

## مقدمة في فيروسات النبات

### Introduction in Plant Viruses



### إعداد: د. خالد الحسن

دكتوراه في أمراض النبات، له العديد من الأبحاث والدراسات المنشورة في مجال أمراض النبات والأمن الغذائي.

#### الكلمات المفتاحية

فيروسات النبات ، أشكال الفيروسات ، الأعراض ، الانتقال ، مقاومة الفيروسات .

#### المحتويات

- تعريف الفيروسات
- نشأة علم الفيروسات النباتية
- أشكال الفيروسات النباتية
- العدوى بالفيروسات النباتية
- التفاعل بين الفيروس والعائل النباتي وأهم الأعراض الناتجة
- الأهمية الاقتصادية للفيروسات
- تشخيص وانتقال الأمراض الفيروسية
- إدارة الأمراض الفيروسية

تاريخ النشر:

31.08.2020

## نشأة علم الفيروسات النباتية

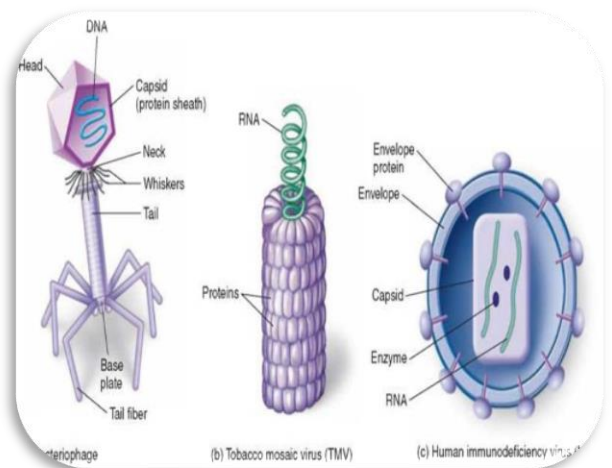
تعود بدايات علم الفيروسات النباتية إلى أواخر القرن التاسع عشر عندما كان عالم الأحياء الدقيقة الهولندي بيجيرينك والباحث الروسي إيفانوفسكي يبحثان في سبب المرض الغامض الذي أصاب التبغ والذي عرف فيما بعد بمرض موزاييك التبغ (Zaitlin, 1998) (TMV). فيروس موزاييك التبغ هو أول فيروس يتم وصفه بعد ذلك تم التعرف على عدد كبير من الفيروسات المتنوعة التي تصيب النباتات، الحيوانات، الفطريات، البكتيريا. التقدير الحالي للفيروسات المعروفة يتجاوز 4000 فيروس، منها حوالي 1000 فيروسات نباتية. عبر التاريخ، يُنظر للفيروسات على أنها تهديد صحي للإنسان والماشية ونباتات المحاصيل والسبب الرئيسي لدراسة فيروسات النبات هو التأثير السلبي للأمراض الفيروسية على إنتاج المحاصيل. لكن التقدم الأخير في فهم العلاقة بين العائل والفيروس قد حول الفيروسات إلى أدوات مهمة في الطب والتكنولوجيا الحيوية (Pogue *et al.*, 2002).

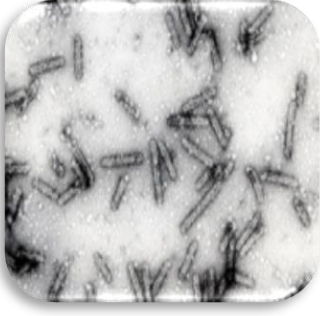
## أشكال الفيروسات النباتية

جميع الفيروسات النباتية تتكون من حمض نووي وغلاف بروتيني، بعض الفيروسات تكون مغلفة بغ

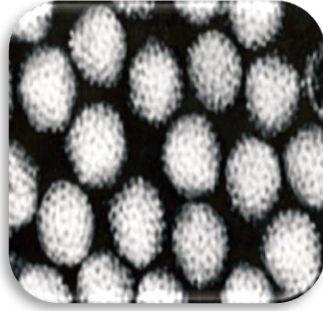
## تعريف الفيروسات

الفيروسات تراكيب لا خلوية غير نشطة خارج عوائلها مما دفع بعض العلماء إلى اعتبارها كائنات غير حية، فهي عبارة عن بلورات تجمع في خواصها بين الجماد والأحياء، صغيرة الحجم 20-300 نانوميتر، لا ترى إلا بالمجهر الإلكتروني. يتكون الفيروس من حمض نووي RNA أو DNA، وهذا الحمض قد يكون مفرد أو مزدوج يحاط بغلاف بروتيني. جميع الفيروسات ممرضات إجبارية التطفل، فهي تصيب جميع أنواع الكائنات الحية بما في ذلك الإنسان والحيوانات والنباتات والفطريات والبكتيريا وتسبب لها أمراض معدية، فهي تسبب العديد من الأمراض النباتية الهامة والتي ينتج عنها خسائر كبيرة في غلة المحاصيل وجودتها في جميع أنحاء العالم. تستغل الفيروسات الطاقة الكيميائية والبروتينات والأحماض النووية للعائل لتضاعف نفسها.





شكل 4



شكل 3

### العدوى بالفيروسات النباتية

تتم عملية العدوى بالفيروسات من خلال عدة مراحل متعاقبة:

1. **التعلق Attachmen** : تلتصق جزيئات الفيروس بالسطح الخارجي لخلية العائل.

2. **الاختراق Penetration** : تعني دخول الحمض النووي الفيروسي إلى الخلية النباتية.

3. **التضاعف Replication** : بمجرد الدخول للخلية فإن بعض جينات الفيروس يتم نسخها بواسطة الإنزيم بوليمراز RNA الخاص بالعائل وترجمتها لإنتاج إنزيمات تبني نسخ عديدة من الحمض النووي الخاص بالفيروس، كما يتم تكوين الغلاف البروتيني للفيروس.

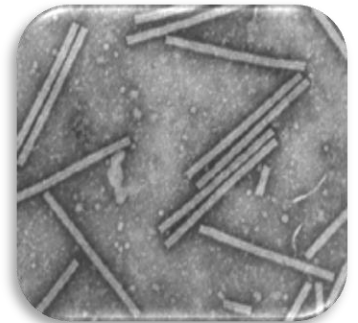
4. **التجميع Assembly** : تتجمع جزيئات الحمض النووي والبروتينات المغلفة المتراكمة في أجزاء كاملة لتعطي ملايين النسخ الفيروسية الجديدة.

شاء خارجي مكون من الدهون والبروتينات. تأخذ الفيروسات النباتية أشكالاً مختلفة منها الفيروسات العصوية الصلدة Rigid rods viruses مثل فيروس موزاييك التبغ TMV (شكل 1)، أو على

شكل خيوط مرنة Flexuous threads viruses (الشكل 2) مثل فيروس Y البطاطا. الفيروسات الكروية Spherical viruses (الشكل 3) وهي تشكل نسبة كبيرة من فيروسات النبات مثل فيروس موزاييك الخيار CMV. الفيروسات الباسيلية Bacillus viruses وهي ذات شكل انبوبي عصوي قصير مع نهاية مكورة بشكل نصف دائري (الشكل 4) مثل فيروس تدهور الرز العصوي RTBV (Gergerich and Dolja, 2006).



شكل 2



شكل 1

وتدمرها، وعادة ما تكون جينات المقاومة فعالة فقط ضد فيروس معين. بالإضافة إلى ذلك، تمتلك النباتات نظام دفاع عام يشبه إلى حد ما نظام المناعة الحيوانية، والاختلاف الرئيسي بين الاثنين هو أن الجهاز المناعي في الحيوانات يستهدف بروتينات الممرض، في حين أن نظام الدفاع عند النبات يعمل على اكتشاف وتحليل الحمض النووي الريبي للفيروس ويبطل عمله.

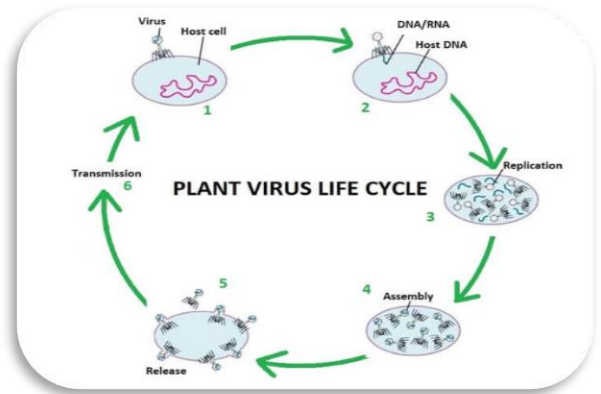
تتراوح استجابة النبات للإصابة بالفيروسات من حالة عديمة الأعراض إلى مرض شديد وموت النبات ويرتبط ذلك بنوع النبات العائل وسلالة الفيروس والظروف البيئية. في معظم الحالات تنتشر الفيروسات في جميع أنحاء النبات وتسبب عدوى جهازية، بينما في بعض الحالات تكون الإصابة موضعية على شكل بقع محددة.

تظهر الأعراض على الأوراق بأنماط متعددة مثل الموزاييك، بقع نكروزية، الاصفرار والتخبط، شفافية وتحزم العروق، تجعد والتفاف الأوراق كما تتعدد أنماط الأعراض على ثمار الفاكهة والخضروات مثل الموزاييك وتغير اللون، تشوه وتقزم الثمار، تشكل حلقات وبقع ملونة على الثمار (Gergerich and Dolja, 2006).

■ أنماط مختلفة لأعراض الإصابة بالفيروسات على أوراق النباتات والثمار

5. الإطلاق Release : يتم تكوين جزيئات أنزيم lysozyme التي تعمل على تحلل جدار خلية العائل وتؤدي لانفجارها وتنطلق محتوياتها من جزيئات الفيروس. تغادر الفيروسات الخلية وفي هذه المرحلة تكون الخلية ميتة عادةً.

6. الانتقال Transmission تتحرك الفيروسات باستخدام ناقل لخلايا جديدة لإصابتها.



### التفاعل بين الفيروس والعائل النباتي وأهم الأعراض الناتجة

تحدد حساسية أو مقاومة الأنواع والأصناف النباتية للفيروسات بشكل أساسي من خلال النمط الجيني للنبات، حيث تمتلك النباتات عدة وسائل فعالة للوقاية ومقاومة الأمراض الفيروسية، منها وسائل سلبية تتمثل في فشل النبات العائل في إنتاج عامل أو أكثر مطلوب لتكاثر الفيروس وانتشاره داخله. كما يمتلك النبات وسائل دفاع ايجابية تتمثل بجينات المقاومة في النبات حيث تعمل على اكتشاف الخلايا المصابة بالفيروس





موزاييك الأوراق



بقع نيكروزيه على الأوراق



شفافية وتحزم عروق الأوراق



تجعد والتفاف الأوراق



اصفرار وتخطط الأوراق



الموزاييك وتغير اللون على الثمار



تشوه وتقزم الثمار



حلقات وبقع ملونة على الثمار

- القدرة الكبيرة على التطفر (Mutation) عند تعرض الفيروسات للإشعاعات والمواد الكيميائية يؤدي ذلك إلى التغير في صفاتها أو قدرتها التطفلية وتظهر سلالة جديدة متطفرة تختلف تماماً عن السلالة الأصل.
- ظاهرة الكمون (Latency) أو الإصابات المُتخفية (Masked infection) لبعض الفيروسات والسلالات الفيروسية.
- تعدد وتنوع النواقل الحوية (Vectors) للفيروسات، والانتشار الجغرافي الواسع.
- عدم وجود إمكانية لمكافحة الإصابات الفيروسية بعد وقوعها لأن تطفلها على المستوى الوراثي وليس على المستوى الغذائي وهي لا تستجيب للمضادات الحيوية (الحمادي وآخرون، 1976).

### تشخيص الأمراض الفيروسية

يمكن أن تحدث معظم الأعراض التي تسببها الفيروسات أيضاً بسبب الظروف البيئية السيئة أو بسبب الممرضات الأخرى، ولهذا عادة ما نحتاج إلى إجراء بعض الاختبارات للتشخيص الصحيح للأمراض الفيروسية. ونظراً لأن الفيروسات المختلفة قد تظهر أعراضاً مشابهة، فإن النمط الظاهري للمرض يمكن أن يوفر معلومات محدودة، على الرغم من أهميتها لكنها غير كافية لتشخيص المرض. وهناك طرائق عديدة

### الأهمية الاقتصادية لفيروسات النبات

تؤدي أمراض النبات الفيروسية إلى تأخر نمو النبات ونقص في كمية المحصول وجودته، والأمثلة التالية توضح ذلك: تبلغ الخسائر السنوية الناتجة عن الإصابة بفيروس الكاكاو المتورم CSSV حوالي 50 ألف طن من حبوب الكاكاو في أفريقيا تقدر قيمتها بـ 28 مليون دولار (Bowers *et al.*, 2001). في جنوب شرق آسيا تؤدي الإصابة بفيروس تدهور الرز RTV إلى خسارة اقتصادية سنوية تقدر بـ 1.5 مليار دولار. يصيب فيروس الذبول المتبقع في الطماطم TSWV مجموعة متنوعة من النباتات بما في ذلك الطماطم والفول السوداني والتبغ (Sherwood *et al.*, 2003)، وتقدر الخسائر السنوية بسبب الإصابة بهذا الفيروس في جميع أنحاء العالم بمليار دولار. وتكمن الأهمية الاقتصادية للفيروسات الممرضة للنبات في عدة نقاط:

- المدى العائلي الواسع من النباتات الذي تتطفل عليه الفيروسات، فهي قادرة على إصابة جميع أنواع النباتات المزروعة والبرية تقريباً. ومع ذلك، يختلف المدى العائلي للفيروسات الفردية من محدود إلى واسع جداً، على سبيل المثال يصيب فيروس تريستيزا الحمضيات CTV بضعة أنواع فقط من الحمضيات، بينما يصيب فيروس موزاييك الخيار CMV أكثر من 1000 نوع تتبع 85 عائلة نباتية.

## ■ التشخيص باستخدام الاختبارات المصلية

### Immunology Tests

تعتمد الاختبارات المصلية على خصائص بروتين الفيروس المتواجد في مستخلص العينة النباتية المصابة والذي يُعرف بمولد الضد (antigen) حيث يدمص مع الاجسام المضادة للفيروس (antibodies)، والتي يتم انتاجها من خلال حقن مستخلص الفيروس النقي في جسم حيوان من الثدييات كالأرنب. وتُقسم الاختبارات المصلية إلى:

#### 1. اختبارات الترسيب

مثل اختبارات الشريحة الزجاجية، الحلقة المعلقة، الانتشار المزدوج في الآجار، الانتشار الشعاعي. وهذه الاختبارات غير دقيقة وتعتمد على العين المجردة أو باستخدام مكبرة للكشف عن وجود الراسب المعقد للدلالة على الإصابة الفيروسية.

#### 2. الاختبارات الأنزيمية

وهي الاختبارات الشائعة في مخابر الأمراض الفيروسية كونها سهلة التنفيذ بالإضافة لدقتها وسلامة نتائجها، وأهمها اختبار Enzyme Linked Immunosorbent Assay (ELISA).

## ■ اختبارات المجهر الإلكتروني المناعي :

### Immunosorbent Electron Microscopy

#### (ISEM)

تستخدم لتشخيص الفيروسات النباتية والحيوانية وهي تقوم بالدمج بين استعمال المجهر الإلكتروني

لتشخيص الأمراض الفيروسية تعتمد على خصائص الفيروس منها :

## ■ اختبار القدرة الامراضية Pathogenicity

وذلك باستخدام النباتات الدالة، بعض الأجناس النباتية مثل التبغ *Nicotiana* ، السرمق (رجل الأوز) *Chenopodium* تكون حساسة لعدداً من الفيروسات وتستخدم كدلائل نباتية للتعرف على الإصابات الفيروسية. هناك نوعان من استجابة النباتات الدالة هما البقع الموضعية المحدودة والتي تقتصر على الأوراق المعدية بشكل مباشر، والاصابات الجهازية التي تنتج أعراضاً على الأوراق البعيدة عن موقع العدوى .

## ■ القابلية للانتقال Transmissibility

تجرى اختبارات قابلية الانتقال بسبب خصوصية النواقل، وقد يوفر تحديد الكائن الذي ينقل الفيروس معلومات مهمة للتعرف على الفيروس.

## ■ التشخيص باستخدام المجهر الإلكتروني

### Electron Microscope

حيث يتم من خلاله معرفة الشكل الظاهري وأحجام الجسيمات الفيروسية وأماكن تواجدها في أنسجة العائل. كما يتم استخدام المجهر الإلكتروني لدراسة التغيرات التشريحية لأنسجة العائل المصابة بالفيروس.



سليمة، ومن أكثر الفيروسات التي تنتقل بهذه الطريقة فيروس موزاييك الدخان وفيروس X البطاطا. أيضا يقوم الانسان والحيوان بنقل بعض الفيروسات في الحقل أثناء العمليات الزراعية المختلفة، او أثناء تغذية الحيوانات وانتقالها بين النباتات. كما أن عملية تقطيع تقاوي البطاطا يساعد في انتشار فيروس x البطاطا (Ford and Evans 2003).

#### ■ الانتقال عن طريق الحشرات

تعتبر الحشرات أهم وسائل انتقال الفيروسات في الطبيعة، وأهمها الحشرات الثاقبة الماصة، كما ان هناك قليل من الفيروسات التي تنتقل بواسطة الحشرات القارضة مثل فيروس موزاييك الكوسا الذي ينتقل بخنافس الخيار. أهم الحشرات الماصة الناقلة للفيروسات هي المن والذبابة البيضاء ونطاطات الأوراق والتربس فهي تنقل أكبر عدد من أنواع الفيروسات الممرضة للنبات. انتقال الفيروسات بواسطة ناقل حشري هو عملية محددة للغاية، فيمكن لنوع واحد من نواقل الفيروسات مثل من الخوخ الأخضر *Myzus persicae* أن ينقل بعض الفيروسات مثل فيروس اصفرار الشوندر السكري ولا يستطيع نقل البعض الآخر مثل فيروس تريستيزا الحمضيات على الرغم أن هذه الفيروسات تتشابه إلى حد كبير وراثيا. وتقوم الحشرات بنقل الفيروسات بطريقتين:

والاختبارات المصلية لتحسين رؤية الجسيمات الفيروسية وتشخيص الفيروس بشكل أدق.

#### ■ التشخيص باستخدام البيولوجيا الجزيئية

تستخدم طرق البيولوجيا الجزيئية مثل PCR في تحديد الفيروس من خلال الكشف عن خصائص حمضه النووي. وهذه الاختبارات مكلفة مادياً وتحتاج إلى تجهيزات خاصة (Gergerich and Dolja, 2006).

#### ■ انتقال الفيروسات النباتية

تنتقل معظم فيروسات النباتات من النباتات المصابة إلى السليمة بواسطة كائن حي يسمى ناقل، تعد الحشرات والنيماتودا والفطريات من النواقل الرئيسية للفيروسات النباتية. ان فهم عملية انتقال الفيروس أمر بالغ الأهمية لتطوير استراتيجيات فعالة لإدارة أمراض النبات الفيروسية، نظراً لأن السيطرة على هذه الأمراض غالباً ما يكون من خلال التحكم بنواقل الفيروس. ومن الطرق المعروفة لانتقال الفيروسات:

#### ■ الانتقال الميكانيكي

تنتقل بعض الفيروسات من نبات مصاب إلى آخر سليم بالطرق الميكانيكية وقد يحدث هذا الانتقال طبيعياً في الحقل أو بالطرق الصناعية في التجارب الحقلية والمخبرية. الانتقال الميكانيكي في الحقل يحدث في حالة الزراعات الكثيفة من خلال الجروح الناتجة عن احتكاك أوراق النباتات المصابة بأخرى



### ■ الطريقة غير الماثابة

يكون التفاعل بين الفيروس وناقله سطحيًا جدًا وتتم عملية نقل الفيروس نتيجة تعلقه بالأسطح الخارجية لأجزاء فم الناقل. على سبيل المثال، تنتج الفيروسات في جنس Potyvirus بروتينًا خاصًا يساعد في التصاق الفيروسات بحشرات المن، في هذه الحالة، يستطيع المن نقل الفيروسات من النبات المصاب إلى السليم مباشرة خلال دقائق أثناء عملية التغذية، إلا أنه يفقد قدرته على نقل هذا الفيروس بعد 1-2 ساعة.

### ■ الطريقة الماثابة

حيث يدخل الفيروس لجسم الحشرة عن طريق القناة الهاضمة، وبعد فترة (عادة أكثر من 24 ساعة) تستطيع هذه الحشرة نقل الفيروس إلى النباتات السليمة طيلة فترة حياتها عن طريق اللعاب كما في عائلة Luteoviridae (Gray and Gildow, 2003).

وقد تتضاعف الفيروسات في خلايا الناقل الحشري على سبيل المثال، يتضاعف فيروس الذبول المتبقع في الطماطم في خلايا ناقله (حشرة التربس) وبمجرد أن يكتسب الناقل هذا الفيروس يمكنه نقله طيلة حياته.

(Sherwood *et al.*, 2003).

### ■ الانتقال بالأجزاء النباتية المختلفة

تنتقل بعض الفيروسات عندما يتم نشر الأجزاء النباتية المصابة، من خلال البذور، الدرنات، التطعيم، الشتول، حبوب اللقاح وهذا النوع من الانتقال مهم بشكل خاص لاستمرار بقاء الفيروس خلال فصل الشتاء.

### ■ الانتقال عن طريق التربة

انتقال الفيروسات عن طريق التربة يمثل أحد الوسائل الهامة في نقل وانتشار الأمراض الفيروسية. وهناك ثلاثة طرق لانتقال الفيروسات عن طريق التربة:

#### 1. الانتقال بدون ناقلات أرضية معروفة

قد تكون الجزيئات الفيروسية ثابتة بدرجة تمكنها من الاحتفاظ بنشاطها الحيوي في التربة بدون مساعدة أي عوامل أخرى. وينطبق ذلك على فيروس موزاييك التبغ، فعند زراعة عائل قابل للإصابة في أرض ملوثة بهذا الفيروس فإن العائل سوف يصاب من خلال الجروح الدقيقة التي تحدث في الجذور أو عن طريق الجروح التي تتواجد على الأوراق السفلى الملاصقة لسطح التربة.

#### 2. الانتقال بواسطة الفطريات

من أكثر فطريات التربة الناقلة للفيروسات فطر *Olpidium brassicae* وهو متطفل

على نقل الفيروس لفترة طويلة قد تصل في بعض الحالات إلى سنتين. اليرقات الحاملة للفيروس تفقد قدرتها على العدوى بعد حدوث عملية الانسلاخ، ولذلك فإن هذه اليرقات أو النيماتودا البالغة الناتجة يلزمها أن تتغذى على مصدر الفيروس قبل أن تستطيع نقله ثانية، كما أن الفيروسات لا تنتقل من خلال بيوض النيماتودا.

### ■ الانتقال بواسطة الحلم

ينقل الحلم عددا من الفيروسات منها فيروس الموزاييك المخطط في القمح وفيروس الموزاييك المتبقع في القمح وفيروس موزاييك التين وغيرها. ونظرا لصغر حجم الحلم وصعوبة إجراء تجارب النقل به فإن المعلومات عن علاقة الحلم بالفيروس مازالت غير واضحة تماما ويعتقد بوجود علاقة بيولوجية بين الحلم والفيروس المنقول به. فالحلم الناقل لفيروس الموزاييك المخطط والموزاييك المتبقع في القمح يظل محتفظا بقدرته على نقلها لمدة 9، 12 يوم على التوالي. كما يحتفظ الحلم الحامل لهذين الفيروسين (الحوريات) بقدرته على النقل بعد حدوث الانسلاخ، بينما الحلم البالغ الكبير العمر ليس له القدرة على ذلك. لم يثبت حتى الآن انتقال الفيروس خلال بيوض الحلم (قاسم، 2011).

اجباري على جذور الكثير من النباتات. يكون هذا الفطر في خلايا الجذر جراثيم ساكنه تنتقل إلى التربة عندما تتحلل الجذور، وعند توفر الظروف المناسبة فإن الجراثيم الساكنة تعطى العديد من الجراثيم الهدبية التي تتحرك في ماء التربة لتصيب جذور نباتات أخرى. العلاقة بين هذا الفطر والفيروسات التي يقوم بنقلها (مثل فيروس تقزم التبغ) غير مفهومة على وجه الدقة إلا أن نتائج الأبحاث الحديثة توحي بأن هذا الفطر قد ينقل فيروسا بطريقة وينقل فيروسا آخر بطريقة أخرى. كما أن هناك العديد من الفيروسات الأخرى التي تنتقل عن طريق فطريات التربة نذكر منها:

فيروس موزاييك القمح ينتقل بفطر *Polymyxa graminis*. فيروس x البطاطا ينتقل بفطر *Synchytrium endobioticum*. فيروس تكتل القمة في البطاطا ينتقل بفطر *Spongospora subterranean*

### 3. الانتقال عن طريق النيماتودا

هناك الكثير من الأمراض الفيروسية الهامة والواسعة الانتشار التي تنتقل خلال التربة عن طريق النيماتودا خارجية التطول. إذا ما اكتسبت النيماتودا الفيروس بعد تغذيتها على النبات المصاب فإنها قد تظل محتفظة بقدرتها

## إدارة أمراض النبات الفيروسية

فيروسات النبات هي مجموعات متنوعة وغير عادية من مسببات الأمراض التي تصيب عدد كبير من الأنواع النباتية، ونظرًا لاعتمادها على طاقة ومكونات خلية العائل لكي تضاعف نفسها، فمن الصعب القضاء عليها دون الإضرار بالنبات العائل، ولهذا السبب تعتمد استراتيجيات إدارة الأمراض الفيروسية على الوقاية من الإصابة، ولتحقيق ذلك لابد من تحديد الفيروس كخطوة أولى ومن ثم معرفة الطريقة التي ينتقل بها بين النباتات داخل المحصول، وكيفية دخوله إلى داخل عائله، وكيف يعيش الفيروس عندما لا يتم زراعة المحصول. تشمل التدابير الوقائية لمنع الإصابة وانتشار الأمراض الفيروسية، استخدام البذور المعتمدة الخالية من الفيروسات، ومكافحة الأعشاب البرية التي تعتبر عوائل بديلة للفيروسات، وتعديل ممارسات وأوقات الزراعة والحصاد، وتعتبر مكافحة الفعالة للنواقل الحيوية من أهم الإجراءات التي تخفف أو تمنع حدوث المرض بشكل كبير.

الاستراتيجية البديلة للسيطرة على الفيروسات هي

استخدام المقاومة الطبيعية الموجودة في بعض الأصناف النباتية أو المقاومة المكتسبة وذلك من خلال إدخال جينات المقاومة للفيروسات في أصناف المحاصيل عن طريق برامج التربية التقليدية، أو من خلال تقنيات الهندسة الوراثية. أيضا يمكن اكساب النباتات مقاومة للأمراض الفيروسية من خلال استخدام تقنيات التعديل الوراثي، ويتم تحقيق ذلك عن طريق إدخال أجزاء من الحمض النووي الفيروسي في كروموسومات النبات، تمنح هذه المقاومة المعدلة وراثيًا مناعة ضد الإصابة بالفيروس الذي أخذ منه الحمض النووي. على الرغم من أن الهندسة الوراثية تقدم فرصًا غير محدودة لإنتاج نباتات مقاومة للفيروسات، إلا أن تطبيقها على نطاق واسع واجه انتقادات واسعة من الباحثين والجهات العلمية المتخصصة، وهناك حاجة إلى فهم أفضل للمخاطر المحتملة المرتبطة بإدخال النباتات المعدلة وراثيًا في البيئة للمساعدة في تقييم سلامة النباتات التي تمت هندستها وراثيًا لمقاومة الفيروسات (Gergerich and Dolja, 2006).

## المراجع العلمية

- الحمادي مصطفى حلمي، فجلة جابر إبراهيم، مزيد حامد محمود (1976). الفيروس وأمراض النبات الفيروسية. دار المطبوعات الجديدة، الإسكندرية، مصر. 376 ص. [https://www.agro-lib.site/2017/02/blog-post\\_829.html](https://www.agro-lib.site/2017/02/blog-post_829.html)
- قاسم، نبيل عزيز (2011). فيروسات النبات. العلا للطباعة والنشر، الموصل، العراق. 555 ص. <https://www.agro-lib.site/2020/05/plant-virology.html>
- Bowers, J.H., B.A. Bailey, P.K. Hebbar, S. Sanogo, and R.D. Lumsden. 2001. The impact of plant diseases on world chocolate production. Online. Plant Health Progress DOI: 10.1094/PHP-2001-0709-01-RV. <https://naldc.nal.usda.gov/download/11853/>
- Ford, R. and T. Evans. 2003. Tobacco mosaic virus. The Plant Health Instructor. DOI: 10.1094/PHI-K-2003-0528-01. <https://www.apsnet.org/edcenter/K12/TeachersGuide/TobaccoMosaicVirus/Pages/default.aspx>
- Gergerich, R.C., and V. V. Dolja. 2006. Introduction to Plant Viruses, the Invisible Foe. The Plant Health Instructor. DOI: 10.1094/PHI-I-2006-0414-01. <https://www.apsnet.org/edcenter/disandpath/viral/introduction/Pages/PlantViruses.aspx>
- Gray, S., and Gildow, F. 2003. Luteovirus-aphid interactions. Annual Review of Phytopathology 41: 539-566.



- Pogue, G.P., J.A. Lindbo, S.J. Garger, and W.P. Fitzmaurice. 2002. Making an ally from an enemy: plant virology and the new agriculture. Annual Review of Phytopathology 40: 45-74.
- Sherwood, J.L., T.L. German, J.W. Moyer, and D.E. Ullman. 2003. Tomato spotted wilt. The Plant Health Instructor. DOI: 10.1094/PHI-I-2003-0613-02.  
<https://www.apsnet.org/edcenter/intropp/lessons/viruses/Pages/TomatoSpottedWilt.aspx>
- Vaughan, R. 2020. An Introduction to Plant Viruses. <https://croppnuts.com/an-introduction-to-plant-viruses/>
- Zaitlin, M. 1998. The discovery of the causal agent of tobacco mosaic disease. Pages 105-110 in: Discoveries in Plant Biology. S.D. Kung and S.F. Yang, eds. World Publishing Co. Ltd. Hong Kong.

## مقدمة في علم أمراض النبات

### Introduction in Plant Pathology



#### إعداد: د. خالد الحسن

دكتوراه في أمراض النبات، له العديد من الأبحاث والدراسات المنشورة في مجال أمراض النبات والأمن الغذائي.

#### الكلمات المفتاحية

المرض النباتي، مقاومة أمراض النبات، الفطريات، البكتيريا، الفيروس.

#### المحتويات

- تعريف علم أمراض النبات
- مولد علم الأمراض
- الأضرار والخسائر التي تسببها أمراض النبات
- تعريف المرض النباتي
- مسببات أمراض النبات
- مقاومة الأمراض النباتي

تاريخ النشر: 20.08.2020

## تعريف علم أمراض النبات Phytopathology

يتكون المصطلح العلمي لعلم أمراض النبات *Phytopathology* من ثلاثة مقاطع *Phyton* ويعني نبات، *Pathos* ويعني مرض، *Logos* ويعني علم، وهو علم تطبيقي يهدف إلى حل مشكلة المرض النباتي، فهو يعنى بدراسة الأمراض النباتية وكافة الظروف المؤثرة عليها بهدف مكافحتها من خلال دراسة:

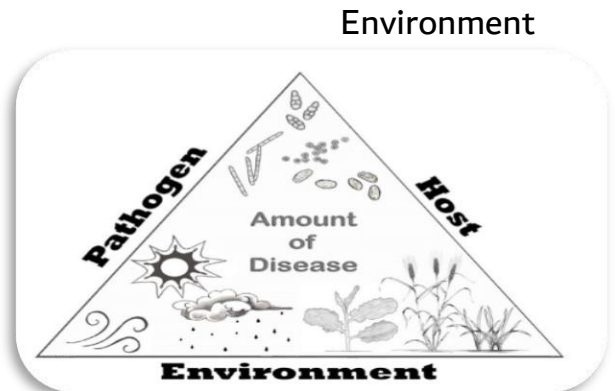
- الكائنات الحية وعوامل البيئة المسببة للأمراض النباتية.
  - علاقة المسبب المرضي بالنبات المصاب.
  - ميكانيكية تكشف المرض النباتي.
  - الطرق المختلفة لمنع أو مكافحة المرض .
- لا بد من توافر ثلاثة عوامل تتوافق فيما بينها لكي يحدث المرض النباتي وهي:

1. الكائن الممرض *Pathogen*
2. النبات القابل للإصابة *Host*
3. الظروف البيئية الملائمة *Favorable Environment*

وهذا يسمى مثلث المرض *Plant Disease Triangle*، لذلك لا يتوقع حدوث المرض النباتي ما لم تتوفر جميع أضلاع المثلث وغياب أي منهم يعني عدم وجود المرض.

### مولد علم الأمراض

نشأ علم أمراض النبات علي يد الطبيب الألماني الشاب *Anton De Bary* سنة 1853 حيث يعتبر مؤسس علم أمراض النبات. فقد اكتشف أن المسبب لمرض اللبحة المتأخرة في البطاطا الفطر *Phytophthora infestans* وهو المسبب لمجاعة إيرلندا 1845-1850م حينما دمر محصول البطاطا، فلم يجد الناس ما يأكلونه، فمات نحو مليون انسان جوعا، وهاجر مليون انسان آخر بحثا عن الطعام، وكان ذلك بداية ظهور علم أمراض النبات الحديث. وأستمر التقدم في علم أمراض النبات إلى أن جاء العالم كوخ 1881 وعزل الفطر والبكتريا، كما وضع فرضية كوخ والتي يمكن من خلالها إثبات العلاقة ما بين المرض والكائن الممرض. بعد ذلك توالى الاكتشافات في علم أمراض النبات الى يومنا هذا.



- تكاليف مقاومة وإزالة العوائل البديلة والأعشاب الضارة والتي تكون حاملة لمسببات الأمراض مثل جراثيم الأصداء.
- تكاليف الحجر الزراعي لمنع دخول وخروج النباتات المصابة أو أجزائها.
- تكاليف الأبحاث التي تجرى للتوصل إلى أفضل الطرق لمكافحة الأمراض.
- تكاليف الأبحاث العلمية التي تجرى للحصول على أصناف وهجن مقاومة للأمراض.

### تعريف المرض النباتي

هو انحراف عن الحالة الطبيعية للنبات ناتج عن خلل يحدثه عامل أو أكثر من العوامل البيئية أو الكائنات الطفيلية الممرضة، ويرافق ذلك ظهور أعراض مرئية وضعف وتأخر نمو النبات ونقص الإنتاج سواء من حيث النوع أو الكم، وقد ينتج عنه موت النبات كلياً أو جزئياً نتيجة لعدم قدرته على القيام بعملياته الحيوية.

### مسببات أمراض النبات

تختلف مسببات أمراض النبات اختلافا كبيرا في طبيعتها وتركيبها وظروف حياتها وتقسم أمراض النبات حسب المسبب إلى مجموعتين رئيسيتين وهما:

- أمراض معدية **Infectious Diseases**
- أمراض غير معدية **Non-infectious**

### Diseases

**الأضرار والخسائر التي تسببها أمراض النبات**  
يمكن تقسيم الخسائر التي تسببها أمراض النباتات إلى خسائر مباشرة وخسائر غير مباشرة كما يلي:

### أولا: الخسائر المباشرة

- موت النباتات كما في حالة الإصابة بالذبول أو سقوط البادرات.
- تلف الأجزاء النباتية الاقتصادية من النبات كما في تعفن الثمار
- توقف النمو أو تأخره نتيجة الإصابة بالفيروس
- انخفاض القيمة التسويقية للمحصول مثل إصابة الأوراق بأمراض التبقعات في محاصيل الخضر الورقية، وإصابة درنات البطاطا ببعض الأمراض مثل الجرب العادي.
- الإضرار بمظهر وصفات الناتج النباتي كالتشوهات كما في نباتات الزينة
- التسمم الغذائي الناتج عن السموم الفطرية والبكتيرية.

### ثانيا: الخسائر غير المباشرة

- تكاليف مقاومة الأمراض مثل معاملات البذار وعمليات الرش التي تتم لعلاج النباتات المصابة.
- تكاليف التفتيش الحقل للمزارع والحقول لحصر ومتابعة الأمراض.



## أولاً: الأمراض المعدية

وهي الاضطرابات التي تحدث في النبات نتيجة لأصابته بكائن حي يطلق عليه طفيل (Parasite) أما النبات المصاب أو القابل للإصابة يسمى العائل (Host) ، والطفيليات إما كائنات نباتية أو حيوانية. لهذه المجموعة من الأمراض القدرة على الانتقال من نبات مريض إلى آخر سليم ومن أهم مسببات هذه الأمراض الفطريات، البكتيريا، الفيروسات، النيما تودا، النباتات الزهرية المتطفلة وفيما يلي وصف مختصر لنماذج من هذه المسببات.

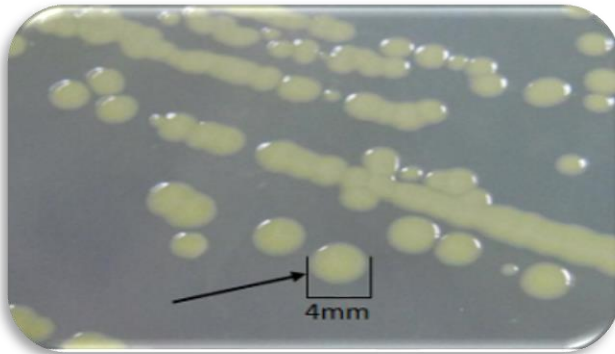
## ■ الفطريات Fungi

الفطريات هي كائنات حية دقيقة خالية من الكلوروفيل تعيش متطفلة على كائنات حية أخرى مسببة لها الأمراض، أو مترمة على المواد العضوية الميتة. تتكون الفطريات من خيوط دقيقة متفرعة ومتشابكة تسمى الميسيليوم mycelium والخيوط الواحد يدعى هيفا hypha. قد تكون تلك الهيفات غير مقسمة أو مقسمة بحواجز عريضة، تتكاثر بتكوين جراثيم جنسيه أو لا جنسيه.



## ■ البكتيريا Bacteria

البكتيريا كائنات حية دقيقة غير حقيقية النواة Prokaryotes إذ أن المادة الوراثية توجد في السيتوبلازم ولا تحاط بغشاء نووي وتتبع مملكة البدائيات Monera. بعض البكتيريا تسبب أمراض للنبات والحيوان والإنسان، والكثير منها مفيدة حيث لها استخدامات صناعية كثيرة، كما تلعب دور هام بتحليل المواد العضوية.



## ■ الفيروسات Virus

الفيروسات ممرضات إجبارية التطفل، فهي تستغل الطاقة الكيميائية والبروتين والأحماض النووية للعائل لتضاعف نفسها. تصيب الإنسان والحيوان والنبات والفطريات والطحالب والبكتيريا مسببة أمراضا وأضرارا بالغة. يتكون الفيروس من حمض نووي RNA أو DNA ، الحمض النووي قد يكون مفرد أو مزدوج، يحاط بغلاف بروتيني.



الهالوك على البطاطا



■ النيماتودا Nematode

كائنات حية حيوانية صغيرة الحجم عديدة الخلايا أسطوانة الشكل. تتطفل على النبات مسببة العديد من الأمراض، كما تساهم في تسهيل دخول البكتيريا والفطريات الممرضة واحداث الإصابة، وفي نقل بعض الأمراض الفيروسية.



الحامول

### ثانياً: الأمراض غير المعدية

وتسمى أيضاً بالأمراض الفسيولوجية وتنشأ عن عوامل غير حيه مثل درجة الحرارة غير الملائمة وشدة أو عدم كفاية الضوء وزيادة أو نقص الرطوبة وتلوث التربة او الهواء بالكيماويات السامة والتسمم بالعناصر المعدنية ونقص العناصر الغذائية.



■ النباتات الزهرية المتطفلة Parasitic

### Flowering Plants

أشهرها الهالوك والحامول فهي خالية من اليخضور لذلك تتطفل كلياً على العديد من العوائل وترسل ممصاتها في تلك العوائل لتحصل على ما تحتاج إليه من غذاء.

## 2. المقاومة المستحثة Induced resistance

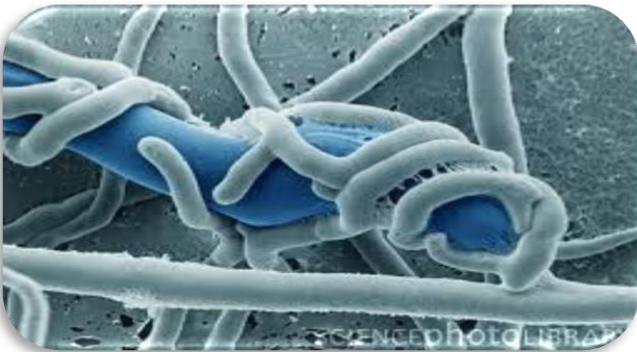
وتعني تحفيز النبات بطرق مختلفة ليظهر مقاومة تجاه الممرضات ويمكن ان تتم بعدة طرق مثل الحث الميكانيكي مثل التقليم أو احداث جروح، أو باستخدام الكائنات الحية مثل بعض الكائنات المترمة لحث النبات على مقاومة الممرضات.

## 3. الحجر الزراعي Plant quarantine

هو إصدار التشريعات والقوانين التي تؤدي إلى تجنب إدخال مسببات الأمراض إلى المناطق الخالية منها واتخاذ التدابير الوقائية للحد من انتشارها.

## 4. المقاومة البيولوجية Biological Control

تتم من خلال استخدام كائنات حية مثل الحشرات، الفطريات، البكتيريا لتتطفل بشكل مباشر على مسببات الأمراض وتقضي عليها، مما يساهم في تقليل تأثيرها الضار، مثل استخدام فطر *Trichoderma harzianum* وبكتيريا *Bacillus subtilis* لمكافحة العديد من ممرضات النبات.



## تأثير الصقيع

## مقاومة الأمراض النباتية

## Control plant Diseases

يوجد شقين لمقاومة الأمراض النباتية، اما قبل الإصابة من خلال اتخاذ الإجراءات والتدابير الوقائية لمنع حدوث المرض، أو تطبيق وسائل علاجية تتم بعد حدوث المرض .

## 1. الممارسات الزراعية Agricultural practice

تعني تنفيذ العمليات الزراعية المختلفة بطريقة تحقق الظروف المثلى لنمو المحصول وزيادة قدرة النبات على مقاومة الأمراض، مثل زراعة الأصناف المقاومة وفي الموعد المناسب وباستخدام بذار خالي من الأمراض ومعامل ببعض المبيدات لمنع إنبات جراثيم الممرضات وقتلها قبل أن تتمكن من الوصول إلى أنسجة النبات الداخلية. الاعتدال بالري والتسميد والتخلص من النباتات المصابة وبقايا المحصول السابق وإزالة الأعشاب الضارة والعوائل البديلة للممرضات .

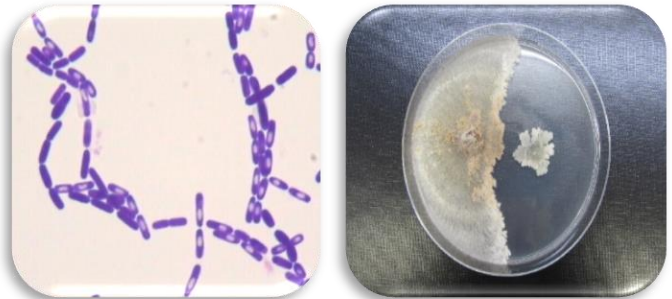


### 5. المقاومة الكيميائية Chemical control

ويتم فيها استخدام المبيدات سواء بالرش الوقائي أو العلاجي بهدف الحد من انتشار الأمراض والإقلال من أضرارها.



*Trichoderma harzianum*



*Bacillus subtilis*



## المراجع العلمية

- Agrios, G. N. (2005). Plant Pathology. 5th ed. Academic Press: 30 Corporate Drive, Suite 400, Burlington, MA 01803, USA 525 B Street, Suite 1900, San Diego, California 92101-4495, USA 84 Theobald's Road, London WC1X 8RR, UK. 952p.
- Sam, A. (2020). Phytopathology – What it is, history and importance <https://notesread.com/phytopathology-history-importance/>