الطماطم، to-mato aspermy وفيرس y البطاطس.هناك فيروسات أخرى تهاجم الطماطم تشمل التقزم الشجيري في الطماطم، إيتش الدخان، خشخشة الدخان وتخطيط الدخان، فيرس X البطاطس وفيرس 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 اصابة بعض العوائل، السيرولوجي 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 فيرس التبقع الحلقي في الطماطم (TomRSV) في بعض العوائل الحولية والمعمرة، غالباً أمراض موزايك وبقع حلقية احياناً تكون مصحوبة بدرجات مختلفة من التحلل الجهازي. لا يظهر على العوائل المعمرة أعراضاً مميزة على المجموع الخضري ولكن الى حد ما فانه يؤثر (اي الفيرس) على قواعد النبات. أما في النباتات المطعمة مثل أشجار اللوزيات والتفاحيات فان الفيرس يؤثر على المنطقة العلوية وفي المنطقة الواقعة تحت التحام الطعم مع الاصل ويسبب تنقر الساق، خط بني ونكروزز ملتحم والذي يكون متبوعاً بانهيار وموت تدريجي للشجرة. أما بعض الاصول وبعض الأصناف مثل الخوخ، البرقوق، المشمش ، الكرز والتفاح فانها تكون حساسة جداً لفيرس (TomRSV) كما

في العنب والعليق. الفيرس متعد الاوجه قطره (٢٨) نانوميتر ينتقل بالنيماتودا زفينيما *Xi-phinema*. في بعض العوائل ينتقل الفيرس 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 والداليا والاناناس. يظهر على اوراق الطماطم صفات اللون البرنزي والنمو من جانب واحد، بينما في جميع عوائل هذا الفيرس (TSWV) فانه يسبب درجات مختلفة من الاصفرار، بقع متحللة ميتة، التقزم واعراض الزوائد. تكون الخسائر من هذا المرض غالباً كثيرة. جزيئات الفيرس مفردة مائلة للكروية ومحاطة بغشاء وكبيرة الى حد ما وقياساتها ٨٥ نانوميتر (القطر). ينتقل الفيرس بواسطة أربعة أنواع على الأقل من حشرات التربس (*Thrips and Frankliniella*) تربس وفرانكلنيلا.

المراجع

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.

obeikandl.com

امراض البطاطس الفيروسية

Virus Diseases of Potato

تصاب البطاطس بحوالي عشرون فيروساً وفيرويد واحد. من أهم فيروسات البطاطس، فيرس التفاف اوراق البطاطس،فيروسات البطاطس (S ، X ، y) وفيرويد الدرنة المغزلية. الفيروسات الأخرى التي تصيب البطاطس تضم (T ،M ،A) موزايك ايوكيوبا (aucuba) ، القمة الشعرية mop-top في البطاطس ، خشخشة الدخان، موزايك البرسيم الحجازي، الاصفرار المتقزم في البطاطس، وفيرس الذبول المتبقع في الطماطم.

التفاف ورقة البطاطس Potato Leafroll

هذا المرض عالمي الإنتشار ويتسبب عن فيرس إلتفاف 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 نو نمو قائم صلب (شكل ٢٣٨ ، A) .يصبح اللحاء في بعض الاصناف متحلل وميت وتتجمع الكربوهيدات في الاوراق. يظهر بقع متحللة وميتة في الدرنات أيضاً (شكل ٢٣٨ ، B) هذا الفيرس من نوع luteovirus قطره ٢٤ نانوميتر وهو مقيد بأنسجة اللحاء. ينتقل الفيرس عن طريق درنات تقاوي البطاطس المصابة وفي الحقل ينتقل بواسطة أكثر من عشرة أنواع من المن وهو من الفيروسات العابرة.

فيرس y البطاطس Potato Virus y

يسمى هذا الفيرس 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 الفيرس من تبرقش معتدل الى حاد على معظم العوائل واحياناً تخطيط أو تخطيط وتدلي الورقة ناشئاً من بقع طويلة متحللة بموازاة العرق على السطح السفلي للوريقات في بعض أصناف البطاطس. عندما يوجد فيرس Y مع فيرس X فانه يسبب أى (PVY) موزايك غائر والذي فيه تظهر النباتات قصيرة وينخفض حجم الدرنة.

ان هذا الفيرس شبيه بالخيط مرن جزيئاته ٧٣٠ نانوميتر في الطول، ١١ نانوميتر في القطر. هناك عديداً من السلالات المتميزة من هذا الفيرس في الطبيعة. ينقل عن طريق تقاوي درنات البطاطس وبواسطة ٢٥ نوعاً من المن على الأقل كما وأنه من الفيروسات غير العابرة في الحشرة.

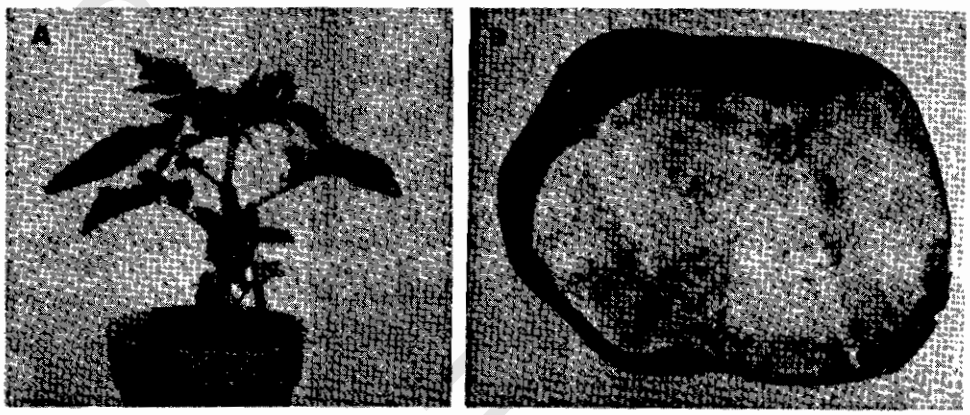
فيرس X البطاطس = Potato Virus X

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

تعتمد مقاومة جميع فيروسات البطاطس على استعمال تقاوي بطاطس (درنات) خالية من الفيرس 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 فيرس. إن أكثر هذه الفيروسات أهمية هي موزايك الخيار، موزايك الكوسة، موزايك البطيخ (١، ٢) وفيرس 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 (٢٣٨). التفاف الأوراق وتقزم نباتات البطاطس الحديثة المصابة بفيرس التفاف الأوراق (A).
عروق درنة البطاطس المصابة بالفيرس كثيراً ما يظهر عليها موت وتحلل اللحاء (B) .

المراجـــع

" 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.

Obeikandl.com

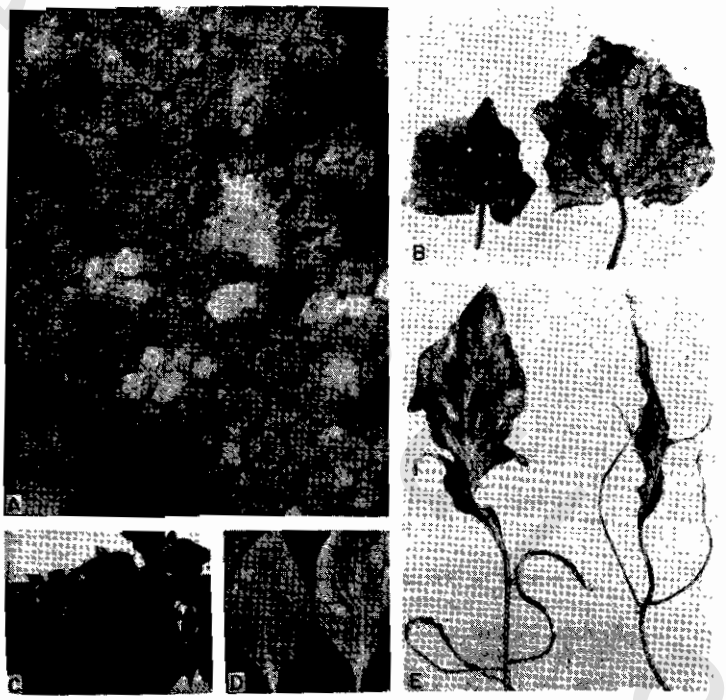
موزايك الخيار : Cucumber Mosaic

ينتشر مرض موزايك الخيار في جميع أنحاء العالم. إن الفيرس المسبب لموزايك الخيار، ربما يكون، ذو مدى عوائلي واسع ويهاجم أصنافاً كثيرة من الخضروات، نباتات الزينة ونباتات أخرى أكثر من أي فيرس 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، الجلاديولس، 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 الفيرس النبات في أواخر مراحل الاصابة. ينخفض إنتاج المحصول وفي حالات كثيرة تنخفض نوعية الانتاج. تصاب النباتات بشدة في الحقل وفي الصوبا الزجاجية. في بعض المقاطعات فإن حوالي ١/٢ - ٢/١ النباتات يمكن أن تهلك بواسطة المرض، وإن المحاصيل القابلة للاصابة مثل الكوسة الصيفي، يجب أن تستبدل بمحاصيل أخرى.

الأعراض : - نادراً ما تهاجم بادرات الخيار الحديثة في الحقل خلال الأسابيع القليلة الأولى. تحدث معظم الاصابات العامة الحقلية على الخيار عندما تكون النباتات ذات عمر حوالي ٦ أسابيع ونامية بقوة. بعد الحقن بمدة ٤ - ٥ أيام تصبح الأوراق المتكشفة الحديثة متبرقشة، مشوهة ومجعدة وتبدأ حوافها تلتف إلى أسفل (شكل ٢٣٩). 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 شجيري 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 الاصابة 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 بفيرس موزايك الخيار يكون في كثير من الحالات مر المذاق وعند التخليل يصبح ناعم ومشبع بالماء وغير حيوي Soggy.



شكل - ٢٣٩

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

الكائن الممرض : يتسبب مرض موزايك الخيار عن فيرس موزايك الخيار *Cucumber mosaic virus* (CMV) وهو كروي ثلاثي الشقوق وقطره ٣٠ نانوميتر (شكل ٢٣٩ ، A). يتكون الفيرس من ١٨٠ وحدة بروتين ومن واحد من ثلاثة مختلفة من RNA مفرد الخيط وقلب مجوف. الوزن الجزيئي للفيرس يقع في المدى من ٥.٨ – ٦.٧ مليون، الذي منه ١٨٪ حمض نووي والبقية ٨٢٪ بروتين. يوجد فيرس موزايك الخيار في سلالات عديدة والتي يختلف إلى حد ما في العوائل التي تصيبها، وفي الأعراض التي تنتجها، وتختلف في طرق إنتقالها وتختلف في صفات ومميزات أخرى.

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

تكشف المرض : يقضي فيرس 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 نو وبر شائك)، حشيشة اللبن milk weed، العشبة الشراعية rag weed ، pock weed ،shade,night، وأعداداً مختلفة من نباتات العائلة الشفوية، تأوي الفيرس في جذورها أثناء الشتاء وتحمله إلى قممها في الربيع، التي منها تنقله حشرات المن إلى نباتات المحاصيل القابلة للاصابة. إذا ما فرض وأن عدداً قليلاً من نباتات الخيار، الكوسة. الطماطم والفلفل أصبحت مصابة بفيرس موزايك الخيار، فإن الناقلات الحشرية والإنسان أثناء عملياته الزراعية وتعامله مع النباتات وخاصة أثناء وقت القطف فإنه ينقل الفيرس 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 فيرس موزايك الخيار ميكانيكياً عن طريق العصارة المحمولة على أيدي وملابس العمال.

سواء إنتقل الفيرس 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 الاصابة لا تهاجم بواسطة الفيرس، ولكن الخلايا والأنسجة الحديثة والنشيطة المتكونة بعد الاصابة يمكن أن تصاب بدرجات مختلفة من الشدة. يستمر إزدياد وتركيز الفيرس في النباتات المصابة بفيرس موزايك الخيار لعدة أيام بعد الاصابة، وبعدئذ 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 لفيرس موزايك الخيار قد وجدت لعديد من المحاصيل العوائل للفيرس، 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 الفيرس. عندما تنقل نباتات الخيار يجب عدم زراعتها بالقرب من النباتات القابلة للاصابة مبكراً، وكذلك يجب عدم زراعتها بالقرب من الأخشاب التي من المحتمل أن يكون بينها أعشاب آوية للفيرس. يجب استئصال الأعشاب المعمرة من المناطق التي تحيط بالصوبات الزجاجية، المراقد الباردة، الحدائق والحقول، وذلك لاستبعاد مصدر فيرس موزايك الخيار الذي من الممكن أن يحمل إلى نباتات المحاصيل بواسطة الحشرات أو بالعصارة (ميكانيكياً). نظراً لأن معظم الاصابات الأولية والأكثر شدة تبدأ عن طريق الفيرس المجلوب بواسطة المن من خارج الحقل، فان الاجراءات العديدة مثل المصائد اللزجة العمودية، المحاصيل الصائدة الجانبية، او شرائح البولي ايثيلين العاكسة والتي تؤخر وصول او تقلل اعداد المن الى الحقل تقلل هجوم وإنتشار الفيرس وتقلل خسائر المرض. وبالمثل فانه يمكن تقليل خسائر المرض في بعض المحاصيل عن طريق رش النباتات عدة مرات بأنواع معينة من الزيوت التي تبين أنها تتداخل في إنتقال الفيرس بالحشرات (المن). كما وأن الرش المبكر بالمبيدات الحشرية لمقاومة المن الناقل قبل أن يحمل الفيرس الى 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 فيرس موزايك الكوسة (SqMV) ثنائي الشقوق قطره ٣٠ نانوميتر. يبقى الفيرس حياً في الخيار وغالباً في الكوسة ، فى 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 بـ (WMV - 2) وهو نو جزيئات خيطية مرنة طوله ٧٦٠ نانوميتر وسمكه ١١ نانوميتر. ينتقل الفيرس بواسطة ٣٨ 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 الفيرس امراضاً إقتصادية هامة في كل من كوسة القرع الصيفي، الخيار، الشمام والبطيخ. تتضمن الأعراض موزايك شديد، إصفرار، رباط الحذاء، تقزم وتشوه في الثمار والبذور. الفيرس من نوع Potyvirus أطواله ٥٧٠ X ١١ نانوميتر يصيب بالتجارب عديداً من العوائل رغم انه لحد الان لا يهاجم في الطبيعة سوى القرعيات. ينتقل الفيرس بأربعة أنواع على الأقل من المن وهو غير عابر.

المراجع

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.

obeikandl.com

الأمراض الفيروسية في الصليبيات

Virus Diseases of Crucifers

تشمل الصليبيات، الكرنب، القرنبيط، الفجل اللفت وغيرها. تهاجم الصليبيات بحوالى ٦ – ٨ فيروسات كلها تهاجم الصليبيات في الطبيعة. أهم هذه الفيروسات، موزايك اللفت وفيرس موزايك القرنبيط. هناك امراض أخرى أقل أهمية مثل موزايك الفجل، الموزايك الاصفر في اللفت، تجعد اللفت، تورد اللفت وفيرس 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 حلقية في كل من الكرنب، القرنبيط وشماريخ الكرنب نو الساق. بينما يسبب في الصليبيات الاخرى، موزايك، تشوه الورقة والتقزم. الفيرس 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 الفيرس أمراض الموزايك والتبرقش على معظم نباتات الصليبيات سواء كانت محاصيل او نباتات زينة وغالباً ما يكون موجوداً فيها مختلطاً باصابة فيرس موزايك اللفت. إن فيرس موزايك القرنبيط من نوع Caulimovirus وهو متماثل قطره ٥٠ نانوميتر وحمضه النووي DNA ثنائي الخيط ينتقل بواسطة ٣٠ نوعاً من المن وهو غير عابر.

المراجع

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

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

opeikandl.com

الأمراض الفيروسية في البقوليات

Virus Diseases of Legumes

تشمل البقوليات المحاصيل المزروعة للحصول على بذورها 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 موزايكالبسلة، موزايك البسلة الكامن في البذور، تخطيط البسلة، موزايك اللوبيا وموزايك اللوبيا الكامن في المن، تبرقش الفول السوداني وتقزم 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 فيرس موزايك الفاصوليا العادي فهو يهاجم الفاصوليا فقط، فيرس موزايك فول الصويا يهاجم فول الصويا فقط، موزايك البسلة الكامن في البذور 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، تقزم 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

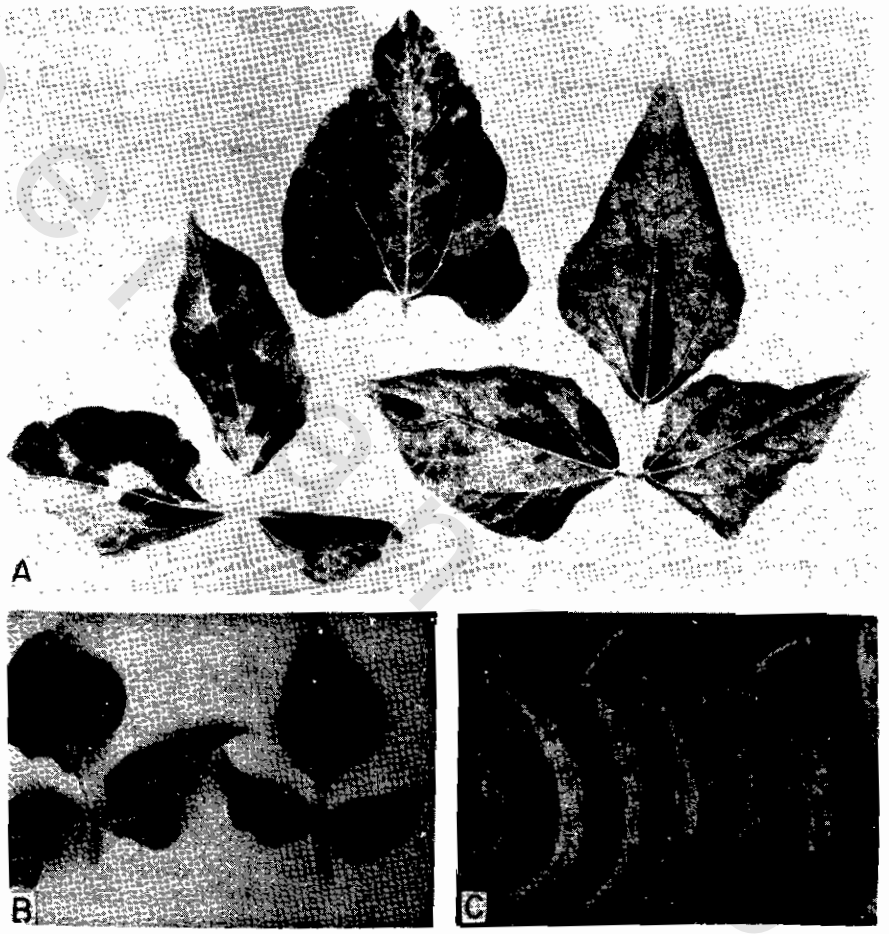
يوجد كلا المرضين حيثما تزرع الفاصوليا. إن مرض الموزايك العادى Bean common mosaic يهاجم بشكل أساسي الفاصوليا الفرنسية أو Snap bean وذات الاسم العلمي فاسيولص فولجارس *Phaseolus vulgaris*، ولكنه يصيب أنواعاً أخرى من الفاصوليا، بينما

الموزايك الأصفر yellow mosaic يصيب جميع أنواع الفاصوليا بالاضافة 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 الاصابة، يمكن أن تكون النباتات متقزمة إلى مدى كبير أو صغير ويمكن أن تختلف الخسائر من نسبة بسيطة إلى ٣٥٪ 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 الاصابة كلما إزداد بقاؤها متقزمة 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 تمميز 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 شجيري منها

في النباتات المصابة بالموزايك العادي. كذلك فإن الموزايك الأصفر يسبب أيضاً تشوه أكثر في الأوراق وفي القرون أكثر منه في حالة الاصابة بالموزايك العادي (شكل ٢٤٠ ، B ، C). تختلف الأعراض كثيراً في كلا المرضين وذلك حسب الصنف وحسب سلالة الفيرس 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 المسبب : - يتسبب مرض الموزايك العادي عن فيرس الموزايك العادي في الفاصوليا *Bean common mosaic virus* ، ويتسبب مرض الموزايك الأصفر في الفاصوليا عن فيرس الموزايك الأصفر في الفاصوليا *Beab yellow mosaic virus*. إن كلا الفيروسين ذات أشكال خيطية وذات أطوال ٧٥٠ x ١٥ 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 بالعصارة. زيادة على ذلك فإن الموزايك العادي في الفاصوليا ينتقل بسهولة خلال بذور الفاصوليا، خاصة عندما يكون النبات الأم قد أصيب عندما كان حديث النمو. إن حوالي ٨٣٪ من البذور في النباتات المريضة يمكن أن تنتج نباتات مصابة بالفيرس. إن طريقة الانتقال بالبذور هي أهم مصدر لابتداء الاصابة لمحصول الفاصوليا في الحقول. إن فيرس الفاصوليا المسب للموزايك العادي ينتقل أيضاً إلى نباتات جديدة خلال حبوب اللقاح. لا ينتقل فيرس الموزايك الأصفر خلال البذور في الفاصوليا، ولكنه ينتقل بحوالي ٣ - ٦٪ في البذور في كثير من البقوليات الأخرى.

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

تكشف المرض : يقضي فيرس الموزايك العادي الشتاء في بذور الفاصوليا المصابة، عندما تزرع مثل هذه البذور فإن الفيرس يتكاثر في خلايا النبات النامي، ويصاب النبات الناتج بالفيرس. بعد ذلك فإن حشرات المن الناقلة تتغذى على مثل تلك النباتات المصابة وتكتسب منها الفيرس خلال بضع ثوان وتنقله إلى نباتات الفاصوليا السليمة التي تصلها وتتغذى عليها الحشرات. يقضي فيرس الموزايك الأصفر الشتاء بشكل أساسي في العوائل

المعمرة مثل البرسيم، الجلاديولس 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 الفيرس، وفقط عند توفر أصناف مقاومة لفيرس الموزايك العادي يجب زراعتها، نظراً لأن هناك عديداً من الأصناف المقاومة لمرض الموزايك العادي متوفرة للزراعة. أما مقاومة مرض الموزايك الأصفر فإنها أكثر صعوبة بسب أن بعض أصناف الفاصوليا تبدي شيئاً من المقاومة فقط لبعض وليس لكل سلالات الفيرس، وأيضاً بسبب أن الفيرس يقضي الشتاء في العوائل المعمرة مثل البرسيم والجلاديولس، لذا فإنه يوصي باستبعاد الجلاديولس وكذلك إبادة البرسيم من الحقول ومن المناطق المحيطة بالحقول قبل زراتها 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 متغضنة. تبقى النباتات متقزمة الى حد ما وتنتج قرون قليلة والتي تكون احياناً مشوهة وبدون بذور. تكون الأعراض 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 فيرس موزايك فول الصويا في ٣٠٪ على الأقل من

البنور الناتجة من نباتات مصابة، ويبقي حيوي في البذرة لمدة سنتين على الأقل. تفشل البنور المصابة أن تنبت أو أنها تنبت بادرات 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 الأعراض 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 ذو 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.

obeikandl.com

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 اكثر الفيروسات أهمية التي تصيب البنجر هي تجعد قمة البنجر، اصفرار البنجر، موزايك البنجر والاصفرار الغربي في البنجر. هناك فيروسات اخرى تهاجم البنجر تضم الأصفرار المتقزم في البنجر، تجعد اوراق البنجر وفيرس 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 الفيرس 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 الانتاج، 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 الاصابة المهلكة بمرض تجعد القمة.

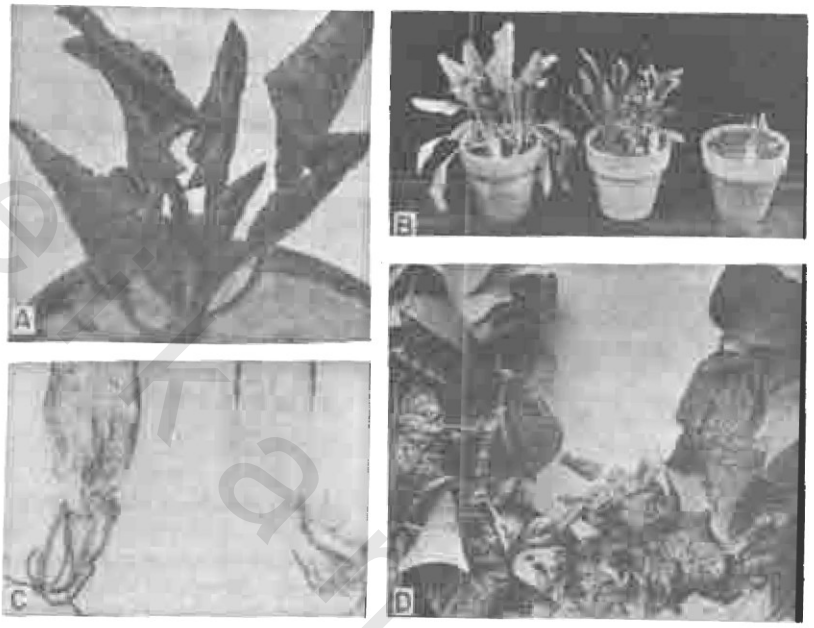
الأعراض : تظهر أولى أعراض المرض على شكل شفافية وإنتفاخ في عروق الأوراق الحديثة، تبدأ حواف هذه الأوراق في الالتفاف والتجعد إلى الداخل. إذا أصيبت النباتات وهي في طور البادرة عندما لا تزال جذورها بقطر اسم أو أقل ، فإن النبات ينمو بزيادة بسيطة

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 صغراً من أوراق النباتات السليمة. تصبح معظم الأوراق المصابة متجعدة وذات عروق منتفخة وتكون هذه العروق باعثة على تكوين انتفاخات تشبه الحلمة على السطح السفلي للأوراق (شكل ٢٤١). في بعض الأوقات قد ينضح سائل لزج نو 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 الاصابة، ولكنها لا تلبث أن تتحول الى اللون الأصفر وتموت. إذا حدثت اصابة للأوراق كاملة النمو والنضج في أواخر الموسم، فإن تلك الاصابة تكون عادة ذات تأثير قليل أو ليست ذات تأثير على مظهر أو إنتاجية النبات.

تتضرر جذور 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 الاصابة كلما كان المجموع الجذري أصغر. تكون جذور نباتات بنجر السكر المصابة بالمرض، في حالات كثيرة، ذات شعيرات جذرية كثيرة جداً ويكون نسيج الجذور خشبي وصلب. إذا عمل مقطع عرضي في الجذور، فيلاحظ في الجذور المصابة حلقات 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 المرض : يتسبب هذا المرض عن فيرس تجعد القمة *Curly top virus (CTV)* يتكون الفيرس من جزيئات مزدوجة ذات أبعاد ١٨ X ٣٠ نانوميتر. لا ينتقل الفيرس بالعصارة، أما في الطبيعة فإنه ينتقل بواسطة نطاط الأوراق سيركيوليفير تينلص *Circulifer tenellus*. يحتفظ الفيرس الموجود في عصارة ورقة البنجر بمقدرته على أحداث الاصابة لمدة سبعة أيام، ويستطيع أن يبقى قادراً على أحداث إصابة لمدة ٤ شهور وهو موجود في أوراق البنجر الجافة، ولمدة ستة شهور وهو في الناقلات الحشرية الجافة.



شكل – ٢٤١

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

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

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

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

تسلك النباتات المصابة بفيرس تجعد القمة سلوك التضخم (سرعة إنقسام الخلايا وزيادة عددها) ويظهر عليها موت وتحلل عناصر اللحاء. إن العناصر الغربالية 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 جذور 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 بإنتظام وعلى مساحات واسعة في وقت واحد، قد أظهر فعالية في مقاومة النواقل الحشرية. إن برامج كل الولايات لاستئصال نطاطات الأوراق بواسطة رسم وتخطيط الأماكن الموجودة فيها ورش الأماكن التي تتكاثر فيها الحشرات، وذلك باستعمال 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 فيرس 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 فيرس اصفرار بنجر السكر من نوع Closterovirus أطواله ١٢٥٠ نانوميتر وقطره ١٠ نانوميتر. ينتقل الفيرس بأكثر من عشرين نوعاً من المن وهو من الفيروسات نصف العابرة.

موزايك البنجر

Beet Mosaic

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

الإصفرار الغربي في البنجر

Western Yellows of Beet

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

المراجع

1- Bennet, C. W. (1971) The Curly Top Disease of Sugarbeet an 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.

openkandl.com

الأمراض الفيروسية في محاصيل الحبوب وقصب السكر

Virus Diseases of creals 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 كثيرا من هذه الفيروسات أو كل هذه الفيروسات كل النباتات المذكورة سابقاً في الطبيعة، بينما الاخريات يبدو أنهن يهاجمن واحداً أو إثنين من هذه المحاصيل. إن اصابة محاصيل الحبوب تتراوح من اصابة كامنة الى اصابة مميتة. تسبب معظم هذه الفيروسات أشكال موزايك على المجموع الخضري هذه الأشكال تشمل اصفرار وشحوب، تبرقش، خطوط أفقية، لطع أو تخطيطات. نفس الفيروسات تسبب أيضاً تقزم، اصفرار ، تورد ، نكروزز. 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 البذور وبعضها احياناً في ناقلاتها. إن العوامل الناقلة لفيروسات العائلة النجيلية (العديد منها وليس كلها) هو المن ولكن بعض هذه الفيروسات تنتقل بواسطة نطاطات الأوراق، حلم الأيروفديا، النيماتودا 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 الاخرى 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

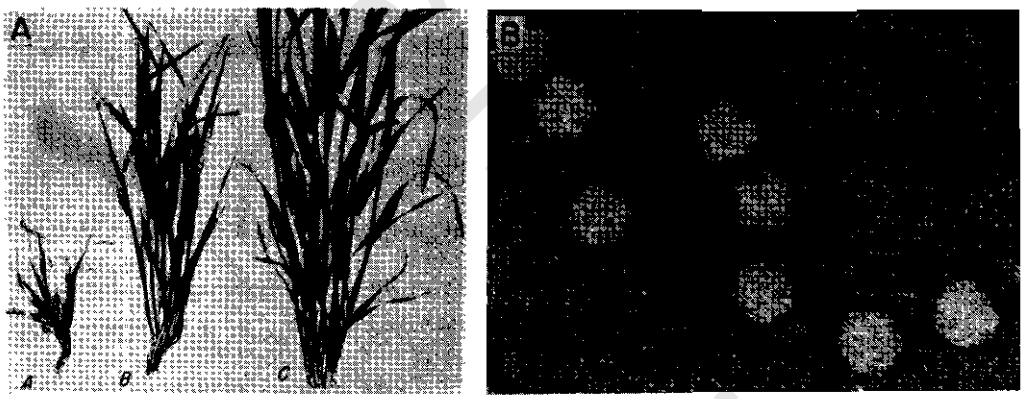
ينتشر هذا المرض في كل أنحاء العالم، يهاجم فيرس إصفرار وتقزم الشعير مجالاً واسعاً من العوائل من نباتات العائلة النجيلية، متضمنة، الشعير، الشوفان، القمح، الشيلم وكثيراً من الحشائش وأعشاب المراعي والمروج الخضراء.

يؤثر مرض إصفرار وتقزم الشعير على النباتات عن طريق جعلها متقزمة، يقلل عدد الاشطاء ويوقف تكوين السنابل ويسبب العقم وتفشل السنابل في أن تمتلىء بالحبوب (السنابل لا تمتلىء 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٪. بالاضافة إلى الخسائر الكمية من محاصيل الحبوب هذه، يجب إضافة الخسائر في نوعية الحبوب وخسائر في محاصيل العلف وذلك بسبب الفشل أو إنخفاض إنتاج أعشاب وحشائش المراعي والمروج.

الأعراض : – تظهر أولى أعراض المرض على نباتات الشعير المصابة بالاصفرار والتقزم على شكل مناطق مصفرة، محمرة، 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 الاصابات المتأخرة فإن الورقة العلم يمكن أن تكون الورقة الوحيدة التي يتكشف عليها التلون المميز للمرض. في حالة إصابات البادرات، يمكن أن تظهر الأوراق مشوهة، مجعدة وذات حواف مسننة. تكون الأوراق التي تتكون بعد الاصابة، عادة، قصيرة بشكل كبير، ضيقة وأصلب من الأوراق العادية وتنمو قائمة أكثر من الأوراق العادية.

تكون سلاميات النباتات المصابة أكثر قصراً وأحياناً تفشل السنبلة 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 المرض : يتسبب هذا المرض عن فيرس إصفرار وتقزم الشعير *Barley yellow dwarf virus* (BYDV). جزيئات الفيرس كروية ذات قطر حوالي ٢٢ نانوميتر (شكل ٢٤٢ ، B). يكون تركيز الفيرس في النباتات المصابة منخفضاً جداً حيث أن لتراً واحداً من عصارة النبات تحوي على ٢٥ – ٥٠ ميكروغرام من الفيرس.



شكل – ٢٤٢

(A) أعراض فيرس 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 فيرس الاصفرار المتقزم في الشعير.

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

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

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

تكشف المرض : يقضي فيرس الاصفرار والتقزم 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 للفيرس والمعدية. يعتمد إنتشار الفيرس على إنتشار حشرات المن الناقلة. في قليل من المناطق مثل أجزاء من Oregon ، وواشنجتون ، فإن المناخ مناسب أو تتحمله بعض حشرات المن الناقلة على طول السنة وبالتالي فهي تحمل الفيرس 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 المَنْ أولا على أعشاب معمرة مصابة بالفيرس لأجل أن تصبح حاملة للفيرس ومعدية. إن معدل إنتشار فيرس الاصفرار والتقزم بواسطة حشرات المن تلك هو محدوداً إلى حد ما ولا يفضي إلى إنتشار خطير للمرض ما لم تصبح

الظروف الجوية ملائمة جداً لتكاثر المن، وتكون النباتات الحاملة للفيرس موجودة بكميات كبيرة ومقبولة وسهلة المنال من قبل حشرات المن. إن أسوء الأوبئة تلك التي تكون ناتجة من الفيرس 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 Oklaha-ma ، 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 للاصابة 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 الاصابة 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 الاصابة التي لا يكون فيها للفيرس 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 الفيرس تزيد القتل المتسبب عن الشتاء (قتل النباتات نتيجة الشتاء القارص) في النباتات بالاضافة الى 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 للآمال.

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

في الولايات المتحدة هي قابلة للاصابة بالفيرس ولكن بعضها أقل قابلية للاصابة من البعض الآخر. إن عدداً من الاصناف وجدت أو تطورت بحيث أنها أظهرت بعض المقاومة للفيرس. إن برامج التربية المكثفة لايجاد 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 الفيرس المسبب لهذا المرض في معظم أنحاء العالم. يهاجم بشكل اساسي الشعير والقمح، تتراوح الخسائر من كمية بسيطة الى حوالي ٣٥٪ معتمدة في ذلك على النسبة المئوية للنباتات المصابة. تختلف الأعراض من خطوط بنية مصفرة معتدلة، بقع باهتة مصفرة أو تبرقش الى 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 نو ثلاثة شقوق عصوي بجزيئات ١٠٠ – ١٥٠ 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 الفيرس عالمياً. يهاجم القمح الشتوي، الشعير والشوفان. تظهر النباتات المصابة موزايك أخضر امصفر، ويظهر تقزم حاد الى خفيف وذلك حسب الصنف ويكون التقزم في القمة والجذور ويحدث إشطاء كثير وتورد. يعتبر الفيرس المسبب لهذا المرض من مجموعة Tobamovirus ولكن له جزيئات ذات طولين ٣٠٠ 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 فى شمال أمريكا وأوربا، يهاجم جميع محاصيل الحبوب الصغيرة والأعشاب والنجيليات ويسبب خسائر كبيرة على معظمها. يسبب موزايك معتدل إلى شديد، وتقزم بسيط إلى شديد ونكروزز فى الأوراق، موت الإشطاءات وخفض عقد البذور وإنخفاض وزنها. يكون الفيروس من نوع Potyvirus أبعاده ٧٠٠ × ١١ نانوميتر ينتقل بواسطة الحلم *Aceria tulipae*.

الورقة البيضاء أو إبيضاض هوجي فى الرز

White Leaf of Rice

يحدث هذا المرض فى شمال وجنوب أمريكا وفى 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 ٧ – ٨ نانوميتر (قطرها) أما الطول والتقسيم لهذا الفيرس فهو لغاية الآن غير مؤكد. ينتقل الفيرس بواسطة نوعين من نطاطات النبات وهو عابر ومتكاثر فى الحشرة.

مرض الورقة الصفراء البرتقالية فى الرز، تنجارو الرز:

Rice Tungro (Yellow Orange Leaf)

يحدث هذا المرض فى جنوب آسيا من الباكستان إلى الفلبين وهو من أخطر الفيروسات على الرز. النباتات المصابة تكون متقزمة وتظهر تبرقش وأصفرارا على الأوراق. يبدو أن الفيرس المسبب للمرض من مجموعة فيروسات الشحوب المتقزم فى الذرة الشامى، يعنى أنه متساوى القياسات وقطره ٣٠ نانوميتر ولكنه كثيراً ما يكون موجوداً مع فيرس عصوي طوله ١٥٠ – ٣٥٠ وقطره ٣٠ نانوميتر، كلاهما ينتقل بعديد 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 الأوراق 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 ومتحللة على الأوراق. الفيرس المسبب لهذا المرض من مجموعة potyvirus أبعاده ٧٥٠ X ١١ نانوميتر (شكل ٢٤٣ ، A) وهو يتكون بوضوح على الأقل من سلالتين متخصصتي العائل تقريباً من فيرس 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 بعديد 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 الأعراض على شكل لطع أو بطش باهتة على الأوراق وليست ذات عرض متماثل وليست محددة بين العروق. يمكن أن يظهر على السيقان تبرقش او لون

مرمري، تصبح المناطق المصابة متأخراً ذات بقع ميتة ومتحللة، تصبح السيقان صغيرة ومشوهة تبقى النموات الحديثة الصغيرة متقزمة وتعطي اوراق ملتفة ومشوهة. ينخفض إنتاج القصب وإنتاج السكر بشدة. الفيرس المسبب لهذا المرض من مجموعة potyvirus قياسه ٧٥٠ x ١١ نانوميتر. ينتقل الفيروس اساساً بوسائل التكاثر الخضرية أثناء تكاثر المحصول وأيضاً بواسطة عديداً من أنواع المن. وهو من الفيروسات غير العابرة.

شكل (٢٤٣) : الاجزاء الشبيهة بالخيط لفيرس الموزايك المتقزم للذرة الشامي (x ٣٨٠٠٠) . B . اعراض الموزايك على شكل خطوط ضيقة على الأوراق الحديثة لنبات الذرة المصاب بـ C.(MDMV) كيزان ذرة منتجة من نبات ذرة مصاب بالفيرس.

obeikandl.com

المراجـــع

Bruehl, 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.

Obeikandl.com

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 فان الاجناس 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 الاصناف في هذه المحاصيل خلطية التلقيح ولأجل أسباب أخرى فان جميع أشجار الفاكهة والعنب تتكاثر خضرياً وهذا يعني التكاثر بالتطعيم بالبرعم أو القلم وذلك بأخذ هذه الاجزاء من الصنف ويطعم على بادرات او طرز في اصول معينة، أو ، في الأعناب يتم التكاثر بتجذير (يعني تخليق جذور) عقل العنب. يميل التكاثر الخضري لحمل وادامة الفيروسات من أي من الآباء النباتية المصابة الى جميع النباتات الناتجة بالتكاثر الخضري ولنقل الفيرس من طعوم الأصناف الى الاصول والعكس بالعكس.

وبمرور الزمن فان كثيراً من الفيروسات تطورت او تجمعت في كل من هذه الأجناس او العوائل. وبالتالي ظهر حوالي ٢٥ فيروساً معروفة تماماً تهاجم التفاح مثل (تبقع وشحوب اوراق التفاح، موزايك التفاح، التبقع الحلقي في الطماطم) وهناك عشرة فيروسات تهاجم الكمثرى (مثل النقرة الحجرية في الكمثرى، اصفرار عروق الكمثرى)، هناك اكثر من ٥٠ فيروساً تهاجم نباتات ضمن الجنس *Pruns* (مثل التفاف اوراق الكرز، موزايك الخوخ، موزايك تورد الخوخ، جدري البرقوق، تقزم البرقوق، البقع الحلقية المتحللة في البرقوق والبقع الحلقية في الطماطم). هناك ٢٠ فيرس تهاجم الحمضيات (مثل تدهور الحمضيات (ترستيزا) جرب الحمضيات Psorosis، تبرقش الحمضيات المعدي). هناك اكثر من ٢٠ فيرس تهاجم الاعناب

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

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 الحلقية 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 الحلقية في الطماطم على التفاحيات واللوزيات والاعناب تسبب اعراض وخسائر تصبح اكثر ردائة 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 او هذه الأصناف بعد أن تم نقلها وزراعتها، أما الفيروسات التي تسبب أعراضاً 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 فان الطريقة الرئيسية والوحيدة لمقاومة هذه لفيروسات هو إتباع الإجراءات الوقائية فهي ضرورية لمثل هذه الفيروسات، حيث أن الآم النباتية التي يؤخذ منها البرعم أو الطعم او العقلة يجب أن تكون خالية من الفيرس ويجب أن توضع وسائل التطعيم هذه على أصول جذرية مأخوذة من أم نباتية خالية بالمثل من الفيرس. وعلى أية حال فان هناك فيروسات تنتقل بواسطة حبوب اللقاح (التفاف أوراق الكرز، تقزم البرقوق، البقعة الحلقية المتحللة في البرقوق) وإن نفس هذه الفيروسات بالاضافة الى اصفرار عروق الكمثرى هى أيضاً تنتقل بواسطة البذور. إن مقاومة مثل هذه الفيروسات، بالاضافة الى استعمال طعم خشبي خال من الفيرس وكذلك اصل جذري، فان المقاومة تتطلب زرع مناطق جديدة بحدائق الفاكهة على مسافة ٢٠٠ متر تقريباً بعيداً عن حدائق الفاكهة المثمرة التي تحتوي أشجاراً مصابة بالفيرس. وبالتالي فان الاشجار الجديدة سوف لا تصبح مصابة بالفيرس المحمول مع حبوب اللقاح القادمة من الأشجار المصابة. وزيادة على ذلك فان عديداً من الفيروسات تنقل بعوامل ناقلة مثل الحلم (موزايك الخوخ)، النيماتودا (التفاف اوراق الكرز، الموزايك المتورد في الخوخ، الورقة المروحية في العنب، البقعة الحلقية في الطماطم والبقعة الحلقية في الدخان)، أو بالمن (جدري البرقوق، ترستيزا الحمضيات ، زوائد عروق الحمضيات والتدرن او 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 النيماتودا وذلك بتبخير أراضي الحدائق قبل زراعتها بالمبيدات النيماتودية. لا يوجد أي من هذه الطرق ذات فعالية كبيرة، وبالتالي يجب استعمال الطعوم 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 فيرس التبقع الحلقي المتحلل في كل الأشجار المصابة بإصفرار الكرز (فيرس 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 الفيرس تختلف بإختلاف أنواع الجنس برونس *Prunus* وتختلف حسب وقت إبتداء الاصابة بالفيرس. إن التطعيم التجاري يكون نجاحه منخفضاً في الاتحادات التي فيها يكون البرعم أو الأصل يحمل الفيرس، أكثر منه عندما يكون البرعم والأصل خال من الاصابة الفيروسية. يمكن أن ينخفض نمو الأشجار المصابة بالفيرس بحدود ١٠ - ٣٠٪ أو أكثر، بينما ينخفض إنتاج الأشجار المصابة بالفيرس 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 او 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.

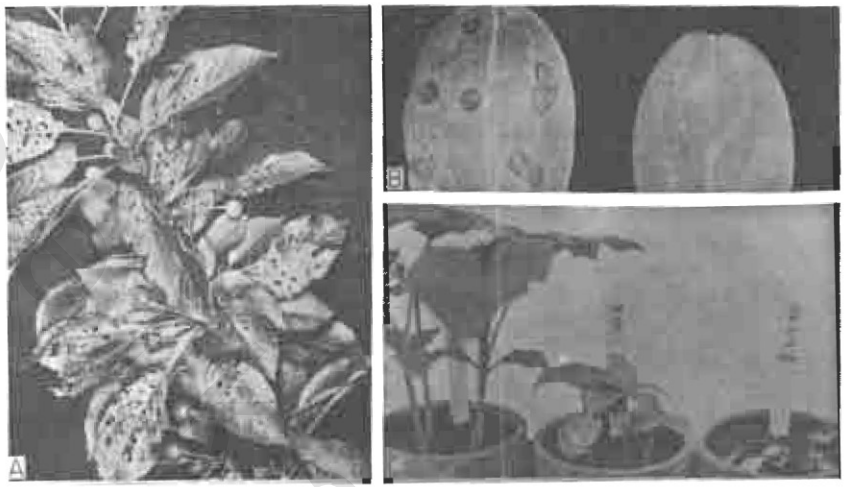
تظهر أزهار الأشجار المصابة ذات حامل قصير أو بدون حامل، ويمكن أن يكون الكأس والتويج ملتويان ومشوهان، وقد يظهر على السبلات حلقات شاحبة أو متحللة أو على شكل أقواس، مثل هذه الأزهار المصابة بشدة، عادة، لا تعقد ثمار وأحياناً يتكون عليها ثمار، عند ذلك يظهر على هذه الثمار المتكونة حلقات صغيرة مشابهة لتلك التي 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 الموجة لمدة ٤ – ٦ سنوات أو أكثر.

الكائن المرض : – يتسبب هذا المرض عن فيرس البقع الحلقية المتحللة في البرقوق جنس برونس *Prunus*، ويسمى الفيرس (PNRV) *Prunus necrotic ringspot virus*. جزيئات الفيرس كروية صغيرة ذات قطر حوالي ٢٣ نانوميتر، والفيرس غير ثابت فى عصير النبات غير المخفف، يبدأ في فقد فعاليته خلال بضع دقائق ويثبط نهائياً في بضع ساعات. درجة الحرارة المميتة للعزلات المختلفة من الفيرس تتراوح ما بين ٥٥ – ٦٢° م.

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



شكل – ٢٤٤

(A) أعراض البقع الحلقية الميتة والمتحللة (طور الصدمة) في الكرز الحلو. (B) تفاعل البقع الموضعية مع سلالتين من فيرس PNRV في فلقات البطيخ حوالي عشرة أيام بعد الاصابة. (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 الفيرس الشتاء في أشجار اللوزيات المصابة والذي ينتشر منها إلى الأشجار السليمة في الربيع وبشكل أساسي عن طريق حبوب اللقاح المصابة. ينتشر الفيرس 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 للاصابة عن طريق حبوب اللقاح منها في الأشجار الحديثة السن. يمكن أن ينتقل الفيرس فوق مسافات كبيرة لا تقل عن ٨٠٠ متر، ولكن تحدث معظم الاصابات خلال ١٥ م من الأشجار المعروف بأنها مصابة. تظهر الأعراض على الأشجار المصابة عن طريق حبوب اللقاح الحاملة للفيرس، عادة في الربيع القادم، بعد سنة من الاصابة.

مع أن الفيرس يصبح جهازي 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 إبتداءً من منطقة الاصابة 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 تفضي 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 بمشاتل أصول خالية من الفيرس وعلى إستبعاد الأشجار من جنس *Prunus* المصابة بفيرس (PNRV) من المنطقة حيث تزرع الأشجار الخالية من الفيرس.

إن إنتاج مشاتل أصول خالية من الفيرس يعتمد على إستعمال بادرات أصول مأخوذة من بذور 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 الاصابة، 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 سيريولاتا *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 للاصابة، فإنها تتفاعل بإعطاء بقع موضعية، تبرقش جهازي أو موت بادرات الخيار (شكل ٢٤٤ ، C, B) . إن الأشجار الأم التي تعطي بذور أو طعوم المفهرسة بالإيجاب لفيرس (PNRV) فإنها يجب أن تباد، أما تلك التي هي سالبة الفهرسة لنفس الفيرس فإنها تستعمل للتكاثر، ولكن يجب إعادة فهرستها سنوياً أو كل سنتين نظراً لأنها من الممكن أن تصبح مصابة بالفيرس عن طريق حبوب اللقاح المصابة بالفيرس. في السنوات الحديثة تختبر الأشجار الأم لوجود الفيرس سيرولوجياً وبشكل أساسي باختبار ELISA.

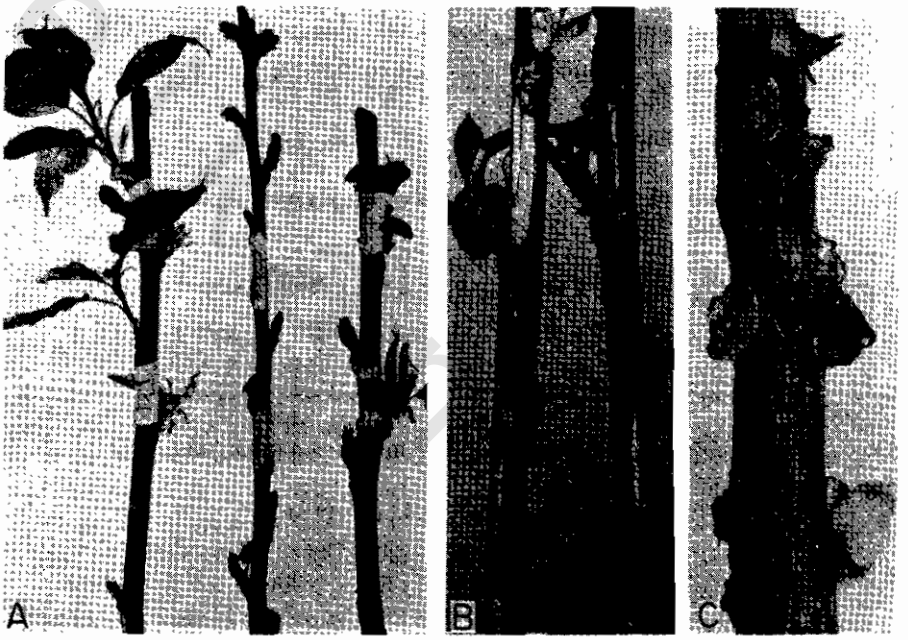
بعد أن يكون بستان الأشجار قد إكتمل وتأسس بأشجار خالية من الفيرس، فمن الضروري إزالة جميع الأشجار البرية التابعة لجنس Prunus على دائرة نصف قطرها حوالي ٢٠٠ م حول محيط البستان وذلك لمنع إنتشار الفيرس إلى البستان، يجب عدم زراعة بستان جديد بالقرب من بستان قديم يحتوي على أشجار مصابة ويجب إزالة أي أشجار مصابة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

التفاف أوراق الكرز

Cherry Leaf rolling

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

القلف وعادة تموت الأشجار خلال بضع سنوات من الاصابة. يعتبر فيرس التفاف اوراق الكرز من مجموعة nepovirus وهذا يعني أنه كروي ينقل بالنيماتودا وقطره ٣٠ نانوميتر، ينقل عن طريق التطعيم بالبرعم والتطعيم بالقلم وبواسطة ٠,٦ – ١٠٠ ٪ بالبذور وبواسطة حبوب اللقاح وبواسطة النيماتودا جنس زفينيما *Xiphinema*.



شكل – ٢٤٥

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

جدري البرقوق

Prune Pox

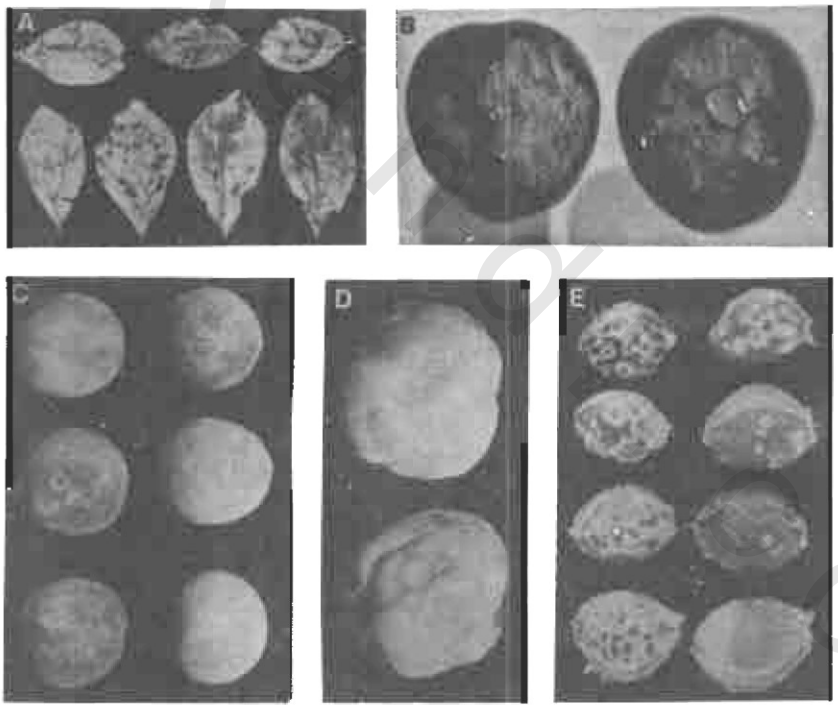
ينتشر هذا المرض في أوروبا وآسيا الصغرى، يهاجم البرقوق، الخوخ، النكتارين والمشمش. يسبب خسائر فادحة في كمية ونوعية الثمار ويوهن الشجرة المصابة .حيثما يوجد هذا المرض فانه يكون أكثر الأمراض اهمية على هذه الأشجار، تظهر أوراق الأشجار المصابة تبرقشات شديدة، حلقات منتشرة او لامعة او إصفرار العرق ومظاهر من الخطوط المتطاولة (شكل ٢٤٦ ، A) يظهر على ثمار البرقوق المصابة أعراض جدري شديد (شكل ٢٤٦، B) مع وجود حلقات ملونة غامقة او بطش على جلد الثمرة وتلون بني محمر على لب الثمرة وبقع بنية على نواة الثمرة او في التجويف. تسقط معظم الثمار المصابة قبل نضجها. أما ثمار الخوخ المصابة فانها تظهر حلقات مبرقشة وتشوهات (شكل ٢٤٦ ، C) بينما ثمار المشمش تظهر حلقات ولكنها تكون أكثر تشوهاً وذات حلقات ميتة ومتحللة ونتوءات (شكل ٢٤٦ ، D) ويظهر على نواة الثمرة تخطيطات صفراء مبيضة حلقية (شكل ٢٤٦ ، E). يعتبر فيرس جدري البرقوق Potyvirus أبعاده ٧٦٠ X ١٢ نانوميتر. ينتقل الفيرس 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 الفيرس على عدة سلالاتويسبب اعراضاً مختلفة ولكن دائماً خسائر كبيرة وذلك حسب سلالة الفيرس. تظهر الأوراق المصابة موزايك أخضر أو أصفر ، حلقات ، أشكال تخطيطات او بثرات ويظهر في معظم الاصناف اوراقاً صغيرة غير متناسقة قليلاً، بينما في الاصناف الاخرى 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. او 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 الفيرس المسبب للمرض من مجموعة nepovirus قطره ٣٠ نانوميتر ، ينتقل بالتطعيم بالبرعم والقلم وبالعقل وكذلك بواسة النيماتودا جنس زفينيما Xiphinema.



شكل ٢٤٦ : الأعراض المتسببة بواسطة فيرس جدري البرقوق . A : برقشة شديدة على الأوراق . B : اعراض الجدري على الثمار . C = حلقات على الثمار. D = حلقات ونتوءات على المشمش E = حلقات ونقر على المشمش.

الأمراض التي يسببها فيرس البقعة الحلقية في الطماطم:

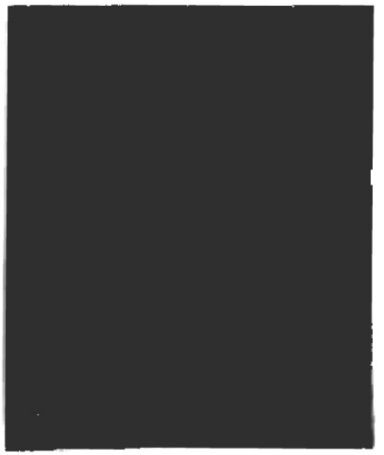
١ – تنقر وتدهور ساق الجنس *Prunus*

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 واصول جذرية بالاضافة لكثير من الأشجار ذات الثمار الصغيرة مثل العنب، العليق والفراولة تهاجم بفيرس البقعة الحلقية في الطماطم (TomRSV) في شمال امريكا 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 بالاصل (شكل ٢٤٧ ، A) يكون ذلك متبوعاً بتحلل تدريجي في منطقة إتحاد الطعم مع الاصل (شكل ٢٤٧ ، A ، B) يحدث هذا في أصناف التفاح عالية الحساسية والمطعومة على أصول جذرية متحملة لفيرس البقعة الحلقية في الطماطم مثل (م م ١٠٦) والذي أصبح أخيراً يصاب بالفيرس عن طريق النيماتودا العامل الناقل للفيرس، أخيراً تُظهر الأشجار المصابة اصفرار في المجموع الخضري وموت رجعي (موت القمم) في الفروع الحديثة وتدهور عام وموت خلال ٣ – ٥ سنوات من ظهور الاعراض على التحام الطعم. أما في الجنس *Prunus* يكون هناك زيادة كبيرة وشديدة في حدوث تنقرات على الطعم أو الاصل او 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 متقزمة. تتكشف عناقيد الثمار بقلة أو لا تتكشف أبداً وحجم حبة العنب يكون هزيلاً وغير مستقيمة. تتسبب كل هذه الأعراض عن فيرس 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 جذوع التفاح B. هذه متسببة عن الاصابة بفيرس TomRSV. اصول متحملة وطعم قابل للاصابة.

مرض الترستيزا في الحمضيات

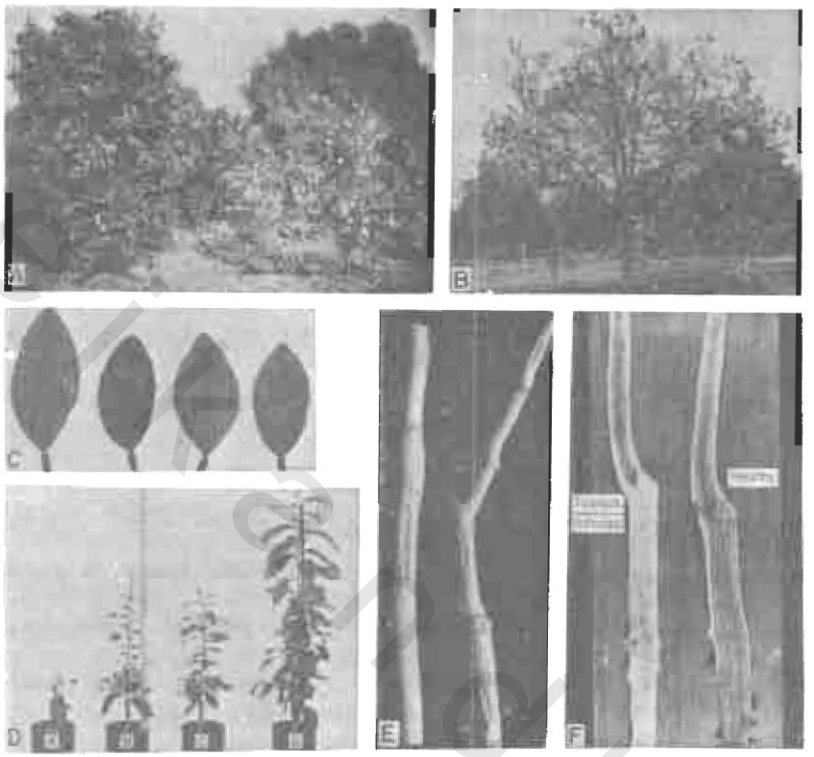
Tristeza Disease of Citrus

يوجد مرض الترستيزا في كل مناطق زراعة الحمضيات في العالم. يهاجم الترستيزا بشكل خاص كل أنواع أشجار الحمضيات ولكن يهاجم بشكل أكبر كل من ، البرتقال ، الكريب فروت والليموت. 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 الترستيزا تنقر في الساق يكون متبوعاً بنمو ضعيف وتدهور الشجرة. مع أن بعض أشجار الحمضيات يمكن أن تصاب بالمرض حتى عندما تكون نامية على جذورها (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 الترستيزا 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 بالترستيزا حتى قبل أن يدخل المرض في بعض المناطق الهامة في زراعة الحمضيات. أما في ولايات ساوباولو ، برازيل، فإن ٩ مليون شجرة أو حوالي ٧٥٪ من أشجار البرتقال في الولاية قد حطمت بواسطة الترستيزا خلال ١٢ سنة من ظهور المرض في تلك الولاية.

الأعراض : - تختلف أعراض مرض الترستيزا على العوائل المختلفة وحتى على نفس العوائل إذا نمت على أصول مختلفة. تظهر الأعراض النموذجية لمرض الترستيزا على شكل تدهور سريع أو حاد في الأشجار المطعومة على أصول قابلة للاصابة (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 النموات 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 بالترستيزا 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 الترستيزا 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 الترستيزا (D) تأثير ثلاثة عزلات مختلفة من الفيرس (A - C) من الترستيزا على بادرات ليموت يوركا. النباتات السليمة على اليمين. (E) أعراض تنقر الساق على ليموت مكسيكان متسبب عن ترستيزا. (F) إنشقاق الجذوع والجذور في البرتقال الحلو المطعوم على أصل ليمون حامض معامل أيوديد 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 الحَمضيات المختلفة، خاصة الليمون والكريب فروت، يظهر عليها تنقرات في الساق نتيجة للاصابة 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 المحدود في الأطوار الأخيرة.

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

يوجد فيرس الترستيزا في الطبيعة بسلالات كثيرة، وعلى الأقل هناك ثلاثة سلالات معروفة متميزة تنتج أعراض نموذجية لمرض الترستيزا، وسلالات 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 فيرس ترستيزا الحمضيات أو معقد الفيرس (مجموعة السلالات) واسع الانتشار بين أشجار الحمضيات في مناطق زراعة الحمضيات. في بعض المناطق يكون ١٠٠٪ من الأشجار تحمل الفيرس. يتم إنتشار الفيرس بسهولة عن طريق إستعمال وسائل تكاثر خضرية مصابة بالفيرس كل من الطعم والأصل، وعن طريق نواقل حشرية. لا ينتقل فيرس الترستيزا عن طريق البذور.

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

بعد إصابة أشجار الحمضيات بفيرس الترستيزا 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 الجذور 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 والتى تكون في الساق والأوراق معتدلة الاصابة فقط، ولكن معظم الخلايا التي في الجذور المغذية تصبح متحللة بشكل عام وشامل. يكون هناك نشاط غير عادى في الكامبيوم ويكون هناك أشكال من اللحاء غير عادية تكون متبوعة بالتدهور النهائي وإتلاف جميع كتلة الجذور المغذية.

أما في الأشجار المطعومة على الأصول التي يظهر عليها أعراض نموذجية لمرض الترستيزا، فإنه يظهر تحلل ونكروزز في الأنابيب الغربالية في المنطقة التي تقع تحت إتحاد البرعم مع الأصل، وذلك بعد ٧ – ٨ شهور من الحقن بالفيرس وتظهر الأعراض على القمة متأخرة بحوالي ١٠ – ٢٣ شهراً. خلال ذلك الوقت فإن أنسجة الجذور تُستغل وأخيراً تَستنزف النشا الاحتياطي والمخزون فيها قبل ذلك (شكل ٢٤٨ ، F) وأيضاً خلال موسم النمو فإنه يتكون لحاء جديد بكثافة ويقوم بوظيفته لمدة قصيرة قبل أن يصبح متحللاً. عندما ينضب النشا المخزون نهائياً فإن الجذور تتعفن وتتدهور أو يتبع ذلك إنهيارها.

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

المقاومة : إن مقاومة مرض الترستيزا على الزراعات الموجودة والناتجة من إتحاد أصل وطعم قابلة للاصابة، تكون هذه المقاومة صعبة جداً أو غير ممكنة. لقد حصل على بعض النجاح في المناطق المصابة بالترستيزا وذلك عن طريق تطعيم أشجار البرتقال الحلو التي لا تزال سليمة ونامية على أصول برتقال حامض، تطعيمها بقمم مأخوذة من نباتات مقاومة للترستيزا، 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 قناعة والأكثر إقتصادية هي إزالة الأشجار القابلة للاصابة بعد أن تصبح مصابة وإعادة زراعة البستان بأشجار ناتجة عن إتحادات طعم واصل مقاومة.

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

لقد حصل على مقاومة جيدة لمرض الترستيزا وذلك بحقن أشجار الحمضيات حديثة النمو بسلالة منتقاة معتدلة من سلالات الفيرس. هذه العملية تعطي الأشجار وقاية بالتضاد وتحفظها من الاصابات اللاحقة التي تحدث في الطبيعة بسلالة اكثر شدة من فيرس الترستيزا المنقول بواسطة المن

المراجع

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). Tresteza 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 (او عوائل) مثل *Fragaria* الفراولة وجنس *Rubus* أنواع العليق المختلفة أو من العائلة الوردية، جنس *Ribes* مثل عنب الثعلب والكشميش والرياس وجنس *Vaccinium* ، التوت البري والعنبية من العائلة Erica-ceae. ونظراً لأن معظم الثمار الصغيرة تتكاثر خضرياً وبالتالي فان الفيروسات تلجأ لأن تنتقل من الأفراد الى أجيالها (من جيل الى جيل) عن طريق وسائل التكاثر الخضرية. زيادة على ذلك فان كثيراً من الفيروسات تهاجم النباتات ذات الثمار الصغيرة وتنتقل بواسطة المن او النيماتودا وهذا يؤدي بالتالي الى 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 او مستترة وأن الخسائر التي تسببها تكون غير ملحوظة تقريباً. ولقد تبين مرة بعد مرة أن نباتات العليق والفراولة الخالية من الفيرس 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 لانتاج نباتات خالية من الفيرس.

أجريت محاولات لانتاج نباتات خالية من الفيرس عن طريق الحصول على نبات او بضع نباتات خالية من الفيرس من صنف معين من الفراولة او العليق من الوكالة الحكومية ويجرى تكاثر هذه النباتات لمدة ٢ – ٣ سنوات في بيوت العزل والتنقية تحت ظروف شديدة جداً من حيث عزلها عن جميع العوامل الناقلة للفيرس. 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 الى النباتات. والاكثر حداثة أن كثيراً من الثمار الصغيرة وغيرها من النباتات التي

تتكاثر 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 او 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 كثيرا من هذه الفيروسات ينقى وتدرس صفاته. ولقد تبين أن الفراولة تهاجم بحوالي ٢٠ فيروساً على الأقل، أما العليق وعنب الثعلب تهاجم بحوالي ١٥ فيروساً وكل واحد من النباتات الأخرى بحوالي ٦ – ١٠ فيروسات.

إن أكثر الفيروسات أهمية والتى تهاجم الفراولة تشمل تبرقش الفراولة، تخطيط عروق الفراولة، الاصفرار المعتَدل لحواف الفراولة وتجعد الفراولة، كل هذه الفيروسات الأربعة عالمية الإنتشار ويبدو أنها تنتقل بالمن وهي نصف عابرة أو عابرة. كذلك فان فيرس البقعة الحلقية في الفراولة موجوداً في اوروبا وينتقل بواسطة النيماتودا. إن أكثر الفيروسات أهمية والتي تهاجم العليق (أيضاً الكشميش وبعض أنواع الفراولة) تشمل موزايك العليق (عالمي الإنتشار)، تجعد أوراق العليق (شمال امريكا) وكلاهما ينتقل بالمن وهما نصف عابران Arabes موزايك والبقعة الحلقية في العليق كلاهما في اوروبا وكلاهما ينتقل بحوالي ١٠ – ١٠٠٪ بالبذور وبواسطة النيماتودا.

المراجع

"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.

obeikandl.com

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) تجمع قمة الموز (تورد القمة)

Bunchy Top of Banana

يحدث هذا المرض في كل من أستراليا، اسيا، جزر الباسفك وافريقيا. يسبب خسائر كبيرة. تكون اوراق النباتات المصابة ذات خطوط خضراء غامقة غير منتظمة بموازاة العروق الصغيرة وتكون الأوراق متجمعة مع بعضها البعض على قمة النبات مكونة شكل التورد. تكون النباتات متقزمة ولا تنتج ثماراً. إن الفيرس المسبب لهذا المرض من نوع lutovirus يعني أنه متماثل الاقطار وطول قطره ٣٠ 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 الجذور الرئيسية أيضاً. ويظهر بقع متحللة على الجذور الجانبية وأيضاً شحوب الأوراق والثمار وتكون الثمار صغيرة ومستديرة وتحتوي على رؤوس قليلة وصغيرة. تتدهور الأشجار وتموت أو أنها قد تدوم طويلاً. الفيرس المسبب لهذا المرض عصوي أبعاده ١٤٢ X ٢٧ نانوميتر ولكن لغاية الان لم يعتمد في مجموعة تصنيف محددة. ينتقل بواسطة عدة أنواع من بق الاشجار وهو نصف عابر.

٣) موزايك كاسافا الافريقي

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

٤) فيرس البقعة الحلقية في الباباي

Papaya Ring Spot Virus

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

المراجع

"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.

obeikandl.com

الأمراض 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 فان مرض البقعة الحلقية في الدردار يتسبب عن فيرس البقعة الحلقية في الدخان، النظام المخطط في الدردار يتسبب عن فيرس موزايك الدخان، النظام المخطط في البيتولا يتسبب عن فيرس موزايك التفاح. موزايك الدردار يتسبب عن فيرس التفاف اوراق الكرز، يصاب القيقب بفيرس تورد الخوخ وبفيرس البقعة الحلقية في الدخان. من بين اكثر الأمراض الفيروسية المعروفة لأشجار الغابات وتتسبب عن فيروسات واضحة مميزة هي تبرقش الدردار المتسبب عن فيرس تبرقش الدردار (وهو من نوع ilarvirus)، موزايك الحور المتسبب عن فيرس موزايك الحور (Carlavirus). هناك قليل من الفيروسات التي تهاجم أشجار الغابات غير واضحة مع أنها اكتشفت في أشجار الغابات ويقدر عدم وضوحها للاسباب الثلاثة الاتية ١) قليل من علماء الفيرس من يدرس ويختبر أشجار الغابات لمعرفة اصابتها 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 الفيرس هنا لا يشمل التطعيم على اصول أخرى والذي كثيراً ما يساعد في اكتشاف وجود الفيرس كما في أشجار الفاكهة.

الأمراض الفيروسية في نباتات الزينة

تهاجم 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 وتسبب امراضاً فقط على جنس أو عائلة معينة من نباتات الزينة. كثيراً من هذه الفيروسات عالمية الإنتشار، بينما البعض الآخر لغاية الآن محصوراً في قارة بمفردها

مثل شمال أمريكا أو اوروبا. كثيراً من هذه الفيروسات ينتقل بواسطة المن. ومن الأمثلة على امراض نباتات الزينة حلقة إيتش في القرنفل، تبرقش العروق في القرنفل، موزايك كاتيلا، موزايك داليا، الموزايك المعتدل في الايرس، التخطيط الاصفر في النرجس، تكسر الزنبق. بعض هذه الفيروسات ينتقل بالنيماتودا 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 الليلك 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 البلارجونيوم 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.

المراجع

"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," 3r ed. Academic Press, New York.

obeikandl.com

أمراض النبات المتسببة عن فيرويدات

Plant Diseases Caused by Viroids

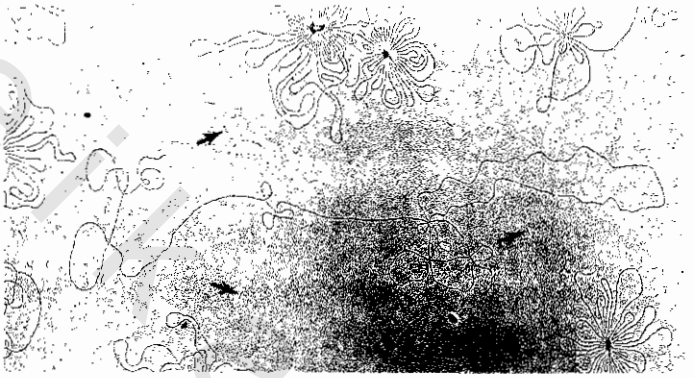
لغاية الان هناك عشرة أمراض نباتية تبين أنها متسببة عن فيرويدات، هذه الأمراض تشمل الدرنة المغزلية في البطاطس، تشقق قلف أشجار الحمضيات، تقزم الاقحوان، التبرقش الشاحب في الاقحوان، تقزم حشيشة الدينار، تورد قمة الطماطم، البقعة الشمسية في الافوجادو، مرض كادنج – كادنج في أشجار جوز الهند Cadang - Cadang disease ، 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، الحيوانات، 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 – المميزة 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.

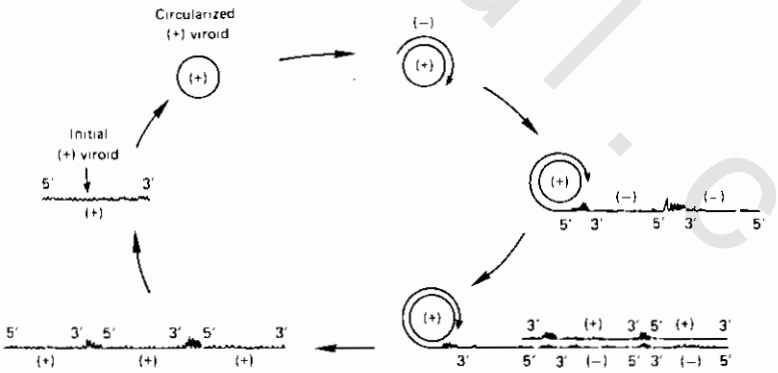
إن صغر حجم الحمض النووي في الفيرويدات يدل على أنها تحتوي على حوالي (٢٥٠ – ٤٠٠) نيوكلوتيدة، وبالتالي تفتقر إلى المعلومات الكافية للنقل بالشيفرة حتى لأنزيم واحد مضاعف (replicase) الذي قد يحتاج إليه لتضاعف الفيرويد. إن وجود الفيرويدات على شكل

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 الالكتروني صعبة جداً حتى في التحضيرات النقية، بينما في أنسجة النبات أو عصارة النبات فإن إكتشافها بالميكروسكوب الألكتروني غير ممكنة حتى الآن.



شكل - ٢٤٩

صورة بالميكروسكوب الالكتروني لفيرويدات الدرنة المغزلية في البطاطس (الأسهم) مختلطة مع DNA ثنائي الخيط من البكتيريوفاج سلالة (T_7) للمقارنة.



شكل ٢٥٠

رسم تخطيطي يمثل تضاعف الفيرويد بشكل مفترض

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 الألكتروني، تظهر بطول حوالي ٥٠ نانوميتر وله سمك الخيط المزدوج 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.

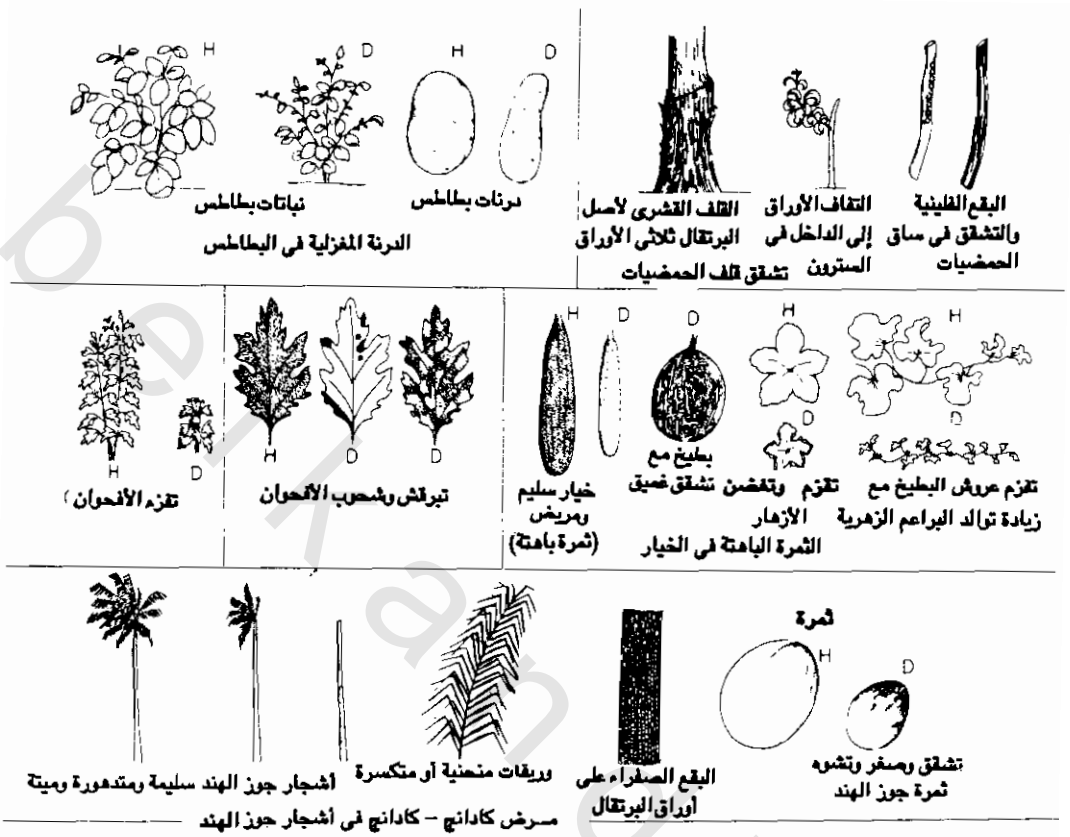
كيف تضاعف الفيرويدات نفسها ؟؟ هذا لا يزال غير معروف حتى الآن. إن حجمها الصغير من الصعوبة بمكان لينقل المعلومات بالشيفرة إلى بروتين صغير جداً وإن مثل هذا البروتين سيكون أصغر إلى حد كبير من وحدات الأنزيم المعروف المضاعف للحامض النووي RNA (RNA-polymerase) وبالتالي ستكون غير قادرة على إجراء تضاعف الفيرويد. 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 للحمض RNA الذي فيه جميع المكونات المطلوبة لتضاعف الفيرويد، متضمنة أنزيم مضاعف الـ RNA وكلها مزودة من قبل العائل. أثناء تضاعف الفيرويد فان دائرة (+) خيط الفيرويد تتضاعف بينما هي تعمل كأسطوانة ملفوفة تنتج خيط مستقيم multimeric RNA (-). عندئذ فان 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 تتدور وتنتج نسخاً عديدة من الفيرويد الاصلي RNA (شكل ٢٥٠).

كيف تسبب الفيرويدات الأمراض؟؟، هذا أيضاً لايزال غير معروف. تظهر الأمراض الفيرويدية. تباين في أعراضها (شكل ٢٥١) الذي يشبه تلك المتسببة عن الاصابة الفيروسية. إن كمية الفيرويدات المتكونة في الخلايا يبدو أنها صغيرة جداً، وبالتالي فإنه من غير المحتمل أنها تسبب نقصاً في نيوكلوتيدات الحمض النووي RNA في الخلايا. بجانب ذلك، كما هو الحال في الفيروسات، فإن كثيراً من العوائل المصابة لا تبدي أضراراً مرئية مع أنه يبدو أن الفيرويدات تتكاثر فيها تماماً كما تتكاثر في العوائل 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 فيرويد الدرنة المغزلية في البطاطس، تقزم الأقحوان، والشحوب المبرقش في الأقحوان، تنتقل عن طريق العصارة بسهولة، بينما الفيرويدات الأخرى مثل فيرويد تشقق قلف أشجار الحمضيات تنتقل عن طريق العصارة بشيء من الصعوبة. بعض الفيرويدات مثل فيرويد الدرنة المغزلية في البطاطس تنتقل عن طريق حبوب اللقاح والبذور 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 العوائل المعمرة التي تشمل العوائل 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 فيرويدات.

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

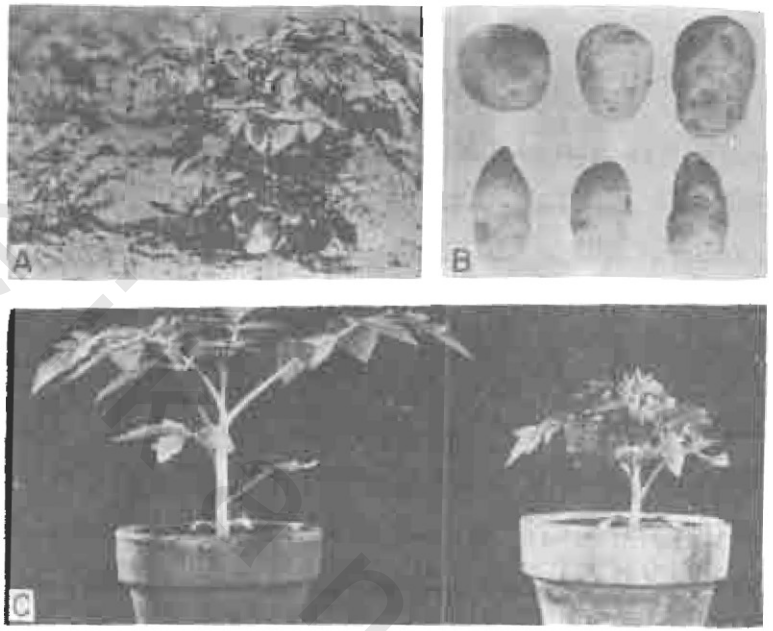
مرض الدرنة المغزلية في البطاطس

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 (إقتصادياً) أنه نو 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 للاصابة متقزمة وذات أوراق عروقها غائرة أكثر منه في الحالة الطبيعية، مع وجود نكروزز (موت وتحلل أنسجة) في الأعناق والعروق. تكون نباتات الطماطم المصابة ذات قمة متوردة (مظهر القمة المتوردة).

الكائن الممرض : يتسبب هذا المرض عن فيرويد الدرنة المغزلية في البطاطس *Potato Spindle Tuber Viroid*. وهو أول فيرويد معرّف ومميز، إن الفيرويد هو RNA معدي وهو نو وزن جزيئي منخفض حوالي ١٠٠,٠٠٠ دالتون، إن RNA جزيء مفرد الخيط يتكون من ٣٥٩ نيوكليتيدة 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 احداث العدوى بعد تخفيف من ١ : ١٠٠٠ ، ١ : ١٠,٠٠٠ وبعد تسخينها لمدة ١٠ دقائق على ٧٥ - ٨٠° م. إن الفيرويد سريع التثبيط في العصارة المستخلصة من النباتات المصابة ولكن يمكن إبقاء قدرته على إحداث العدوى عن طريق معاملة العصارة بالفينول. يثبط الفينول نشاط أنزيم رايبونيوكلييز الذي يكسر RNA الفيرويدي.



شكل – ٢٥٢

أعراض متسببة بواسطة فيروويد الدرنة المغزلية في البطاطس. (A) نباتات بطاطس مريضة على الشمال متقزمة ونموها قائم. (B) درنات مريضة، في الأسفل مغزلية الشكل وصغيرة مقارنة بالدرنات السليمة العلوية. (C) نباتات طماطم على الشمال سليمة وعلى اليمين مريضة بعد عشرون يوم من الحقن بفيروويد الدرنة المغزلية في البطاطس.

ينتقل الفيرويد ميكانيكياً وينتشر بشكل أساسي بواسطة السكاكين المستعملة في تقطيع تقاوي البطاطس السليمة والمصابة وأثناء التعامل وزراعة المحصول. يبدو أيضاً أن الفيرويد ينتقل عن طريق حبوب اللقاح والبذور 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 التى يمكن أن تكون حاملة للفيرويد الباقي حياً في محصول السنة السابقة. يمكن اكتشاف وجود الفيرويد (PSTV) في الدرنات عن طريق حجز RNA الفيرودي الموجود في عصارة النبات المصاب، على غشاء نتروسليولوز ، تهجينه مع DNA عال الاشعاع مكمل ل RNA الفيرويد وطرح الغشاء المعامل الى أوتوريديوجراف. البقع التى 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 اليوسفي والليمون الحلو، وبعض أنواع ليمون الأضاليا، الترنج. إن كلا من البرتقال وليمون الأضاليا والكريب فروت، وأشجار الحمضيات الأخرى المطعومة 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 الحساسة للمرض تشققات عمودية في القلف وضيقة، وتخطيطات رفيعة عمودية على القلف الخارجي المفكك جزئياً والتي تعطي القلف مظهر التقرح والمظهر الحرشوفي (شكل ٢٥٣). نظرا لأن كثيراً من النباتات القابلة للاصابة بتشقق

القلف مثل البرتقال ثلاثي الأوراق، تستعمل أساساً كأصول لتطعم عليها أشجار حمضيات اخرى، وبسبب أن الطعوم تعطي 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 ان يظهر عليها تلطخات صفراء على السيقان الحديثة المصابة، وبعض الترنج يظهر إلتفاف الأوراق والسيقان إلى الداخل وتشقق واسوداد أعناق وعروق الورقة. تظهر جميع النباتات المصابة، بشكل عام، متقزمة إلى مدى صغير أو كبير وتعطي انتاج منخفض.

الكائن الممرض : - يتسبب هذا المرض عن فيرويد تشقق قلف الحمضيات *Citrus Exo-cortis Viroid* (CEV). يبدو أن الفيرويد يشابه ظاهرياً فيرويد الدرنة المغزلية في البطاطس يتكون من ٣٧١ نيوكليتيدة في وضع دائري او خيطي، إلا أنه لا يماثله. ينتقل الفيرويد 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 والحافرة. ينتقل الفيرويد أيضاً بواسطة الحامول وينتقل بواسطة العصارة إلى كل من جانيورا *Gynura* ، بيتونيا *Petunia* وإلى نباتات عشبية أخرى. يحتفظ الفيرويد بمقدرته على الإصابة وهو على صفائح السكاكين الملوثة لمدة لا تقل عن ثمانية أيام، عندما ينقى جزئياً، يبقى الفيرويد أيضاً قادراً على إحداث الإصابة على درجة حرارة الغرفة لعدة شهور. إن درجة الحرارة المميتة لهذا الفيرويد في العصارة المستخرجة حوالي ٨٠° م لمدة عشرة دقائق، ولكن الفيرويد المنقى جزئياً يبقى قادراً على إحداث العدوى حتى بعد أن يغلي لمدة ٢٠ دقيقة، يبقى أيضاً الفيرويد 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 الفيرويد أيضاً حياً على السكاكين الملوثة المعاملة بمعظم المطهرات الكيماوية الشائعة باستثناء محلول صوديوم هايبوكلورايت.

تكشف المرض : - يبقي الفيرويد 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 الفيروويد يدخل بوضوح في عناصر اللحاء وينتشر فيها في جميع أجزاء النبات. يبدو أن الفيروويد يكون مترافقاً مع الأنوية والأغشية الداخلية من خلايا العائل، ويفضي إلى اضطرابات في الأغشية البلازمية. مع أن الفيروويد 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 وأيضاً في السكر وفي بعض الأنزيمات، 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 هايبوكلورايت.

obeikandl.com

المراجع

Branch, A. D., and Robertson, 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 McKelvey, 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.