الفصل السابع

أمراض الطماطم الفيروسية Tomato Virus Diseases

تنتشر أمراض النبات الفيروسية فى جميع أنحاء العالم مسببة خسائر كبيرة فى الإنتاج الزراعى ليس فقط فى كمية المحصول المنتج لكن أيضا فى نوعيته مما يؤدى إلى خفض قيمته التجارية.

الفيرس كلمة لاتينية تعنى السم المعدى. وهى كائنات حية إجبارية التطفل غاية فى الصغر. تمر خلال المرشحات البكتيرية ولا ترى إلا بالميكروسكوب الإلكترونى تتراوح أقطارها من ١٠- ٣٠٠ مليميكرون. لا تنمو ولا تنقسم وتتكاثر داخل خلية العائل فقط وذلك بتنبيه هذه الخلية إلى تكوين أمثالها.

يعتبر ايفانوسكى Iwanowski سنة ١٩٠٣ أول من اكتشف طبيعة المسبب للمرض الفيرسى فى النبات وأوضح أن المادة المسئولة عن مرض تبرقش الدخان توجد فى عصير النباتات المصابة وتمر خلال المرشحات البكتيرية. وفى عام ١٩٣٥ تمكن Stanely من فصل بللورات معدية من عصير نبات دخان عليه أعراض التبرقش. وعرف بعد ذلك أن تلك البللورات ما هى إلا وحدات فيرس نقية على شكل بللورات عصوية متصقة بشدة. وفى عام ١٩٥٠ عرف Bawden الفيروسات على أنها مسببات مرضية إجبارية التطفل تتكاثر فى الخلايا الحية فقط وأقطارها أقل من ٢٠٠ مليميكرون. ثم جاء Bergy سنة ١٩٥٧ وقام بتعديل تقسيم المملكة النباتية إلى ٥ أقسام بعد أن كانت ٤ أقسام فقط سمى القسم الخامس Division: Protophyta وضم إليه الطحالب الخضراء المزرقة والبكتيريا والفيروسات. ووضعت الفيروسات فى التقسيم التالى فى المملكة النباتية:

Kingdom: Plantae
Division: Protophyta
Class: Microtatobiotes

وهذا الصف يشمل أصغر الكائنات الحية المتطفلة إجباريا:

Order: Virales
Suborder: Phytophagineae

وتشمل الفيروسات المتطفلة على النباتات الراقية وتسبب كثيرا من الأمراض الخطيرة مثل أمراض الموزايك والاصفرار وغيرها.

وبعد التعرف إلى الصفات الدقيقة لكثير من الفيروسات أمكن تقسيمها إلى مجاميع group فى ضوء عدة معايير:

١ - نوع الحمض النووى. هل هو RNA أم DNA وهل يتكون من شريط مفرد أو مزدوج.
٢ - الوزن الجزيئى للحمض النووى ونسبة وجود الحمض النووى فى وحدة الفيرس.
٣ - الشكل الخارجى لوحدة الفيرس والشكل الظاهرى للغلاف البروتينى.
٤ - العائل والحامل للفيرس.

لا يسمى الفيرس تسمية ثنائية مثل باقى الكائنات الحية أى جنس Genus ونوع Species لكن تعتمد تسميه على اسم العائل للفيرس ووصف العرض الذى يحدثه الفيرس على العائل.

تختلف الفيروسات فى الشكل فهى إما كروية Coccus وتوجد على هيئة حبيبات صغيرة كروية متلاصقة كما فى فيرس التقزم الشجيرى فى نباتات الطماطم *Tomato bushy stunt virus* أو عصوية Rod shape ذات جزيئات مستقيمة مطاطة نسبيا مثل فيرس موزايك الدخان *Tobacco mosaic virus* أو خيطية Filament shape وهى عبارة عن خيوط طويلة مطاطة ملتوية قد تكون نسيجا يختلف فى درجة نسجه حسب طول الفيرس ومرونته والمثل على ذلك فيرس Y فى البطاطس *Potato virus Y*.

أما مقاييس جزيئات الفيرس فهى ثابتة بالنسبة لكل نوع كما هو الحال بالنسبة للشكل.

يتركب الفيرس من بروتين مرتبط بالأحماض النووية وهى فى الغالب الحمض النووى RNA فى معظم الفيروسات التى تصيب النبات والقليل منها من الحمض النووى DNA. وتختلف نسبة الحمض النووى إلى البروتين فى الوحدة الفيروسية. وعموما فإن الحمض النووى يكون من ٥– ٤٠٪ من الفيرس. تقل نسبة الحمض النووى فى الفيروسات الخيطية وتزداد فى الفيروسات الكروية. يتكون الفيرس الواحد عادة من جزء وسطى عبارة عن الحمض النووى فقط ويسمى القلب Core يحيط به غلاف Capsid يتكون من بروتين فقط أو بروتين مرتبط بمركبات أخرى حسب نوع الفيرس. يوجد فى بعض الفيروسات غشاء يحيط بالفيرس يسمى الغطاء Envelope.

تختلف الفيروسات عن الكائنات الحية المتطفلة الأخرى فى أنها تتكاثر وتكون اجسام الفيروسات الجديد من مكونات خلايا العائل بعيدا عن جسم الفيرس وبالتالى فهى لا تنمو ولا تنقسم ولا تكون أعضاء تكاثرية لكنه تقوم بتنبيه وتحفيز الخلية النباتية إلى تكوين فيروسات مماثلة لها. ومن المهم معرفة أن المادة المعدية فى الفيرس والمسئولة عن التكاثر هى الحمض النووى. حيث يقوم الحمض النووى للفيرس بعد فصل الغلاف البروتينى عنه فى بروتوبلازم الخلية بتنبيه هذه الخلية لتكوين أنزيمات تخليق أو تكوين وحدات الفيرس وتركيبه. هذه الأنزيمات فى معظم الفيروسات النباتية عبارة عن RNA-polymerases وRNA-synthetases أى إن الحمض النووى للفيرس يحمل وحدات وراثية تعمل على توجيه نشاط الخلية لتنبيه تكوين المركبات الخاصة به. تتكاثر الفيروسات فى الأجزاء الحية من الخلية النباتية. بعضها يتكاثر فى السيتوبلازم والبعض فى النواة وبعض الفيروسات تتكاثر فى البلاستيدات. توجد سلالات للفيروسات ناتجة عن التطفر Mutation.

انتقال الفيروسات Viruses transmission

تواجه الفيروسات النباتية مشاكل خاصة عند إصابة النبات. هذه المشاكل تعود إلى وجود طبقات واقية من الشمع والكيتين Chitin على السطح الخارجى للنبات. كذلك وجود جدار سميك من السليلوز يحيط بالأغشية السيتوبلازمية للخلية. وأيضا لم يعرف إلى الآن أن الفيروسات النباتية تستعمل مستقبل خلوى Cellular receptor عند مهاجمة الخلية النباتية مثلما يوجد فى الفيروسات الحيوانية والبكتيرية. لذلك تعتمد الفيروسات النباتية على خرق جدار الخلية بالطرق الميكانيكية لتمكين جزيئات الفيرس من الدخول إلى الخلية. ويتم ذلك إما بواسطة ناقل يقوم بنقل الفيرس من النبات المصاب إلى داخل النبات السليم أو عن طريق حدوث ضرر ميكانيكى للخلايا. وتوجد وسائل مختلفة لانتقال الفيروسات النباتية منها:

١ـ الانتقال عن طريق البذور Seed transmission:

تنتقل بها الفيرس إما عن طريق تلوث البذور خارجيا بجزيئات الفيرس أو عن طريق إصابة أنسجة الجنين الحية في البذرة بالفيرس. وفى حالة إصابة جنين البذور تظهر أعراض الإصابة مبكرا فى المحصول الجديد. مع العلم أن عدد قليلا من الفيروسات تنتقل بهذه الوسيلة أى عن طريق بذور نباتات مصابة فى الطبيعة وتوجد عدة تفسيرات لهذه الحالة:

(أ) وجود تأثير حيوى مضاد Antibiotic effect فى البذور كاملة النضج نتيجة لضعف جميع العمليات الحيوية في هذه البذور أو تجمع مواد فى داخل البذور الناضجة تؤثر فى بعض الفيروسات.

(ب) عدم وجود ثقوب Pits فى جدر الخلايا المرستيمية وبالتالى لا توجد خيوط Plasmodesmata تصل الخلايا ببعضها مما يجعل الفيرس غير قادر على الانتقال إليها.

(جـ) ادمصاص Adsorption الفيرس على بروتين البذور بطريقة تجعله لا يتمكن من التكاثر.

٢ـ الانتقال عن طريق التكاثر الخضرى Vegetative propagation وعن طريق التطعيم Grafting

التكاثر الخضرى أو التطعيم تكنيك سهل وقليل التكلفة بالنسبة للاكثار فى النباتات. لكنه يعطى الفيرس بيئة نموذجية للانتشار فى نباتات جديدة. الانتقال بهذه الطريقة ليس حالة عامة لجميع الفيروسات.

٣ـ النقل الميكانيكى Mechanical transmission

وهى الطريقة الشائعة فى عدوى النباتات بالفيرس أثناء التجارب. وتتم عادة بواسطة تجهيزات خاصة تحتوى على الفيرس وعن طريق احتكاكها بأوراق النبات– وهى الأكثر قابلية للإصابة فى معظم النباتات– ينتقل الفيرس لإصابة هذا النبات.

يتم النقل الميكانيكى فى الصوب والحقول بملامسة أو احتكاك النباتات المصابة بالنباتات السليمة وعن طريق الأيدى والأدوات المستعملة فى التطعيم أو التقليم أو العزق أو الشتل. وعند وجود جزيئات الفيرس فى التربة يمكن أن تدخل إلى النبات عن طريق تمزق الشعيرات الجذرية أثناء نموها. وعند هبوب الرياح تقوم بحمل حبيبات التربة الملوثة بالفيرس وتنقلها إلى أوراق النبات العائل. كذلك الحبيبات الطينية التى تنتشر فى رذاذ المطر.

ـ النقل بواسطة الحشرات Transmission by insects

يتم النقل بواسطة الحشرات بطريقتين:

الطريقة الأولى Non propagative transmission

وهى طريقة ميكانيكية لا يوجد بها علاقة بين الحشرة الناقلة والفيرس حيث يتم تكاثر الفيرس فى الخلايا النباتية ويتم انتقال سريع للفيرس بواسطة الحشرة الناقلة. تسمى الفيروسات التى تنتقل بهذه الطريقة بالفيروسات غير باقية Non persistant viruses. تتميز هذه الفيروسات بإمكانية نقلها ميكانيكيا بالحقن بالعصير. ومعظم هذه الفيروسات تنتقل بواسطة أنواع مختلفة من المن.

الطريقة الثانية Propagative transmission

فى هذه الطريقة توجد علاقة بيولوجية بين الفيرس والحشرة الناقلة حيث يتكاثر الفيرس فى الأعضاء الداخلية للحشرة ثم ينتقل إلى غددها اللعابية ومنها إلى النباتات السليمة أثناء تغذية الحشرة عليها. ويطلق على هذه الفيروسات الفيروسات الباقية Persistant viruses وتعرف الفترة التى تتم فيها دورة الفيرس داخل جسم الحشرة إلى أن يصل إلى الغدد اللعابية وتصبح الحشرة معدية بعد ذلك بفترة الحضانة Incubation period أو فترة الكمون Latent period عادة تطول هذه الفترة فى الفيروسات التى تتكاثر داخل جسم الحشرة- وتكون الحشرة فى هذه الحالة (التى تبقى فيها الحشرة حاملة للفيرس وغير قادرة على نقل المرض) ذات تخصص دقيق فى نوع الفيرس الذى تقوم بنقله.

٥ـ النقل بواسطة مجموعات عديدة مختلفة من الكائنات الحية:

هذه الكائنات تقوم بنقل الفيروسات من نبات مصاب إلى آخر سليم ومن هذه الكائنات النيماتودا. وقد ثبت أن النيماتودا الخنجرية *Xiphinema americanum* تقوم بنقل فيرس التبقع الحلقى Tomato ring spot virus من نبات طماطم مصاب إلى آخر سليم. وأيضا بكتيريا *Agrobacterium tumefaciens* يستعمل البلازميد الخاص بها Ti plasmid فى نقل جينوم الفيرس بين النباتات فى التجارب البحثية.

٦ـ الانتقال عن طريق النباتات المتطفلة Transmission by parasitic plants

يمكن للفيروسات الانتقال من نبات مصاب إلى نبات سليم بالمرور خلال أنسجة النباتات المتطفلة التى تتصل بأنسجة النبات العائل ومن النباتات المتطفلة على الطماطم: الهالوك Broomrape (*Orobanche spp*) والحامول Dodder (*Cascuta sp*).

عملية التطفل وإصابة النبات Pathogensis and plant Infection

معظم فيروسات النبات تتكاثر عند مكان الإصابة وتعطى أعراضا موضعية مثل البقع الميتة على الأوراق leaf necrotic spots لكن يمكن للفيرس الانتشار أيضا إلى أجزاء النبات المختلفة إما مباشرة بالانتشار من خلية إلى أخرى أو عن طريق الجهاز الوعائى مسببا إصابة جهازية تشمل كل النبات. تواجه هذه الفيروسات عند الانتقال من خلية مصابة إلى خلية سليمة نفس المشكلة التى تواجهها عند الدخول إلى خلايا النبات وهى كيفية المرور من جدار الخلية وقد وجد أن ذلك يتم عن طريق ثقوب توجد فى جدر الخلايا النباتية والخاصة بمرور خيوط البلازمودزماتا والتى عن طريقها يتصل بروتوبلازم خلايا النبات كل بالآخر وتمر نواتج الهضم من خلية إلى أخرى. لكن هذه الفتحات أو القنوات ضيقة جدا لا تسمح بمرور جزيئات الفيرس أو جينوم الأحماض النووية. لذلك تملك معظم الفيروسات النباتية حركة بروتينات خاصة متطورة تعدل البلازمودزماتا. ففى فيرس موزايك الدخان TMV يوجد به بروتين 30K هذ البروتين يقوم بتغطية Genomic RNA وتخفيف البلازمودزماتا وبالتالى يستطيع الفيرس الانتقال من خلية مصابة إلى خلية سليمة مجاورة لها. وتوجد فيروسات أخرى لها استراتيجية مشابهة لكن تستخدم ميكانيكية جزيئية مختلفة.

ففى فيرس موزايك اللوبيا (CPMV) Cowpea mosaic virus والتابع لعائلة Comoviridae يوجد به بروتينات /58 58K تقوم بتكوين تراكيب أنبوبية تسمح بمرور جزيئات الفيرس السليمة من خلية إلى أخرى.

أعراض الإصابة بالأمراض الفيروسية Virus disease symptoms

الإصابة الفيروسية للنبات يمكن أن تؤدى إلى ظهور أعراض واضحة على النباتات مثل تأخر النمو- التشوه- الموزيك- الاصفرار- الذبول وغير ذلك من الأعراض الناتجة عن موت الخلايا Cell necrosis ويتسبب عن ضرر مباشر ناتج من تكاثر الفيرس، أو Hypoplasia وهو نمو موضعى متأخر أو معاق ومتكزم ويقود إلى ظاهرة ظهور مساحات رفيعة صفراء على الأوراق Mosacism أو Hyperplasia وهى زيادة فى انقسام الخلايا أو نمو كبير غير عادى للخلايا ينتج عنه وجود مساحات متضخمة أو مشوهة فى النبات. ومن أهم مظاهر الإصابة الفيروسية على النبات:

أولاً على الأوراق:

١ الموزايك Mosaic:

عبارة عن وجود بقع خضراء باهتة على الورقة مع اللون الأخضر العادى مما يعطى للورقة مظهرا مبرقشا وذلك لقيام الفيرس بتثبيط بادئ البلاستيدات Plastid primordia. لذلك لا يحدث هذا العرض على الأوراق كبيرة السن والتى تكونت قبل حدوث الإصابة لكن يوجد على الأوراق الحديثة التى تكونت بعد الإصابة بالفيرس ومن الأمثلة على هذا العرض الموزايك الناتج عن إصابة أوراق الطماطم بفيرس موزايك الطماطم ToMV وفيرس Y البطاطس PVY.

٢ الكلوروزيس Chlorosis:

مظهر الإصابة وجود بقع صفراء على الأوراق لعدم تكوين بلاستيدات ويوجد أيضا تبرقش على الورقة وهذا يظهر على الأوراق حديثة التكوين ويحدث ذلك فى نباتات الدخان نتيجة إصابته بسلالة معينة من TMV.

٣ شفافية العروق Vein clearing وتخطيط العروق Vein banding

تسبب الإصابة ببعض الفيروسات قلة فى اللون الأخضر فى الأنسجة القريبة من عروق الورقة أو فى العروق ذاتها أو قد يغيب اللون الأخضر تماما من العروق وتبدو العروق شفافة كما يحدث فى نباتات الطماطم عندما تصاب بمرض (TPCTV) Tomato pseudo curly top virus. أما إذا ظهر المرض على العروق كخطوط باهتة متبادلة مع خطوط صفراء عرف العرض بتخطيط العروق.

٤ الاصفرار Yellowing:

ينشأ الاصفرار فى الأوراق المصابة إما لعدم تكوين بلاستيدات وهذا يوجد فى الأوراق الحديثة التى تكونت بعد حدوث الإصابة. أو نتيجة لتحلل الكلوروفيل ويحدث فى الأوراق المسنة بعد حدوث الإصابة بالفيرس حيث تأخذ أنسجة الورقة اللون الأصفر فى كلا الحالتين. هذا الاصفرار يسببه مجموعة فيروسات Luteoviruses- كلمة Luteo مشتقة من الكلمة اللاتينية Luteus أى الاصفرار- حيث تسبب ظهور الأعراض على النبات.

٥ـ النقط الميتة Necrosis

عبارة عن نقط ذات لون بنى داكن تأخذ شكل المثلث أو الدائرة أو الحلقة وقد تكون مستطيلة مثلما يظهر فى مرض التخطيط الفيروسى فى الطماطم Tomato streak virus (TSV) حيث تنتشر هذه الخطوط على جميع أجزاء النبات المصاب.

٦ـ التشوهات Distortion or Deformation

يحدث تشوهات للأوراق بعد الإصابة. هذه التشوهات تأخذ أشكالا مختلفة منها: التفاف الأوراق حول العرق الوسطى Leaf rolling. تجعد الأوراق Leaf crinkling حيث تصبح الورقة غير مستوية السطح وغير ملساء. تجعد وانحناء الأوراق Leaf curling وفيه تنحنى حواف الورقة إما لأسفل أو لأعلى. وقد يختزل نمو نصل الورقة تاركا العرق الوسطى للورقة فقط ويسمى Shoestring-like أى ما يشبه رباط الحذاء- هذا يحدث فى أوراق الطماطم بعد الإصابة بفيرس موزايك الخيار CMV أثناء الجوالبارد حيث تظهر أوراق الطماطم على شكل زوائد رفيعة تأخذ شكل الخيط Filiform shape- وقد تنمو زوائد Enations على السطح السفلى للورقة أو من عروق الورقة المصابة. وأيضا توجد بثرات Blisters خضراء داكنة أحيانا نتيجة الإصابة بالفيرس هذه البثرات تكون فى مستوى أعلى من سطح الورقة وذلك لزيادة نمو الخلايا فى البثرة أو فى منطقة البثرة. ومن التشوهات أيضا حدوث تفصيص غائر للوريقة فتأخذ شكل الأوراق السرخسية Fern-like. هذا يلاحظ فى أوراق الطماطم المصابة بفيرس موزايك الدخان TMV. وقد يحدث تقزم Stunting لنبات الطماطم ناتج عن قصر طول السلاميات وقد يكون هذا التقزم شديدا ويلاحظ ذلك عند إصابة النباتات الصغيرة بفيرس *Tomato curly top virus (TCTV)*. وقد يظهر نبات الطماطم بمظهر شجيرى Bushy appearing نتيجة زيادة التفريع فى القمة. مثلما يوجد فى مرض التقزم الشجيرى الفيرسى فى الطماطم *Tomato buchy stunt virus (TBSV)*.

٧ـ البقع الحلقية Ring spot:

قد يكون للبقعة الحلقية جدار من أنسجة بنية نتيجة موت الخلايا أو أنسجة صفراء أو خضراء قاتمة. أما النسيج الداخلى للحلقة فهو مختلف الألوان. وقد تتكون حلقات خارج بعضها حول مركز الحلقة الأولى.

٨ـ النقط المحلية Local lesions:

هذه النقط لا تظهر إلا على الأوراق التى تم حقنها فقط ولا تظهر على باقى أوراق النبات وتنشأ نتيجة موت الخلايا الناتج عن الحساسية المفرطة للفيرس Hypersensitivity.

ثانيا: على الساق والمجموع الجذرى:

بعض سلالات فيرس موزايك الطماطم ToMV يمكن أن تسبب خطوطا نيكروسيزية Necrotic streak فى السيقان والسويقات. ويسبب فيرس الذبول المنقط فى الطماطم *Tomato spotted wilt virus (TSWV)* تخطيطا داكنا للسيقان الطرفية والساق الرئيسى للنبات. وعند إصابة الطماطم بفيرس موزايك البرسيم *Alfalfa mosaic virus (AMV)* يتلون اللحاء باللون البنى القاتم عند مستوى سطح التربة وقد يمتد هذا التلون إلى أعلى أو إلى أسفل فى لحاء الجذور.

ثانيا: على الثمار

تختلف أعراض الإصابة الفيروسية على الثمار باختلاف السلالات الفيروسية. يوجد سلالات معينة من TMV تسبب موزايك أو حلقات أو تخطيط أو نقط ميتة على الثمار وقد توجد أيضا بقع غائرة بنية داكنة اللون. بعض سلالات فيرس ToMV تسبب تلون الجدار الداخلى لثمرة الطماطم باللون البنى ولطخات صفراء وبقع ميتة فى الثمار الحمراء والناضجة. أما فيرس TSWV فأهم أعراضه على الثمار الناضجة وجود حلقات صفراء لامعة إلى حمراء. وعند إصابة الثمار بفيرس *Tomato curly top virus (TCTV)* تتلون ثمار الطماطم باللون الأحمر بغض النظر عن عمرها وتصبح مرة المذاق.

العوامل التى تؤثر فى مظاهر الإصابة الخارجية Factors affecting external symptoms

(أ) السلالات المختلفة للفيرس الواحد لها مظاهر إصابة مختلفة على العائل.

(ب) الأصناف المختلفة من العوائل تتأثر بالسلالة الفيرسية الواحدة تأثيرا مختلفا.

(جـ) توجد عوامل أخرى تؤثر فى مظهر الإصابة حتى فى وجود سلالة واحدة وصنف واحد. هذه العوامل منها:

١ – **الحرارة:** للحرارة تأثير واضح فى المظاهر الخارجية للإصابة الفيروسية. فالموزايك تشتد أعراضه وضوحا فى أشهر الشتاء عنها فى شهور الصيف. كذلك مرض النقط المحلية الناتج عن زيادة حساسية النبات للفيرس يتأثر كثيرا بارتفاع درجة الحرارة.

٢ – **الضوء:** تسبب زيادة الضوء ضعفا فى مظهر إصابة بعض الأمراض الفيروسية ومنها أعراض الموزايك. التظليل عموما يزيد من شدة الإصابة بالفيروسات.

٣ – **ظروف نمو النبات عند حدوث الإصابة:** تزداد أعراض الأمراض الفيروسية وضوحا كلما كانت ظروف نمو النبات مناسبة. تزداد مقاومة النبات للإصابة بالفيرس عادة بزيادة عمر النبات بعد حدوث العدوى تكون الإصابة أكثر وضوحا بزيادة مستوى الأزوت فى النبات.

٤ – **وجود فيرس آخر فى العائل:** عند وجود سلالة من الفيرس داخل النبات عادة تقوم بحمايته من الإصابة بأى سلالة أخرى تتبع نفس الفيرس. أما إذا وجد فيرس داخل النبات وأصيب بفيرس آخر مختلف فربما تكون الأعراض التى تظهر أكثر شدة بعد الإصابة الثانية.

مقاومة أمراض الطماطم الفيروسية Control of tomato virus diseases

فى الطبيعة تقوم النباتات أحيانا بمقاومة الإصابة الفيروسية طبيعيا لتقليل أثرها ببعض الوسائل مثل:

(أ) يقوم النبات بتخليق نوع من البروتينات الجديدة تسمى (PR) Pathogensis Related Protein ينتج عنها فقد حساسية للطفيل مما يعيق انتشار الإصابة.

(ب) بعض سلالات نبات الدخان يوجد بها مقاومة للإصابة الفيروسية ناتجة عن وجود Tobacco N gene يقوم بتوجيه بروتين السيتوبلازم بتقييد جانب القاعدة النووية Nucleotide التى تتداخل مع تكاثر فيرس موزايك الدخان TMV. هذا مهم جدا لمربى النباتات لإدخال ذلك فى سلالات نباتية لها قيمة اقتصادية.

(جـ) يقوم النبات بتكوين أنزيمات تؤدى إلى موت الخلايا فى مكان الإصابة وهذا يؤدى إلى موت الفيرس ويمنع انتشاره.

(د) النباتات المقاومة للفيرس تنتج بروتينات وأحماضا أمينية تمنع أو تقلل من تكاثر الفيرس وبالتالى تمنع أو تقلل من حدوث الإصابة حيث تتداخل مع الأنزيمات الخاصة بتكاثر الفيرس أو تقلل مستوى الحمض النووى RNA للفيرس إلى مستوى لا يستطيع التعبير به عن نفسه Gene silencing. كذلك قد تقوم بإتلاف جينوم الفيرس أو تعديل حركة البروتينات بطريقة لا تناسب الفيرس.

فإذا اتبعت وسائل لزيادة المقاومة الطبيعية فى النبات ضد الأمراض الفيروسية يعتبر ذلك تكنولوجيا واعدة لزيادة الإنتاج الزراعى مع قلة التكاليف وتقليل أو منع استعمال المبيدات الضارة بالإنسان والبيئة.

يوجد مدخل آخر أكثر أهمية فى تكنولوجيا المقاومة وهو CVPs (Chimaric virus particles) وهذا يعتبر الفاكسين الواعد فى تكنولوجيا المقاومة. فقد وجد على سطح بعض الفيروسات مثل (CPMV) *Cowpea mosaic virus* و*Potato X virus* (PXV) ببتيدات مضادة جينيا Short antigenic peptides. وعند أخذ ١ كجم من أوراق النباتات المصابة بهذه الفيروسات يمكن الحصول منها على عدة جرامات من CVPs بطريقة غير مكلفة.

نظرا لعدم وجود أصناف منيعة ضد الإصابة بالفيرس وإذا تمت الإصابة يصبح من الصعب مقاومة المرض وعلاجه وتستمر إصابة النبات طول حياته لذلك يجب الاهتمام بالعمليات الزراعية والحيلولة بقدر الإمكان من تعرض النباتات للإصابة وذلك بالآتى:

١ – زراعة شتلات سليمة فى تربة خالية من الفيرس لم يسبق زراعتها بنباتات عائلة أو مصابة بالفيرس.

٢ – مقاومة الحشائش فى وحول الحقل وكذلك الحشرات الناقلة للفيرس والنيماتودا.

٣ – نظافة القائمين بالعمل فى الحقل والأدوات المستعملة فى العمليات الزراعية.

قبل تحديد طريقة المقاومة يجب معرفة نوع الفيرس الموجود والمراد مقاومته وذلك بالتشخيص السليم للمرض يتم ذلك بالآتى:

– التصوير بالميكروسكوب الإلكترونى Visualization with electron microscope.

– عمل اختبارات سيرولوجية مثل اختبار ELISA (Enzyme Linked Immunosorbance Assay)

– حقن العصير فى النباتات الكاشفة Sap inoculation of indicator plant budding.

– التطعيم على نباتات كاشفة Grafting to indication plants.

– الفحص الميكروسكوبى لـ Inclusion bodies (معزولة من جزيئات الفيرس).

– RNA and DNA hybridization.

– استعمال Gel electrophoresis.

أمراض الطماطم الفيروسية المهمة Tomato Virus Diseases

١ ـ مجموعة توباموفيرس Tobamo Viruses Group

تشمل فيرس موزايك الدخان *Tobacco mosaic virus* وفيرس موزايك الطماطم *Tomato mosaic virus*.

أولا: فيرس موزايك الدخان Tobacco Mosaic Virus (TMV)

فيرس موزايك الدخان أول فيرس تم اكتشافه. وقد قام العالم Wendell. M. Stanely عام ١٩٣٥ ببلورة الفيرس وفحصه بالميكروسكوب الإلكترونى واثبت نشاطه حتى بعد عملية البلورة. بعد ذلك تمكن العلماء بسهولة من الحصول على عدة جرامات من الفيرس من نباتات الدخان المصابة. لذلك توجد بعض الآراء تنادى باعتبار TMV مادة كيماوية عضوية وليس عامل حيوى يحدث إصابة للنبات.

ينتشر هذا الفيرس فى جميع أنحاء العالم ويصيب أكثر من ١٢٥ نوعا نباتيا تتبع ٩ عائلات نباتية منها: الطماطم- الفلفل- الباذنجان- البطاطس- عنب الديب- الطباق- الخيار- الجزر- الخس وبعض نباتات الزينة مثل البيتونيا- الداليا- الفيولا.

المسبب المرضى The causal organism

فيرس موزايك الدخان ذات مظهر عصوى مجوف. طوله ٣٠٠nm وقطره ١٨nm وقطر قناة التجويف ٤nm ويتكون من:

١ - شريط مفرد من Genomic RNA المكون من ٦٣٩٠ قاعدة نووية nt ويأخذ شكل الحلزون ويتم وقايته من تأثير أنزيمات الخلية بغطاء البروتين Coat protein.

٢ - Capsid يتكون من ٢١٣٠ وحدة من الـ Coat protein تترتب ذاتيا فى تركيب عصوى حلزونى يحيط بالحمض النووى RNA. هذه الوحدات البروتينية كل وحدة تسمى Capsomer أو Protomer وهى وحدات متماثلة متراصة بانتظام فى طبقات حلزونية كل طبقة تحتوى على ١٦,٣ وحدة بروتينية يربطها ببعضها الحمض النووى RNA الذى يأخذ شكل الحلزون كل جزىء واحد من البروتين له ٣ قواعد نووية nt RNA وكل جزىء واحد من البروتين يتكون من ١٥٨ حمضا أمينيا (Fig 1).

الوضع التقسيمى للمسبب المرضى Classification of causal organism

Group: IV
Genome: (+) ss RNA
Family: Bromoviridae
Genus: *Tobamovirus*
Type species: *Tobacco mosaic virus*

أعراض المرض Disease symptoms

تظهر الإصابة على الأوراق وجود مساحات مبرقشة ما بين الأخضر الفاتح والأخضر الداكن. هذه البرقشة تلاحظ بوضوح عند تظليل سطح الورقة المصابة جزئيا. المساحات الخضراء الداكنة عادة أسمك قليلا من المساحات الخضراء الفاتحة. عند إصابة النباتات مبكرا فى أول الموسم تزداد بها نسبة النباتات المتقزمة مع تشوه فى الأوراق حيث

توجد ظاهرة الأوراق السرخسية Fern-like فى النموات الحديثة. أما الأوراق المسنة فتلتف حوافها إلى أسفل ويمكن أن تتشوه ولكن بدرجة أقل (Fig 2A).- عند انخفاض درجة الحرارة يوجد عرض آخر على أوراق الطماطم يميز إصابتها بفيرس موزايك الدخان وهو ما يشبه رباط الحذاء Shoestring like أما السوق والأفرع فيلاحظ وجود خطوط بنية داكنة عليها بعد الإصابة.

توجد سلالات معينة من TMV يمكن أن تسبب برقشة خضراء أو صفراء محمرة أو حلقات أو تخطيط أو نقط مبقعة على ثمار الطماطم المصابة. إذا أصيبت هذه الثمار عند بداية العقد يظهر عليها بقع غائرة ذات لون بنى داكن وقد يوجد تلون بنى فى داخل الثمرة وقد تقلل الإصابة حجم وعدد الثمار المنتجة (Fig 2: B & C).

انتقال الفيرس Virus transmission:

ينتقل فيرس موزايك الدخان ميكانيكيا من المحاصيل المصابة والحشائش العائلة إلى النباتات السليمة بواسطة العاملين والأدوات المستعملة فى الزراعة. وعن طريق المدخنين ومستعملى منتجات الطباق. ويمكن للفيرس البقاء فى بقايا جذور نباتات الطماطم المصابة على عمق ١٢٠سم من سطح التربة لمدة سنتين على الأقل وينتشر منها بالملامسة مع النباتات السليمة. ينتقل أيضا عن طريق البذور سواء كان محمولا على سطحها من الخارج أم محمولا فى داخل البذرة (أحيانا يوجد فى أندوسبيرم البذرة لكن لا يوجد فى الجنين).

يمكن للفيرس أن يبقى عدة شهور بعيدا عن النبات الحى حيث يوجد على الأدوات المستعملة فى الزراعة وخراطيط الصوبة والأوراق الجافة فى التربة. ويستمر وجوده فى السجائر عدة سنوات.

لا ينتقل فيرس TMV عن طريق الحشرات الثاقبة الماصة أو النيماتودا أو الفطريات لكن يمكن نقله بواسطة الحشرات الماضغة مثل نطاطات الحشائش Grasshoppers والخنافس Beetles.

المقاومة Control

الأمراض الفيروسية لا يمكن مقاومتها بعد إصابتها للنبات. ولمنع أو الحد من دخول الأمراض الفيروسية فى الحقل أو الصوبة يجب إتخاذ احتياطات وإجراءات تتم كالآتى:

١ – تدمير كل نباتات الطماطم وبقايا المحصول سواء فى المشتل أم الصوبة أم الحقل بعد الحصاد مباشرة.

٢ – مقاومة الحشائش المعمرة فى داخل الحقل وفى الأماكن المجاورة له لأنها تعمل كعوائل بديلة.

٣ – عند قيام المزارع بإنتاج البذور الخاصة به يجب عليه جمع الثمار من النباتات السليمة فقط واختيار الثمار من العناقيد السفلية للنبات.

٤ – شراء البذور من مصدر موثوق به والتأكد من أنها قد خمرت أو عوملت بالحمض أو تم تبييضها.

٥ – إذا كانت البذور غير معاملة يتبع الآتى: تغسل البذور فى محلول Sodium hypochlorite 5.25٪ بعد تخفيفه بالماء بنسبة ١ : ٤ (١/٤ جالون محلول: جالون ماء) وتغمر البذور به لمدة ٤٠ دقيقة مع التقليب المستمر برفق ويراعى أن تكون هذه البذور نظيفة وطازجة وجافة قبل تطهيرها. ثم تنقل وتنشر على ورق كى تجف مع مراعاة الآتى:

(أ) يجب إعداد المحلول قبل الاستعمال مباشرة لكل كمية يراد تطهيرها.

(ب) عدم وضع البذور التى تم تطهيرها فى حاويات سبق استعمالها حتى لا يعاد تلوثها.

جـ) اختبار نسبة الإنبات فى كمية صغيرة من البذور بعد التطهير قبل البدء فى تطهير الكميات الكبيرة.

٦ – اختيار الأصناف المقاومة لفيرس موزايك الدخان وتوجد أصناف تجارية متاحة ومنها:

Whopper- Quick Pick- Champion- Celebrity- Carmelo- Bingo- Big Pick.

٧ – عدم زراعة الطماطم بعد فلفل- باذنجان- سبانخ- قرعيات أو أى محصول خضر أو زينة قابل للإصابة بالفيرس.

٨ – اتباع دورة زراعية مع محاصيل الحبوب الصغيرة كالقمح لمدة ٤ سنوات.

٩ – قبل زراعة المشتل تعقم تربة المشتل بالبخار أو بخار مع هواء ويتم تقليب التربة جيدا قبل التعقيم لإزالة أى كتل من المادة العضوية بها. هذا التعقيم يحد أيضا من الفطريات والحشرات والنيماتودا والحشائش فى التربة المعقمة.

١٠ – يجب توفر شروط النظافة فى القائمين على العمل وخاصة المدخنين منهم. تغسل الأيدى جيدا قبل تناول الوجبات إما بالماء والصابون أو استعمال محلول Tri sodium phosphate 3٪ (TSP) فى عملية الغسيل. أما الأدوات المستعملة فى المشتل والحقل فتوضع فى ماء مغلى لمدة ٥ دقائق ثم تغسل بعد ذلك بمحلول صابون قوى أو فورمالين ٤٪ و TSP 3٪.

١١ – منع التدخين أثناء إجراء العمليات الزراعية لمنع الإصابة بالفيرس.

١٢ – عند شراء الشتلات تستبعد أى شتلة بها تبرقش أو تقزم.

١٣ – مقاومة الحشرات الماضغة مثل نطاطات الحشائش والخنافس.

١٤ – نزع كل نبات تظهر عليه أعراض التبرقش أو التقزم أو التشوه فى الصوبة أو الحقل وتدميره بعيدا عنهما.

١٥ – بعد نزع النباتات المصابة تغسل الأيدى والأدوات الملوثة المستعملة فى إزالة النباتات المريضة قبل تناول النباتات السليمة.

١٦ – عدم شتل أو زراعة أى نبات سليم فى نفس المكان الذى نزع منه النبات المصاب وذلك لأن بقايا جذور النبات المصاب تكون مصدر عدوى للشتلة الجديدة.

١٧ – فحص النباتات جيدا قبل التقليم أو الربط وإزالة المصاب منها مع إزالة نبات من كل جانب من جوانب النبات المصاب لمنع تلوث النباتات المجاورة.

ثانيا: فيرس موزايك الطماطم Tomato Masaic Virus (TOMV)

يذكر أنه سلالة وثيقة الصلة جدا Closely related strain من فيرس تبرقش الدخان ToMV. TMV من الفيروسات المستقرة تحت الظروف المعاكسة للوسط المحيط بها ويمكن أن يبقى فى بقايا النباتات فى التربة الجافة مدة عامين وحتى فى التربة الرطبة تقل هذه الفترة إلى شهر واحد. أما التربة التى تم حرثها وتركت بدون زراعة يمكن أن يبقى به حوالى ٢٢ شهرا. وقد يبقى فترات طويلة فى هياكل الصوب.

ينتشر هذا المرض فى جميع أنحاء العالم ويصيب العديد من المحاصيل مثل الدخان- الفلفل- البطاطس- الباذنجان- القرعيات.

أعراض المرض Disease symptoms

تظهر أعراض المرض فى أى طور من أطوار نمو النبات مع إمكانية إصابة كل أجزاء النبات. أعراض الإصابة على الأوراق ظهور بقع مبرقشة بالأخضر الفاتح والأخضر الداكن (هذه الأعراض لا تحدث على الأوراق المسنة) مع تشوه الأوراق الصغيرة وتقزمها بدرجات متباينة. هذا التبرقش يوجد بشدة فى النباتات النامية تحت ظروف الضوء الضعيف ودرجة الحرارة المنخفضة. هذان العاملان يوجدان فى الصوب أثناء الشتاء (Fig 3). عندما تصاب الأوراق بشدة يمكن أن تأخذ شكل أوراق السرخس Fern - like. بعض السلالات يمكن أن تسبب برقشة صفراء فى الأوراق وسلالات أخرى تسبب خطوطا ميتة داكنة Dark necrotic streaks فى الساق والسويقات والأوراق والثمار ويمكن أن يوجد فى السيقان من الداخل مساحات بنية نتيجة للإصابة مما يؤدى إلى سهولة كسر الساق.

يقل عقد الثمار كثيرا فى النباتات المصابة. ويوجد لطخات صفراء وبقع ميتة على الثمار الخضراء والناضجة. أيضا يمكن أن يوجد تلون بنى فى الجدار الداخلى للثمرة (Fig 4). تتأثر هذه الأعراض بظروف الوسط (طول اليوم- درجة الحرارة- الكثافة الضوئية) وأيضا بالصنف وعمر النبات عند الإصابة وقوة مهاجمة سلالة ToMV. بعض أصناف الطماطم المصابة بفيرس ToMV/ TMV والمنزرعة تحت ظروف حرارة مرتفعة من ٢٦,٥ - ٢٩,٥°م (٨٠- ٨٥°ف) واستمرار هذه الظروف مدة طويلة تظهر بها مساحات ميتة على الأوراق والسوق والجذور.

انتقال الفيرس Virus transmission:

هذا الفيرس من فيروسات البذرة لذلك بذور الطماطم الملوثة مصدر إصابة ووسيلة انتشار للفيرس لمسافات بعيدة. وينتشر أيضا عن طريق العاملين بالحقل عند تلوث أيديهم أو ملابسهم أو الأدوات المستعملة فى العمليات الزراعية المختلفة. وينتقل المسبب المرضى لمسافات أقل عن طريق مياه الرى والرياح المحملة بجزيئات التربة الدقيقة الملوثة وعند تغذية نطاطات الحشائش والثدييات الصغيرة والطيور على الحشائش المصابة تقوم بنقل المسبب المرضى وتصاب البادرات السليمة النامية فى تربة ملوثة عن طريق الجروح الصغيرة الناتجة عن أى ضرر فى الجذور.

المقاومة Control

بعض أعراض مرض ToMV يشبه أعراض ضرر مبيد الحشائش 2,4 - D. لذلك قبل بدء المقاومة يجب تحديد مسبب الأعراض على نباتات الطماطم حيث يمكن التفرقة بينهما. الأعراض الناتجة عن مبيد الحشائش تظهر بعد فترة قصيرة من استعماله ويؤثر فى جميع النباتات الموجودة فى المنطقة وليس على نباتات الطماطم فقط. عند التأكد من وجود المرض الفيرسى يتبع الآتى:

١ - مقاومة الحشائش وإزالة النباتات الأخرى العائلة للفيرس قبل زراعة المشتل أو أرض الإنتاج.

٢ - اختيار أصناف مقاومة لفيرس ToMV والمناسبة للزراعة فى الظروف المحيطة إن وجدت.

٣ - عند استخلاص البذور يجب أن تكون من ثمار نباتات سليمة ثم تجفف بالتسخين على درجة ٧٠°م (١٥٨°ف) لمدة ٤ أيام، أو عند ٨٢- ٨٥°م (١٧٩,٥- ١٨٥°ف) لمدة ٢٤ ساعة لإزالة الفيرس المحمول على البذور قبل زراعتها.

– يمكن القضاء أيضا على الفيرس المحمول على غطاء البذور والموجود أيضا بداخلها بالغمر فى محلول TSP10٪ لمدة ١٥ دقيقة ثم تغسل البذور برفق ثم تنشر لتجف مع عدم وضعها بعد ذلك فى حاويات مستعملة كى لا تتلوث.

٤ – استعمال تربة مبسترة عند تنمية الشتلات فى الصوبة مع تجنب لمس البادرات قبل زراعتها فى الحقل. وتراقب هذه البادرات ويزال البادرات التى يظهر عليها أعراض غير عادية مثل التبرقش أو الأوراق المفتولة. وقبل تنسيق الشتلات تغمس الأيدى فى اللبن كل ٥ دقائق.

٦ – عدم قص الشتلات كى لا يزداد احتمال الانتشار الميكانيكى للفيرس من الآلات والأيدى الملوثة.

٧ – عدم زراعة الطماطم بعد محاصيل قابلة للإصابة بالفيرس مثل الفلفل والباذنجان والقرعيات إلا بعد سنتين على الأقل.

٨ – تفحص النباتات فى الحقل وتزال النباتات المصابة التى يظهر عليها أعراض المرض فورا.

٩ – يتم العمل فى المساحة السليمة من الحقل أولا ثم المساحة المصابة وبعد الانتهاء من العمل فى المساحة المصابة تغسل الأدوات والآلات التى استعملت بإحدى الطرق الأتية:

(أ) التسخين أو التبخير على درجة ١٥٠°م (٣٠٢°ف) لمدة ٣٠ دقيقة.

(ب) الغمر فى محلول الفورمالين ١٪ لمدة ١٠ دقائق.

(جـ) الغمر فى محلول Sodium hypochlorite 5.25٪ بعد تخفيفه بالماء بنسبة ١ : ١٠ مع عدم شطف الأدوات والآلات بعد غمرها فى المحلول المطهر.

(د) الغمر فى محلول TSP3٪ (W/V) ولا تشطف بعد الغمر.

١٠ – تغسل الأيدى جيدا بعد الانتهاء من العمل بمحلول TSP3٪ وتشطف جيدا بالماء بعد ذلك أو تغسل بالصابون واللبن والأفضل لبس جوانتيات مطاطة إذا أمكن ذلك لمنع تلوث الأيدى.

١١ – غسل الملابس التى تلامس النباتات المصابة بالماء الساخن أو المحلول المطهر.

٢ ـ فيرس موزايك الخيار Cucumber Mosaic Virus (CMV)

هذا الفيرس واسع الانتشار عالميا. ذات مدى عائلى كبير يشمل محاصيل خضر منها الطماطم– الجزر– الكرفس– القرعيات– البقوليات– الخس– السبانخ– الفلفل وأيضا عديد من نباتات الزينة مثل البيتونيا– الفلوكس– الداليا– الزينيا. كذلك توجد حشائش كثيرة عائلة للفيرس.

المسبب المرضى The causal organism

فيرس موزايك الخيار ذات جزيئات بيضية إلى كروية الشكل قطرها ٢٩ nm لا يوجد ترتيب واضح لوحدات البروتين. بها Capsomers غير مغطى.

يحتوى الفيرون على ١٨٪ حمض نووى و٨٢٪ بروتين ولا يوجد ليبيدات.

الجينوم عبارة عن شريط مفرد خطى من الحمض النووى RNA. حجم الجينوم الكامل ٨,٦٢١ Kb ويتكون من ٣ أجزاء. الجزء الأكبر حجمه ٣,٣٨٩ Kb والثانى ٣,٠٣٥ Kb والثالث ٢,١٩٧ Kb ويحتوى على القواعد النووية Guanin- ٢٤٪– Adenine ٢٣٪– Cytosine ٢٣٪ و Uracil ٣٠٪ وللفيرس عديد من السلالات منها:

سلالة فيرس موزايك الخيار رقم ٥ (*Cucumber Virus Strain* No5) وتسبب نقطا ميتة على أوراق الطماطم. سلالة فيرس الموزايك الأصفر فى الخيار (*Yellow Cucumber Mosaic Virus Strain*) تسبب بقعا صفراء على أوراق الطماطم يلى ذلك إصابة عامة من التبقع الأصفر الواضح والأخضر القاتم. سلالة السبانخ من فيرس موزايك الخيار (Spinach Strain of *Cucumber Mosaic Virus*) تؤدى إلى ظهور بقع محلية على أوراق الطماطم يتبعها تبقع خفيف عام مع اختزال فى حجم الوريقات.

الوضع التقسيمى للمسبب المرضى Classification of causal organism

Group: IV
Genome: (+) ss RNA
Family: Bromoviridae
Genus: *Cucumovirus*
Type species: *Cucumber mosaic virus*

أعراض المرض Disease symptoms

نباتات الطماطم المصابة بفيرس CMV ذات مظهر شجيرى غالبا نتيجة لقصر السلاميات بها. الأوراق مبرقشة يختلط بها الأخضر الفاتح والأخضر الداكن واللون الأصفر. هذا التبرقش يوجد على الأوراق المسنة وخاصة بطول عروق الورقة. أما الأوراق الحديثة فتأخذ شكل الخيط Filiformity أو شكل رباط الحذاء Shoestring (Fig 5 and Fig 6) هذا العرض يميز الإصابة بفيرس CMV. قد تظهر الأعراض على الأوراق العليا والأوراق السفلى للنبات أما الجزء الوسطى للنبات فلا تظهر عليه أعراض.

يؤثر CMV أيضا فى المحصول الناتج تبعا لعمر النبات عند الإصابة وظروف الوسط المحيط . يقل عدد الثمار الناتجة ويقل حجمها كثيرا عند الإصابة الشديدة بالفيرس.

يجب مراعاة أن أعراض مرض CMV يمكن أن تشخص خطأ على أنها أعراض ناتجة عن الإصابة بفيرس ToMV لأن كليهما يعطى أعراض الموزايك والتبرقش لكن يختلفان فى أن تشوه الأوراق عند الإصابة بفيرس ToMV يكون تشوه شبيه بأوراق السرخس Fern-like.

انتقال الفيرس Virus transmission:

تقوم حشرة المن بنقل فيرس موزايك الخيار عندما تتغذى على أحد العوائل المصابة بالفيرس- عديد من الحشائش تعتبر مصدرا مهما لانتشار الفيرس- وتنقله مباشرة إلى الطماطم الموجودة فى المنطقة. يوجد أكثر من ٦٠ نوعا من المن لها القدرة على نقل الفيرس أهمها: من الخوخ الأخضر *Myzus persicae*- من القطن *Aphis gossybii*- من الفول *Aphis fabae*- والمن *Aphis crassivora*. مع العلم أن نباتات الطماطم ليست من العوائل المفضلة لمن الخوخ الأخضر.

يكتسب المن الفيرس وينقله فى خلال دقيقة واحدة من تغذيته على النبات المصاب وتقل هذه المقدرة سريعا وتفقد فى خلال ساعات. هذه المقدرة على نقل الفيرس تختلف حسب نوع المن- سلالة الفيرس- نوع النبات العائل- ظروف الوسط المحيط- الوقت خلال السنة.

لا يوجد فيرس موزايك الخيار فى بقايا النباتات أو فى التربة ولا يحمل بواسطة بذور الطماطم. لكن يمكن أن يحمل على بذور ١٩ نوعا من النباتات الأخرى. من الصعب جدا نقل هذا الفيرس ميكانيكيا.

المقاومة Control

لا توجد أصناف مقاومة لهذا المرض ولا يمكن مقاومة الفيرس بعد حدوث الإصابة فى النبات. لذلك تعتمد المقاومة على محاولة منع الفيرس من الوصول إلى حقل الطماطم بعدة إجراءات:

١ – مقاومة الحشائش الحولية والمعمرة والعوائل التى تعتبر مستودعا للفيرس أو متطوعة لنقله والتى توجد فى داخل الحقل وحوله. مع وجود مسافة ٣٠ قدما على الأقل بين حقل الطماطم وحقول المحاصيل الأخرى القابلة للإصابة.

٢ – الزراعة المبكرة لتجنب تجمعات المن الكثيفة التى توجد فى آخر الموسم مع مراقبة هذه التجمعات ومقاومتها بالمبيدات الحشرية مبكرا.

٣ – تجنب زراعة الطماطم بعد قرعيات أو سبانخ أو محاصيل خضر أو زينة قابلة للإصابة بهذا الفيرس.

٤ – تغطية البادرات فى المشاتل بشبكة من خيوط النايلون (32mesh size) لمنع المن من الوصول إليها.

٥ – عند زراعة الشتلات فى الحقل تغمس الأيدى فى اللبن قبل تناول هذه الشتلات مع عدم قص الشتلات.

٦ – فحص النباتات الصغيرة مع نزع وتدمير المصاب منها وعدم لمس النباتات الأخرى السليمة.

٧ – العمل فى الأجزاء السليمة من الحقل أولا ثم الانتقال إلى الأجزاء المصابة بعد ذلك.

٨ – تطهير الآلات والسنادات والأدوات الملوثة بعد الاستعمال بغمرها فى محلول TSP 3٪ (W/ V) مع عدم شطفها بعد التطهير وغسل الأيدى بهذا المحلول مع حكها جيدا ثم تشطف بالماء شطفا تاما.

٩ – بعد الزراعة رش النباتات بالمبيدات الحشرية لمقاومة المن لا يؤدى إلى مقاومة جيدة لأن انزعاج المن عند الرش يؤدى إلى انتقاله لنباتات أخرى مجاورة لم يتم رشها. لذلك يجب منع المن من الوصول إلى حقل الطماطم بالآتى:

– زراعة نباتات صادة للمن حول الحقل.

– عمل مصائد أو فخاخ من المحاصيل الجاذبة لحشرة المن حول حقل الطماطم ثم ترش هذه النباتات بمبيدات حشرية تتلامس مع تجمعات المن وتقضى عليها.

– رش نباتات الطماطم بزيت معدنى لمنع المن الحامل للفيرس من الوصول إليها.

٣ـ مرض تجعد أوراق الطماطم الأصفر الفيرسى Tomato Yellow Leaf Curl Virus (TYLCV)

مرض تجعد أوراق الطماطم الأصفر من أخطر الأمراض الفيروسية فى المناطق الحارة وشبه الحارة وينتشر فى المناطق المعتدلة فى داخل صوب الطماطم. يوجد لهذا الفيرس مدى عائلى واسع حيث يصيب أنواعا نباتية من عائلات مختلفة تشمل العائلة الباذنجانية والخبازية والبقولية. وقد وجد فى اليونان فيرس يعطى أعراض فيرس TYLCV ويتبع نفس الجنس *Begomovirus* ونفس العائلة Geminivirdae. لكن بعد استخلاص الحمض النووى DNA من أوراق نباتات الطماطم المصابة بهذا المرض والتى تم الحصول عليها من أماكن مختلفة ومعرفة الصفات

الجينية Genotype characterization بواسطة RFLP تم التعرف إلى نوعين من الفيروسات: فيرس *Tomato yellow leaf curl virus* (TYLCV) (Fig7, Fig8) وفيرس *Tomato yellow leaf curl Sardinia virus* (TYLCSV) (Fig9). كلا النوعين يوجدان فى جزيرة كريت.

وفى تونس تم عمل حصر لمرض TYLCV فى المناطق الرئيسية لزراعة الطماطم وفى الصوب البلاستيكية وجدت عينات تحمل أعراض مرض TYLCV. وبعد عمل الاختبارات اللازمة وجد أن الفيرس الموجود فى تونس يتبع TYLCSV وليس فيرس TYLCV الموجود فى مصر.

المسبب المرضى The causal organism

يتسبب هذا المرض عن فيرس TYLCV التابع لعائلة Geminiviridae. جزيئات هذا الفيرس كروية مضاعفة صغيرة small geminate particles حجمها ٢٠ X ٣٠ nm. يتكون الجينوم الخاص بالفيرس من شريط مفرد دائرى من الحمض النووى DNA والمغلف بغطاء بروتين.

وقد وجد عزلات عديدة من TYLCV فى شرق وجنوب إفريقيا لها علاقة محكمة بفيرس TYLCV الموجود فى إسرائيل TYLCV- IS.

الوضع التقسيمى للمسبب المرضى Classification of causal organism

Group: II
Genome: ss DNA
Family: Geminiviridae
Genus: *Begomovirus*
Type species: *Tomato yellow leaf curl virus*

أعراض المرض Disease symptoms

النباتات المصابة تتقزم بشدة. الأفرع قائمة. الوريقات مختزلة الحجم ومجعدة لأعلى ومشوهة. يوجد اصفرار دائم على طول حافة الوريقة أو فى منطقة العروق الداخلية. بعد الإصابة تذبل الأزهار ويقل عقد الثمار كثيرا لكن مختلف الثمار الخارجى يبدو سليما.

انتقال الفيرس Virus transmission:

لا ينتقل هذا المرض عن طريق البذور أو التربة أو عن طريق النقل الميكانيكى. لكن ينتقل بواسطة الحشرة البالغة للذبابة البيضاء الفضية (SLW) Silver leaf whitefly واسمها العلمى *Bemisia tabaci* Biotype B وتسمى أيضا *Bemisia argentifolii*. وهى من الحشرات الثاقبة الماصة Piercing sucking insects. بعد تغذية الذبابة البيضاء على النبات المصاب من ١٥– ٣٠ دقيقة تكتسب الفيرس ويحتضن فى داخلها لمدة ٢٤ ساعة. وعند تغذيتها على النبات السليم تقوم بنقل الفيرس إليه. يمكن أن يبقى الفيرس داخل جسم الحشرة لمدة ٢٠ يوما أو أكثر لكن لا يتكاثر بداخلها ولا تنقله إلى أجيالها. مع أن حوريات الذبابة البيضاء يمكنها اكتساب الفيرس من النباتات المصابة لكن الحشرة البالغة

هـ المسئولة فقط عن نقل الفيرس من وإلى نباتات الطماطم. بعد إصابة النباتات الصغيرة تظهر أعراض المرض عليها في خلال ١٠- ١٤ يوما من الإصابة.

المقاومة Control

أ- العمليات الزراعية Practical cultures

١ - زراعة المشتل إما فى داخل الصوبة أو فى مكان مغطى بشباك (50mish size or finer) مع مقاومة حشرة الذبابة البيضاء جيدا إذا وجدت فى هذه الأماكن.

٢ - عند شراء الشتلات يجب أن تكون من أماكن إنتاج خالية من الفيرس ومن الذبابة البيضاء ويجب أن يكون عمر الشتلة أكثر من ٣٠ يوما لأن الحشرة تفضل النباتات صغيرة السن.

٣ - يتم الشتل فى وقت تقل فيه تجمعات الذبابة البيضاء.

٤ - اختيار حقل الطماطم بعيدا بقدر الإمكان عن أماكن زراعة المحاصيل لتى تأوى الفيرس والحشرة.

٥ - زراعة نباتات الأذرة الطويلة حول حقل الطماطم كحاجز بينه وبين المحاصيل الأخرى.

٦ - تغطية خطوط الزراعة بالقش أو البلاستك الأصفر أو مادة عاكسة للأشعة فوق البنفسجية (UV) لتقليل استقرار الحشرة على النباتات وعلى التربة.

٧ - فحص النباتات فى المشتل والحقل وعند وجود شتلات أو نباتات مصابة ترش أولا بمبيد حشرى لمنع هجرة الحشرة الناقلة إلى نباتات مجاورة ثم تنزع الشتلات أو النباتات المصابة وتوضع فى حقائب بلاستك وتربط جيدا ثم يتم التخلص منها.

٨ - تفضل الذبابة البيضاء نباتات الخيار عن الطماطم. لذلك يزرع الخيار فى مزارع الطماطم كنباتات آسرة للذبابة البيضاء: هذه الطريقة يمكن أن تؤدى إلى زيادة الإصابة بفيرس موزايك الخيار CMV لذلك يجب مقاومة المن على الخيار بالمبيدات الحشرية الخاصة به.

٩ - بعد أن يتم الحصاد تنزع بقايا النباتات والمحاصيل القديمة وتدمر فورا لكن بعد أن يتم مقاومة SLW البالغة لمنع هجرتها إلى محاصيل أخرى.

توجد الآن أصناف طماطم مقاومة لبعض سلالات فيرس تجعد أوراق الطماطم الأصفر أو لها القدرة على تحمل الإصابة بهذا المرض. هذه الأصناف متاحة الآن تجاريا.

ثانيا: المقاومة البيولوجية Biological control

تقاوم الذبابة البيضاء بالرش بالمبيد الحيوى Biosect WP ومادته الفعالة فى المقاومة بكتيريا *Beauveria bassiana* (٢٢ مليون خلية/ جم) ويستعمل بنسبة ٢٠٠جم/ لتر ماء.

ثالثا: المقاومة الكيماوية Chemical control

عند إنشاء المشتل يجب أن يكون بعيدا عن حقول إنتاج الطماطم. وقبل نقل الشتلات بأسبوع على الأقل يرش المشتل بمبيد Admire أو مبيد Platinum لوقاية الشتلات فى الحقل فى خلال الأسبوع الأول من نقلها.

فى الحقل يستعمل أحد المبيدين السابقين إما فى ماء الرى العادى عند الشتل أو فى منظومة الرى بالتقطير drip مع مراقبة تجمعات الذبابة البيضاء باستمرار خلال الموسم. عند زيادة أعداد الحشرة تستعمل المبيدات الحشرية الأخرى لمقاومة هذه الآفة. هذه المبيدات يجب أن تكون من مجاميع مختلفة كى لا تكتسب الحشرة صفة المقاومة لهذه المبيدات. ومن هذه المجاميع thiodan- carbamate- organophosphate- pyrethroid thiodan.

ومن المبيدات المسجلة للاستعمال فى مصر: Actelic 50٪ EC- (primiphos methyl) Evetedor 25٪ WP- (imidaclopride) Kalibso 48٪ SC- (thiacloprid) Selecron 72٪ EC- (proferfos).

عند استعمال المبيدات الحشرية فى مقاومة هذه الآفة يراعى تكرار استعمال المبيد لمقاومة الحشرات البالغة الناتجة من الحوريات أو من البيض مع اتباع جميع التعليمات الموجودة على بطاقة المبيد بدقة. وأيضا عدم استعمال أى مبيد له نفس تركيب Admire أو Platinum على نباتات معاملة بهذين المركبيْن.

توجد طرق أخرى لمقاومة الذبابة البيضاء:

استعمال محلول صابون تركيز ١٪ ويراعى عند الاستعمال تغطية السطح العلوى والسفلى للورقة تغطية كاملة وخاصة السطح السفلى لمقاومة الحشرات البالغة. مع مراعاة عدم الرش أثناء ارتفاع درجة الحرارة حتى لا تضر النباتات.

استعمال بعض الزيوت الطبيعية مثل مستخلص بذور أشجار النيم Neem tree، حيث إنه يقلل مستوى الإصابة بالمرض نتيجة تقليل أعداد الحشرة البالغة عن طريق مقاومة الحوريات الصغيرة. وتثبيط نمو وزيادة أعداد الحشرات البالغة المسنة وتقليل نسبة وضع البيض للحشرات البالغة.

٤ـ مرض تجعد أوراق الطماطم الفيرسى Tomato Leaf Curl virus (TLCV)

ينتمى هذا الفيرس إلى مجموعة فيروسات تسبب أمراضا نباتية خطيرة فى جميع أنحاء العالم وخاصة فى المناطق الحارة وشبه الحارة. ومن النباتات العائلة لهذا الفيرس ويظهر عليها أعراض الإصابة واضحة نباتات الطماطم. لكن توجد بعض العوائل التى تصاب بهذا الفيرس ولا تظهر عليها أعراض إصابة منها الباذنجان لذلك يجب الاهتمام عند تطعيم الطماطم على الباذنجان Wild Malay Eggplant لمقاومة مرض الذبول البكتيرى بأن يكون الباذنجان خالى من الفيرس. ومن النباتات العائلة لفيرس TLCV أيضا الطباق- البطاطس- الفاصوليا- البيتونيا- الزينيا وغيرهم.

المسبب المرضى The causal organism

يتسبب هذا المرض عن فيرس TLCV الذى يتبع جنس *Begomovirus* التابع لعائلة Geminiviridae يتكون الفيرون من كابسيد غير مغطى مستطيل. مزدوج. يظهر كمجسم متناسق. الجينوم غير مجزأ ويتكون من جزء واحد من شريط مفرد من DNA دائرى. جينوم الفيرس مشفر لتكوين بروتين إنشائى وغير إنشائى. لا توجد أدلة على وجود ليبيدات.

بالاختبارات السيرولوجية وجد أن هذا الفيرس ينتمى إلى (ACMV) *African cassava mosaic virus*.

التصنيف التقسيمى للمسبب المرضى classification of causal organism

Group: II
Genome: ss DNA
Family: Geminiviridae
Genus: *Begomovirus*
Type species: *Tomato leaf curl virus*

أعراض المرض Disease symptons

النباتات المصابة متقزمة. الوريقات ملتفة لأعلى وللداخل. سميكة صلبة عن الأوراق الطبيعية. ذات قوام جلدى. تحنى الأوراق غالبا إلى أسفل. تتلون العروق بلون قرمزى خفيف ويظهر ذلك بوضوح على السطح السفلى للوريقة. الأوراق الصغيرة حديثة التكوين تأخذ اللون الأخضر الباهت. الأزهار ذات مظهر عادى. أما الثمار إذا تكونت تكون صغيرة جافة غير صالحة للتسويق وعند النظر إلى الحقل عامة يشاهد بقع متفرقة عشوائيا من النباتات المصابة (Fig 1: A, B, C).

انتقال الفيرس Virus transmission:

لا ينتقل فيرس TLCV عن طريق البذور أو التربة أو بواسطة التلقيح الميكانيكى لكن عن طريق الذبابة البيضاء القطنية (SLW). حيث توجد هذه الآفة بكثرة فى حقول الطماطم وأماكن إنتاج القطن. ينتقل هذا الفيرس أيضا عن طريق التطعيم.

ملحوظة مهمة:

توجد أمراض أخرى تتشابه أعراضها مع أعراض مرض تجعد أوراق الطماطم الفيرسى TLCV. هذه الأمراض:

١ – Tomato yellow top virus حيث يقل حجم الوريقات وتستدير مع اصفرار وتجعد الحواف لأعلى أو لأسفل.

٢ – Physiological leaf roll أى التفاف الأوراق الفسيولوجى ويعود إلى نقص الماء فى النبات. هذا النقص فى الماء لا يسبب تقزم النبات وتبقى أنسجة الأوراق الصغيرة ناعمة وتنتهى هذه الأعراض بعد إمداد النبات بالماء.

٣ – Phosphate deficiency وينتج عن نقص الفوسفور نباتات متقزمة صلبة مع تلون قرمزى وصغر حجم كل أجزاء النبات. تتوزع هذه الأعراض فى كل أرجاء الحقل سواء كانت قليلة أم كثيرة.

٤ – Magnesium deficiency نقص المغنسيوم يسبب اصفرار المساحات بين عروق الأوراق الوسطى والسفلى للنباتات. تتوزع الأعراض على النباتات فى جميع انحاء الحقل.

المقاومة Control

١ – اختيار أصناف مقاومة لمرض TLCV أو الأصناف ذات القدرة على تحمل المرض.

٢ – مقاومة الحشائش حول حقل الطماطم او ترك مساحة خالية منها حول الحقل.

٣ – التأخير فى زراعة المشتل (من فبراير إلى مارس) يؤدى إلى نموا النباتات نمو قويا وبالتالى يقل إصابتها بالمرض.

٤ – تجرى جميع الإجراءات الزراعية السابق ذكرها فى مقاومة مرض TYLCV.

٥ – تتبع المقاومة الكيماوية للذبابة البيضاء والسابق ذكرها أيضا فى مقاومة مرض TYLCV.

٥ـ مرض فيرس Y البطاطس على الطماطم Potato Virus Y (PVY)

هذا المرض من أمراض الموزايك المسببة عن Potyviruses وينتشر فى جميع أنحاء العالم على محاصيل الطماطم– البطاطس– الفلفل– الباذنجان وعديد من النباتات الأخرى والحشائش الباذنجانية. بعض الحشائش تعمل كمخزن للفيرس مثل Blackberry nightshade (*Solanum spp*) وGooseberry (*Physalis spp*) .

المسبب المرضى The causal organism

فيرس PVY عصوى طوله من ٦٨٤– ٧٣٠ nm وقطره ١١ nm. الجينوم يتكون من شريط RNA مفرد خطى حجم الجينوم الكلى ١٠,٤ Kb. يحتوى الفيرون على ٥,٤– ٦,٤٪ حمض نووى ومن ٩٣,٦– ٩٤,٦٪ بروتين. كما يحتوى على ليبيدات.

الوضع التقسيمى للمسبب المرضى Classification of causal organism

Group. IV
Genome: (+) ss RNA
Family: Potyviridae
Genus: *Potyvirus*
Type species: *Potato virus Y*

أعراض المرض Disease symptoms

تختلف الأعراض تبعا لسلالة الفيرس وعمر نبات الطماطم وصنف الطماطم المنزرع وظروف الوسط المحيط.

تظهر الأعراض على الوريقات فى صورة برقشة شاحبة ناتجة عن تتابع اللونين الأخضر الفاتح والأخضر الداكن مع تشوه خفيف والتفاف الوريقات لأسفل وانحناء أعناق الأوراق وتدليها (Fig12). فى الإصابة الشديدة توجد بقع بنية داكنة على الأوراق المسنة مع اصفرار عروق هذه الأوراق ووجود تخطيط أرجوانى اللون على الساق. أما الوريقات الطرفية فيظهر بها بقع ميتة كثيرة. وقد تصاب جميع الوريقات وتلتف لأسفل مع انحناء أعناق الأوراق وتدليها. تتقزم النباتات الناضجة ويضعف نموها ويقل المحصول الناتج. لا توجد أعراض على الثمار.

انتقال الفيرس Virus transmission:

لا ينتقل هذا الفيرس عن طريق البذور لكن يمكن نقله ميكانيكيا وبالتطعيم. أهم وسيلة انتقال هذا الفيرس أنواع معينة من حشرة المن ومنها من الخوخ الأخضر Green peach aphid (*Myzus persicae*) عند تغذية حشرة المن على النبات المصاب تحمل الفيرس سريعا (أقل من دقيقة) ثم تنقله ثانية فى أقل من دقيقة أخرى إلى النبات السليم

عنها تتغذى عليه. إذا لم يجد المن هذا النبات يمكن أن يحتفظ بالفيرس مدة ٢٤ ساعة أو أكثر. البطاطس والفلفل أهم مصادر الفيرس المنقول إلى الطماطم.

من الشائع وجود نباتات طماطم مصابة بأكثر من فيرس من مجموعة Potyviruses فى وقت واحد وتصاب أيضا بفيرس موزايك الخيار CMV.

المقاومة Control

توجد أصناف مقاومة لهذا المرض واستعمال المبيدات الحشرية فى مقاومة حشرة المن لا تعطى نتائج إيجابية بعد حدوث الإصابة. لذلك ترتكز استراتيجية المقاومة على منع إصابة النباتات قبل حدوثها باتباع الآتى:

١ – قبل الزراعة ترش الحشائش الحولية والمعمرة والعوائل التى تعمل كمخزن للفيرس فى داخل الحقل وحوله وأيضا الموجودة على منحدرات قنوات الرى والأسيجة الشجيرية بمبيد حشرى لمقاومة تجمعات المن بها.

٢ – إبقاء مسافة لا تقل عن ٣٠ قدما بين حقل الطماطم وبين حقول المحاصيل القابلة للإصابة بالفيرس أو العائلة له.

٣ – عدم زراعة الطماطم بجوار بطاطس أو فلفل لتقليل تجمعات المن والإصابة بالفيرس.

٤ – زراعة الطماطم مبكرا فى الموسم لتجنيب النباتات تجمعات المن الكثيرة فى آخر الموسم. وإذا كانت الزراعة متأخرة يجب أن يكون حقل الطماطم الجديد بعيدا عن حقول الطماطم والفلفل التى زرعت مبكرا كى لا تكون مصدرا لفيرس والمن للمحاصيل التالية.

٥ – تغطية الشتلات بشباك (32 mesh أو أكثر) لإبعاد المن عنها.

٦ – فحص النباتات بانتظام. وعند ظهور أول أعراض الإصابة ترش النباتات بأحد المبيدات الحشرية المستعملة فى مقاومة المن أولا ثم تقلع النباتات المصابة ويتم التخلص منها مباشرة مع عدم لمس النباتات السليمة.

٧ – يمكن استعمال الأغطية العاكسة لصد المن عن النباتات وبالتالى تقليل انتشار الفيرس. مع العلم أن هذه الأغطية تفقد تأثيرها عندما يغطى المجموع الخضرى للنبات أكثر من ٦٠٪ من السطح المغطى.

٨ – تقليل ملامسة النباتات أو تناولها إلا للضرورة القصوى لمنع انتشار الفيرس ميكانيكيا.

٩ – عند العمل فى الحقل يتم فى المساحة السليمة أولا ثم المساحة المصابة بعد ذلك مع تطهير الأدوات والمستلزمات المستعملة فى المزرعة قبل الاستعمال وبعد الانتهاء من العمل بأحد الوسائل الآتية:

– التسخين أو التبخير عند درجة حرارة ١٥٠°م (٣٠٢°ف) لمدة ٣٠ دقيقة.

– الغمر فى محلول ١٪ فورمالدهيد لمدة ١٠ دقائق أو محلول Sodium hypochlorite 5.25٪ بعد تخفيفه بنسبة ١٠ ماء ولا تشطف الأدوات بعد هذه المعاملة.

– يمكن استعمال مساحيق غسل الأطباق والملابس بالتركيز الموصى به لتطهير هذه الأدوات مع مراعاة استعمال هذه المحاليل بعد إعدادها مباشرة. ويغسل بها أيضا ملابس القائمين بالعمل فى الحقل المصاب مع الماء الساخن.

– غمر الأدوات فى محلول TSP 3٪ (W/V) مدة ٣٠ دقيقة مع عدم شطفها بعد الغسل. أما الأيدى فتغسل جيدا بهذا المحلول ثم تشطف جيدا بالماء.

– يمكن غسل الأيدى والأدوات بالصابون أو اللبن.

٦ـ مرض إتش الطباق الفيرسى فى الطماطم Tobacco Etch Virus (TEV)

يصيب هذا الفيرس عديد من نباتات العائلة الباذنجانية ومنها الطماطم والفلفل والطباق وأيضا الحشائش النامية لهذه العائلة. بعض الحشائش العائلة تعمل كمخزن للفيرس.

المسبب المرضى The causal organism

فيرس TEV عبارة عن فيرون غير مغطى خيطى متعرج. الطول ٧٣٠– ٧٥٠ nm والقطر ١٢– ١٣ nm. الجينوم يتكون من شريط مفرد من RNA. حجم الجينوم الكلى ٩,٤٩٤ Kb. غير مجزأ. يحتوى الفيرون على ٥٪ حمض نووى و٩٥٪ بروتين. لا يوجد ليبيدات. هذا الفيرس له علاقة سيرولوجية بفيرس *Potato virus Y*.

الوضع التقسيمى للمسبب المرضى Classification of causal organism

Group: IV
Genome: (+) ss-RNA
Family: Potyviridae
Genus: *Potyvirus*
Type species: *Tobacco etch virus*

أعراض المرض Disease symptoms

الأوراق المصابة مبرقشة بشدة ومجعدة ومشوهة وصغيرة الحجم. أوراق الأفرع الجانبية المصابة تأخذ شكل الفنجان وتنحنى أعناقها إلى أسفل. عندما تصاب النباتات مبكرا تتقزم كثيرا ويقل جدا المحصول الناتج. يمكن إصابة ثمار بعض النباتات المصابة حيث يوجد بها تبرقش Mottled ولا تصل إلى الحجم التسويقى النهائى.

يمكن أن تتداخل أعراض هذا المرض مع أعراض مرض PVY. لكن أعراض TEV أكثر شدة (Fig13) بينما مرض PVY أكثر انتشارا من TEV. وللحصول على تشخيص سليم والتفرقة بينهما يجب إجراء الاختبارات المعملية.

انتقال الفيرس Virus transmission:

ينتقل الفيرس من نبات مصاب إلى آخر سليم عن طريق ١٠ أنواع من المن على الأقل، منها من الخوخ الأخضر حيث يكتسب المن الفيرس فى ثوان وينقله سريعا إلى النبات السليم. وإذا لم تتم التغذية على نبات سليم مباشرة يمكن أن يحتفظ المن بالفيرس لمدة يوم أو أكثر.

المقاومة Control

لا توجد أصناف طماطم مقاومة لهذا المرض. لذلك يجب اتباع الإجراءات الوقائية لمنع أو تقليل الإصابة:

١ – تغطية الشتلات بالشباك (32 mesh أو أكثر) لإبعاد المن.

٢ – أثناء موسم النمو يقلل تناول النباتات إلى أقل درجة لتقليل الانتشار الميكانيكى للفيرس.

- – إزالة الحشائش الباذنجانية والنباتات المتطوعة لحمل الفيرس والقريبة من حقول الإنتاج.
- – تجنب زراعة محاصيل باذنجانية أخرى بالقرب من حقول الطماطم وخاصة الفلفل والطباق.
- – استعمال الأغطية العاكسة لتقليل زيارة المن للنباتات.
- – الزراعة المبكرة لتجنب التجمعات الكبيرة للمن.
- – زراعة الطماطم المتأخرة يجب أن تكون بعيدة بقدر الإمكان عن حقول إنتاج الطماطم المبكرة والفلفل.
- – مراقبة تجمعات المن مبكرا فى الموسم مع استعمال الرش بالزيت المعدنى لمنع المن من نقل الفيرس.
- – عند ظهور أولى أعراض الإصابة بالفيرس ترش النباتات المصابة بمبيد حشرى أولا لمنع المن من الهجرة لنباتات أخرى سليمة. ثم تزال النباتات المصابة وتوضع فى حقائب بلاستيك. مع عدم لمس النباتات الأخرى المجاورة بالأيدى أو الآلات أو الملابس لمنع النقل الميكانيكى للفيرس.

١٠ – تطهير الآلات والدعامات قبل نقلها من المساحات المصابة إلى المساحات السليمة بنفس طرق التطهير المستعملة فى مقاومة فيرس PVY على الطماطم. مع العمل فى المساحات المصابة بعد أن يتم العمل فى المساحات السليمة أولا.

٧ـ فيرس الذبول المنقط فى الطماطم Tomato Spotted Wilt Virus (TSWV)

ينتشر مرض الذبول المنقط الفيرسى فى الطماطم فى المناطق المعتدلة من آسيا وأوروبا وأمريكا والأقاليم شبه الحارة التى يوجد بها تجمعات كبيرة من حشرة التربس Thrips. هذا الفيرس له مدى عوائلى واسع حيث يصيب أكثر من ٥٠ نوع نباتى تنتمى إلى ٧٠ عائلة نباتية مختلفة تشمل محاصيل خضر وزينة وفاكهة وأيضا عديد من الحشائش. من هذه المحاصيل: الطماطم، الفلفل، الباذنجان، الكرفس، الخس، الفاصوليا، الكرنب. القرنبيط. الخيار. الصلة، البطاطس، السبانخ، الاستر، الداليا، البيجونيا. الكريزانثمم، السينراريا، البيتونيا. القطيفة. السلفيا، وأيضا العنب والأناناس.

هذا الفيرس من الفيروسات النباتية القليلة التى تصيب نباتات ذات فلقتين ونباتات ذات فلقة واحدة (طماطم– بصل).

المتسبب المرضى The causal organism

يتسبب هذا المرض عن فيرس مكون من فيرون كروى إلى متعدد الأشكال قطره من ٨٠ – ١٠٠ nm.

يتألف الفيرون من غطاء envelope وكابسيد نووى nucleocapsid يحيط الغطاء بثلاث كابسيدات نووية. أما الجينوم فهو شريط مفرد سالب من RNA يكون دائرة مقفلة. الطول الكامل للجينوم ١٦٦٠٠ nt ويجزأ إلى ٣ أجزاء نوعية: RNA-L طوله ٨٨٩٧ nt وRNA-M طوله ٤٨٢١ nt والجزء الثالث RNA-S طوله ٢٩١٦ nt.

جزئيات الفيرس تحتوى على ٥٠٪ من وزنها بروتين ومن ٢٠– ٣٠٪ من الوزن ليبيدات أما الجينوم فيشكل ٦– ٢٪ فقط من الوزن. توجد الليبيدات فى الغطاء ويوجد تشابه بين ليبيد الفيرون وأغشية وخلايا العائل. حيث إن هذه الليبيدات مشتقة من الأغشية البلازمية للعائل.

يرجع انتشار هذا المسبب وإصابته عوائل عديدة إلى جين مكتسب على M segment للجينوم والذى يحمل شفرة حركة ونقل البروتين. هذا البروتين يسمح للفيرس بإصابة أنواع نباتية عديدة. وهو جين مكتسب إما من النبات العائل أو من فيرس نباتى آخر.

الوضع التقسيمى للمسبب المرضى Classification of causal organism

Group: V
Genome: (–) ss RNA
Family: Bunyaviridae:
Genus: *Tospovirus*
Type species: *Tomato spotted wilt virus*

أعراض المرض Disease symptoms

من الصعب تشخيص أعراض المرض فى وقت مبكر. النباتات الصغيرة المصابة تلتوى أوراقها قليلا لأسفل مع وجود لون برونزى خفيف على السطح السفلى للأوراق. ونقط قرمزية على الأوراق الصغيرة يمكن أن تتحول إلى بقع صغيرة داكنة اللون وتتقزم النباتات (Fig 14) وبتقدم المرض يظهر على الساق الرئيسى خطوط بنية داكنة إلى سوداء ويظهر على النبات أعراض الذبول وأحيانا تموت القمم النامية.

لكن أكثر مظاهر الإصابة بهذا المرض توجد على الثمار حيث يوجد على جلد الثمار الصغيرة المصابة حلقات مركزية بيضاء إلى صفراء قطرها ١/٢ بوصة تقريبا ذات مظهر وعر أو مثألل. وعلى الثمار الناضجة الحمراء تتحول هذه الحلقات إلى حزم من اللون الأصفر اللامع مع الأحمر وتشخص بسهولة على أنها مرض الذبول المنقط فى الطماطم. ترتفع مساحة الأنسجة داخل الحلقة قليلا عن خارجها وبالتالى تتشوه الثمار وتقل قيمتها الكمية والنوعية. أما إذا أصيب النبات مبكرا فى أول موسم النمو غالبا لا تتكون به ثمار (Fig 15).

ملحوظة: تتداخل مظاهر ضرر هذا المرض مع مظاهر ضرر استعمال مبيد الحشائش 2.4-D.

انتقال الفيرس Virus transmission

ينتقل هذا الفيرس من النباتات المصابة إلى النباتات السليمة عن طريق حشرة التربس وهى حشرة صغيرة الحجم (١/١٦ من البوصة أى ٠,١٥ سم) ذات لون أخضر فاتح إلى بنى– من الصعب تمييزها على النباتات– مجنحة. تتغذى بامتصاص عصارة النبات بأجزاء فمها الماصة. تلتقط الفيرس من النباتات المصابة ويبقى بها طول حياتها وتنقله إلى النباتات السليمة عند التغذية عليها. لكن لا ينتقل الفيرس إلى بيض الحشرة والأجيال الجديدة لأنثى الحشرة البالغة.

يوجد على الأقل ٩ أنواع من التربس تنقل TSWV من النباتات المصابة إلى النباتات السليمة منها:

١ – Western flower thrips (*Frankliniella occidentalis*)

٢ – Onion thrips (*Thrips tabaci*)

٣ – Chili thrips (*Scirto thrips dorsalis*)

المقـ ـمة Control

ـن الصعب مقاومة الفيرس لمداه العائلى الواسـع الذى يسـاعده على الانتقال من موسـم إلى آخر. أيضا لصعوبة مقـيـة التربس فى الحقول الزراعية حيث تسـتطيع التجمعات الكبيرة منه الطيران إلى الحقول المعاملة من الحقول الصـاورة لها غير المعاملة. لذلك يجب الاهتمام بالعمليات الزراعية لتقليل حدوث المرض إلى جانب مقاومة الحشـرة الـ ـلة كالآتى:

١ – تجنب زراعة الطماطم بعد محاصيل أخرى قابلة للإصابة بالمرض.

٢ – مقاومة الحشائش المعمرة التى تعمل كعائل تالى للمرض.

٣ – زراعة شتلات خالية من الإصابة الفيروسية.

٤ – تغطية التربة تحت النباتات بأغطية عاكسة يمكن أن تساعد على تقليل الإصابة.

٥ – إزالة النباتات المصابة والقضاء عليها خارج الحقل لأنها غير قابلة للعلاج.

أما فى داخل الصوب يمكن تقليل الإصابة ومقاومة حشرة التربس بالمعاملات الآتية:

(أ) تغطية أبواب الصوبة وفتحات التهوية بشاش رقيق مثقب (400mesh) لتقليل دخول التربس إلى الصوبة.

(ب) اسـتعمال المبيدات الحشـرية فى مقاومة حشـرة التربس داخل الصوبة على أن تكون هذه المبيدات من مجاميـع مختلفـة عنـد تكرار الرش لمنع حدوث مقاومة مكتسـبة فى الحشـرة ضد المبيد ومـن هذه المجاميع: pyrethroـ carbomates وchlorinated hydrocarbons وorganophosphates.

(جـ) يمكن استعمال الرش بمحلول الصابون Soaps.

تسـتعمل هذه المبيدات الحشـرية فى الصباح كى تكون أكثر فاعلية لأن الحشـرة فى الصباح تكون أكثر نشـاطا ـعرار المبيد على النبات أقل.

توجد جهود الآن موجهة لإنتاج cvs لها القدرة على تحمل الإصابة بالفيرس مع صفات بستانية جيدة.

٨ـ موت أنسجة الطماطم Tomato Necrosis

مسـبب هذا المرض فيرس موزايك البرسـيم (AMV) *Alfalfa mosaic virus* ويوجد فى جميع أنحاء العالم مسـببا ـت أنسـجة وتبرقش أصفر لأنواع كثيرة من النباتات ومحاصيل اقتصادية مهمة مثل البطاطس، الطماطم، البسلة، ـطباق وغيرها.

ـسبب المرضى The causal organism

فيرس AMV يعرف أيضا باسـم *Lucern mosaic virus* واسـم *Potato calico virus*. الفيرون يتكون من كابسيد ـروتين مغطى Coat protein) لكن لا يوجد له غطاء envelope.

الشكل المجسم للكابسيد دائرى إلى مستطيل طوله من ٣٠ –٥٧ nm وقطره ١٨ nm. فيرس AMV متعدد الأجزاء، ـحتـوى على ٤ جزئيات (ثلاثة جزئيات عصوية الشـكل والرابعة كروية). اسـادة الجينية genome لفيرس AMV ـتكون من ٣ شـرائط مفردة خطية مـن RNAs (RNA1 وRNA2 وRNA3) والرابع RNA4 كروى وهو subgenomic.

الحمض النووى RNA1 وRNA2 مشفران للبروتين الذى يحتاجه الفيرس فى التكاثر (RNA1 وRNA2 بمفردهما يستطيعان إصابة البروتوبلاست فقط). أما RNA3 فيحتاج إليه الفيرس لتخليق البروتين المسئول عن الحركة من خلية إلى أخرى وRNA4 مشفر للكابسيد.

وظيفة غطاء البروتين الفيروسى Viral coat protein بجانب تغليف الكابسيد Encapsidation ودوره فى حركة الفيرس، يلعب دورا فى بدء تكاثر RNA. هذه الخاصية تسمى تنشيط الجينوم Genome activation ويعنى ذلك ن Genomic nucleic acid لا يمكنه إحداث إصابة بنجاح بدون الكابسيد.

الجزئيات العصوية تحتوى على RNA1 وRNA2 وRNA3 كل بمفرده، أما الجزء الكروى يتكون من نسختين من RNA4. وقد قدر تتابع القواعد النووية للجينوم الكامل وطول الجينوم ووجد أنه ٨٢٧٤ nt (أو ٩١٥٥ nt عندما يشمل subgenomic RNA4) وأطوال أجزاء الجينوم الآتى: RNA1 به ٣٦٤٤ nt (٣,٦٥ Kb)– RNA2 به ٢٥٩٣ nt (٢,٩٠ Kb) RNA3 به ٢٠٣٧ nt (٢,٠٤ Kb)– RNA4 به ٨٨١ nt (٠,٨٨ Kb).

الوضع التقسيمى للمسبب المرضى Classification of causal organism

Group: IV
Genome: (+) ss RNA
Family: Bromoviridae
Genus: *Alfamovirus*
Type species: *Alfalfa mosaic virus*

أعراض المرض Disease symptoms

أعراض الإصابة على الأوراق عبارة عن مناطق صفراء لامعة مع وجود تبرقش خفيف أو نقط ملونة وأخيرا تتلون الأوراق باللون البرونزى. وفى النبات من الداخل تتلون أنسجة اللحاء بلون بنى قاتم. يمتد هذا التلون إلى أعلى فى الساق وإلى أسفل فى لحاء الجذر وعادة يؤدى هذا المرض إلى موت النبات (Fig 16).

أما على ثمار الطماطم من الأعراض الواضحة للمرض وجود حلقات نيكروسيزية وبقع وأحيانا يتكون على سطح بعض الثمار أنسجة صلبة بنية اللون (Fig 17).

هذه الأعراض توجد غالبا فى الطماطم النامية بالقرب من حقل البرسيم الحجازى وأكثر هذه الأعراض وضوحا فى الصفوف القليلة من الطماطم المتاخمة لحقل البرسيم.

انتقال الفيرس Virus transmission

ينتقل هذا الفيرس بواسطة أنواع معينة من المن ويتم النقل عن طريق ملامسة حشرة المن لأوراق البرسيم الحجازى *Medicago sativa* المصابة بالفيرس وليس عن طريق تغذيته على النباتات المصابة.

بعد اكتساب المن للفيرس بالملامسة يحتفظ به فترة محدودة (دقائق إلى ساعات) يقوم خلال هذه الفترة بنقله ونشره موضعيا.

يمكن أن ينتقل الفيرس أيضا عن طريق البذور التى تحمله عن طريق حبوب لقاح الآباء.

المقاومة Control

لا توجد أصناف مقاومة فى الطماطم لهذا المرض إلى الآن. ولا توجد مقاومة كيماوية مؤثرة بعد إصابة النباتات بالمرض. لذلك تتبع بعض العمليات الزراعية لمقاومة هذا المرض:

١ – تجنب زراعة الطماطم بالقرب من حقول البرسيم الحجازى وهذه أفضل طرق المقاومة.

٢ – قبل الشتل وضع أغطية فضية عاكسة لحشرة المن أو أغطية بولى إيثيلين عاكس لتقليل استقرار المن وبالتالى تقليل عملية نقل الفيرس مع مراعاة أن هذه الطريقة تفقد تأثيرها عندما يغطى المجموع الخضرى لنباتات الطماطم حوالى ٥٠٪ من مساحة الحقل.

٩ـ مرض تجعد القمة فى الطماطم Tomato Curly Top

Beet curly top virus (BCTV) يسبب مرض تجعد القمة فى الطماطم ويصيب أيضا عديدا من محاصيل الخضر خصوصا الفاصوليا، الكوسة، الخيار، الشمام، السبانخ، الفلفل. لكن أكثر المحاصيل تضررا بهذا الفيرس الطماطم وبنجر السكر. عديد من الحشائش تصاب أيضا بهذا الفيرس لكن بعض هذه الحشائش قد تحمل الفيرس ولا يظهر عليها أعراض المرض.

المسبب المرضى The causal organism

يحتوى الفيرون على كابسيد capsid غير مغطى مستطيل طوله ٣٠ nm وقطره ١٨ nm به ٢٢ وحدة بروتين Capsomer. الجينوم شريط واحد من الحمض النووى DNA غير مجزأ ويكون دائرة مقفلة. الجينوم الكامل يتكون من ٢٩٩٣ قاعدة نووية. توجد بروتينات ولا توجد ليبيدات.

الوضع التقسيمى للمسبب المرضى Classification of causal organism

Group: II
Genome: ss DNA
Family Geminiviridae
Genus: *Curtovirus*
Type species: *Beet curly top virus*

أعراض المرض Disease symptoms

تبدأ أعراض المرض فى الظهور بعد ٧– ١٥ يوما من الإصابة ويلاحظ أولا– لكن بصعوبة نوعا ما– أن معظم الوريقات الصغيرة فى القمة تبرم وتتحول إلى اللون الأصفر أما الأوراق المسنة فتصبح سميكة وجلدية وتلتف إلى أعلى وبالتالى يظهر تلون العروق باللون الأرجوانى الخفيف. الأفرع تصبح صلبة وقائمة. يضعف النبات عامة ويأخذ اللون الأصفر إلى البرونزى مع هشاشة وقابلية للكسر وينتهى بالموت. وإذا أصيب النبات وهو صغير يتوقف نموه ويتقزم بشدة. النباتات المصابة تتوزع عشوائيا غالبا فى الحقل تبعا لتغذية الحشرة (Fig 18).

أعراض هذا المرض تتشـابه مع أعراض نقص المياه فى النبات. وللتمييز بينهما تغمر التربة بجوار النبات المصاب بالماء فى المساء الباكر ثم تفحص النباتات فى الصباح التالى. إذا بقيت الأعراض كما هى فالإصابة تعود إلى الفيرس

انتقال الفيرس Virus transmission

لا ينتقل هذا الفيرس عن طريق التربة أو البذور أو عن طريق النقل الميكانيكى بالتلامس. ولا يمكنه البقاء فى التربة. الوسيلة الوحيدة لانتقاله حشرة نطاط ورق البنجر Beet leaf hopper (*Circulifer tenellus*). تقوم الحشرة بالتقاط الفيرس بعد دقائق قليلة من التغذية على النبات المصاب ويبقى الفيرس فى الحشـرة طول حياتها. الحشـرة صغيرة الحجم (١/٨ بوصة أى ٠,٣سم) ذات لون أخضر شاحب إلى رمادى وجناحين كبيرين يساعدان على الطيران لمسافات بعيدة. لها مدى عائلى واسـع جدا. بالتغذية على النبات السـليم تنقل إليه الفيرس بكفاءة وبعد وصوله إلى اللحاء ينتشر الفيرس فى جميع أجزاء النبات عن طريق حركة الكربوأيدرات فى أنسجة اللحاء.

الحشـرات البالغة لهذه الحشـرة أسـرع من الحوريات الصغيرة Nymphs فى نقل الفيرس وأكثر انتشـارا وذلك لقدرتها على الطيران لمسافات طويلة للبحث عن الغذاء.

المقاومة Control

توجد أصناف مقاومة للفيرس وبعضها مقاوم أيضا للفيوزاريوم والفيرتسيليوم.

المقاومة الكيماوية فى الحقل لا تقلل الإصابة بالفيرس لأن الحشرة الناقلة لا تقيم أو تستعمر نباتات الطماطم ولكن تأتى إليها فى موجات متتالية. لذلك يجب الاعتماد على العمليات الزراعية :

١ – عدم زراعة الطماطم بالقرب من السبانخ أو البنجر.

٢ – قبل الزراعة تقاوم الحشائش فى الأماكن المجاورة لحقل الطماطم وكذلك فى داخل الحقل.

٣ – تغطية المشتل بالشاش لمنع وصول الحشرات إلى الشتلات.

٤ – زراعة الطماطم فى ظل نباتات طويلة للتظليل (مثل الأذرة) لأن هذه الحشـرة لا تفضل التغذية فى الأماكن المظللـة. والتظليل أيضا يجعـل نباتات الطماطم أكثر مقاومة لمرض تجعد القمة بعد الإصابة من تلك النباتات النامية تحت أشعة الشمس أو فى البقع الضوئية.

يمكن أن يتم التظليل أيضا بوضع دعامات أو قوائم مع نشر قماش تظليل خفيف Shade cloth عليها. هذه الطريقة تؤدى إلى زيادة نمو وإنتاج الثمار فى الطماطم وخاصة فى الصيف.

٥ – فحص النباتات باستمرار وإذا ظهرت أعراض المرض على نبات ينزع فورا ويدمر.

١٠ـ مرض التقزم الشجيرى الفيرسى فى الطماطم Tomato Bushy Stunt Virus (TBSV)

يوجـد هذا المرض فى الأرجنتين، مراكش، تونس، المملكة المتحـدة، الولايات المتحدة خاصة كاليفورنيا وكند . ويوجد أيضا فى بعض الدول الأوروبية لكن لا توجد إيضاحات عن تكاثره Prolifleration ومن هذه الدول: البرتغال، فرنسا، إيطاليا، ألمانيا. وأول من وصف هذا المرض العالم Smith عام ١٩٣٥.

تـــدى العائلى لهذا الفيرس محدود فـــى الطبيعة ومعظم هذه العوائل من ذات الفلقتين وأكثر المحاصيل الزراعية إصـ ـة محاصيل الخضر. لكن تجريبيا يصيب الفيرس ١٢٠ نوعا نباتيا تتبع أكثر من ٣٠ عائلة نباتية تصاب موضعيا فقـــبجانب أو حول مكان دخول الفيرس.

المســبب المرضى The causal organism

يســبب هذا المرض فيرس *Tomato bushy stunt virus*. الفيرون يتكون من كابســيد غير مغطى مستدير قطره من ٦ ـــ٣ـ ٣٥,٤ nm. ســطح الكابســيد يعطى المظهر الحبيبى للفيرس. يتكون الكابسيد من ٣٢ كـبسومر Capsomers ترتيب الكابسومر غير واضح ويحتوى الفيرون على ١٨٠ Coat protein subunite.

لجينوم عبارة عن شريط مفرد خطى موجب من RNA يشكل ١٧٪ من وزن الفيرون. طول الجينوم الكامل ٤٧٧٦ nt ـه القواعد Guanine (٢٨,٦٪)– Adenine (٢٦,٣٪)– Cytosine (٢١,٢٪)– Uracil (٢٦,٣٪).

يوجد أيضا فى الفيرون أنواع غير مهمة من الأحماض النووية غير الجينية.

لبروتين يكون ٨٣٪ من وزن الفيرس. جينوم الفيرس مشــفر لتكوين البروتين الإنشــائى وغير الإنشائى. لا توجد ليــدات.

فيرون هذا الفيرس يمكن أن يساعد فيرس آخر على التكاثر ويعمل أيضا كمساعد لـ Satellite RNA.

وجدت ســلالات متخصصة من هذا الفيرس. من هذه الســلالات ســلالة BS3 وهى الســلالة المسببة للمرض فى العائلة الـــذنجانية فى الدول الأوروبية. وتوجد سلالة أخرى تصيب الكرز Cherry وأيضا تصيب أشجار الورد Rosaceous tr=s فى جميع أنحاء العالم ولم يسجل إصابة هذه السلالة للطماطم إلى الآن.

الوضع التقسيمى للمسبب المرضى Classification of causal organism

Group: IV
Genome: (+) ss RNA
Family: Tombusviridae
Genus: *Timbusvirus*
Type species: *Tomato bushy stunt virus*

أعراض المرض Disease symptoms

أوراق النبات المصابة صغيرة الحجم عن الأوراق الســليمة وتأخذ شــكل القنجان وتنحنى لأسفل. الأوراق الصغيرة تموى وتزداد البقع الميتة Necrosis عند قمتها. عند انتشار المرض يصبح نيكروسيز عام.

تتلون الأوراق الســفلى باللون الأصفر مع الأرجوانــى الخفيف. يتوقف نمو النباتات المصابة وتتقزم ونتيجة موت ـطق النمو فى قمة النبات تتكون أفرع ثانوية جانبية معطية للنبات المظهر الشجيرى (Fig 19).

مظهــر الإصابة على الثمار قليل. وعندمــا يوجد يبدو كبقع باهتة على الثمرة. لكن الإنتاج الثمرى يقل كثيرا عن ــادى (Fig 20).

انتقال الفيرس Virus transmission

لا يوجد ناقل معروف لهذا الفيرس. لكن وجود الفيرس فى التربة يؤدى إلى انتشاره عن طريق ماء الرى ويصب العائل عن طريق الجروح فى خلايا الجذور التالفة. ويمكن أن ينتقل أيضا بواسطة آلات القطع الملوثة المستعملة فى تربة الحقل.

المقاومة Control

لا توجد مقاومة جينية فى الطماطم لهذا المرض. لكن توجد محاولات لإيجاد أصناف مقاومة عن طريق الهندسة الوراثية. لذلك تتبع بعض العمليات الزراعية التى تقلل من حدوث الإصابة بالمرض منها:

١ – تجنب الزراعة فى حقول لها تاريخ بوجود المرض.

٢ – اتباع دورة زراعية طويلة (٤ سنوات) مع محاصيل غير عائلة للمرض.

١١ـ مرض الترقيش الفيرسى على الطماطم (ToMoV) Tomato Mottle Virus

يوجد هذا الفيرس فى المكسيك والولايات المتحدة الأمريكية. لا يوجد فى أوروبا. الطماطم هى العائل الطبيعى الوحيد لهذا الفيرس. عندما لقح الفيرس صناعيا فى عوائل من عائلات مختلفة تم إصابة ٣ أجناس فقط تتبع العائلة الباذنجية وهى جنس *Lycopersicon* وجنس *Nicotiana* وجنس *Physalis*. ويوجد محصول بقولى واحد يمكن أن يصاب بالفيرس لكن لا يظهر عليه أعراض المرض هذا المحصول هو الفاصوليا *Phaseolus vulgaris* (Polston et al,1993). ومن الحشائش التى تأوى هذا الفيرس عنب الديب *Solanum nigrum*.

المسبب المرضى The causal organism

فيرس ToMoV يتكون من فيرون عبارة عن كابسيد مستطيل متناسق غير مغلف ومزدوج طوله ٣٠ nm ويوجد فى النواة والسيتوبلازم. أما الجينوم فهو شريط مفرد من DNA مجزأ إلى قطعتين متشابهتين أحدهما DNA-1 والثانية DNA - B وكل من القطعتين تأخذ الشكل الدائرى. هذا الفيرس له علاقة محكمة ومميزة بفيرس Abutilon mosaic virus.

الوضع التقسيمى للمسبب المرضى Classification of causal organism

Group: II

Genome: ss DNA

Family: Geminiviridae

Genus: *Bigeminivirus*

Type species: *Tomato mottle virus*

أعراض المرض Disease symptoms

أكثر الأعراض وضوحا لهذا المرض هى البرقشة الصفراء بين العروق فى الجزء الداخلى للوريقة وتجعد هذه الوريقات والتفافها إلى أعلى وتقزم وتشوه النبات. يوجد عرض آخر غير منتشر كثيرا وهو وجود موزايك ذهبى لامع على الأوراق مصحوبا بتجعد هذه الأوراق وتقزم النبات. الثمار الناتجة من النباتات المصابة صغيرة الحجم قليلة العدد (Fig 21).

انتقال الفيرس Virus transmission

يوجد هذا المرض مع وجود الذبابة البيضاء الفضية *Bemisia tabaci* Biotype B وتسمى أيضا *Bemisia argentifolii*. لا ينتقل الفيرس عن طريق البذور أو عن طريق النقل الميكانيكى فى الحقل

المقاومة Control

١ – قبل الزراعة التخلص من النباتات العائلة للفيرس ومقاومة الحشرة الناقلة.
٢ – تجنب زراعة الطماطم فى أوقات انتشار الذبابة البيضاء.
٣ – بعد الزراعة استعمال الأغطية العاكسة لطرد الحشرات البالغة.
٤ – المقاومة الكيماوية للذبابة البيضاء عند وجود نباتات الطماطم لم تعطِ نتائج معترف بها.
٥ – فحص النباتات باستمرار مع نزع المصاب منها فورا عند ظهور الإصابة.

١٢ـ التجعد الفيرسى الكاذب لقمة الطماطم Tomato Pseudo - Curly Top Virus (TPCTV)

فى أوائل الخمسينات من القرن الماضى سجل Giddings et al (1951) وجود مرض يشبه مرض *Beet curly top virus* على الطماطم فى ولاية فلوريدا الأمريكية. وفى عام ١٩٥٨ تبين لـ Simons and Coe وجود فرق بين مرض *Beet curly top virus* (BCTV) ومرض *Pseudo- curly top virus* (PCTV) على الطماطم وذلك لاختلاف الناقل الحشرى لكل منهما حيث تقوم حشرة Tree leafhopper بنقل فيرس PCTV وتقوم حشرة Beet leafhopper بنقل فيرس BCTV إلى الطماطم وحديثا أثبت اختبار Double antibody sandwich ELISA وجود فرق بين المرضين.

هذا المرض محدود المدى العائلى حيث يصيب الطماطم، الطباق، الباذنجان، الخس وعنب الديب وبعض الحشائش الأخرى.

المسبب المرضى The causal organism

يسبب هذا المرض فيرس *Pseudo- curly top virus* من مجموعة geminivirus. يحتوى الفيرون على كابسيد غير مغطى مستطيل متناسق مزدوج طوله ٣٠ nm وقطره ١٨ nm. يتكون الجينوم من شريط مفرد من DNA. دائرى طول الجينوم بالكامل ٢٨٦٠ nt.

الوضع التقسيمى للمسبب المرضى Classification of causal organism

Group: II
Genome: ss DNA
Family: Geminiviridae
Genus: *Topocurvirus*
Type species: *Tomato pseudo - curly top virus*

أعراض المرض Disease symptoms

الأوراق المصابة تتلون حواف وريقاتها بالأنيميا الخضراء chlorosis مع شفافية العروق وتتجعد الوريقات وتأخذ شكل القنجان. يأخذ نبات الطماطم المصاب المظهر الشجيرى الناتج عن زيادة عدد الأفرع الجانبية. الساق والأفرع تبقى قائمة ومنتصبة وتصبح هشة سهلة الكسر. النباتات المصابة شديدة التقزم غالبا (Fig 22 & 23) بعد ذلك تتلون جميع الأوراق باللون الأصفر. الثمار المتكونة قليلة العدد. عند فحص النباتات المصابة توجد حوريات الحشرة الناقلة فى مستعمرات بالقرب من قمة النبات. أما الحشرة البالغة إن وجدت توجد على السوق والسويقات.

انتقال الفيرس Virus transmission

ينتقل هذا الفيرس عن طريق حشرة Tree leafhopper (*Micrutalis mallifera* Fowler) سواء كانت حشرة كاملة أم حورية. لا ينتقل الفيرس عن طريق البذور أو بالنقل الميكانيكى.

ويعتبر عنب الديب Black nightshade مخزنا مهما جدا للفيرس ومصدر للإصابة به حيث إنه من العوائل المفضلة جدا للحشرة. وإذا وجد حول حقل الطماطم وتوفر الناقل الحشرى تحدث الإصابة وينتشر المرض- خاصة فى أواخر الصيف وأوائل الخريف- لزراعات الطماطم.

المقاومة Control

١ - توجد أصناف طماطم مقاومة للمرض ومتاحة تجاريا.
٢ - تدمير الحشائش العائلة النامية فى داخل وحول حقل الطماطم قبل زراعة المحصول.
٣ - تغيير مواعيد الزراعة إن أمكن بما يلائم عدم وجود الناقل الحشرى.
٤ - الإزالة السريعة للنباتات المصابة مع رش حواف الحقل بمبيد حشرى مناسب لمقاومة حشرة Tree leafhopper.

١٣- اصفرار قمة الطماطم الفيرسى Tomato Yellow Top Virus (TYTV)

يتبع فيرس TYTV فيروسات Luteoviruses ومعظم هذه الفيروسات محدودة العوائل كذلك توجد أنواع نباتية تصاب بهذا الفيرس لكن لا يظهر عليها أعراض الإصابة منها البطاطس- الباذنجان- الطباق- الداتورا ويصيب هذا الفيرس معظم أصناف الطماطم التجارية. ظهور الأعراض على الطماطم يعتمد كثيرا على درجة الحرارة حيث تكون الأعراض واضحة فى الأيام متوسطة الطول والليالى الباردة (١٠- ٢٣°م) أى (٥٠- ٧٣,٥°ف).

يسمى هذا المرض أيضا *Tomato purple top virus* و*Tomato golden top virus*.

ا ـسبب المرضى The causal organism

فيرون TYTV يتكون من capsid غير مغطى دائرى وقد يظهر محيطه سداسى الأضلاع يتراوح قطره من ٢٥- ٣٠ nm ـ ٣٢ capsomers مرتبة بطريقة واضحة وقد تكون غير واضحة.

الجينوم غير مجزأ ويتكون من شـريط مفرد خطى من RNA طوله من ٥٣٠٠- ٥٩٠٠ nt ويكون الحمض النووى ٪ مـن الفـيرس. هذا الجينوم بـه القواعـد: Guanine (٢٤,٦٪)- Adenine (٢٩,٦٪)- Cytosine (٢٣,٨٪)- Ura- (٢٢٪). جينوم الفيرس مشـفر للبروتين الإنشـائى وغير الإنشـائى. البروتين يكون حوالى ٧٢٪ من الفيرس. ـيوجد ليبيدات.

ـضع التقسيمى للمسبب المرضى Classification of causal organism

Group: IV
Genome: (+) ss RNA
Family: Luteoviridae
Genus: *Luteovirus*
Type species: *Tomoto yellow top virus*

عراض المرض Disease symptoms

تبـدأ الأعـراض باصفرار حواف الأوراق أولا ثم يمتد هذا الاصفرار إلى الداخل حتى يشـمل معظم سـطح الوريقة مـع اختـزال حجم الوريقات وتجعدها وبالتالى صغر حجم الأوراق. فـى الجو البارد يحل اللون القرمزى محل اللون ـصفر. الأفرع المصابة تنمو رأسيا أى تميل إلى أن تكون قائمة. الثمار التى تكونت بعد الإصابة صغيرة الحجم كثيرا ـن الثمار العادية (Fig 24).

ـنتقال الفيرس Virus transmission

مجموعة Luteoviruses توجد فى لحاء العوائل المصابة وتنقل من نبات مصاب إلى نبات سـليم عن طريق حشـرة ـن الخوخ الأخضر *Myzus persicae*- لا يتكاثر فى داخل الحشرة الناقلة لكن يتكاثر فى داخل الخلية النباتية- لا ـنتقل هذا الفيرس ميكانيكيا.

ـقاومة control

١- زراعة cvs مقاومة للمرض إن وجدت.
٢- مقاومة حشرة من الخوخ الأخضر الناقل للفيرس.
٣- عدم زراعة طماطم بالقرب من باذنجان أو بطاطس لإمكانية إصابتهما بالفيرس مع عدم ظهور أعراض إصابة عليهما.
٤- فحص النباتات باستمرار ونزع النباتات المصابة مبكرا والتخلص منها بعيدا عن الحقل.

Tobacco Mosaic Virus

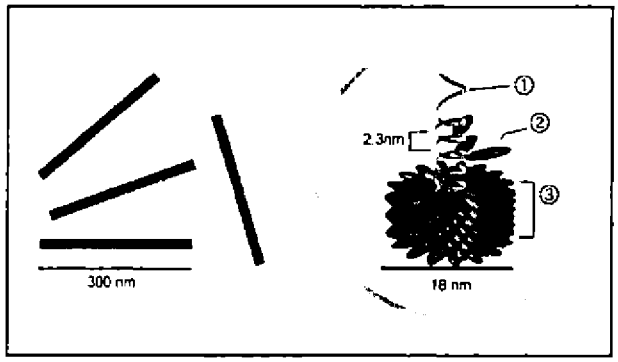


Fig (1)

1- Genomic RNA 2 - Capsomer
3 - Capsid

Fig (2)

Symptoms of tobacco mosaic virus on tomato

A- Symptoms on leaves B- Gray wall symptoms C- Necrotic spots on fruit

Tomato Mosaic Virus

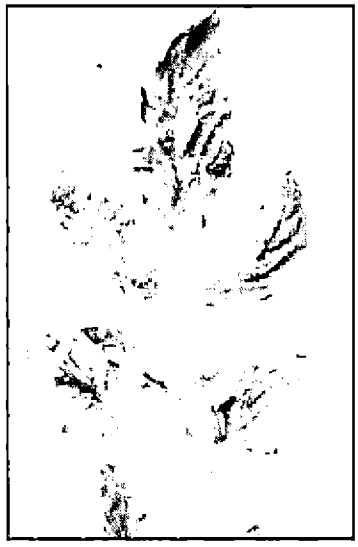


Fig (3)

Leaf symptoms of tomato mosaic virus

Fig (4)

Fruit symptoms of tomato mosaic virus

Cucumber Mosaic Virus

Fig (5)

Healthy leaf (left) and infected leaf (right)

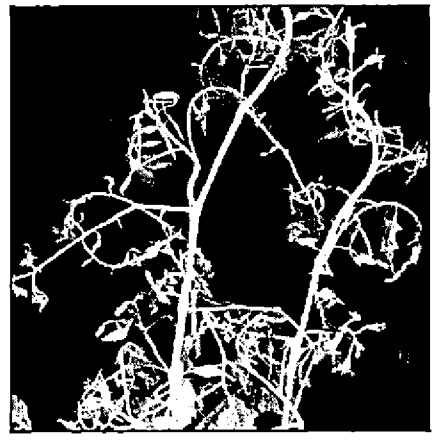


Fig (6)

Shoestring, tendril- like foliage

Tomato Yellow Leaf Curl Virus

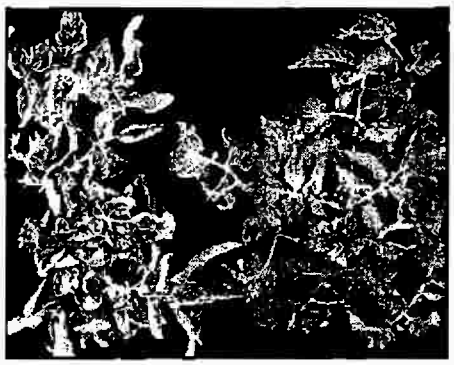


Fig (7)

Infected plant (left) is yellowing and becoming stunted as compared to healthy plant (right)

Fig (8)

Leaf curling and erect growth

Tomato Yellow Leaf Curl Sardinia Virus

Fig (9)

Yellow leaf curl disease on tomato caused by yellow leaf curl Sardinia virus

Tomato Leaf Curl Virus

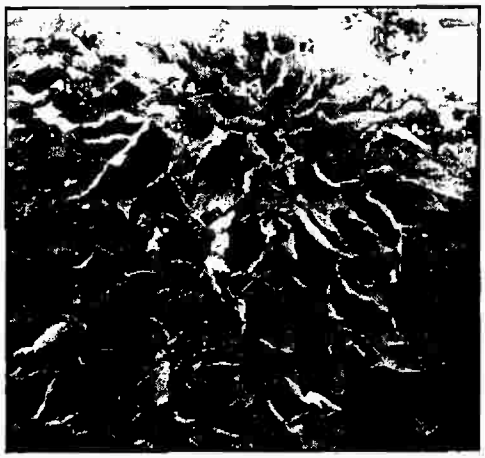


Fig (10)

Leaves curling and distortion

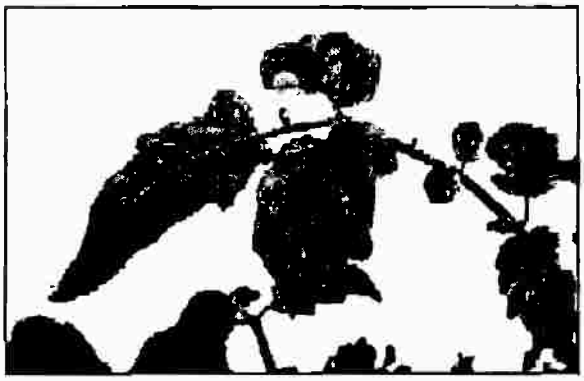
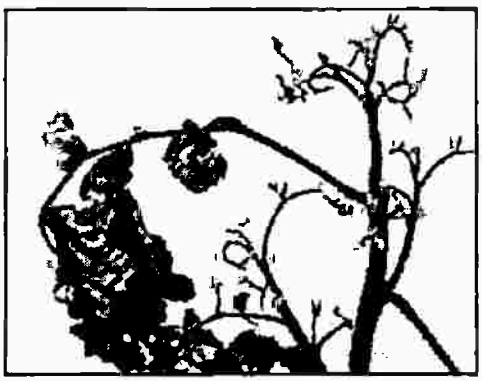


Fig (11)

(A) 21 days- leaves curling and early stages of interveinal yellowing

(B) 35 day- marked leaf curling and interveinal yellowing



(C) 56 day- plant distortion and loss of leaf development

Potato Virus Y

Fig (12)

Foliage shows mild roughness, faint mottling and slight distortion (upper photo). Later, the foliage may curl downward, giving the plant a drooping appearance (under photo)

Tobacco Etch Virus

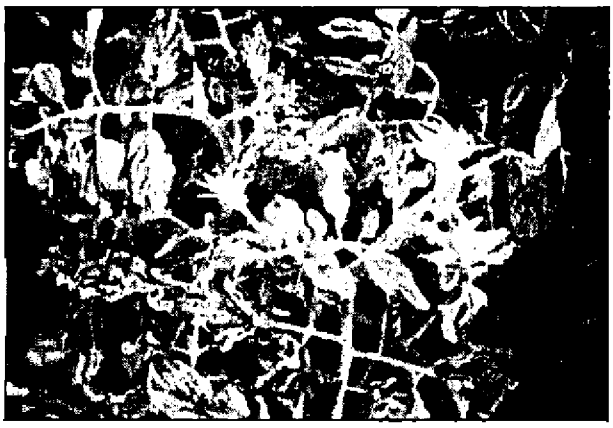


Fig (13)

Leaves show mottling, crinkling, distortion and downward curling

Tomato Spotted Wilt Virus

Fig (14)

Purple flecking of young leaves caused by tomato spotted wilt

Fig (15)

Fruit symptoms of tomato spotted wilt

Tomato Alfalfa Mosaic Virus

Fig (16)

Foliage damaged by alfalfa mosaic virus

Fig (17)

Alfalfa mosaic virus symptoms on tomato fruits

Tomato Curly Top Virus

Fig (18)

Foliage damaged by beet curly top virus

Tomato Bushy Stunt Virus

Fig (19)

Upper leaves of plants infected by tomato bushy stunt virus are yellow and curled

Fig (20)

Tomato bushy stunt virus on tomato fruits

Tomato Mottle Virus

Fig (21)

Tomato mottle virus

Pseudo Curly Top Virus on Tomato Plant

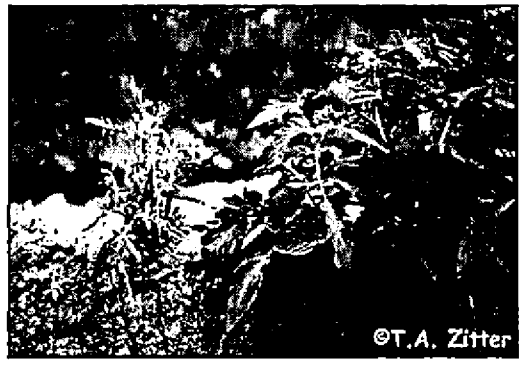


Fig (22)

Infected tomato with healthy comparison

Fig (23)

Top of plant infected with pseudo curly .top virus

Fig (24)

Drawed tomato plant