

الفصل السادس

أمراض الطماطم المسببة عن الفيتوبلازما Phytoplasma Diseases on Tomato

لفيتوبلازما كائنات حية متخصصة. إجبارية التطفل على أنسجة اللحاء في النبات وفي بعض الحشرات. وقد عثت في النبات عام ١٩٦٧ وصنفت ضمن الفيروسات وسميت بالكائنات الشبيهة بالميكوبلازما -Mycoplasma like organisms (ML_organisms). ثم أعيد تسميتها عام ١٩٩٤ وسميت Phytoplasma للفرقة بينها وبين الميكوبلازما التي تتخل على الإنسان وتم تصنيفها ضمن البكتيريا.

تتكون الفيتوبلازما من خلايا كروية أو خيطية وقد تكون متعددة الأشكال. لا يوجد لها جدار خلوي لكن يحيط بأغشية ٣ طبقات من الأغشية. هذه الأغشية تتكون من Sngle immunodominant protein حيث يكون معظم المستوى البروتيني لأغشية الخلية وغير معروف وظيفته. الخلايا صغيرة جدا عن الخلايا البكتيرية - يتراوح قطر الخلية من ٠,٢ - ٠,٥ Mm - أما قطر الخلية البكتيرية العادية من ١ - ٢ Mm - لا يمكن زراعة الفيتوبلازما على بيئات صناعية. سالبة لجرام لعدم وجود جدار خلوي بها. ومثل Prokaryotes الأخرى يوجد DNA الخاص بها في السيتوبلازم. تتكاثر عن طريق الانشطار الثنائي Binary fission.

تسبب الفيتوبلازما أكثر من ٧٠٠ مرض نباتي في المناطق المعتدلة والحارة ونهاجم الأشجار الخشبية والنباتات العسبية وخاصة نباتات ذات الفلقتين - لكن تصيب أيضا نخيل جوز الهند وهو من نوات الفلقة الواحدة - ومن أشجار الخشبية المهمة اقتصاديا أشجار الفاكهة ذات الثمار الحجرية والثمار القفاحية وأيضا العنب خاصة في وسط أوروبا. أما النباتات العشبية فتعمل كمخزن للفيتوبلازما وتلعب دورا مهما في نشرها.

تختلف أعراض الإصابة بالفيتوبلازما باختلاف المسبب المرضي والعائل. ففد تكون الأعراض اصفرار الأوراق أو تبيها بالاحمرار أو التلون البنفسجي. وقد تكون تغير في شكل النمو الطبيعي للنبات مثل ظهور مقشاة الساحرة Witche's broom والنمو غير المنتظم للأوراق مثل ظاهرة التورد Rosettes والزوائد الورقية Stipulae. وقصر سلاميات اتات مما يؤدي إلى المظهر الشجيري. أيضا من الأعراض العامة للإصابة بالفيتوبلازما ظاهرة الـ Virescence وهي نـ ازهار خضراء نتيجة لفقد الصبغات في خلايا بتلات الأزهار. وأحيانا تتكون أزهار عقيمة نتيجة للإصابة. يمكن لفيتوبلازما أن تسبب أعراضا عديدة أخرى ناتجة عن الضغط الواقع على النبات الناتج عن الإصابة أكثر من تطفل المسبب المرضي مثل تثبيط عملية التمثيل الضوئي وخاصة Photosystem 11 أو تثبيط التخليق الحيوي للكلوروفيل ص يؤدي إلى اصفرار النباتات. ومن أعراض المرض أيضا صغر حجم الثمار وسقوطها قبل النضج. وقد يؤدي كل ذلك لـ موت العائل فعليا كما في حالة Elm yellow.

هذه الأعراض الناتجة عن الإصابة بالفيتوبلازما ذكر لها فروض وأسباب:



١ - توجد آراء بأن الطفيل يعمل على اختلال التوازن الهرموني في النبات العائل مما يؤدي إلى حدوث تشوهات في نمو العائل. لكن لم تثبت صحة هذه الفرضية إلى الآن.

٢ - إنتاج الفيتوبلازما بروتينات معينة مثل Glucanases و Hymolysin like proteins وهذه تؤدي إلى زيادة تطفل المسبب المرضى (Virulence factors).

٣ - تقوم الفيتوبلازما بالحصول على عديد من مكونات الهضم في النبات العائل وهذا يغير المعادلة الفسيولوجية الخاصة بالنبات في النهاية.

تنتشر الفيتوبلازما أساسا بواسطة الحشرات ذات أجزاء الفم الثاقب الماص Sucking-piercing التابعة رتبة Hemiptera (عائلات Cixidae- Jassidae- Psyllidae- Cicadellidae) وكل من الحشرة الناصجة جنسيا وانيرفة لها القدرة على نشر الفيتوبلازما ويختلف نوع الناقل حسب نوع العائل. بعض الحشرات الناقلة تتغذى على أنواع مختلفة من النباتات العائلة وتسمى في هذه الحالة Polyphagous. وبعضها يتغذى على نوع واحد من العوائل ويسمى Monophagous. بعد تغذية الناقلات على أنسجة لحاء النباتات المصابة تلتقط الفيتوبلازما لكن لا يمكنها نقله مباشرة إلى نبات آخر إلا بعد فترة تحضين معينة حيث يبقى الطفيل داخل الحشرة بعد التغذية ويتكاثر أولا في الخلايا المعوية Intestinal cells ثم يهاجم بعد ذلك خلايا الدم Hymolymph والأعضاء الداخلية للحشرة مثل المخ Brain والغدد اللعابية Salivary gland وعندما يصل تركيز الفيتوبلازما في الغدد اللعابية إلى حد معين يمكن أن ينتقل إلى النبات السليم عند تغذية الحشرة عليه. وتصيب لحاء النبات أساسا. الفترة ما بين دخول الفيتوبلازما الحشرة ووصوله إلى مرحلة الإصابة في الغدد اللعابية للحشرة تسمى فترة الكون Latent period ويمكن أن تأخذ هذه الفترة ٣ أسابيع. لا تنتقل الفيتوبلازما من جيل حشري إلى جيل آخر عن طريق البيض. في معظم الحالات لا تضار الحشرة الناقلة بالفيتوبلازما لكن قد يكون له تأثير متباين في العائل الحشري من حيث تقليل أو زيادة ملاءمته Fitness لعملية النقل. يمكن أن تنتقل الفيتوبلازما أيضا بواسطة التطعيم وهذا يحدث في المزارع التجارية.

تنتقل الفيتوبلازما في داخل النبات من مكان وجودها الأول في اللحاء إلى باقي أجزاء النبات عن طريق حركة المحاليل في داخل أنابيب اللحاء لكن حركة إنتقالها أقل من حركة انتقال هذه المحاليل. لهذا السبب ولأسباب أخرى فإن الانتقال الموجب غير مدعم. ولأن لم يعرف توزيع الطفيل في داخل أنسجة العائل ولأن أيضا لم يتم تنمية الطفيل على بيئة صناعية ولكن يمكن أن يتضاعف في المادة النباتية سواء بالتطعيم أم زراعة الأنسجة أم التكنيكات المشابهة. لا توجد الفيتوبلازما في التربة المعدنية النقية أو في النباتات الميتة لكن يمكن أن توجد في بعض أطوار حشرات التربة وفي الجذور الحية.

كان من الصعب اكتشاف الفيتوبلازما مباشرة من خلال الميكروسكوب الضوئي العادي وذلك لصغر حجمها المتدهي لكن القطاعات الرقيقة جدا Ultrathin sections من أنسجة اللحاء في النباتات المصابة والفحص بالميكروسكوب الإلكتروني سهل عملية التشخيص وأيضا ملاحظة الأعراض الخاصة بها على النباتات المصابة.

يوجد تكنيك آخر للتشخيص يتمثل في معاملة النباتات المصابة بالمضادات الحيوية مثل Tetracycline فإن تم الشفاء يكون ذلك دليلا على وجود الفيتوبلازما.

وفي الثمانينيات بدأ ظهور تكنيك التشخيص الجزيئي Molecular diagnostic technique لاكتشاف الفيتوبلازما ويشمل (Enzyme Linked Immunosorbance Assay) ELISA based method.



- وفي التسعينات ظهر PCR based method (Polymerase Chain Reaction). وكان أكثر حساسية من اختبار ELISA ثم RFLP analysis (Restriction Fragment Length Polymorphism). من خواص الفيتوبلازما النمو في أنسجة عائل حتى فقط وذلك للأسباب الآتية:
- ١ - Phytoplasmas genomes نادر الوجود بها.
 - ٢ - تفتقد العديد من Genes coding الأساسية في عملية الهضم والموجودة في الكائنات الأخرى.
 - ٣ - معظم الفيتوبلازما لا تستطيع تخليق النيكلوتيدات (مكونات DNA) ولكن تحصل عليه من النبات العائل.
 - ٤ - تفتقد الفيتوبلازما ال Gene coding الهامة في التخليق الحيوي للأحماض الأمينية والأحماض الدهنية.
 - ٥ - الفيتوبلازما هي الكائنات الحية الوحيدة التي لا يوجد بها ATP-synthase (وهو مركز الطاقة لأي خلية حية) وتقوم بالحصول عليه من الوسط المحيط بها.

مقاومة الفيتوبلازما:

- ١ - أفضل طرق المقاومة زراعة أصناف مقاومة.
- ٢ - مقاومة الناقل الحشري.
- ٣ - إنتاج نباتات خالية من الفيتوبلازما عن طريق زراعة الأنسجة. للحصول على نباتات سليمة بهذه الكيفية تستعمل طريقة المعالجة بالتبريد Cryotherapy وذلك بتجميد عينة النباتات في النيتروجين السائل قبل استعمالها في مزارع الأنسجة.
- ٤ - توجد أبحاث الآن لاكتشاف الأجسام النباتية التي تستهدف الفيتوبلازما Plantibodies targeted.
- ٥ - المضاد الحيوي Tetracycline يوقف نمو المسبب المرضي وبالتالي ظهور الأعراض لكنه ليس عامل مقاومة. -ثر في الحقل.

تقسيم الفيتوبلازما الخاصة بأمراض الطماطم:

تقسيم الفيتوبلازما إلى مجاميع حسب: Ribosomal protein sequences, RFLP analysis of 16 Sr RNA

Phytoplasma group	Representative	Transmission Factor	Host plants
16 Sr I Aster yellow group	1 - Aster yellow phytoplasmas 2 - Tomato big bud	Macrosteles fasciforns Circulifer tenellus	Tomato - Potato Lettuce - Spinach
16 Sr XI1 Stolbur group	Potato stolbur phytoplasma	Euscalis straitulus Fallen	Potato - Tomato Pepper - Eggplant



أهم أمراض الطماطم المسببة عن الفيتوبلازما

Tomato phytoplasmas Diseases

١- اصفرار الأستر في الطماطم Tomato Aster Yellow

مسبب هذا المرض يصيب العديد من الأنواع النباتية المختلفة قد تصل إلى ٣٠٠ نوع نباتي تتبع أكثر من ٢٠ عائلة نباتية منها محاصيل خضر تشمل الطماطم- البطاطس- السبانخ- الفراولة- البصل- البروكلي- القرنبيط- الجوز- الكرنب- الخس. ويصيب أيضا نباتات زينة مثل الأستر- الأستر الصيفي- الكريزانتيم- الأنيمون- الدلفينيوم- القטיפه- البيتونيا- الزينيا- الفيرونيا وأيضاً العديد من الحشائش.

المسبب المرضي The causal organism

يتسبب هذا المرض عن Aster yellow phytoplasma تتبع مجموعة الفيتوبلازما 16 Sr I Aster yellow group. يتبعها أيضا المرض الفيتوبلازمي Tomato big bud لكن يختلف عنه في اختلاف الناقل الحشري. تقضي الفيتوبلازما فترة الشتاء في حشرات نطاطات الأوراق Leaf hoppers التي توجد على العوائل النباتية المعمرة. تتكاثر الفيتوبلازما داخل الحشرة وبعد إصابة المسبب المرضي للنبات يتواجد في اللحاء وأحيانا في الخلايا البارانشيمية للنبات المصاب هذه الفيتوبلازما عبارة عن بكتيريا متطفلة صغيرة جدا عن الخلايا البكتيرية العادية ليس لها جدار خلوي. سالية لجرام.

الوضع التقسيمي للمسبب المرضي Classification of causal organism

Kingdom: Bacteria

Division: Firmicutes

Class: Mollicutes

Order: Acholeplasmatales

Family: Acholeplasmataceae

Genus: Candidatus *Phytoplasma*

Species: Candidatus *Phytoplasma asteris*

أعراض المرض Disease symptoms

تتقرم النباتات المصابة وتختلف درجة التقزم حسب عمر النبات وقت الإصابة. يتجه النبات إلى النمو القائم ويكثر التفريع على الساق. أفرع النباتات المصابة أقل سمكا من أفرع النباتات السليمة. يتلون المجموع الخضري باللون الأصفر نتيجة تحلل الكلوروفيل. الأوراق المصابة ضيقة وهزيلة. في الأطوار المتقدمة من المرض تتلون الأوراق المسنة باللون الأحمر الخفيف أو البني أو القرمزي الفاتح. أما الأوراق الصغيرة غير الناضجة قد تكون ذات عروق شفافة. يمكن أيضا أن تنمو أجزاء الزهرة كتراكيب ورقية وتتلون باللون الأخضر الناتج من مواد أخرى غير الكلوروفيل المجموع الجذري يبدو عاديا إلا إنه أصغر في الحجم من المجموع الجذري للنبات السليم (Fig 1).



نَتى المسبب المرضى Causal organism transmissive

يوجد على الأقل ١٢ نوعا مختلفا من نطاقات الأوراق يمكن أن تنقل المسبب المرضى من النباتات المصابة إلى النباتات السليمة لكن أكثرها أهمية فى نقل المرض حشرة النطاق ذات الست نقط (*Macrostelus fasciforms*) و حشرة خضراء مصفرة بها ٦ نقط سوداء ولها عدة أجيال فى السنة. تتغذى الحشرة على النبات انصاب ويداخلها تتكاثر العتوبلازما إلى أن تصل إلى تركيز مرتفع وتقوم بنشر المسبب المرضى بعد ٩-٢١ يوما من التغذية وتستطيع نشر المرض بعد إصابتها به لأكثر من ١٠٠ يوم. تظهر الأعراض على النباتات المصابة بعد ١٠-٤٠ يوما من تغذية الحشرة عليها. يقل مقدرة الحشرة كثيرا فى نقل المسبب المرضى بارتفاع درجة الحرارة إلى أكثر من ٣٢°م (٩٠°ف). من أضرار هذه الحشرات بجانب نقلها للمسبب المرضى - امتصاصها للعصير الخلوى للنباتات وتدمير كلوروفيل الأوراق وعمل ثقبوب فى العائل لوضع البيض أو التغذية وهذا يساعد على دخول الكائنات المرضة الأخرى لنباتات.

قد ينتقل المسبب المرضى أيضا عن طريق التطعيم وهذا يتم فى المزارع التجارية.

التاومة Control

- ١ - مقاومة حشرات نطاقات الأوراق مبكرا قبل الزراعة.
- ٢ - مقاومة الحشائش حول وفى داخل حقول الطماطم وعلى منحدرات قنوات الري قبل الزراعة وفى خلال موسم النمو.
- ٣ - تجنب عمل دورة زراعية للطماطم يدخل بها محاصيل قابلة للإصابة بالمرض لذلك يجب معرفة العلاقة بين المحاصيل المنزرعة والناقل الحشرى.
- ٤ - اختيار بذور الطماطم والشتلات السليمة الخالية من الإصابة.
- ٥ - القيام بالعمليات الزراعية السليمة للحصول على أفضل نمو للمحصول وبالتالي يستطيع مقاومة المرض.
- ٦ - تغطية النباتات الصغيرة بشبكات سلكية لمنع النطاقات من الوصول إليها إذا أمكن ذلك.
- ٧ - تدمير النباتات المصابة بعد ظهور المرض مباشرة.

٢- مرض البراعم الكبيرة فى الطماطم Tomato Big Bud

يتسبب هذا المرض عن فيتوبلازما تتبع الملكة البكتيرية. لكن تختلف عن البكتيريا العادية وراثيا وبيوكيمياويا. سبب هذا المرض أيضا Viresence agent لنمو أزهار خضراء للنبات بعد الإصابة. يصيب هذا المسبب المرضى جميع أجزاء نبات الطماطم.

سبب المرضى The causal organism

يتسبب المرض عن فيتوبلازما تتبع مجموعة Aster yellow group 16 Sr I. تنمو فقط فى الأنسجة الحية. ليس لها مدار خلوى. سالبة لجرام..



الوضع التقسيمي للمسبب المرضي Classification of causal organism

Kingdom: Bacteria

Division: Firmicutes

Class: Mollicutes

Order: Acholeplasmatales

Family: Acholeplasmataceae

Genus: Candidatus *Phytoplasma*

Species: Candidatus *Phytoplasma asteris*

أعراض المرض Disease symptoms

أهم الأعراض المميزة لهذا المرض وجود البراعم الخضراء الكبيرة المتضخمة والتي تفشل في النمو الطبيعي ولا تعذب بها ثمار وتظل سبلات الكأس متحدة مكونة ما يشبه المثانة Bladder مع وجود تسنينات عند قمتهما. لون الأوراق أخضر مصفر. صغيرة الحجم مشوهة ذات حواف ملتفة (Fig 2).
السيقان تنمو رأسيا مع قصر السلاميات وكثرة التفريع مما يعطيها المظهر الشجيري. الأجزاء المصابة من السيقان أكثر سمكا من الأجزاء السليمة نتيجة تكوين أنسجة غير طبيعية بها ويزداد سمك الساق كثيرا عندما يتوقف نمو البرعم الطرفي به. يمكن أن تنمو جذور هوائية على السيقان.
الثمار التي تكونت عند حدوث الإصابة وما زالت خضراء تصبح صلبة وخشنة ولا تأخذ اللون الخاضع بالنضج.

ناقل المسبب المرضي Causal organism transmissive

ينتقل المسبب المرضي عن طريق حشرة نطاط ورق البنجر (*Circulifer tenellus*) يتبع عائلة Cicadellidae ثنائي أكبر عائلة في رتبة Hemiptera هذه الحشرة لها مدى عوائل واسع يشمل عددا من نباتات الخصر والحشائش. تقضى فترة الشتاء على الحشائش العائلة وتهاجر منها عند الربيع إلى الطماطم أو العوائل الأخرى.

المقاومة Control

- ١ - مقاومة الحشائش في وحول حقل الطماطم قبل الزراعة.
- ٢ - مقاومة الناقل الحشري.
- ٣ - زراعة أصناف مقاومة للفيتوبلازما.
- ٤ - إنتاج نباتات خالية من الإصابة بواسطة زراعة الأنسجة.
- ٥ - إزالة وتدمير الأجزاء المصابة من النباتات.



٣- مرض فيتوبلازما ستولبر على الطماطم Tomato Stolbur Phytoplasma

ذكر مرض Stolbur عام ١٩٣٣ على الطباق وأخذ اسم Female sterility لفشى النباتات المصابة فى إنتاج البذور. و هذا المرض أيضا على الطماطم فى استراليا وأخذ اسم Big bud ذلك لكبر حجم براعم الأزهار الناتج عن الإصابة له ثبت وجود اختلاف بين مرض Tomato big bud ومرض Tomato stolbur من حيث مجاميع الفيتوبلازما التى يعيها كل منهما ومن حيث الناقل الحشرى أيضا. تهاجم Stolbur phytoplasma نباتات كثيرة من العائلة الباذنجانية أهمها البطاطس- الطماطم- الفلفل وأيضا أوج نباتية أخرى تتبع عائلات Asteraceae و Fabaceae و Convolvulaceae.

اسبب المرض The causal organism

يتسبب هذا المرض عن بكتريا متطفلة ليس لها جدار خلوى سالبة لجرام- لها علاقة فى النشوء النوعى مع اجكتيريا الموجبة لجرام ذات المحتوى المنخفض من C + G- تصيب الأنابيب الغربالية فى لحاء النبات العائل وتحرك فى داخلها إلى أسفل للجذور وإلى أعلى لقمة النبات لكن لا تستقر إطلاقا فى المرستيمات. ويذكر أنها تدخل مع وظيفة اللحاء وتقوم بإفساد انتقال الكربوهيدرات وتؤثر أيضا فى عملية التمثيل الضوئى. تتبع الفيتوبلازما المسببة لمرض Tomato stolbur مجموعة Sr stolbur group 16.

اصنع التقسيمى للمسبب المرضى Classification of causal organism

Kingdom: Bacteria

Division: Firmicutes

Class: Mollicutes

Order: Acholeplasmatales

Family: Acholeplasmataceae

Genus: Candidatus *Phytoplasma*

Species: Candidatus *Phytoplasma solani*

عراض المرض Disease symptoms

أعراض هذا المرض تبدو واضحة على الأزهار الناضجة فى الطماطم من حيث كبر حجم سبلات الكأس Sepals التى تأخذ الشكل الورقى. أما البتلات وأعضاء التذكير Stamens فتتلون باللون الأخضر وقد تغيب البتلات Petals أعضاء التذكير والكرابل Carpels (Fig 3). تتضخم أعناق الأزهار Pedicels وتصبح سميكة فى النباتات المصابة. الأوراق النامية قبل حدوث الإصابة تأخذ اللون الأخضر المصفر وخاصة عند حواف الوريقات التى تلتف إلى أعلى بعد حدوث الإصابة للنبات. أما الأوراق التى تكونت بعد الإصابة فأقل حجم مع لون أكثر اصفرارا. أفرع النباتات المصابة تتجه إلى النمو القائم (الرأسى) وتكون أكثر سمكا عند أماكن الإصابة عن النباتات السليمة نتيجة تكوين لحاء غير طبيعى يبدو كشريط من اللون الأخضر الفاتح بعرض ١-٢ ملم مشبع بالماء. أما الساق الرئيسية فيقف نموها وتكون رفيعة عند القمة ويأخذ النبات المظهر الشجيرى مع تدهور عام فى النمو.



الثمار الخضراء التي تكونت قبل حدوث الإصابة تصبح صلبة وجافة وصغيرة الحجم وتتلون ببطء وقد توحد أنسجة ميتة في مركز الجنين Embryonic center. أما بعد الإصابة فلا تتكون ثمارا نظرا لعقم النبات.

ناقل المسبب المرضي Causal organism transmissive

تنتقل الفيتوبلازما المسببة لهذا المرض من نبات مصاب إلى نبات سليم عن طريق نطاط الورق *Escalis* و *straitulus* Fallen. وتنتقل أيضا عن طريق التطعيم ويمكن أن تنتقل عن طريق نبات الحامل Dodder المتص (*Cuscuta campestris*) عندما يتطفل على الطماطم. لا ينتقل المسبب المرضي بالحقن بالعصير أو عن طريق البذور.

المقاومة Control

- ١ - مقاومة الناقل الحشري.
- ٢ - زراعة أصناف مقاومة.
- ٣ - إنتاج شتلات سليمة عن طريق زراعة الأنسجة.
- ٤ - تنشيط الأجسام النباتية Plantibodies التي تساهم في مقاومة المسبب المرضي وزيادة الأثر الفعال لها.
- ٥ - سجل استعمال المضاد الحيوي Tetracycline وهو Bacteriostatic ضد الفيتولازما لتثبيط نموها. لكن يجب الاستمرار في استعماله حتى لا تعود أعراض الإصابة ثانية وهذا ليس اقتصاديا. وأيضا يجب عدم استعماله في المزارع التجارية.

□□□





Tomato Aster Yellows

Fig (1)
Infected and healthy tomato plants



Tomato Big Bud

Fig (2)
Enlarged buds and growth distortion
is characteristic of tomato big- bud
phytoplasma





Tomato Stolbur Phytoplasma



Absence of petals stamens and carpels



Mature flower



Sepal hypertrophy green petals and stamens



Leaf structure of sepals, absence of petals