

## الفيروسات والفيرويدات ووسائل الحد من أخطارها

### تعريف الفيروسات

عرفت الفيروسات بأنها : « مجموعة من التعليمات الموجهة إلى عائلٍ مناسبٍ لتمثيل مزيدٍ من الفيروس » . ولا تتكاثر الفيروسات إلا داخل خلايا العائل .

ومن بين الفيروسات التي تمت دراستها - والتي تربو على الألف فيرس - وجد أن أكثر من ٥٠٠ فيرس منها تصيب النباتات ، كما أن النبات الواحد يمكن أن يصاب بأكثر من فيرس .

### التركيب الكيميائي

تتكون الفيروسات من جزيئاتٍ ، كل منها عبارة عن غلافٍ بروتينيٍ يحيط بحامضٍ نووى . ويتكون الغلاف البروتيني من وحداتٍ متماثلةٍ ( وحدة واحدة متكررة ) ، ونادرا ما يتكون من أكثر من وحدةٍ واحدةٍ ( كما فى فيرس موزايك البرسيم الحجازى الذى يتكون من خمس وحداتٍ تختلف فى أحجامها ) . أما الحامض النووى ( الذى يشكل القلب الداخلى ) فقد يكون مفرد الخيط single-stranded ، أو مزدوج الخيط double-stranded ، وقد يتكون من الدنا DNA ، أو من الرنا RNA ( عن Parry ١٩٩٠ ) .

وتتكون معظم الفيروسات التى تصيب النباتات من رنا مفرد ، بينما يتكون القليل منها من رنا مزدوج . أما الفيروسات التى تتكون من الدنا فهى قليلة جدا ، سواء أكانت من الدنا المفرد ( مثل فيروس الجروح ) ، أم من الدنا المزدوج ( مثل فيروس موزايك القنبيط ) .

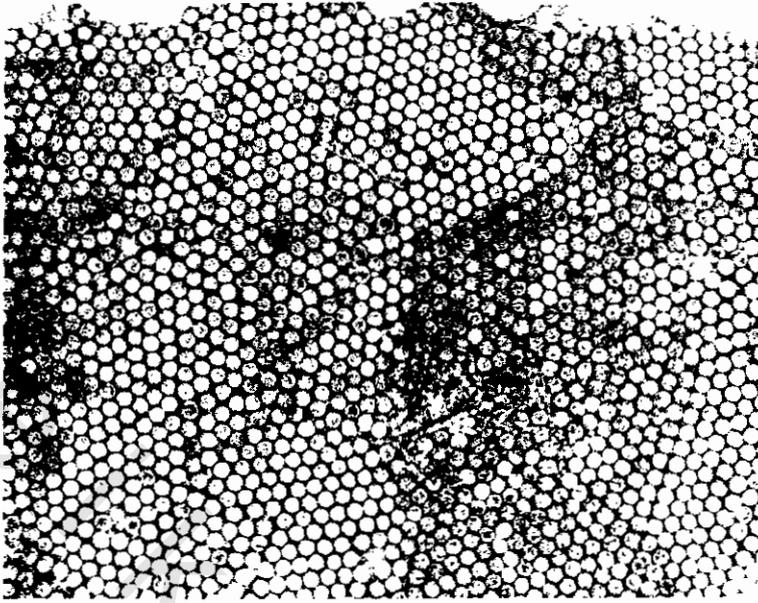
### الشكل

تختلف الفيروسات النباتية فى الشكل ؛ حيث توجد منها الأشكال التالية :

- ١ - الكروى ؛ مثل فيروس الذبول المتبقع فى الطماطم .
- ٢ - المتعدد الأوجه ؛ مثل فيروس موزايك اللوبيا ، وموزايك القنبيط ، وموزايك البسلة ، وفيروس موزايك الخيار ( شكل ٩ - ١ ) .
- ٣ - العصى ؛ مثل فيروس موزايك التبغ ( الطماطم ) ( شكل ٩ - ٢ ) .
- ٤ - الخيطى ؛ مثل فيروس إكس البطاطس ، وفيروس واى البطاطس .
- ٥ - الخيطى الطويل الملتو ؛ مثل فيروس اصفرار البنجر ، وفيروس اصفرار الخس المعدى ، وفيروس موزايك اللفت ( شكل ٩ - ٣ ) . ( روبرتس وبوثرويد ١٩٨٦ ) .

### التحرك داخل النبات

بعد تكاثر الفيروس فى الخلية النباتية ، فإنه ينتقل إلى الخلايا الأخرى بطريقة مباشرة عن طريق الخلايا البرانشيمية ، أو عن طريق الحزم الوعائية ( اللحاء أو الخشب ) أو بالطريقتين معا . فإذا كان الانتقال عن طريق الخلايا البرانشيمية فقط ، كانت الإصابة موضعية local ، وإن كان بكلتا الطريقتين ، كانت الإصابة جهازية systemic . وتنتقل معظم الفيروسات فى النبات عن طريق اللحاء . وتكون الإصابة الموضعية فى صورة بقع مصفرة ، أو متحللة ، أو حلقيه . أما الأعراض التى تظهر فى الأجزاء النباتية التى لم تحدث عندها الإصابة ، فإنها تكون فى صورة تبرقش ، أو اصفرار عام بالنبات ، أو تحلل عام nerosis ، أو بقع حلقيه ringspots ، أو فى صورة تشوهات distortions ، أو تغيرات فى اللون ( Kiraly وآخرون ١٩٧٤ ) .



شكل ( ٩ - ١ ) : فيروس موزايك الخيار Cucumber Mosaic Virus .



شكل ( ٩ - ٢ ) : فيروس موزايك التبغ Tobacco Mosaic Virus (الأجسام العصوية) .



شكل (٩ - ٣) : فيروس موزايك اللفت Turnip Mosaic Virus .

### اعراض الإصابات الفيروسية

من أهم مظاهر الإصابات الفيروسية وأكثرها شيوعاً في النباتات ذلك التحور الذى يطرأ على التكشف الطبيعى للكلوروفيل ، والذى يؤدي إلى ظهور درجات من اللون الأخضر تتفاوت بين الشحوب واللون الطبيعى ؛ مما يعطى الأوراق مظهراً متبرقشاً ، وهو ما يسمى بالموزايك Mosaic . وتحدث هذه الأعراض مجموعة كبيرة من الفيروسات النباتية يطلق عليها اسم فيروسات التبرقش . كما توجد مجموعة أخرى كبيرة تحدث اختزلاً منتظماً للكلوروفيل مع آثار قليلة نسبياً من التبرقش ، ويطلق عليها اسم فيروسات الاصفرار Yellows Viruses .

ومن أهم الأعراض والتأثيرات الأخرى الشائعة للإصابات الفيروسية ما يلى :

١ - شفافية العروق Veinclearing ، وتحويط العروق Vienbanding :

تبدو العروق شفافة أو ذات لونٍ شاحبٍ أو مصفر ، كما قد يظهر شريط من نسيجٍ

شاحبٍ يمتد بطول العروق . وتظهر هذه الأعراض قبيل تكشف التبرقش أو الموزايك .

#### ٢ - التبقع الحلقي الأصفر Chlorotic Ring Spots :

تظهر الأعراض في صورة بقع موضعيةٍ مستديرةٍ شاحبةٍ ، أو قد تكون في صورة حلقاتٍ شاحبةٍ متبادلةٍ مع اللون الأخضر الطبيعي . والغالب أن مراكز هذه البقع تتحلل في النهاية .

#### ٣ - التحلل والموت Necrosis :

مع تقدم أعراض التبرقش أو الاصفرار نجد أن الأنسجة المصابة قد تضعف وتضمحل ، ثم تتحلل وتموت . وتتراوح مساحة الأنسجة المتحللة بين بقع بحجم رأس الدبوس وبقع قطرها سنتيمتر واحد أو أكثر .

#### ٤ - التقزم Stunting والموت المبكر Premature Death :

يظهر ذلك مع تقدم الإصابة في معظم الأمراض الفيروسية .

#### ٥ - التشوهات Malformations والتضخمات :

تظهر تشوهات واضحة بالأعضاء النباتية المصابة ، سواء أكانت أوراقا ، أم أزهارا ، أم ثمارا . ومن هذه التشوهات : التجعد أو التكرمش ، والتأليل ، وتكوين التواءات والدرنات المغزلية ، وكثرة عدد البراعم وتشوهاها .

#### ٦ - الاصفرار Yellowing .

وإلى جانب ما تقدم . فإن النباتات قد تكون حاملة للفيروس ، دون أن تظهر عليها أعراض مميزة ، وتسمى Symptomless Carriers ( عن Walker ١٩٦٩ ) .

ويعطى Bos ( ١٩٧٨ ) وصفا تفصيليا مزودا بالصور لأعراض الإصابات الفيروسية في النباتات . أما تفاصيل الأمراض الفيروسية ، فيمكن الرجوع إليها في Smith ( ١٩٧٢ ، ١٩٧٧ ) ، و Matthews ( ١٩٨١ ) .

## تسمية الفيروسات

جرت العادة على إعطاء الفيروسات أسماء عادية Common Names تشتق من اسم المحصول الرئيسى الذى يصاب بها ، وأبرز الأعراض التى تظهر عليه عند إصابته بها ؛ كما فى فيروس موزايك التبغ tobacco mosaic virus ، وفيروس التفاف قمة البنجر beet curly top ، وغيرهما .

وقد جرت عدة محاولات للابتعاد عن هذا النظام لتسمية الفيروسات ؛ كما يلى :

١ - إعطاء الفيروسات أرقاما تلى اسم المحصول الرئيسى الذى يصاب بها . فمثلا ..

يأخذ فيروس موزايك التبغ الاسم : فيروس التبغ رقم ١ tobacco virus 1 .

٢ - استبدال الاسم الإنجليزى للمحصول - فى النظام السابق - باسم الجنس الذى

يتبعه المحصول . فمثلا .. يأخذ فيروس موزايك التبغ الاسم *Nicotiana virus 1* .

ولا شك فى أن ذلك أفضل من استعمال الاسم الإنجليزى للمحصول ، ولكن مع

ازدياد أعداد الفيروسات لم تعد تلك الأرقام تعنى الكثير لغير العاملين عليها ؛

فمثلا .. نجد أن *Nicotiana virus 11* - وهو الاسم المقترح لفيروس تحلل التبغ

tobacco necrosis virus - لا يعنى شيئا لغير العاملين على هذا الفيروس .

٣ - جرت محاولات لإعطاء الفيروسات أسماء علمية لاتينية ؛ فمثلا :

أ - استقبل النظام الذى اقترحه هولمز Holmes عام ١٩٣٩ باهتمام - من قبل علماء

الفيروس - فى البداية . وتبعاً لهذا النظام يأخذ فيروس tobacco mosaic virus الاسم

العلمى *Marmor tabaci* .

وقد وزعت الأجناس فى هذا النظام على عائلات تبعاً لمدى تقاربها ؛ فمثلا وضعت

فيروسات الموزايك فى عائلة Marmoraceae ، وفيروسات الاصفرار فى عائلة

Chlorogenaceae ، والفيروسات القاتلة للنباتات فى عائلة Lethaceae .. وهكذا .

ب - أعقب ذلك نظام هانسن Hansen الذى وضعه عام ١٩٥٧ ، وكان أكثر

جاذبية ؛ إذ اعتمد على كثير من خصائص الفيروسات ذاتها . وتبعاً لهذا النظام يأخذ

فيروس موزايك التبغ الاسم العلمى : Minchorda nicotianae ؛ حيث يدل حرف الـ M على أنه ينتقل ميكانيكيا Mechanically ، ويدل المقطع Chorda ( بمعنى عصى ) على شكل الفيروس ، بينما تدل كلمة nicotianae على نبات التبغ .

وكمثال آخر نجد أن فيروس موزايك الفاصوليا العادى يأخذ الاسم العلمى Maphi-flexus phaseoli ، وهو فيروس خيطى (flexus) يصيب الفاصوليا (phaseoli) وينتقل ميكانيكيا (M) وبواسطة المن (aphi) .

ولكن سرعان ما اكتشف العلماء أنه لا يمكن الاستعانة بأسماءٍ علميةٍ للفيروسات إلا إذا وجد نظام سليم لتقسيمها إلى عائلاتٍ ورتبٍ وطوائفٍ وأقسامٍ ، وأن يعتمد هذا النظام على خصائص واضحة وعلى أسسٍ منطقيةٍ مدروسةٍ ( عن Bos ١٩٨٣ ) .

٤ - اقترح Gibbs وآخرون فى عام ١٩٦٦ نظاما لكتابة أسماء الفيروسات بطريقة الشفرة cryptogram ؛ حيث يتكون الاسم من أربعة أزواج من الرموز لصفاتٍ تمثل أهم خصائص الفيروسات ؛ فمثلا يأخذ فيروس موزايك الدخان الكود (R/ 1:2 / 5:E / E:S / O) .

وتمثل أزواج الرموز الأربعة ما يلى :

أ - نوع الحامض النووى وعدد خيوطه :

RNA = R ، DNA = D ، و 1 = مفرد ، و 2 = مزدوج .

ب - الوزن الجزيئى للحامض النووى بالمليون ، ونسبة الحامض النووى فى جزئى الفيروس المحدث للمرض .

ج - مظهر جزئى الفيروس ومظهر الغلاف البروتينى ، ومدى تساوق ( سمترية )

الجزئى :

S = كروى spherical ، و E يتجه إلى الاستطالة Elongated وذو جوانب متوازية ونهايات غير دائرية ، و U = يتجه إلى الاستطالة وذو جوانب متوازية ونهايات دائرية ، و X = معقد ، أو ليس كأى من الأشكال السابقة .

د - أنواع العوائل والكائنات الناقلة له Vectors :

O = ينتشر بدون ناقل من الكائنات الحية .

Ac = عنكب أو قراد ( Acarina ، و Arachnida ) .

Al = الذبابة البيضاء ( Aleyrodidae رتبة Hemiptera ) .

Ap = المن ( Aphididae رتبة Hemiptera ) .

Au = نطاطات الأوراق ، ونطاطات النباتات ، ونطاطات الأشجار -Auche

Cc = البقة المغبرة ( Mealy-bug رتبة Hemiptera ) ، ( norrhyncha رتبة Hemiptera )

. ( Hemiptera )

Cl = خنافس ( Coleoptera ) .

Di = ذباب وبعوض ( Diptera ) .

Fu = فطر ( Fungus من رتبتي Chytridiales ، و Plasmodiophorales ) .

Gy = ( Gymonocerata ) Mirid bug

Ne = نيماتودا ( Nematode ) ( Nematoda ) .

Ps = Psyllid ( رتبة Hemiptera ) Psyllidae ) .

Si = براغيث ( Siphonaptera ) flea .

Th = ترس ( Thysanoptera ) thrips .

Ve = ناقل vector من نوع آخر غير الأنواع المبيئة أعلاه ( عن Smith ١٩٧٧ ) .

وقد توقف اتباع هذا النظام - كذلك - نظرا لتعقيده .

٥- اعتمادا على نحو ٥٠ صفة من تلك التي يمكن بها وصف الفيروسات ومعرفة

خصائصها ( السلوك في العائل ، والعلاقة مع الناقل ، وخصائص الجزئ وتركيبه ) ،

أقرت اللجنة الدولية لتقسيم الفيروسات International Committee on Taxonomy

of Viruses ٢٧ مجموعة تضم جميع الفيروسات التي تصيب النباتات ، ويمكن

الرجوع إلى مواصفاتها في Commonwealth Mycological Institute ( ١٩٨٣ ) ،  
و Hill ( ١٩٨٤ ) .

وتبين القائمة التالية أسماء مختلف المجموعات الفيروسية يليها - بين قوسين -  
توضيح لجذور الاسم ، مع أمثلة لأهم الفيروسات التي تنتمي لكل مجموعة أو تمثلها  
( عن Parry ١٩٩٠ ) .

أمثلة	المجموعة الفيروسية وبيان لجذور التسمية بين قوسين	
Barley yellow dwarf, Beet western yellows, Pea leaf roll, Turnip yellows	Luteovirus (Luteus = yellow)	- ١
Rice tungro Southern bean mosaic, Coeksfoot mosaic, Turnip rosette	Maize chlorotic dwarf Sobemovirus (Southern bean mosaic virus)	- ٢ - ٣
Tobacco necrosis, Cucumber necrosis	Tobacco necrosis	- ٤
Tomato bushy stunt, Carnation Italian ringspot	Tombusvirus (Tomato bushy stunt)	- ٥
Turnip yellow mosaic, Andean potato latent	Tymovirus (Turnip yellow mosaic)	- ٦
Cowpea mosaic, Bean pod mottle, Andean potato mottle	Comovirus (Cowpea mosaic)	- ٧
Carnation ringspot, Red clover necrotic mosaic	Dianthovirus (Carnation ringspot virus group)	- ٨
Tobacco ringspot, Raspberry ringspot Tomato ringspot	Nepovirus (Nematode-borne polyhedral particles)	- ٩
Pea enation mosaic only	Pea enation mosaic	- ١٠
Alfalfa mosaic only	Alfalfa mosaic	- ١١
Broadbean mottle, Cowpea chlorotic mottle	Bromovirus (Brome mosaic)	- ١٢
Cucumber mosaic, Peanut stunt	Cucumovirus (Cucumber mosaic)	- ١٣

أمثلة	المجموعة الفيروسية وبيان لجدور التسمية بين قوسين	
Tobacco streak, Apple mosaic	Ilarvirus (Isometric labile ringspot)	- ١٤
Velvet tobacco mottle, Lucerne transient streak	Velvet tobacco mottle	- ١٥
Tobacco rattle, Pea early browning	Tobravirus (Tobacco rattle)	- ١٦
Tobacco mosaic, Tomato mosaic, Potato mop-top, Beet necrotic yellow vein	Tobamovirus (Tobacco mosaic)	- ١٧
Barley stripe mosaic	Hordeivirus (Hordeum = barley)	- ١٨
Potato X, Cassava common mosaic, Clover yellow mosaic	Potexvirus (Potato virus X)	- ١٩
Carnation latent, Pea streak, Cowpea mild mottle, Alfalfa latent	Carlavirus (Carnation latent)	- ٢٠
Potato Y, Bean common mosaic Beet mosaic	Potyvirus (Potato virus Y)	- ٢١
Beet yellow stunt, Citrus tristeza	Closterovirus (Kloster = spindle)	- ٢٢
Lettuce necrotic yellows, Barley yellow striate mosaic, Beet leaf curl	Rhabdovirus (Rhabdos = rod)	- ٢٣
Tomato spotted wilt only	Tomato spotted wilt Reovirus	- ٢٤ - ٢٥
Wound tumour, Rice dwarf Fiji disease, Maize rough dwarf	(a) Phytoreovirus (Respiratory enteric or- phan) (b) Fijivirus	
Maize streak, Beet curly top	Geminivirus (Gemimi = twins = paired virus particles)	- ٢٦
Cauliflower mosaic, Dahlia mosaic	Caulimovirus (Cauliflower mosaic)	- ٢٧

## اختبارات وصف الفيروسات أو التعرف على هويتها

لوصف فيروس جديد ، أو التعرف على هوية فيروس مجهول . . يلزم إجراء عديد من الدراسات والاختبارات التي نوجزها فيما يلي :

١ - تحديد الأنواع والأصناف النباتية التي تصاب بالفيروس ، وتلك التي يمكن أن يعطى معها بقعا موضعية ، ومدى انتشاره على الحشائش والنباتات البرية ؛ أى دراسة مدى العوائل Host Range .

٢ - دراسة ووصف أعراض الإصابة بدقة ، وتأثير درجة الحرارة وشدة الإضاءة على القابلية للإصابة ، وعلى أعراض الإصابة ، وتركيز الفيروس فى النباتات . هذا . . مع العلم بأن الفيروس الواحد قد تتباين الأعراض التي يحدثها فى العوائل المختلفة ، وأن وجوده فى النبات مع فيروساتٍ أخرى قد يحدث أعراضا مختلفة كليةً .

٣ - اختبار انتقال الفيروس بالتطعيم ، وميكانيكيا بالعصير الخلوى ، وبالحامول . . . إلخ .

٤ - خصائص الفيروس فى العصير الخلوى المستخلص من النباتات المصابة ؛ بالتعرف على الحدود التي يفقد بعدها العصير قدرته على إحداث الإصابة ، وذلك فيما يتعلق بما يلي :

أ - نقطة التخفيف النهائية Dilution end-point فى الماء .

ب - درجة الحرارة التي تحدث تثبيطا كاملا للفيروس إذا تعرض العصير لها لمدة ١٠ دقائق Thermal inactivation point .

ج - فترة بقاء العصير محتفظا بقدرته على إحداث الإصابة عند تخزينه على حرارة ٢٠م ، وعلى حرارة -٢٠م .

٥ - انتقال الفيروس من خلال كل من البذور وحبوب اللقاح .

٦ - انتقال الفيروس عن طريق الكائنات الحية ؛ مثل الحشرات ، والأكاروسات ، والنيوماتودا ، والفطريات . . . إلخ ، مع تحديد فترة الاكتساب ، وفترة الحضانة ، وفترة بقاء الناقل قادرا على نقل الفيروس عند تغذيته على النباتات السليمة ، وإن كان الفيروس يتكاثر داخل الناقل ، أم لا يتكاثر ، وإن كان ينتقل إلى نسل الأفراد الحاملة له ، أم أنه لا ينتقل .

٧ - طرق تنقية الفيروس ، مع تحديد المحاليل المنظمة المناسبة .

٨ - خصائص الفيروس فى التحضيرات النقية ؛ مثل :

أ - الفحص بالمجهر الإلكتروني ( للتعرف على شكل الفيروس وأبعاده ) .

ب - التركيب الكيميائى ومحتواه من الأحماض النووية .

ج - الخصائص السيولوجية .

د - خاصية الترسيب Sedimentation Property ، والكثافة Density .

٩ - القرابة مع الفيروسات الأخرى بالدراسات السيولوجية ، واختبارات المناعة .

١٠ - الفحص السيتولوجى بالميكروسكوب الضوئى لأنسجة النباتات المصابة ؛

للتعرف على مدى وجود وشكل الأجسام الضمينة Inclusion Bodies .

١١ - عدوى نباتات سليمة بالفيروس المعزول ؛ للتأكد من إحداثه لنفس الأعراض

التي شوهدت منذ البداية ( عن Bos ١٩٨٣ ، و Commonwealth Mycological

Institute ١٩٨٣ ) .

## انتقال الفيروسات

تباين طرق انتقال الفيروسات إلى النباتات تبينا شديدا . وقد حظيت دراسة طرق

انتقال الفيروسات باهتمام كبير من قِبَلِ المشتغلين بالفيروسات ؛ لما لها من أهمية بالغة

فى كل الدراسات الأخرى المتعلقة بالفيروسات بصورة عامة ، وفى تحديد أنسب

الوسائل لمكافحةها ، وهى التى تعتمد على منع حدوث الإصابة أو انتقالها .

ويمكن إيجاز الطرق التي تنتقل بها الفيروسات النباتية - إلى النباتات ، ومن نبات إلى آخر - فيما يلي :

### **الانتقال الميكانيكي**

يتم الانتقال الميكانيكي Mechanical Transmission - عادة - بعد تعرض النباتات لمصدر الإصابة مع حدوث جروح أو خدوش بها . فمثلا . . ينتقل فيروس موزايك التبغ ( أو موزايك الطماطم ) بواسطة أيدي العمال أثناء عملية تقليم وتربية الطماطم فى البيوت المحمية ، وينتشر فيروس موزايك الخيار عن طريق عمال الجمع عند الحصاد ، وينتشر فيروس الدرنة المغزلية فى البطاطس بواسطة نصل السكين عند تقطيع درنات التقاوى .

كما يمكن أن تنتقل الفيروسات بالاحتكاك الطبيعى بين النباتات المصابة والسليمة كما فى فيروس إكس البطاطس ، وعن طريق التحامات الجذور الطبيعية كما فى فيروس موزايك التفاح .

ويمكن أن تنتقل الفيروسات - سلبيا - مع الأجزاء النباتية المصابة التى تنتقل مع تيارات الماء والهواء .

وعموما . . فإن فيروسات مجموعة الموزايك ينتقل معظمها بسهولة بالوسائل الميكانيكية ، بينما يندر انتقال فيروسات مجموعة الاصفار بهذه الوسيلة .

### **الانتقال بواسطة حبوب اللقاح**

يقتصر الانتقال بواسطة حبوب اللقاح (Pollen Transmission) على عدد محدود للغاية من الفيروسات ؛ مثل فيروس موزايك الخس Lettuce Mosaic Virus ؛ حيث أوضحت دراسات Hunter & Bowyer ( ١٩٩٤ ) أن حبوب اللقاح - المنتجة على نباتات مصابة بالفيروس - كانت تحمل الفيروس على طبقة الجدار الخارجى exine لحبة اللقاح ، كما وجد الفيروس داخل حبة اللقاح فى عدد أقل من الحالات .

### الانتقال بواسطة البذور

ينتقل نحو ١٠٠ فيرس عن طريق البذور (Seed Transmission) ؛ ومن أمثلتها :  
فيرس موزايك الفاصوليا العادى ، وفيرس موزايك الخس . وبالرغم من أن نسبة  
الانتقال بالبذور تكون - عادة - منخفضة ، إلا أن النباتات الناتجة من زراعة بذور  
مصابة تكفى غالبا لنشر الفيرس فى الحقل بوسائل الانتقال الأخرى .

قد تحدث الإصابة فى جنين البذرة ، أو فى غلافها ، أو فى الإندوسبرم ، وقد  
تكون البذور ملوثة - سطحيا - بالفيرس . وفى الطماطم .. يحتفظ فيرس موزايك  
الطماطم بحيويته - على البذور الحاملة له - لمدة ثلاث سنوات .

### الانتقال بواسطة أعضاء التكاثر الخضرية والتطعيم

تنتقل جميع الفيروسات بطرق التكاثر الخضرى المختلفة ؛ مثل : الدرناات ،  
والفسائل ، والجذور ، والأبصال ... إلخ .

كذلك تنتقل كافة الفيروسات بمختلف طرق التطعيم (Graft Transmission) ؛ نظرا  
لأن النسيج المصاب يصبح جزءا من النبات السليم بعد نجاح التطعيم .

وبالمقارنة .. فإن نباتات الحامول المتطفلة تسمح بانتقال كثير من الفيروسات من  
النباتات المصابة بها إلى النباتات السليمة إذا وجد اتصال بيولوجى بينها عبر نبات  
الحامول (Dodder Transmission) .

### الانتقال عن طريق التربة

يتم الانتقال عن طريق التربة الملوثة بالفيرس (Soil Transmission) فى بعض  
الفيروسات ؛ مثل : فيرس موزايك التبغ ، وفيرس تضخم العرق فى الخس . وقد  
تحدث الإصابة عن طريق الجذور ، أو عن طريق ملامسة الأوراق للتربة الملوثة  
بالفيرس . ويعد ذلك نوعا من الانتقال الميكانيكى كذلك .

وقد يعيش الفيروس في التربة ، أو في بقايا النباتات التي توجد فيها .

### الانتقال عن طريق المحاليل المغذية في المزارع المائية

تتعرض المحاليل المغذية في المزارع المائية المغلقة Closed Systems إلى التلوث ببعض الفيروسات التي يمكن أن تصيب النباتات عن طريق الجذور .

ومن بين الفيروسات التي تصيب محاصيل المزارع المائية - والتي ثبت انتقالها عن طريق المزارع المائية - ما يلي :

فيروس موزايك الخيار المتبرقش الأصفر Cucumber Green Mottle Mosaic Virus .

فيروس تبقع القاوون المتحلل Melon Necrotic Spot Virus .

فيروس X البطاطس Potato X Virus .

فيروس موزايك التبغ Tobacco Mosaic Virus .

فيروس تحلل التبغ Tobacco Necrosis Virus .

فيروس تقزم الطماطم Tomato Bushy Stunt Virus .

فيروس موزايك الطماطم Tomato Mosaic Virus ( Schuerger & Hammer ) . ( ١٩٩٥ ) .

### الانتقال بواسطة الحشرات

ينتقل العديد من الفيروسات النباتية بطريق الحشرات (Insect Transmission) . ويطلق على الحشرات الناقلة للفيروسات اسم ناقلات فيروسية Vectors . ومعظم هذه الحشرات تتبع رتبة نصفية الأجنحة Hemiptera ، وأغلبها يتبع عائلتين من هذه الرتبة ؛ هما : عائلة المن Aphididae ، وعائلة نطاظ الأوراق Cicadellidae . والقليل منها يتبع عائلة الذباب الأبيض Aleyrodidae ، وعائلة الحشرات اللعابية Cercopidae ، وعائلة البق الدقيقى Coccidae . كما ينتقل فيروس الذبول المتبع في الطماطم بواسطة

حشرة التربس ، وهى من رتبة هذبية الأجنحة *Thysanoptera* . وتنتقل بعض الفيروسات - مثل : موزايك القرع ، وموزايك اللوبيا - بواسطة الخنافس ، وهى من رتبة غمدية الأجنحة *Coleoptera* . ومما تجدر الإشارة إليه أن أغلب فيروسات الاصفراء تنقلها نطاطات الأوراق والذبابة البيضاء ، فى حين تنتقل أغلب فيروسات مجموعة الموزايك بواسطة المن .

هذا . . وتختلف الفيروسات والحشرات الناقلة من حيث المدة التى تصبح الحشرة بعدها ناقلة للفيروس بعد تغذيتها على النبات المصاب ، وكذلك فى المدة التى تظل الحشرة خلالها قادرة على نقل الفيروس للنبات السليم . كما تختلف هذه الفيروسات - أيضاً - فى كون الفيروس يتكاثر داخل جسم الحشرة وينتقل إلى النسل أم لا .  
كان هذا موجزا سريعا لموضوع انتقال الفيروسات بواسطة الحشرات ، ونقدم مزيدا من التفاصيل - حول نفس الموضوع - فيما يلى :

#### أولا: الانتقال بواسطة المن

يعرف أكثر من ١٩٠ نوعا من المن بقدرتها على نقل الفيروسات إلى النباتات *Aphid Transmission* . ومن أهم هذه الأنواع ما يلى :

Aphis sp.

Myzus sp.

Brevicoryne sp.

Rhopalosiphum sp.

Macrosiphum sp.

Toxoptera sp.

وتعد الأنواع المختلفة من المنّ مسئولة عن نقل أكثر من ١٦٠ فيروساً نباتياً ، يحدث معظمها أعراض الموزايك ، إلا أن بعضها يحدث أعراض الاصفراء أيضاً .  
وجدير بالذكر أن الفيروسات التى ينقلها المن نادراً ما تُنقل خلال بيض الحشرة (transovarially) ؛ ولذا . . فإن حشرات المن الحديثة الفقس تكون - دائماً تقريباً - خالية من الفيروس .

وتقسم الفيروسات التي ينقلها المن إلى ثلاث مجاميع : غير مثابرة non-persistent ( غير متبقية ) ( أى لا تمر فى الدورة الدموية للحشرة non-circulative ) ، وشبه مثابرة semipersistent ، ( نصف متبقية ) ، ومثابرة persistent ( أو circu-lative ) ( متبقية ) .

وبينما تقع معظم الفيروسات التي ينقلها المن فى المجموعة الأولى ، نجد أن بعضها لا يدخل ضمن أيّ من هذه المجاميع ؛ حيث تكتسب الفيروس بعد فترتى اكتساب ؛ أولاهما قصيرة ، والأخرى طويلة ، ولا تكون قادرة على نقل الفيروس بينهما ، ويعرف ذلك باسم bimodal-transmission .

#### ١ - الفيروسات غير المثابرة ( أو غير الدائمة ) Non-Persistent Viruses :

تعرف هذه المجموعة من الفيروسات - أيضا - باسم المحمولة على القليم Stylet-borne ، وفيها تكتسب الحشرة الفيروس أثناء تغذيتها بمجرد ملامسة أجزاء فمها لخلايا نباتية مصابة . يحمل الفيروس على قليم الحشرة ، ولا يصل - عادة - إلى جهازها الهضمي ، وتحتفظ به الحشرة لمدة تقل عن ساعة .

يكون اكتساب الحشرة للفيروس خلال فترة ( تعرف باسم فترة الاكتساب Acquisi-tion Period ) تتراوح بين ثوان قليلة ودقائق معدودة . وتؤدى إطالة فترة الاكتساب - لأيام قليلة - إلى إضعاف فاعلية الحشرة فى نقل الفيروس إلى النباتات السليمة بعد ذلك .

ولا توجد فى هذه المجموعة الفيروسية فترة كمون أو حضانة Latent Period ؛ وهى الفترة التى تمر من بداية تغذية الحشرة على النبات المصاب إلى حين اكتسابها القدرة على نقل الفيروس إلى النبات السليم إذا تغذت عليه . وفى هذه المجموعة الفيروسية يمكن للحشرة نقل الفيروس إلى النبات السليم بمجرد تغذيتها عليه ، ويحدث ذلك خلال فترة تغذية تتراوح بين ثوان قليلة ودقائق قليلة . وتظل الحشرة قادرة على نقل الفيروس إلى النباتات السليمة لمدة حوالى أربع ساعات بعد اكتسابها له .

وجدير بالذكر أن تصويم الحشرات عن التغذية قبل تغذية الاكتساب Acquisition Feeding يجعلها أكثر قدرة على نقل الفيروس إلى النباتات السليمة .

وتتميز الفيروسات غير المثابرة بأنها تنتقل - كذلك - بواسطة العصير الخلوي ، وبأن لها مدى واسعاً من العوائل .

ومن أمثلة الفيروسات غير المثابرة ما يلي :

- . فيروس موزايك الفاصوليا العادي Bean Common Mosaic Virus .
  - . فيروس موزايك الفاصوليا الأصفر Bean Yellow Mosaic Virus .
  - . فيروس موزايك اللوبيا الذي ينتقل بالمن Cowpea Aphid-Borne Mosaic Virus .
  - . فيروس موزايك الخيار Cucumber Mosaic Virus .
  - . فيروس موزايك الخس Lettuce Mosaic Virus .
  - . فيروس تقزم البصل الأصفر Onion Yellow Dwarf Virus .
  - . فيروس تبقع الباباوا الحلقي Papaya Ringspot Virus .
  - . فيروس تبرقش الفول السوداني Peanut Mottle Virus .
  - . فيروس تبرقش الفلفل Pepper Mottle Virus .
  - . فيروس Y البطاطس Potato Virus Y .
  - . فيروس موزايك فول الصويا Soybean Mosaic Virus .
  - . فيروس موزايك القصب Sugarcane Mosaic Virus .
  - . فيروس تبرقش اللفت Turnip Mosaic Virus .
  - . فيروس تبرقش البطيخ Watermelon Mosaic Virus .
- ٢ - الفيروسات شبه المثابرة Semipersistent Viruses :

تصل هذه الفيروسات إلى القناة الهضمية للحشرة ، وتكون فترة التغذية - التي تلزم الحشرة لاكتساب الفيروس - أطول قليلاً مما في مجموعة الفيروسات غير المثابرة ؛ حيث تتراوح بين عدة دقائق وساعة واحدة أو ساعتين ، غير أن قدرة الحشرة على نقل الفيروس تتحسن بزيادة فترة تغذية الاكتساب .

وكما فى الفيروسات غير المثابرة . . فإن هذه الفيروسات لا تمر - هى الأخرى - بفترة كمون فى الحشرات الناقلة لها ؛ حيث يمكنها نقل الفيروس إلى النباتات السليمة بمجرد اكتسابها له .

وعلى خلاف الفيروسات غير المثابرة . . فإن فترة التغذية التى تلزم الحشرة لنقل الفيروس Inoculation Feeding فى هذه المجموعة تكون أطول ؛ حيث تتراوح بين عدة دقائق وعدة ساعات ، كما أن الحشرات تحتفظ بالفيروس لفترة أطول ؛ حيث تتراوح بين ١٢ و ٢٤ ساعة ، وتصل - أحيانا - إلى عدة أيام .

ولا تنتقل هذه الفيروسات عن طريق العصير الخلوى ( ميكانيكيا ) إلا بصعوبة بالغة .

ومن أمثلة الفيروسات شبه المثابرة ما يلى :

فيروس اصفرار البنجر Beet Yellows Virus .

فيروس ترستيزا الحمضيات Citrus Tristeza Virus .

فيروس اصفرار البرسيم Clover Yellows Virus .

٣ - الفيروسات المثابرة ( الدائمة ) Persistent Viruses :

تعرف هذه المجموعة من الفيروسات - أيضا - باسم Circulative Viruses ؛ نظرا لأنها تصل إلى الجهاز الدورى ، كما توجد فى الجهاز الهضمى للحشرة ، وفى غددها اللعابية .

تتراوح فترة تغذية الاكتساب فى هذه المجموعة بين ٣٠ دقيقة وعدة ساعات ، وتلزم لها فترة كمون قبل أن تصبح الحشرة - التى اكتسبت الفيروس - قادرة على نقله إلى نبات سليم .

وتتوقف كفاءة الحشرة فى نقل الفيروس على أعداد الفيروس التى اكتسبتها أثناء تغذيتها على النبات المصاب - ولكنها - أى الحشرة الحاملة للفيروس - لا يمكنها

نقل الفيروس إلى النبات السليم إلا بعد ساعات قليلة من التغذية عليه ،  
وليس لتصويم الحشرات عن الغذاء - في هذه المجموعة - أى تأثير فى نقلها  
للفيروس .

هذا . . وتحفظ الحشرات الناقلة للفيروسات المثابرة بالفيروس فى أجسامها طوال  
حياتها بما فى ذلك مراحل انسلاخها . ويمكن لهذه الفيروسات - غالبا - التكاثر فى  
الحشرات الناقلة لها ، ولكن توجد شواذ لهذه القاعدة ؛ مثل فيروس تقزم الشعير  
الأصفر Barley Yellow Dwarf Virus .

تميز الفيروسات المثابرة بمحدودية عوائلها ، وقد تكون متخصصة للغاية على عائل  
أو عوائل قليلة جدا . وتتميز كذلك بأنها لا تنتقل عن طريق العصير الخلوى  
( ميكانيكيا ) ، ولكن توجد شواذ لهذه القاعدة ؛ مثل فيروس Pea Enation Mosaic .

ومن أمثلة الفيروسات المثابرة ما يلى :

فيروس اصفرار الشعير المتقزم Barley Yellow Dwarf Virus .

فيروس تبرقش الجزر Carrot Mottle Virus .

فيروس اصفرار الخس المتحلل Lettuce Necrotic Yellow Virus .

فيروس موزايك الذرة Maize Mosaic Virus .

فيروس Pea Enation Mosaic .

فيروس التفاف أوراق البطاطس Potato Leafroll Virus .

فيروس اصفرار وتقزم البطاطس Potato Yellow Dwarf Virus .

٤ - الفيروسات الثنائية الانتقال Bimodally Transmitted Viruses :

تنتقل فيروسات هذه المجموعة بعد فترتى تغذية اكتساب ؛ الأولى منهما قصيرة ،  
والثانية طويلة ، ولكنها لا تُكتسب بسهولة بين هاتين المرحلتين .

ومن أمثلة هذه الفيروسات ما يلى :

- . فيروس ذبول الفول الرومي Broadbean Wilt Virus .
- . فيروس موزايك القرنبيط Cauliflower Mosaic Virus .
- . فيروس موزايك الداليا Dahlia Mosaic Virus .
- . فيروس موزايك الفول السوداني Groundnut Mosaic Virus .
- . فيروس موزايك البسلة الذي ينتقل بالبذور Pea Seedborne Mosaic Virus .
- . فيروس تخطيط البسلة Pea Streak Virus .
- . فيروس A البطاطا Sweetpotato Virus A .

#### ثانيا : الانتقال بواسطة الذبابة البيضاء

من أهم أعراض الإصابة بالفيروسات التي تنقلها الذبابة البيضاء ( Whitefly Transmission ) : الاصفرار ، وتجمع الأوراق ، وبعض الموزايك . وتوجد هذه الفيروسات - غالبا - فى المناطق الاستوائية وتحت الاستوائية .

تتميز هذه الفيروسات - والتي تتجاوز السبعين فيروسا ( عن Duffus ١٩٨٧ ) - بأنها مثابرة غالباً ، إلا أن لهذه القاعدة شواذ ؛ مثل : فيروس اصفرار عروق الخيار Cucumber Vein Yellowing Virus . وتصل الفيروسات التي تنقلها الذبابة البيضاء إلى الدورة الدموية للحشرة .

وتتراوح فترة تغذية الاكساب اللازمة فى معظم هذه الفيروسات بين ٢٤ ساعة و٤٨ ساعة ، ويمر الفيروس بفترة كمون فى جسم الحشرة تتراوح بين ٤ ساعات و٢٠ ساعة ، وبعدها تصبح الحشرة قادرة على نقل الفيروس ، وتحتفظ بتلك الخاصية فترة تتراوح بين أيام قليلة و٣٥ يوما .

هذا . . ويمكن ليرقات الذبابة البيضاء اكتساب الفيروس ، ويظل الفيروس فى جسم الحشرة خلال جميع مراحل تطورها إلى أن تصبح حشرة كاملة ؛ حيث تكون قادرة على نقل الفيروس إلى النباتات السليمة بمجرد بدء نشاطها فى التغذية . ولكن لا توجد أدلة على انتقال الفيروس إلى نسل الحشرات الحاملة له من خلال بيضها .

تتغذى حشرة الذبابة البيضاء على نسيج اللحاء ، وتفضل التغذية على الأنسجة الحديثة ، وعلى السطح السفلى للأوراق . وتحمل بواسطة الرياح ؛ لذا . . فإنها يمكن أن تساعد على نشر الفيروس لمسافات بعيدة .

وبصورة عامة . . فإن الفيروسات التي تنقلها الذبابة البيضاء لا تنتقل ميكانيكيا ، ولكن لهذه القاعدة شواذ ؛ مثل : فيروس موزايك الفاصوليا الذهبى Bean Golden Mosaic Virus ، وفيروس موزايك الطماطم الأصفر الذهبى Tomato Golden Mosaic Virus ، و Yellow Mosaic Virus .

ومن أمثلة الفيروسات التي تنقلها الذبابة البيضاء ( أنواع مختلفة من الذباب الأبيض : *Bemisia tabaci* ، و *Trialeurodes vaporariorum* ، و *T. abutilonea* ) ما يلى :

- فيروس تغضن الفاصوليا Bean Crumpling Virus .
- فيروس موزايك الفاصوليا الذهبى Bean Golden Mosaic Virus .
- فيروس موزايك اليقطين Bottle Gourd Mosaic Virus .
- فيروس تجعد أوراق الفلفل الحار Chili Leafcurl Virus .
- فيروس تجعد أوراق القطن Cotton Leafcurl Virus .
- فيروس اصفرار عروق الخيار Cucumber Vein Yellowing Virus .
- فيروس تجعد واصفرار أوراق الطماطم Tomato Yellow Leaf Curl Virus .

ثالثا : الانتقال بواسطة نطاطات الأوراق ونطاطات النباتات

تنتقل بعض الفيروسات النباتية عن طريق عدد كبير من نطاطات الأوراق Leaf

hoppers ونطاطات النباتات plant hoppers ، من أهمها ما يلى :

Agallia sp.

Austroagallia sp.

Cicadulina sp.

Circulifer sp.

Dalbulus sp.

Empoasca sp.

Eutettix sp.

Javesella sp.

Macrosteles sp.

Nephotettix sp.

وتتخصص النطاطات فى نقل الفيروسات التى تتواجد فى نسيج اللحاء ، وهو النسيج الذى تحصل منه على غذائها .

وتعد هذه المجموعة من الفيروسات المثابرة ( المتبقية ) ، وتتراوح فترة تغذية الاكتساب للنطاطات الناقلة لها بين ٣٠ دقيقة وعدة ساعات . ولا يمكن للحشرات التى اكتسبت الفيروس أن تنقله إلى النباتات السليمة إلا بعد مرور فترة كمون ، ثم التغذية على النبات السليم لعدة ساعات .

تصل فيروسات هذه المجموعة إلى الجهازين الهضمى والدورى للنطاطات ، وتبقى فيها طوال حياتها . وتتكاثر هذه الفيروسات فى جسم الحشرة ، ولكن توجد استثناءات لهذه القاعدة ، كما فى فيروس تجعد قمة البنجر Beet Curly Top Virus . وتنتقل بعض هذه الفيروسات عن طريق بيض الحشرة .

وتتميز فيروسات هذه المجموعة بأنها متخصصة - إلى حد كبير - فيما يتعلق بنوع النطاطات الذى ينقلها ، وأن لكل فيروس منها مدى محدوداً من العوائل .

وتحدث هذه الفيروسات - غالباً - أعراض الاصفرار ، أو أعراض الـ Wtche's broom فى النباتات التى تصيبها ، وهى لا تنتقل بواسطة العصير الخلوى ؛ باستثناء فيروس تقزم البطاطس الأصفر Potato Yellow Dwarf Virus .

ومن الفيروسات التى تنقلها نطاطات الأوراق ما يلى :-

فيروس تجعد أوراق البنجر Beet Curly Top Virus .

فيروس تخطيط الذرة Maize Streak Virus .

فيروس تقزم البطاطس الأصفر Potato Yellow Dwarf Virus .

ومن الفيروسات التى تنقلها نطاطات النباتات ما يلى :

فيروس موزايك الذرة Maize Mosaic Virus .

فيروس تقزم الذرة الخشن Maize Rough Dwaftr Virus .

#### رابعا: الانتقال بواسطة الخنافس

من أهم أنواع الخنافس الناقلة للفيروسات ما يلى :

. الخنافس البرغوثية *Phyllotreta* spp.

. الخنافس المسترد *Phaedon* spp.

. خنافس الخيار *Diabrotica* sp. ، و *Acalymma* sp.

تبلغ فترة تغذية الاكتساب فى هذه المجموعة من الفيروسات نحو خمس دقائق فقط ، تحتفظ بعدها الحشرة بقدرتها على نقل الفيروس لمدة يوم واحد على الأقل ، ولكن الفترة تزيد غالبا على ذلك . يحمل الفيروس - عادة - فى الجهاز الدورى للحشرة .

تميز هذه المجموعة من الفيروسات بثباتها ، وبإمكان انتقالها ميكانيكيا بسهولة ، كما يمكن إحداث الإصابة بواسطة السوائل التى يُحصل عليها بعد سحق الحشرات الحاملة للفيروس .

ومن أمثلة هذه الفيروسات ما يلى:

- . فيروس تبرقش قرون الفاصوليا Bean Pod Mottle Virus .
- . فيروس تبرقش الفول الرومى Broad Bean Mottle Virus .
- . فيروس صبغ الفول الرومى Broad Bean Stain Virus .
- . فيروس موزايك اللوبيا Cowpea Mosaic Virus .
- . فيروس موزايك الباذنجان Eggplant Mosaic Virus .
- . فيروس موزايك البامية Okra Mosaic Virus .
- . فيروس موزايك الفجل Radish Mosaic Virus .
- . فيروس موزايك الفاصوليا الجنوبي Southern Bean Mosaic Virus .
- . فيروس موزايك الكوسة Squash Mosaic Virus .
- . فيروس موزايك اللفت الأصفر Turnip Yellow Mosaic Virus .

خامسا: الانتقال بواسطة الخنافس المغبرة

إن من أهم الخنافس المغبرة التى تنقل الفيروسات ما يلى :

*Planococcus* sp.

Pseudococcus sp.

Dysmicoccus sp.

تُخدَم الخنافس المغبرة غالبا بواسطة النمل ؛ فإذا ما كوفح النمل . . فإن الخنفساء تكافح تلقائيا . وتتغذى هذه الخنافس بامتصاص العصارة النباتية من نسيج اللحاء مباشرة .

تعتبر الفيروسات التي تنقلها هذه الخنافس شبه مثابرة ، وقد تحمل على قليم الحشرة . وتزيد قدرة الحشرة على نقل الفيروس بزيادة فترة تغذية الاكتساب إلى ٢٤ ساعة ، ولكن الحد الأدنى لفترة تغذية العدوى ( الحقن ) Inoculation Feeding هو ١٥ دقيقة . هذا . . وليس لتصويم الحشرة عن الغذاء أى تأثير على كفاءتها فى اكتساب الفيروس أو نقله ، كما لا توجد فترة كمون . ويمكن للفيروسات التي تنقلها هذه الخنافس أن تنتقل ميكانيكيا كذلك .

ومن أهم الأمثلة على الفيروسات التي تنقلها الخنافس المغبرة ما يلي :

فيروس الأناناس الكامن Pineapple Latent Virus .

فيروس تورم نموات الكاكاو Cacao Swollen Shoot Virus ، وهو لا ينتقل إلا بواسطة إناث الحشرة .

سادسا : الانتقال بواسطة حشرة الـ Psyllid ( البراغيث النباتية )

إن أهم الـ Psyllids التي تنقل الفيروسات النباتية تنتمي إلى الأجناس التالية :

Trioza sp.

Diaphorina sp.

Psylla sp.

يحمل الفيروس فى الجهاز الدورى للحشرة .

ومن الفيروسات التي تنتقل بها ما يلي :

. Pea Red Leaf Mottle Virus فيروس تبرقش ورقة البسلة الأحمر

. Pear Leafcurl Virus فيروس تجعد أوراق الكمثرى

سابعا : الفيروسات التي ينقلها التربس

إن أهم أنواع التربس Thrips التي تنقل الفيروسات تنتمي إلى الجنسيتين الآتيتين :

Thrips sp.

Frankliniella sp.

ينقل التربس فيروس ذبول الطماطم المتبعع Tomato Spotted Wilt Virus ؛ حيث لا يكتسب الفيروس إلا بواسطة اليرقة ، ولا ينتقل إلى النباتات السليمة إلا بواسطة الحشرة الكاملة ، وهو من الفيروسات المثابرة persistent غير الثابتة unstable ، وينتقل أيضا ميكانيكيا .

وللفيروس مدى واسع من العوائل يشمل مالا يقل عن ١٦٦ نوعا نباتيا موزعة على ٣٦ عائلة من ذوات الفلقة الواحدة وذوات الفلقتين ( عن Green ١٩٩١ ) .

#### الانتقال بواسطة الأكاروسات

إن أهم الأكاروسات التي تنقل الفيروسات النباتية (Mite Transmission) تنتمي إلى الأجناس الآتية :

Aceria sp.

Brevipalpus sp.

Eriophyes sp.

يحمل الفيروس في القناة الهضمية للأكاروس ، ويبقى معه بعد الانسلاخ ، ولكنه لا ينتقل إلى النسل من خلال البيض .

تزيد كفاءة الأكاروس في نقل الفيروس بزيادة فترة تغذية الاكتساب .

ومن أهم الفيروسات التي ينقلها الأكاروس ما يلي :

. فيرس موزايك التين Fig Mosaic Virus .

. فيرس موزايك الخوخ Peach Mosaic Virus .

. فيرس موزايك وتخطيط القمح Wheat Streak Mosaic Virus .

### الانتقال بواسطة النيماتودا

إن أجناس النيماتودا التي تعرف بقدرتها على نقل الفيروسات إلى النباتات هي :

Trichodorus sp.

Xiphinema sp.

Longidorus sp.

Paratrichodorus sp.

تُنقل الفيروسات التي تنقلها النيماتودا كذلك ميكانيكياً ، وهي متخصصة على عوائل معينة . ويفقد الفيروس أثناء انسلاخ النيماتودا . وتحتفظ النيماتودا بالفيروس لمدة تتراوح بين أسبوعين - كما في Trichodorus sp. ، و Longidorus sp. - وثمانية أشهر كما في Xiphinema sp. .

تزيد كفاءة النيماتودا في نقل الفيروس بزيادة فترة تغذية الاكتساب إلى ٤٨ ساعة .

ومن أهم الفيروسات التي تنقلها النيماتودا ما يلي :

١ - ينقل الجنس Trichodous ما يلي :

. فيرس تلون البسلة البنى المبكر Pea Early Browning Virus .

. فيرس خشخشة التبغ Tobacco Rattle Virus .

٢ - ينقل الجنس Longidorus ما يلي :

. فيرس حلقة الطماطم السوداء Tomato Black Ring Virus .

. فيرس تبقع الراسبرى الحلقي Raspberry Ringspot Virus .

٣ - ينقل الجنس Xiphinema ما يلي :

. فيرس ورقة العنب المروحية Grape Fanleaf Virus .

. فيرس موزايك وتورد الخوخ Peach Rosette Mosaic Virus .

- . Strawberry Latent Ringspot Virus فيرس تبقع الشليك الحلقي الكامن
- . Tomato Ringspot Virus فيرس تبقع الطماطم الحلقي
- . Tobacco Ringspot Virus فيرس تبقع التبغ الحلقي
- ٤ - ينقل الجنس Paratrichodorus ما يلي :
- . Tobacco Rattle Virus فيرس خشخشة التبغ

فيرس تلون البسلة البنى المبكر Pea Early Browning Virus ( عن Common-wealth Mycological Institute ١٩٨٣ . ويعطى المرجع مزيدا من التفاصيل عن الأنواع النيماطودية الناقلة لمختلف الفيروسات وعوائلها ) .

### الانتقال بواسطة الفطريات

تعيش جميع الفطريات - التي تنقل الفيروسات - فى التربة ، وهى تنتمى إلى أربعة أجناس ؛ هى : Olpidium ، و Spongospora ، و Polymyxa ، و Pythi-um . وجميع هذه الفطريات تنتج جراثيم سابحة . تنتقل الفيروسات إما داخل الفطر ذاته ، وإما سطحيا على الجراثيم السابحة التى تصيب النباتات ، كما أنها - أى الفيروسات - يمكن أن تبقى - فى التربة - داخل جراثيم الفطر الساكنة ما بقيت تلك الجراثيم ( عن Parry ١٩٩٠ ) .

ومن أمثلة الفيروسات التى تنقلها الفطريات ما يلى ( عن Palti ١٩٨١ ) :

الفطريات التى ينقلها	الفيروسات التى ينقلها
<u>Olpidium brassicae</u>	فيرس عرق الخس الكبير Lettuce Big Vein Virus
	فيرس تحلل التبغ Tobacco Necrosis Virus
	فيرس تقزم التبغ Tobacco Stunt Virus
<u>Polymyxa graminis</u>	فيرس موزايك الشعير الأصفر Barley Yellow Dwarf Mosaic Virus
<u>Polymyxa betae</u>	فيرس Wheat Soil-borne Mosaic Virus
<u>Spongospora subterranea</u>	فيرس اصفرار وتحلل عروق البنجر Beet Necrotic Yellow Vein Virus
	فيرس Potato Mop Top

### مقارنة بين خصائص انتقال بعض الفيروسات

يعطى جدول ( ٦ - ١ ) مقارنة بين بعض الفيروسات التي يتخصص في نقلها كائنات Vectors مختلفة من حيث خصائص عملية الانتقال ذاتها ( عن Gibbs & Harrison ١٩٧٦ ) .

### مصادر إضافية عن انتقال الفيروسات

لمزيد من التفاصيل عن وسائل انتقال الفيروسات النباتية . . يراجع ما يلي :

وسيلة الانتقال	المرجع
ميكانيكيا	١٩٦٧ Yarwood & Fulton
بالحشرات	١٩٦٧ Swenson
بالذبابة البيضاء	١٩٧٦ Costa
بالتيماتودا	١٩٦٧ Raski & Hewitt
بالتيماتودا	١٩٧٢ Taylor
بالأكاروس	١٩٧٢ ، ١٩٦٧ Slykhuis
بالفطريات	١٩٧٢ ، ١٩٦٧ Teakle
بالحامول	١٩٦٧ Bennett
بالتطعيم	١٩٦٧ Bos
بالـ Auchenorrhynchos Homoptera	١٩٧٢ Whitcomb
بالبذور وحبوب اللقاح	١٩٧٢ Shepherd
بالمخ	١٩٧٢ Watson
بالذبابة البيضاء	١٩٨٦ Brunt
بالذبابة البيضاء	١٩٨٧ Duffus

### وسائل الحد من الإصابات الفيروسية

على خلاف الأمراض الفطرية والبكتيرية . . فإن الأمراض الفيروسية لا يمكن - حتى الآن - مكافحتها بالمبيدات . وبالرغم من توفر بعض المركبات المضادة للفيروسات ، إلا أن استعمالها لا يزال مقصوراً على المجالات البحثية ، وما زال ارتفاع أسعارها ، وسميتها للنباتات ، واعتبارات تنظيم تداولها تمنع استخدامها على نطاق واسع ، لذا . .

جدول (٦ - ١) : خصائص انتقال الفيروسات النباتية .

تكاثر الفيروس في الحشرة	الحد الأقصى لاحتمال الحشرة بالفيروس	فترة تغذية الحقن (الحد الأدنى)	فترة الكمون (الحد الأدنى)	أقل فترة تلزم لاكتساب الفيروس	الناقل vector	الفيروس
لا يحدث	ساعات	١٥ ثانية	لا توجد	١٠ ثوان	<i>Myzus persicae</i>	٢ البطاطس
لا يحدث	٣ أيام	٥ دقائق	لا توجد	٥ دقائق	<i>M. persicae</i>	اصفرار البنجر
لا يحدث	أسابيع	أقل من ساعة	٨ أيام	ساعات	<i>Hyperomyzus lactucae</i>	اصفرار عروق والثغاف الـ Sowthistle
غير محتمل	٤ أيام	١٥ دقيقة	-	ساعة	<i>Planococcides Nialensis</i>	تورم نموات الكاكاو
-	٢٠ يوما	٣٠ دقيقة	٢١ ساعة	٣٠ دقيقة	<i>Bemisia tabaci</i>	تجمد أوراق الطماطم الأصفر
لا يحدث	٦ ساعات	١٠ دقائق	لا توجد	٢٠ دقيقة	<i>B. tabaci</i>	اصفرار عروق الخيار
غير محتمل	٦ أيام	١٥ دقيقة	لا توجد	٣٠ دقيقة	<i>Nephotetix impicticeps</i>	تنجور الأرز
غير محتمل	أسابيع	دقيقة	٤ ساعات	دقيقة	<i>Circulifer tenellus</i>	تجمد قمة البنجر
يحدث	أسابيع	أقل من ساعة	١٢ يوما	أقل من ساعة	<i>Agallia constricta</i>	سرطان الجروح Wound Tumor
-	أسابيع	أقل من ساعة	أقل من ١٠ ساعات	٥ دقائق	<i>Acalymma trivittata</i>	موزايك الكوسة
محتمل	أسابيع	٥ دقائق	٥ أيام	٣٠ دقيقة	<i>Thrips tabaci</i>	ذبول الطماطم المتبع
-	٩ أيام	١٥ دقيقة	-	١٥ دقيقة	<i>Aceria tulipae</i>	موزايك القمح المخطط
لا يحدث	أسابيع	١٥ دقيقة	-	١٥ دقيقة	<i>Xiphinema index</i>	ورقة العنب المروحية
غير محتمل	-	ساعات	لا توجد	دقيقتان	<i>Olipidium brassicae</i>	تحلل التبغ
محتمل	عدة أيام	٤ ساعات	-	أيام قليلة	<i>Polymyxa graminis</i>	موزايك القمح

فإن وسائل المكافحة غير المباشرة ، وزراعة الأصناف المقاومة للفيروس أو للحشرات الناقلة له تبقى هى وسائل المكافحة العملية حاليا ، وجميعها وسائل تعتمد على منع أو تجنب حدوث الإصابة أصلا .

ونتناول - فيما يلى - بالشرح مختلف الوسائل المتبعة لمكافحة الأمراض الفيروسية .

### مكافحة ناقل الفيروس بالوسائل الكيميائية

تكافح الكائنات الناقلة للفيروسات Vectors - كيميائيا - إما باستعمال المبيدات ، وإما باستعمال الزيوت ، كما يلى :

#### المكافحة باستعمال المبيدات

يلاحظ بشأن المبيدات التى تستخدم فى مكافحة الكائنات الناقلة للحشرات - بهدف منع انتقال الفيروسات إلى النباتات - ما يلى :

١ - تُوقر المبيدات الحشرية وسيلة فعالة لمكافحة الفيروسات المثابرة Persistent Viruses التى تنتقل بواسطة الحشرات ؛ حيث تحتاج الحشرة إلى عدة ساعات أو أيام قليلة لاكتساب الفيروس من النباتات المصابة ، ثم نقله إلى النباتات السليمة فى نفس الحقل . لكن المبيدات لا تفيد كثيرا فى تقليل انتقال الإصابة بهذه الفيروسات إلى الحقل المعامل بالمبيدات من الحقول المصابة المجاورة له .

٢ - لا تكافح الفيروسات غير المثابرة Nonpersistent بهذه الطريقة ؛ لأن الحشرة التى يراد مكافحتها يمكنها نقل الفيروس إلى النباتات السليمة قبل أن تؤثر فيها المبيدات ( عن Green ١٩٩١ ) .

٣ - فى حالة المن يجب توجيه الاهتمام نحو الطور المجنح الذى يعتبر أكثر الأطوار خطرا فى انتشار الإصابات الفيروسية . أما الطور غير المجنح ، فإنه لا ينشر المرض إلا للنباتات المجاورة فقط وبكفاءة ضعيفة ( عن Bawden ١٩٦٤ ) . وعموما .. فإن المبيدات المعروفة لا تفيد كثيرا فى وقف انتشار الأمراض الفيروسية التى تنتقل بواسطة

المن ؛ لأن المبيد لا يقتل الحشرة إلا بعد أن تكون قد نقلت الفيروس بالفعل من النبات المصاب إلى النبات السليم .

٤ - يجب توجيه المبيدات ليس فقط إلى المحصول المزروع ، وإنما كذلك إلى الحشائش النامية بجواره ؛ لأنها قد تكون من عوائل الحشرة أو الفيروس ، وتشكل مصدرا متجددا للإصابة بالفيروس .

٥ - يبدأ برنامج الرش بالمبيدات لمكافحة الحشرات - بغرض منع انتشار الأمراض الفيروسية - عند مستوى معين من الحشرة ( يعرف بالمستوى الحرج ) يقل كثيرا عن المستوى الذى تبدأ معه مكافحة الحشرة كافة نباتية . وعلى سبيل المثال .. يوصى ببدء برنامج مكافحة من الخوخ الأخضر *Myzus persicae* - بغرض منع حدوث مزيد من الانتشار لفيروس التفاف أوراق البطاطس Potato Leafroll Virus فى البطاطس - عندما تتراوح أعداد الطور غير المجنح للحشرة بين ٣ و ١٠ أفراد/ ١٠٠ ورقة سفلية من أوراق النبات ( DiFonzo وآخرون ١٩٩٥ ) .

٦ - تفيد - كثيرا - المبيدات النيماطودية والمركبات التى تستعمل فى تعقيم التربة بالتبخير فى مكافحة الفيروسات التى تنقلها اليمياتودا .

### المكافحة باستعمال الزيوت

سبقت مناقشة استخدام الزيوت فى مكافحة الحشرات ضمن موضوع «تعريف بالمبيدات الحشرية لآفات الخضر» فى الفصل الخاص بالحشرات ومكافحتها . وتعد المناقشة التى قدمناها فى هذا الموضوع ضرورية لاستكمال دراسة واستيعاب موضوعنا الحالى ، وهو الخاص باستعمال الزيوت فى مكافحة الحشرات والأكاروسات الناقلة للفيروسات .

ويلاحظ - بشأن استخدام الزيوت لهذا الغرض - ما يلى :

١ - جرت محاولات لاستعمال عدة أنواع من الزيوت فى منع انتقال الفيروسات ؛ منها زيوت الطعام ، والزيوت المعدنية ، والزيوت المصنعة Synthetic .

٢ - كانت الزيوت المعدنية أكثرها كفاءة ، ومن أمثلة الزيوت المعدنية التي نجح استعمالها في محاصيل الخضر كل من

Sunspray 6E

Sunspray 7E

JM5 Stylet-Oil

تستعمل هذه الزيوت - عادة - بتركيز ٧٥٪ ، ويجب رشها تحت ضغط عال ( ٤٠٠ رطل / بوصة مربعة أو نحو ٢٨ كجم / سم<sup>٢</sup> ) ، مع استعمال بشابير ( بزاييز ) خاصة ( أكثرها شيوعا البشابير TX-4 ، و TXVS-5 ) . وللحصول على أفضل النتائج يجب أن يكون قطر قطرات الزيت الخارجة من الرشاشة حوالي ٢٠٠ مم .

٣ - يجب تحديد التخفيف المناسب من كل زيت لكل محصول ؛ تجنباً لما قد يكون للزيوت من تأثيرات سامة على النباتات .

٤ - لا تعرف - على وجه الدقة - كيفية تأثير الزيوت على منع الانتقال الحشري للفيروسات . ولكن من المعروف - في حالة الفيروسات غير المثابرة التي ينقلها المن - أن الزيوت تعوق كلا من : عمليتي اكتساب الفيروس ، ونقله إلى النباتات .

وقد وجد أن الزيوت تتجمع في الشقوق الدقيقة بين خلايا البشرة ، وهي نفس المنطقة التي تتغذى فيها حشرة المن . وعندما تتغذى الحشرة تلتوث أجزاء الفم الثابتة الماصة بالزيت ، ومن هذه اللحظة تتوقف قدرتها على التقاط الفيروس ، أو نقله ، أو إحداث إصابة جديدة .

٥ - ثبتت فاعلية الزيوت في تقليل انتقال الفيروسات غير المثابرة ، ونصف المثابرة ، والمثابرة التي ينقلها المن ، والفيروسات التي تنقلها الذبابة البيضاء .

٦ - استخدمت الزيوت بنجاح على نطاق تجارى في إنتاج كل من : الفلفل ، والكوسة ، والطماطم في الولايات المتحدة وبعض الدول الأخرى .

٧ - عند استخدام الزيوت في مكافحة المن يجب الاستمرار في رش النباتات بصفة دورية حتى الحصاد ، كما يجب أن يغطي الرش جميع أجزاء النبات ؛ لأن الزيت يعطى وقاية فقط ولا يقتل الحشرة ، كما يجب أن يكون الرش كل خمسة أيام في

الأوقات التي تكثر فيها الأطوار المجنحة ، وكل سبعة أيام في النباتات السريعة النمو كالقرعيات والطماطم .

٨ - يجب تجنب الرش عندما تنخفض الحرارة عن ١٥م ( JMS Flower Farms ) ، و ١٩٦٩ ، و Green ( ١٩٩١ ) .

وقد درس Webb & Linda ( ١٩٩٣ ) تأثير الرش بالزيت المعدني JMS Stylet Oil على انتشار عدد من فيروسات القرعيات التي تنتقل بواسطة المن ( هي : فيروس موزايك البطيخ رقم ٢ ، وفيروس موزايك الزوكيني الأصفر ، وفيروس تبقع الباباظ الحلقي طراز W ) في البطيخ . وقد توصل الباحثان من دراستهما إلى أن المعاملة بالزيت قد تفيد في تأخير الإصابات الأولى عندما تكون مصادر الإصابة بالفيروس محدودة .

كما درس Marco ( ١٩٩٣ ) تأثير المعاملة بالزيت على انتشار الإصابة بفيروس Y البطاطس ، وفيروس موزايك الخيار في الفلفل ، ووجد أن الرش بالزيت المعدني Virol - منفردا - بتركيز ١٪ أحدث نقصا قدره حوالي ٤٠٪ في الإصابة الفيروسية مقارنة بمعاملة الشاهد .

### مكافحة ناقل الفيروس بالممارسات الزراعية

من أهم الممارسات الزراعية التي تفيد في منع انتقال الفيروسات إلى النباتات عن طريق الكائنات الحاملة والناقلة لها ما يلي :

#### زراعة محاصيل حاجزة او عائقة

تفيد زراعة المحاصيل الحاجزة أو العائقة Barrier Crops في منع انتقال الإصابات الفيروسية بواسطة المن ، وذلك بإحاطة الحقل بحزام من محصول آخر ، مع مكافحة الحشرة في هذا الحزام ؛ فمثلا . . . يمكن حماية نباتات الفلفل ، والكرفس ، والطماطم من حشرة المن الحاملة لفيروس Y البطاطس Potato Virus Y بإحاطتها بحزام عرضه ١٥م من عباد الشمس . وقد أدى رش هذا الحزام بالملاثيون إلى زيادة كفاءته في عدم وصول الفيروس إلى النباتات في الحقل .

كما يمكن خفض حدة الإصابة بفيروس تبقع الباباظ الحلقي الذي يصيب القرعيات بزراعة حزام من الذرة حول حقل القرعيات ؛ حيث تحط حشرة المن المهاجرة إلى الحقل - من الحقول المجاورة - على نباتات الذرة الأكثر طولاً والأكثر جاذبية للحشرة إذا قورنت بالقرعيات ؛ حيث تسبر الذرة بأجزاء فمها الثاقبة الماصة عدة مرات - تفقد خلالها ما قد تحمله من جزئيات هذا الفيروس - قبل أن تنتقل إلى نباتات القرعيات .

### **زراعة محاصيل صائفة للحشرات**

من الممكن حماية الحقل من الحشرات الناقلة للفيروسات بزراعة العوائل التي تفضلها الحشرة بين خطوط الزراعة . فمثلاً . . وجد Al-Musa ( ١٩٨٢ ) في الأردن أن زراعة الخيار أو الباذنجان أو الذرة بين خطوط الطماطم - قبل الشتل بشهر - أدت إلى خفض معدل الإصابة بفيروس تجعد واصفرار الأوراق في الطماطم ؛ لأن الحشرة فضلت هذه العوائل على الطماطم . وقد كان الخيار أكثرها جاذبية للحشرة . كما أوصى Yassin ( ١٩٨٣ ) باتباع هذه الطريقة في مكافحة نفس المرض في السودان .

وتزداد فاعلية هذه الطريقة عند رش النباتات الصائفة بالمبيدات الجهازية التي تعمل على قتل الحشرات التي تحط عليها أولاً بأول .

### **استعمال قش الأرز كغطاء للتربة لجذب الحشرات**

أدى استعمال قش الأرز كغطاء للتربة وقت زراعة البذور إلى تأخير انتشار الإصابة بفيروس تجعد واصفرار أوراق الطماطم في حقول الطماطم لمدة ٣ أسابيع ، وصاحب ذلك نقص تعداد حشرة الذبابة البيضاء الناقلة للفيروس في الحقل ، وكانت الحشرة تنجذب نحو القش بسبب لونه الأصفر ، ثم تموت بسبب حرارته العالية . وقد انخفضت فاعلية القش بعد ثلاثة أسابيع من فرشها على سطح التربة ، وصاحب ذلك تحوله إلى اللون الرمادي ( Cohen وآخرون ١٩٧٤ ) .

كذلك اتبعت هذه الوسيلة في حماية الخيار من الإصابة بفيروس اصفرار عروق الخيار Cucumber Vein Yellowing Virus - الذي تنقله - أيضاً - الذبابة البيضاء .

## تثبيت لوحات وشرائط جاذبة وصائدة للحشرات

تنجذب بعض الحشرات - بقوة - إلى اللون الأصفر الذى يعكس الأشعة التى تتراوح أطوال موجاتها بين ٥٠٠ و ٧٠٠ نانوميتر ( مللى ميكرون ) ؛ ومن أمثلتها حشرتا المن والذبابة البيضاء .

تتوفر الشرائط اللاصقة بعرض ٥ سم ، وبطول ٦٠٠ م ، وهى تصنع من البوليثيلين ، وتكون ذات لون أصفر زاه ، ومغطاة بمادة لزجة تلتصق بها الحشرات بعد أن تنجذب إلى اللون الأصفر . يحتاج الفدان إلى نحو ١٨٠٠ متر طولى من الشريط ، ويكفى نحو لتر من المادة اللاصقة لدهان ١٠٠ متر من الشريط .

أما اللوحات اللاصقة فإنها تتوفر بأبعاد ١٥ × ٣٠ سم ، وهى عبارة عن شرائح من البلاستيك الأصفر الزاهى ، وتغطى من الوجهين بمادة لاصقة . وتثبت هذه اللوحات عند مستوى النباتات ( شكل ٩ - ٤ ، يوجد فى آخر الكتاب ) .

تجذب الشرائط واللوحات اللاصقة الحشرات الصغيرة ( مثل المن ، والذبابة البيضاء ، والترس ، ونافقات الأوراق ) بسبب لونها الأصفر ، ثم تلتصق بها ؛ ولذا .. فهى تعد وسيلة فعالة لمكافحة الحشرات الناقلة للفيروسات ( عن كتالوج A. H. Hummert Seed Co. ١٩٨٩ ) .

وقد استخدمت شرائح البوليثيلين اللاصقة الصفراء - فى الجانب المقابل للرياح من الخنقل - لحفض الإصابة بفيرس Y البطاطس وفيرس موزايك الخيار فى الفلفل ؛ وذلك فى الحالات التى لا يتواجد فيها المن بكثافة عالية . وقد طبقت هذه الطريقة على مستوى الإنتاج الحقلى للفلفل فى إسرائيل ، ولكن يعيبها أن شرائح البوليثيلين تتعرض للتمزق بفعل الرياح ، كما تقل كفاءتها تدريجيا ؛ بسبب التصاق الغبار وحببات الرمل - التى تحملها الرياح - بها ( عن Palti ١٩٨١ ) .

### استعمال اغطية التربة البلاستيكية الصفراء الجاذبة للحشرات

يفيد استخدام البلاستيك ( البوليثيلين ) الأصفر - كغطاء للتربة فى حالة الطماطم - فى خفض معدلات الإصابة المبكرة بفيرس تجعد واصفرار أوراق الطماطم ؛ لأنه

يجذب إليه حشرة الذبابة البيضاء الناقلة للفيروس ؛ مما يؤدي إلى موتها بفعل ملامستها للبلستيك الساخن ( عن Cohen & Melamed-Madjar ١٩٧٨ ) .

وقد وجد أن استعمال الأغذية البلاستيكية الصفراء للتربة مع الرش اليومي لنباتات الطماطم بمبيد Smash أدى إلى خفض الإصابة بالفيروس فى صنف الطماطم TY20 إلى ٢,٢٪ ( فى وادى الأردن الذى تكون الإصابة فيه بالفيروس عالية للغاية فى العروة الخريفية ) ، مقارنة بنحو ٤٥٪ باستعمال بلاستيك شفاف مع الرش أسبوعيا بالمبيد ( عن Zamir وآخرين ١٩٩١ ) .

ومن المتوقع - كذلك - أن يكون للأغذية الصفراء تأثير مماثل على الفيروسات الأخرى التى تنقلها الذبابة البيضاء إلى القرعيات ؛ مثل فيروس تجعد أوراق الكوسة ، ومختلف الفيروسات التى تُحدث اصفراراً بين العروق فى الأوراق المسنة لمختلف القرعيات ، وخاصة الخيار والقاوون ( Hassan وآخرين ١٩٩٠ ، و ١٩٩١ ) .

كما وجد أن الأغذية البلاستيكية الصفراء - وبدرجة أقل الأغذية البرتقالية اللون - تجذب إليها حشرة من الخوخ *Myzus persicae* ( عن Csizinsky وآخرين ١٩٩٥ ) .

### استعمال (غذية التربة البلاستيكية العاكسة للضوء والطاردة للحشرات

تستعمل لهذا الغرض الأغذية البلاستيكية ( أغذية البوليثيلين ) البيضاء أو ذات السطح الفضى . تثبت هذه الأغذية على سطح التربة قبل الزراعة لتحقيق عدة أهداف ( يراجع فى ذلك حسن ١٩٩٧ ) ، ولكن ما يهمنا فى هذا المقام أنها تعمل على طرد الحشرات ؛ بسبب انعكاس الأشعة فوق البنفسجية من عليها ؛ الأمر الذى يحدث ارتباكاً لبعض الحشرات ( مثل : المن ، والترس ، والذبابة البيضاء ، وصانعات الأنفاق ) عندما تحاول أن تحط على النباتات ؛ وبذا فهى تفيد فى مكافحة الحشرات ذاتها ، وفى الحد من انتشار الأمراض الفيروسية التى تنقلها تلك الحشرات .

ومن بين الفيروسات التى تكافح بهذه الطريقة - فى الولايات المتحدة - فيروس موزايك الخيار وفيروس Y البطاطس فى الفلفل ، وفيروس موزايك البطيخ فى

الكوسة ، وغيرها من الفيروسات ، وخاصة الفيروسات غير المثابرة التي ينقلها المن ، والتي لا يفيد معها - كثيرا - استعمال المبيدات ضد المن ؛ حيث يمكن أن تنقل الحشرة الفيروس إلى النبات السليم قبل أن تموت بفعل المبيد .

ونقدم - فيما يلي - عرضا للدراسات التي أجريت في هذا المجال :

في عام ١٩٦٤ توصل Smith وآخرون إلى أن وجود شرائح ألومنيومية عاكسة للضوء - بين خطوط الجلادبولس ، ونبات الـ *Veronia anthelmintica* - قلل أعداد حشرة المن التي تم اصطيادها - في أوعية صفراء تحتوى على ماء - بمقدار ٩٦٪ ، و ٩٨٪ في النوعين النباتيين ، على التوالي . وقد صاحب ذلك انخفاض معدل الإصابة بفيروس موزايك الخيار - في الجلادبولس - بنسبة ٦٧٪ ، بينما لم تحدث أية إصابة بالفيروس في *V. anthelmintica* . كما كان لمعاملة رش مسحوق ألومنيومي نفس فاعلية استعمال شرائح الألومنيوم .

وقد كانت معاملة الألومنيوم فعالة كمنفرة وطاردة لما لا يقل عن ١٢ نوعاً من المن ؛ منها عدة أنواع تعرف بكثرة نقلها للفيروسات ؛ مثل من الخوخ ، ومن البطاطس .

ويستدل من دراسات Wyman وآخرين ( ١٩٧٩ ) على أن أعداد حشرة المن المجنح المهاجر إلى حقول الكوسة انخفضت بنسبة ٩٦٪ ، و ٦٨٪ عند استعمال أغشية بلاستيكية - للتربة - الألومنيومية وبيضاء اللون على التوالي . وقد شكل من الخوخ الأخضر نحو ٩٢٪ من أعداد المن التي تم اصطيادها ، والتي كانت من ١٦ نوعاً .

وبينما بلغت نسبة الإصابة بفيروس موزايك البطيخ ( وهو الفيروس الوحيد الذي وجد بالحقل ) نحو ٩٠٪ في معاملة الشاهد ، فإن الإصابة انخفضت بنسبة ٩٤٪ ، و ٧٧٪ في معاملي أغشية التربة على التوالي . وقد صاحب ذلك زيادة في المحصول بلغت حوالى ٤٣٪ ، وكانت الزيادة أكبر في المحصول المبكر ؛ حيث بلغت ٨٥٪ ، و ٦٩٪ في معاملي أغشية التربة على التوالي .

ويذكر Schwartz & Hamel ( ١٩٨٠ ) أن استعمال أغشية للتربة من رقائق الألومنيوم أدى في الكوسة إلى خفض أعداد حشرة المن ، وتأخير الإصابة بالفيروس ،

وزيادة المحصول ، كما أدى استعمالها فى الطماطم إلى نقص الإصابة بصناعات الأنفاق ، والبقة الخضراء . وتدلل هذه الدراسة على أهمية انعكاس الضوء من رقائق الألومنيوم فى خفض شدة الإصابة الحشرية والفيروسية ، ولكن لا يمكن - بالطبع - استعمال تلك الأغذية فى الإنتاج التجارى للخضر ؛ بسبب تكلفتها الباهظة .

وقد وجد Schalk & Robbins ( ١٩٨٧ ) أن استعمال الأغذية البلاستيكية الفضية للتربة فى حقول الطماطم كان طاردا لحشرة المن ، ولكنه أدى إلى زيادة الإصابة بحشرتى دودة ثمار الطماطم (*Helicoverpa zea*) وال (*Keiferia lycopersicella*) tomato pinworm .

وقد انخفضت شدة الإصابات الفيروسية فى حقول الكوسة - فى ولاية أوكلاهوما الأمريكية - عند استعمال أى من أغذية التربة البلاستيكية البيضاء ، أو الألومنيوية العاكسة للضوء ، أو السوداء المطلية بالألومنيوم ، وكانت أكثرها فاعلية - فى زيادة المحصول وخفض الإصابة الفيروسية - الأغذية الألومنيومية العاكسة للضوء ( Conway وآخرون ١٩٨٩ ) .

كما أوضحت دراسات Greenough وآخرين ( ١٩٩٠ ) أن استعمال تلك الشرائح البلاستيكية ذات السطح الألومنيومى مع محصولى الطماطم والفلفل أدى إلى تخفيض أعداد حشرة التربس التى أمكن اصطيادها بنسبة ٦٨٪ فى الطماطم ، و ٦٠٪ فى الفلفل ، وصاحب ذلك نقص فى نسبة الإصابة بفيروس ذبول الطماطم المتبع - الذى ينقله التربس - بنسبة ٦٤٪ فى الطماطم ، و ٧٨٪ فى الفلفل .

هذا .. وقد تبين من دراسات Lamont وآخرين ( ١٩٩٠ ) أن طلاء شريط الألومنيومى على سطح الأغذية البلاستيكية السوداء ، أو استعمال أغذية عاكسة للضوء - بيضاء أو ألومنيومية - أدى ( فى ولاية كارولينا الشمالية ) إلى تأخير ظهور أعراض الإصابة بفيروس تبرقش البطيخ رقم ٢ فى الكوسة - الذى ينقله المن - ولكنه لم يمنع الإصابة أو انتشارها ، وخاصة فى نهاية موسم النمو .

وفى ولاية ألاباما الأمريكية وجد Brown & Brown ( ١٩٩٢ ) أن حشرة التربس

كانت أكثر تواجدا على نباتات الطماطم التي استعملت في إنتاجها غطاء بلاستيكي أبيض للتربة ، مقارنة باستعمال غطاء بلاستيكي أسود ، أو بلاستيكي بلون الألومنيوم ، أو بدون غطاء . هذا . . إلا أن الفروق التي لوحظت في بداية موسم النمو تقلصت تدريجيا بمرور الوقت ؛ حيث غطت النباتات مساحات متزايدة من الغطاء البلاستيكي للتربة . وقد كان التربس *Frankliniella occidentalis* أكثر الأنواع تواجدا في هذه الدراسة .

كما درس Brown وآخرون ( ١٩٩٣ ) تأثير عدة ألوان من أغطية التربة البلاستيكية في حقول الكوسة على أعداد حشرة المن ، ومدى انتشار الإصابة بفيروسات موزايك الخيار ، وموزايك البطيخ رقمي ١ ، و٢ ، وموزايك الزوكيني الأصفر ، وموزايك الكوسة . وقد أوضحت الدراسة أن البلاستيك الفضي اللون أعطى محصولا قابلا للتسويق أعلى من الكنترول ( بدون غطاء بلاستيكي للتربة ) . وكانت الألوان الأخرى المستخدمة ( الأبيض ، والأصفر ، والأسود بحافة صفراء ) متوسطة في تأثيرها على أعداد المن والإصابات الفيروسية . وقد أدى استعمال الغطاء البلاستيكي الفضي منفردا - بدون استعمال المبيدات الحشرية - إلى تأخير بداية ظهور مختلف الإصابات الفيروسية بنحو ١٠ - ١٣ يوما .

ويستدل من دراسات Csizinsky وآخرين ( ١٩٩٥ ) - التي استعملوا فيها أغطية بلاستيكية زرقاء ، وبرتقالية ، وحمراء ، وألومنيومية ، وصفراء ، وبيضاء - على أن أعداد حشرة المن التي تم اصطيادها من على نباتات الطماطم كانت أقل ما يمكن عندما استعمل البلاستيك الألومنيومي والأصفر ، وأعلى ما يمكن عندما استعمل البلاستيك الأزرق . كما وجدت أقل أعداد للتربس عندما استعمل البلاستيك الألومنيومي ، وكانت أقل أعداد للذبابة البيضاء عندما استعمل البلاستيك الأصفر . وكان نقص أعداد الذبابة البيضاء عندما استعمل البلاستيك الأصفر مصاحبا بتأخير في ظهور أعراض الإصابة بفيروس تبرقش الطماطم *tomato mottle virus* - الذي تنقله الذبابة البيضاء - وزيادة في المحصول .

وفي دراسة قورن فيها تأثير معاملة أغطية التربة العاكسة للضوء ، مع كل من الرش بالمبيدات ، والرش بالزيوت المعدنية ، أو الجمع بين أكثر من معاملة منها - معاً - على

إصابة الكوسة بفيرس تبقع الباباڤ الحلقي Papaya Ringspot Virus W - الذى ينقله المن - وجد Pinese وآخرون ( ١٩٩٤ ) ما يلى :

١ - قللت أغطية التربة البلاستيكية ذات السطح الفضى نسبة المخاطرة Hazard Ratio للإصابة بالفيروس إلى ٠,٣٢ ، مقارنة بـ ١,٠ فى معاملة الشاهد .

٢ - تساوت معاملة الجمع بين الرش بالزيت المعدنى ألبارول Albarol بنسبة ١٪ ، والرش بالمبيد الحشرى ميتاسيستوكس Metasystox 250 ٢٥٠ مع معاملة الغطاء الفضى العاكس فى خفض نسبة المخاطرة للإصابة بالفيروس .

٣ - كانت أكثر المعاملات فاعلية هى الجمع بين الغطاء الفضى اللون للتربة والرش بكل من الزيت المعدنى والمبيد ؛ حيث أدت إلى خفض نسبة المخاطرة إلى ٠,١٦ ، وتضاعف فيها محصول الثمار الخالية من أعراض الإصابة ، وزادت فيها عدد مرات الحصاد إلى أكثر من الضعف مقارنة بمعاملة الشاهد .

٤ - كان الغطاء البلاستيكى الأسود للتربة - منفردا - فعالا جزئيا ؛ حيث قلل نسبة المخاطرة إلى ٠,٦٦ ، وكان هذا التأثير جوهريا مقارنة بالكتترول .

٥ - لم تكن الأغطية البلاستيكية الزرقاء والرمادية مؤثرة ؛ حيث كانت نسبة المخاطرة معهما ٠,٨٦ ، ٠,٩٩ على التوالى .

٦ - كان الزيت المعدنى ألبارول أكثر فاعلية من الزيت لوفس Lovis ، حينما استعمل أى منهما مع المبيد ميتاسيستوكس ٢٥٠ ؛ حيث كانت نسبة المخاطرة ٠,٢٦ ، ٠,٤٦ فى المعاملتين على التوالى .

### **رش النباتات بمعلقات بيضاء لعكس الضوء وطرده الحشرات**

أمكن تقليل أعداد المن المجنح على أشجار الليمون البنزهير برش النبات بمعلق من الطين الأبيض ( يحتوى على كاولينيت Kaolinite ، ومونت موريللونيت Montmo-rillonite ) فى الماء ، ولكن لم يدرس تأثير هذه المعاملة على الإصابات الفيروسية ( عن Palti ١٩٨١ ) .

كذلك وجد Marco ( ١٩٩٣ ) أن رش نباتات الفلفل بماء الكلس Whitewash ( ك Yalbin أو Loven ) بنسبة ١٠٪ قلل الإصابة بالفيروسات التي تنقلها المن ( فيرس Y البطاطس ، وفيرس موزايك الخيار ، وفيرس موزايك البرسيم الحجازى ) بنسبة ٤٠٪ ، وتساوى تأثير هذه المعاملة مع معاملة الرش بالزيت المعدنى Virol بنسبة ١٪ . وقد أحدث الرش بماء الكلس - منفردا - ضررا بسيطا للنباتات فى مرحلة نمو الورقة الحقيقية الأولى ، ولكنه لم يضر بالنباتات الأكبر عمرا من ذلك . وبالمقارنة . . أضر الجمع بين الرش بماء الكلس مع الرش بأى من المبيد الحشرى pirimicarb أو الزيت المعدنى Virol كثيرا بالنباتات ، وأحدث نقصا معنويا فى المحصول ، بينما أحدث الرش بماء الكلس - منفردا - زيادة معنوية فى المحصول .

### تغطية النباتات بشباك بيضاء طاردة للحشرات

أدى وضع شبك بوليثلين بيضاء اللون - أعلى مستوى نباتات الفلفل بنحو ٥٠سم - إلى خفض معدل إصابتها بفيروس موزايك الخيار وفيرس Y البطاطس اللذين ينقلهما المن . وكانت الشباك البيضاء أكثر فاعلية من كل من : الشباك الصفراء اللون ، والشباك ذات اللون الرمادى الفاتح .

وأوضحت الدراسات أن استعمال شبك ذات فتحات بأبعاد ١٠ × ٣سم ، وخيوط قطرها ١,٣مم - والتي تقلل الإضاءة بنحو ٢٠٪ - كان أفضل من غيرها ؛ وذلك لانخفاض أسعارها ، مع احتفاظها بفاعليتها فى طرد الحشرات الناقلة للفيروسات .

وقد كان متوسط أعداد المن فى مساحة ٣٠ × ٣٠سم هو ٦,٦ فردا تحت الشباك البيضاء ، مقارنة بنحو ٤٦,٠ فردا تحت الشباك الصفراء ، و ٥٥,٣ فردا فى معاملة الشاهد بدون شبك .

وتؤدى الشباك دورا مزدوجا ؛ فهى تطرد المن بما تعكسه من ضوء ، كما أنها تخفى المحصول عن المن الذى لا يزيد مدى رؤيته على ٥٠سم ( عن Palti ١٩٨١ ) .

### استعمال الاغطية الطافية للنباتات لمنع وصول الحشرات إليها

تستعمل الاغطية الطافية للنباتات Floating Plant Covers لتحقيق عدة أهداف

( يراجع لذلك حسن ١٩٩٧ ) ، ولكن ما يهمنا في هذا المقام هو منع الأغذية وصول الحشرات الناقلة للفيروسات إلى النباتات .

وهذه الأغذية غير منسوجة ، وتصنع إما من البولسترين ، وإما من البولي بروبيلين وهي خفيفة الوزن ؛ حيث لا يزيد وزنها على ١٧ جم لكل متر مربع ، وتسمح بنفاذ الماء والهواء ، ونحو ٩٠٪ - ٩٥٪ من الضوء الساقط عليها .

توضع هذه الأغذية إما على النباتات مباشرة ( شكل ٩ - ٥ ) ، يوجد في آخر الكتاب ) ، وإما على أقواس سلكية متباعدة تُثبت على خطوط الزراعة ( شكل ٩ - ٦ ، يوجد في آخر الكتاب ) . والطريقة الثانية هي المفضلة ، ويلزم معها تغليف الأقواس السلكية بخراطيم رى بالتنقيط مُستهلكة للمحافظة على الغطاء من التمزق .

وتستعمل هذه الأغذية في الزراعات الحقلية لوقاية النباتات من جميع الأمراض الفيروسية التي تنقلها الحشرات ؛ فهي - مثلا - تستخدم بصورة تجارية لحماية الطماطم من فيروس تجعد واصفرار الأوراق في منطقة الشرق الأوسط ، وفي حماية الكوسة من فيروس تجعد أوراق الكوسة وفيروس اصفرار الخس المعدى في كاليفورنيا ، وفي حماية الباذنجانيات من فيروس Y البطاطس في أوريغون ، وفي حماية الخس من فيروس موزايك الخس في أوروبا ( Tomato Leaf Curl Newsletter - العدد الثالث - ١٩٩٣ ) .

ففي كاليفورنيا .. لم يُجد الرش بالمبيدات الحشرية في مكافحة الذبابة البيضاء والأمراض الفيروسية التي تنقلها الذبابة إلى الكوسة . وبالمقارنة .. أدى إبعاد الذبابة البيضاء تماما عن النباتات - من بداية الإنبات حتى بداية عقد الثمار بأغذية بالبولسترين - إلى منع إصابتها بكل من : فيروسى التفاف أوراق الكوسة ، واصفرار الخس المعدى خلال تلك المرحلة الحرجة من نموها ، وصاحب ذلك زيادة المحصول إلى أكثر من ٢٠ مثل محصول النباتات غير المغطاة ، فضلا على أن معظم ثمار النباتات غير المغطاة كانت مشوهة الشكل .

وفي هذه الدراسة كان الغطاء يوضع على النباتات مباشرة ، علما بأنه يُنقذ ٧٠٪ - ٨٠٪ من الضوء الساقط عليه ( Natwick & Durazo ١٩٨٥ ) .

وأوضحت الدراسات التي أجريت في المكسيك إمكان خفض الإصابة بفيرس الالتفاف والتبرقش Curly Mottle Virus ، وفيرس موزايك الزوكيني الأصفر في البطيخ بنسبة ٨٠٪ - ١٠٠٪ ؛ باستعمال أغطية البوليسترين غير المنسوجة ، علما بأن هذين الفيروسين ينتقلان بواسطة حشرة المن ( The Agri Plastics Report - المجلد الثالث - العدد الثالث - سبتمبر ١٩٨٧ ) .

وفي دولة الإمارات . . أدى استعمال أغطية البولي بروبيلين ( أجريل بي ١٧ ) لمدة ٣٨ يوماً من الزراعة - مقارنة بعدم استعمالها - مع الرش بالمبيدات الحشرية في كلتا الحالتين إلى نقص نسبة النباتات المصابة بالاصفرار والتدهور على النحو التالي ( وافي وآخرون ١٩٨٨ ) :

عدد الأيام من الزراعة	الإصابة في النباتات المغطاة ( % )	الإصابة في النباتات غير المغطاة ( % )
٣٠	صفر	٢,٩
٧٠	٠,٥	٢٢,٦
نهاية الموسم	٣١	٥١,٠

هذا مع العلم بأن الاصفرار والتدهور مرض فيروسي ينتقل بواسطة الذبابة البيضاء ، ويصيب مختلف القرعيات ( Hassan & Duffus ١٩٩٠ ) .

وفي إيطاليا . . وجد Tomassoli وآخرون ( ١٩٩٣ ) أن الغطاء غير المنسوج Lutrasil Thermoselect وفر حماية كافية لنباتات الكوسة من الإصابة بفيرس موزايك الزوكيني الأصفر ، وفيرس موزايك الخيار اللذين ينتقلان بواسطة المن .

والى جانب الأغطية النباتية المصنوعة من البوليسترين والبولي بروبيلين ، فقد ظهرت مؤخراً أغطية طافية خفيفة الوزن مصنوعة من البوليثلين Spunboded Poly- ethylene row covers . وقد نجح استعمال هذه الأغطية - في فلوريدا - في حماية الكوسة من الإصابة بكل من الفيروسات التي ينقلها المن ، والتلون الفضي الذي تحدثه تغذية الذبابة البيضاء ، فضلاً على استبعاد الغطاء للمن ، والذبابة البيضاء ، وحشرات أخرى ؛ الأمر الذي أدى إلى زيادة المحصول بدرجة كبيرة للغاية مقارنة بعدم

التغطية ، وكانت الزيادة فى المحصول أكبر عندما ترك الغطاء فى مكانه إلى ما بعد بداية الإزهار بمدة أسبوعٍ واحدٍ على الأقل ( Webb & Linda ١٩٩٢ ) .

### **اختيار موعد الزراعة المناسب لتجنب مواسم الإصابات الشديدة**

يمكن - أحيانا - تجنب الإصابة الفيروسية كلية ؛ وذلك بالزراعة فى المواعيد التى يقل أو ينعدم فيها نشاط الحشرات الناقلة لها ، وخاصة فى طور البادرة ؛ حيث نضمن - على الأقل - عدم إصابة النباتات بالفيروس فى أولى مراحل نموها . وكمثال على ذلك تفلت شتلات الطماطم - التى تزرع بذورها خلال شهر يناير - من الإصابة بفيروس تجعد واصفرار الأوراق ؛ نظرا لعدم تواجد الذبابة البيضاء فى الحقول المكشوفة خلال تلك الفترة ، ولكنها قد تتواجد فى البيوت المحمية . كما أن زراعات الطماطم فى العروات الصيفية المتأخرة والخريفية تتعرض للإصابة الشديدة بهذا الفيروس ؛ بسبب ازدياد أعداد الذبابة البيضاء كثيرا ؛ ابتداء من شهر يونية حتى سبتمبر . وفى المقابل . . تزيد أسعار الطماطم المنتجة فى تلك العروات - كثيرا - عن أسعار محصول العروة الصيفية المبكرة ؛ الأمر الذى يجعل اتباع هذه الوسيلة فى المكافحة أمرا غير عملى .

وما قيل عن فيروس تجعد واصفرار أوراق الطماطم يُقال كذلك عن مختلف الفيروسات الأخرى التى تنقلها الذبابة البيضاء ؛ مثل فيروس اصفرار عروق الخيار فى الخيار ، وفيروس التفاف أوراق الكوسة فى الكوسة ، وبعض فيروسات الاصفرار فى الخيار والقاوون ، وفيروس موزايك الفاصوليا الذهبى فى الفاصوليا .

كذلك يراعى - إن أمكن - اختيار موعد الزراعة المناسب الذى يقل فيه نشاط وتكاثر حشرة المن ؛ لتجنب الإصابة بعدديدٍ من الفيروسات التى ينقلها المن ؛ مثل : فيروس موزايك الخيار فى الطماطم ، وفيروس موزايك الفول الرومى فى الفول الرومى ، وغيرهما .

### **مكافحة الفيروسات باستبعاد مصادر الإصابة**

من أهم الممارسات الزراعية التى تتبع لاستبعاد مصادر الإصابات الفيروسية ما يلى :

١ - إزالة النباتات المصابة بالفيروس وهى لاتزال صغيرة ؛ حتى لا تبقى فى الحقل كمصدرٍ دائمٍ للإصابة .

٢ - التخلص من الحشائش بالعزيق ؛ لأنها يمكن أن تشكل مصدرا متجددا لعديد من الإصابات الفيروسية ؛ مثل فيروس موزايك الخيار ، وفيروس Y البطاطس اللذين يصيبان عديدا من أنواع الحشائش .

٣ - يفيد - أحيانا - ترك الأرض خالية تماما من المحاصيل التى تصاب بفيروس معين للحد من انتشاره فى الزراعة التالية . وبالرغم من أن فترة شهر واحد إلى ثلاثة شهور بدون زراعة للمحصول القابل للإصابة تكفى لتحقيق هذا الهدف ، إلا أن الإصابة يمكن أن تأتى من أية زراعات أخرى بالمنطقة ؛ لذا . . فإن هذا الإجراء يجب أن يسرى تنفيذه - بواسطة القوانين المنظمة لذلك - على مساحات شاسعة من الأراضى الزراعية ، كما هو متبع فى جنوب كاليفورنيا ؛ حيث تتوقف زراعة الكرفس لمدة ٣ - ٥ شهور ؛ لتجنب انتشار الإصابة بفيروس موزايك الكرفس .

### مكافحة الفيروسات باستعمال تقاؤ خالية من الإصابة

#### أولا : فى حالات التكاثر الجنسى بالبذور

يراعى فى الحالات التى ينتقل فيها الفيروس عن طريق البذور ما يلى :

١ - استبعاد النباتات التى تظهر عليها أعراض الإصابات الفيروسية من حقل إنتاج البذور .

٢ - استعمال بذورٍ معتمدةٍ فى الزراعة .

٣ - معاملة البذور كيميائيا ، أو حراريا . . فمثلا يمكن تخليص أغلفة بذور الطماطم من فيروس موزايك التبغ بنقعها لمدة ٣٠ دقيقة فى محلول trisodumphos-phate بتركيز ١٢,٥٪ . كما يمكن فى حالات الإصابات الداخلية للبذور بنفس الفيروس التخلص منه بوضع بذور الطماطم فى حرارة ٧٨م لمدة ٢ - ٣ أيام . ويراعى فى هذه الحالة أن تكون المعاملة جافة ( أى ليست بالنقع فى الماء الدافئ ) ، مع خفض رطوبة البذور إلى ٤ - ٦٪ قبل إجراء المعاملة ، وإلا تأثر إنبات البذور سلبيا بها .

## ثانياً: في حالات التكاثر الخضرى

تنتقل جميع الفيروسات عن طريق الأجزاء الخضرية المستعملة فى التكاثر ؛ ولذا . . فإن التأكد من خلو تقاوى هذه المحاصيل من الفيروسات يعد أمراً أساسياً فى عملية إنتاج التقاوى .

ويمكن الحصول على التقاوى الخالية من الإصابة الفيروسية بالمعاملة الحرارية ( تكون فى البطاطس لمدة شهر على حرارة ٣٩ م ) ، أو بزراعة القمة الميرستيمية ، أو بالمعاملة الحرارية ثم زراعة القمة الميرستيمية . ويتم التأكد من خلو النباتات المنتجة من الإصابات الفيروسية بالطرق السيرولوجية ، فيما يعرف بعملية الـ Virus Indexing .

ومن أهم وسائل الكشف عن الإصابات الفيروسية ( الـ Virus Indexing ) اختبار الـ ELISA ( اختصاراً لـ : Enzyme-Linked Immunosorbent Assay ) ، الذى يمكن عن طريقه اختبار عديد من النباتات خلال فترة وجيزة ( شكل ٩ - ٧ ، يوجد فى آخر الكتاب ) .

## حماية النباتات من سلالات الفيروس القوية بإصابتها بسلالات ضعيفة

من الحقائق المعروفة أن إصابة النبات بسلالة ضعيفة من أحد الفيروسات تجعله أكثر مقاومة للإصابة بسلالات قوية من نفس هذه الفيروسات ، ويعرف ذلك باسم المناعة المكتسبة acquired immunity ؛ وهى شبيهة بالمناعة التى يكتسبها الإنسان أو الحيوان عند التطعيم .

وتطبق تلك الحقيقة على نطاق تجارى فى مكافحة بعض الفيروسات الهامة ، لكن يعيها ضرورة إصابة جميع النباتات بالسلالة الضعيفة . وبرغم أن هذه السلالة لا تحدث أضراراً بالنبات ، إلا أن مجرد وجودها بهذا الانتشار يزيد كثيراً من احتمالات ظهور طفرات شديدة الضراوة ، كما أنها تتفاعل مع الفيروسات الأخرى - مثلها فى ذلك مثل السلالات القوية - الأمر الذى قد يؤدى إلى أضرار جسيمة . فمثلاً إذا أصيب نبات الطماطم بفيروس X البطاطس (PVX) إلى جانب إصابته بفيروس موزايك

الطماطم ، فإن ذلك يؤدي إلى تشوهات وأعراض شديدة تقضى على النبات كلية ،  
برغم أن أيا منهما على انفراد لا يعد من الفيروسات الخطيرة ( Bawden ١٩٦٤ ) .

هذا . . ويمكن اعتبار هذه الطريقة نوعا من المكافحة البيولوجية .

وقد اتبعت هذه الطريقة فى مكافحة فيروس موزايك التبغ ( موزايك الطماطم ) فى  
الطماطم ، إلا أن انتشار استخدام الأصناف المقاومة فى الزراعة قلل من شأن المناعة  
المكتسبة فى مكافحة هذا المرض .

وتتبع هذه الطريقة على نطاق تجارى واسع لمكافحة فيروس ترستيزا الحمضيات  
Citrus Tristeza Virus فى الحمضيات بالبرازيل ، وفيروس تبقع الباباظ الحلقي  
Papaya Ringspot Virus فى الباباظ بهاواى .

كذلك أمكن مكافحة فيروس موزايك الزوكيني الأصفر - بنجاح كبير - فى الكوسة  
بفرنسا ( Lecoq وآخرون ١٩٩١ ) ، وفى مختلف القرعيات ( الخيار ، والقاوون ،  
والكوسة ) بتايوان ( Wang وآخرون ١٩٩١ ) ؛ وذلك بعدوى النباتات بسلاطة  
ضعيفة من هذا الفيروس قبل تعريضها للإصابة بالسلاطات القوية . وقد استخدمت فى  
الدراستين سلاطة ضعيفة عزلت فى فرنسا ، وكان اختبارها فى تايوان ضد أربع  
سلاطات قوية حصل عليها من ولايتى كوينتكتيت وفلوريدا الأمريكيتين ، ومن فلوريدا  
وتايوان ، وحققت فى جميع الحالات مكافحة جيدة .

وقد أجريت عديد من الدراسات على استخدام السلاطات الضعيفة من فيروس  
موزايك الخيار فى مكافحة السلاطات القوية منه فى عديد من دول العالم ، ولكن هذه  
الطريقة لم تطبق على نطاق تجارى سوى فى الصين ؛ حيث تستخدم فى مكافحة  
الفيروس فى عدة محاصيل .

وفى محاولة للتغلب على مخاوف مكافحة فيروس موزايك الخيار بهذه الطريقة . .  
تمكن Sayama وآخرون ( ١٩٩٣ ) فى اليابان من عزل سلاطة ضعيفة من هذا الفيروس  
ذات تابع Satellite غير مُحدثٍ لأعراض التحلل nonnecrogenic فى النباتات ،  
ويبقى تركيزها منخفضا فى النباتات ، ولا تنتقل بواسطة نوع المن Myzus persicae ،

ولا تحدث أية أعراض ، أو تكون أعراض الإصابة بها خفيفة للغاية ، كما أنها لا تتفاعل مع فيروس موزايك الطماطم لإعطاء أعراض التخطيط المزدوج الشديدة الخطورة . وقد أدت العدوى بهذه السلالة إلى زيادة محصول الطماطم بنسبة ٢٠٪ - ٢٠٠٪ ؛ مقارنة بالنباتات غير المعاملة بها فى حقلٍ معرضٍ للإصابة بالسلالات القوية من الفيروس .

### مكافحة الفيروسات بالمركبات الكيميائية

مازال استعمال المركبات الكيميائية فى مكافحة الفيروسات مقصورا على المجالات البحثية كما أسلفنا ؛ فلا يتوفر الكثير من هذه المركبات ، ولم تُحلّ - بعدُ - مشاكل ارتفاع أسعارها وسميتها للنباتات ، كما لم تُصدر التشريعات التى تنظم استخدامها . ومن أمثلة حالات المركبات المضادة للفيروسات Antiviral Chemicals ما يلى :

١ - المركبان 2-thiouracil ، و 8-azaguanine اللذان أدى استعمالهما إلى مكافحة بعض الفيروسات ، أو تقليل شدة الأعراض التى تحدثها ، إلا أن ذلك تم بصورة تجريبية ، ولم ينجح على النطاق التجارى . ويبدو أن هذين المركبين وأمثالهما تؤثر فى تكاثر الفيروس من خلال تأثيرها على تمثيل الأحماض الأمينية ؛ وذلك بسبب إحداثها تغيرات فى القواعد الأزوتية الخاصة بالحامض النووى الفيروسي .

٢ - وجد أن إضافة المبيد الفطرى الجهازى Carbendazin إلى التربة مع ماء الري أدى إلى تقليل حدة الإصابة بفيروس اصفرار البنجر الغربى Beet Western Yellows Virus فى الخس ، وفيروس تبرقش التبغ فى التبغ ( عن Smith ١٩٧٧ ، و Dixon ١٩٨١ ) .

٣ - استعمل Wu وآخرون ( ١٩٩٢ ) مخلوطا من المركبات الكيميائية - أطلقوا عليه الاسم الكودى TS Mixture - ( يتكون من n-triacontanol - وهو منظم نمو - مع توين Tween 80 ٨٠ - وهى مادة ناشرة - ومركبات أخرى ) فى مكافحة كل من : فيروس موزايك الطماطم ، وفيروس موزايك الخيار .

٤ - من المعروف أن استعمال المبيدات الحشرية البيروثرويدية Pyrethroid insecticides يؤدي إلى زيادة المحصول ، بالرغم من أنها ربما لا تؤثر على معدل إصابة النباتات بالفيروسات ، كما فى حالة فيروس موزايك الزوكيني الأصفر Zucchini Yellow Mosaic Virus فى القاوون .

وقد اقترح أن هذه المبيدات ربما كان لها دور فعلى فى مكافحة الفيروسات من خلال تأثيرها على الحشرات الناقلة لها بإحدى الوسائل التالية :

- أ - قتل حشرة المن سريعاً قبل نقلها للفيروس .
- ب - طرد الحشرات . . إلا أن هذا التأثير قد يحدث زيادةً فى نشاط حشرة المن ؛ الأمر الذى يترتب عليه زيادة انتشار الفيروس .
- ج - تقليل عدد مرات سبر الحشرة للنبات ( دفعها لأجزاء فيها الثاقبة الماصة لأجل التغذية ) Probing times ؛ الأمر الذى قد يقلل من كفاءة انتقال الفيروس إلى النبات بواسطة الحشرة .

هذا . . إلا أن دراسات Perring وآخرين ( ١٩٩٣ ) على القاوون أثبتت أن للمبيدات البيروثرويدية تأثيراً منشطاً على النباتات المصابة بفيروس موزايك الزوكينى الأصفر . وقد ظهر هذا التأثير المنشط فى صورة زيادة فى النمو النباتى والمحصول .

٥ - أمكن عزل بروتين نقى من أوراق نبات Clerodendrum aculeatum تؤدى معاملة النباتات به إلى اكتسابها مستوى عالٍ جداً من المقاومة الجهازية ضد الإصابات الفيروسية ، وذلك فى خلال ٥ دقائق إلى نصف ساعة من المعاملة حسب العائل . ويكفى مجرد رش مستخلص أوراق هذا النبات على النباتات لاكتسابها خاصية المقاومة ضد الفيروسات ( Verma وآخرون ١٩٩٦ ) .

### أمثلة لبعض الأمراض الفيروسية الهامة وطرق مكافحتها

#### فيروس موزايك الطماطم

##### أعراض الإصابة

من أهم أعراض الإصابة بفيروس موزايك الطماطم ( أو موزايك التبغ ) ( Tomato (or Tobacco) Mosaic Virus : تبرقش الأوراق باللونين الطبيعى ( الأخضر العادى ) والأخضر الفاتح ، أو المصفرّ ، أو الأصفر فى عدة محاصيل أهمها الطماطم . وتختلف سلالات الفيروس فى شدة الموزايك الذى تحدثه ، وفى مدى اختفاء اللون الأخضر العادى من المناطق المبرقشة . وقد يظهر الموزايك فى السيقان وفى الثمار ، خاصة عند الأكتاف . وأحياناً يتحول لون الأنسجة الورقية المبرقشة إلى اللون البنى ، ثم تموت .

هذا . . ويقل محصول النباتات المصابة ، ويزداد النقص فى المحصول كلما حدثت الإصابة مبكرة أثناء النمو . ويكون ذلك - عادة - مصاحبا بنقص واضح فى النمو النباتى ( Doolittle وآخرون ١٩٦١ ، Turkoglu ١٩٧٨ ) .

وبصفة عامة . . فإن النقص فى المحصول نتيجة للإصابة بفيرس موزايك الطماطم لا يكون شديدا - حتى فى الإصابات المبكرة - إذا ما قورن بالنقص الذى يحدث عند الإصابة ببعض الفيروسات الأخرى ؛ مثل فيرس تجعد واصفر أوراق الطماطم الأصفر .

وإلى جانب الأعراض العامة السابقة للإصابة فإن فيرس موزايك الطماطم قد يحدث أعراضا أخرى مميزة فى حالات خاصة كما يلى :

١ - تصبح الأوراق ضيقة ومستدقة فى الجوف البارد ، وتعرف هذه الأعراض باسم رباط الحذاء Shoe String ، أو أوراق السرخس Fern Leaf . وتشابه هذه الأعراض مع أعراض الإصابة بفيرس موزايك الخيار ( عن Dixon ١٩٨١ ) .

٢ - تحدث بعض سلالات فيرس موزايك الطماطم تبرقشات شديدة ، وتبقعات غائرة فى الثمار . وتعرف هذه الحالة باسم تخطيط الطماطم المفرد Tomato Single Streak .

٣ - تؤدى إصابة نباتات الطماطم بكل من فيرس موزايك الطماطم ، و X البطاطس Potato Virus X - معا ، أو واحدا بعد الآخر - إلى ظهور تبقعات شديدة ، وأنسجة متحللة وغائرة بامتداد ساق النبات ، وعلى الأوراق ، والأزهار ، ويصبح النبات عديم القيمة . وتعرف هذه الحالة باسم تخطيط الطماطم المزدوج Tomato Double Streak ، ولا علاج لها فى حالة تعرض حقول الطماطم للإصابة بالفيرسين معا ، إلا بزراعة أصناف مقاومة لفيرس موزايك أوراق الطماطم ، وهى كثيرة نسبيا .

٤ - تؤدى الإصابة المتأخرة بفيرس موزايك الطماطم إلى ظهور تلون بنى داخلى Internal Browning فى الثمار شبيه بأعراض الحالة الفسيولوجية التى تعرف باسم النضج المتبقع Blotchy Ripening .

تظهر تحت العنق - بنحو ٦ - ١٢م في القطاع العرضى للثمار المصابة - مناطق فلينية بنية اللون فى الأنسجة القريبة من الحزم الوعائية . وقد تتلون الجدر الثمرية كلها باللون البنى فى حالات الإصابة الشديدة . تظهر هذه الأعراض - بوضوح - فى الثمار الحمراء ، وبدرجة أقل فى الثمار الخضراء . ويصاحب هذه الأعراض الداخلى ظهور مساحات صفراء على السطح الخارجى للثمار الحمراء مقابلة للإصابات الداخلى . أما فى الثمار الخضراء ، فلا تظهر أية أعراض خارجية - عادة - إلا فى حالات الإصابات الشديدة ؛ حيث تظهر مساحات باهتة اللون مقابلة للإصابات الداخلى .

### طرق انتقال الفيروس

يعيش فيروس تبرقش الطماط لفترة طويلة فى الأوراق الجافة والسيقان ، وفى بقايا النباتات فى التربة . وبرغم ذلك فإن التربة لا تعد مصدرا رئيسيا للإصابة بالفيروس . وينتشر الفيروس بالطرق الميكانيكية من النباتات الناتجة من زراعة بذور مصابة إلى النباتات الأخرى فى الحقل . وتعتبر أيدي العمال من الوسائل الميكانيكية لنقل الفيروس أثناء تداول النباتات عند الشتل ، وعند إجراء العمليات الزراعية المختلفة التى تستدعى ملامسة النباتات . كذلك تنتقل الإصابة بسهولة عند ملامسة ملابس الإنسان والآلات الزراعية لنباتات سليمة بعد ملامستها لنباتات مصابة . وتزداد فرصة حدوث الإصابة عند ملامسة المدخنين لنباتات الطماطم ؛ نظرا لاحتمال وجود الفيروس فى أوراق التبغ الجافة فى السجائر .

وبسبب سهولة انتقال العدوى بالطرق الميكانيكية ، فإنه يعد من أكثر أمراض الزراعات المحمية انتشارا عند استخدام أصناف قابلة للإصابة بالفيروس فى الزراعة ؛ ذلك لأن الزراعات المحمية يتم فيها تداول النباتات ولامستها بصفة دورية عند إجراء عمليات التربة والتقليم ، وهز العناقيد الزهرية للمساعدة على العقد ، إلى جانب الحصاد الذى يستمر لعدة أسابيع ؛ وبذلك تزداد فيها فرصة انتشار الفيروس من نبات لآخر ، لكن لحسن الحظ . . فإن معظم أصناف الزراعات المحمية تحمل صفة المقاومة لهذا الفيروس .

ويعتبر فيروس موزايك الطماطم الفيروس الوحيد الذى يصيب الطماطم ، وينتقل عن طريق البذور . وقد وجد أن معظم جزيئات الفيروس التى تحملها البذور توجد فى الغلاف البذرى أو عليه . وتبلغ نسبة البذور الحاملة للفيروس - والمستخلصة من ثمار - مصابة - نحو ٥٠٪ من بذور هذه الثمار . ويُحْمَلُ الفيروس خارجيا فى معظم البذور ، إلا أن نسبة قليلة منها تحمل الفيروس فى القصرة ، أو فى الإندوسبيرم . وتظهر إصابات الإندوسبيرم فى الثمار التى تعقد بعد إصابة النباتات بالفيروس ، ولم يكتشف الفيروس أبداً داخل جنين البذرة .

### طرق المكافحة

لمكافحة فيروس موزايك الطماطم تجب مراعاة ما يلى :

١ - تعقيم المشاتل وأوعية نمو النباتات ، وبيئة نمو الجذور بالبخار على حرارة ١٠٠م لمدة ٣٠ دقيقة .

٢ - معاملة البذور لتخليصها من الفيروس :

تؤدى معاملة البذور بحامض الأيدروكلوريك المركز إلى القضاء التام على جزيئات الفيروس المحمول خارجيا على الغلاف البذرى .

أما جزيئات الفيروس المحمولة داخليا - فى أى نسيج غير الإندوسبيرم - فيمكن تخليصها من الفيروس بوضعها فى حرارة ٧٠م لمدة ٣ أيام .

كما أمكن تثبيط جزيئات الفيروس التى توجد فى إندوسبيرم البذور بمعاملتها بالتراى صوديوم أورثوفوسفيت Trisodium orthophosphate ، ثم بهيوكلوريت الصوديوم Sodium Hypochlorite . ولم يكن لهذه المعاملة تأثير سلبى على نسبة إنبات البذور ( Gooding ١٩٧٥ ) .

وقد فقد الفيروس من بذور بعض سلالات الطماطم بعد تخزينها لعدة أشهر ، إلا - نال فى إندوسبيرم سلالات أخرى لمدة ٩ سنوات .

٣ - غسل الأيدي جيدا بالماء والصابون قبل تداول النباتات .

٤ - استخدام اللبن ( الحليب ) والمواد الناشرة في الوقاية من الفيروس :

أمكن منع تقليل العدوى الميكانيكية بفيروس موزايك الطماطم برش النباتات باللبن الحليب قبل العدوى ، بينما لم يكن لهذه المعاملة تأثير يذكر بعد الإصابة بالفيروس . ويعتبر رش الشتلات قبل تداولها طريقة فعالة لمنع انتشار الفيروس . ولا ينصح بغمر الشتلات في اللبن ؛ لأن ذلك يؤدي إلى ذبولها وموتها ( عن Loebenstein ١٩٧٢ ) .

٥ - حماية النباتات من الإصابة الشديدة ؛ بعدواها بسلالات ضعيفة من الفيروس :

تؤدي عدوى النباتات بسلالة غير مسببة للمرض - أو بسلالة ضعيفة من الفيروس - إلى جعلها مقاومة للسلالات الأكثر ضراوة إذا تعرضت للإصابة بها بعد ذلك . وتحدث - في المتوسط - زيادة في المحصول مقدارها حوالي ٢٥٪ عند عدوى النباتات بالسلالة الضعيفة ، ثم بالسلالة القوية ؛ بالمقارنة بالمحصول الناتج عند إصابة النباتات بالسلالة القوية مباشرة .

٦ - زراعة الأصناف المقاومة لفيروس موزايك الطماطم ، وهي كثيرة ، خاصة بين

أصناف الزراعات المحمية .

### فيروس تجعد واصفرار أوراق الطماطم

#### أعراض الإصابة

يعتبر فيروس تجعد واصفرار أوراق الطماطم Tomato Yellow Leaf Curl Virus من أخطر الفيروسات التي تصيب الطماطم في المناطق الاستوائية وشبه الاستوائية . ومن أبرز أعراض الإصابة المبكرة : تقزم النباتات ، وصغر الوريقات ، وسقوط الأزهار ، وانخفاض نسبة العقد ، ونقص المحصول بدرجة كبيرة ( Nitzany ١٩٧٥ ) .

تتوقف شدة الأعراض على درجة الحرارة السائدة . فعندما يكون المتوسط اليومي لدرجة الحرارة أقل من ٢٠م ، تكون الأعراض في صورة اصفرار بالأوراق ، دون حدوث نقص ملحوظ في مساحة الورقة ، إلا أن الأوراق الحديثة تكون - عادة - صفراء اللون ، وأصغر حجما ، وملتفة لأعلى . وعندما يرتفع متوسط درجة الحرارة

اليومى عن ٢٥م ، تتقزم النباتات ، وتنتج عددا كبيرا من الفروع الصغيرة ذات السلاميات القصيرة ، فتأخذ بذلك مظهرا شجيريا . كما تظهر بقع صفراء زاهية بالأوراق تزداد مساحتها تدريجيا ، بينما تظل الوريقات صغيرة الحجم ، ويلتف العرق الوسطى للوريقة لأعلى ، كما تتجدد أنسجة الورقة بين العروق ( شكل ٩ - ٨ ، يوجد فى آخر الكتاب ) . أما الشمار التى تنتجها النباتات المصابة ، فتكون غالبا صغيرة الحجم ، وباهتة اللون .

وتؤدى الإصابة إلى نقصٍ جوهري فى المحصول ، يتوقف مداه على شدة الإصابة ، ومرحلة نمو النباتات وقت حدوث الإصابة . وقد يصل النقص - فى حالات الإصابات المبكرة الشديدة - إلى أكثر من ٩٠٪ من المحصول .

وتتناسب شدة الإصابة طرديا مع تعداد حشرة الذبابة البيضاء الناقلة للفيروس ، الذى يتأثر بدوره بشدة بدرجة الحرارة السائدة . ففى المملكة العربية السعودية . . وجد أن تعداد الحشرة يصل إلى أقصاه خلال الفترة من يوليو حتى سبتمبر ، بينما تختفى الحشرة خلال أشهر الشتاء من نوفمبر حتى مارس ، ويكون تعدادها وسطيا خلال بقية شهور السنة ( Mazyad وآخرون ١٩٧٩ ) ، وكان ذلك هو نفس الاتجاه الذى وجد سابقا فى مصر ( Noul El-Din وآخرون ١٩٦٩ ) . وفى الأردن وجد أن نسبة النباتات المصابة تراوحت فى نهاية موسم الزراعة بين صفر٪ و ١٣,٢٪ فى الزراعات الربيعية ، وبين ٩٣٪ و ١٠٠٪ فى الزراعات الخريفية ( Al-Musa ١٩٨٢ ) .

#### طريقة انتقال الفيروس

وجد أن الطريقة الوحيدة الطبيعية لانتقال الفيروس إلى النباتات ، وحدثت الإصابة هى بواسطة حشرة الذبابة البيضاء من النوع *Bemisia tabaci* ( Cohen and Nitzany ١٩٦٦ ) .

وبينما يمكن لحشرة الذبابة البيضاء *B. tabaci* الناقلة للفيروس أن تتطفل على عدد كبير من النباتات من عائلات نباتية متخلفة ، فإن الفيروس يصيب عددا محدودا من الأنواع النباتية ؛ معظمها من العائلة الباذنجانية ، وبعضها من حشائش الطماطم التى

يمكن أن تشكل مصدرا متجددا للإصابة ؛ مثل عنب الديب Solanum nigrum ،  
والداتورة Solanum stramonium .

يعتبر فيروس تجعد واصفرار أوراق الطماطم من الفيروسات التي تعيش داخل جسم  
الحشرة (Circulative) . وتكتسب الحشرة الفيروس بعد تغذيتها على النباتات المصابة لمدة  
لا تقل عن نصف ساعة ( فترة الاكتساب Acquisition Period ) . وتلزم بعد ذلك  
فترة حضانة (Latent Period) مدتها ٢٤ ساعة على الأقل حتى تصبح الحشرة قادرة  
على نقل الفيروس إلى النباتات السليمة . وتزداد مقدرة الحشرة على نقل الفيروس بزيادة  
مدة تغذيتها على النبات المصاب حتى ساعتين ، وبعد ٢١ ساعة من التغذية على النبات  
المصاب تصبح الحشرة قادرة على نقل الفيروس إلى النباتات السليمة بمجرد انتقالها  
للتغذية عليها .

وعندما تتغذى الحشرة على النبات المصاب لمدة ٢٤ ساعة ، فإنها تصبح قادرة على  
نقل الفيروس للنباتات السليمة لمدة ١٠ - ١٢ يوما . وخلال تلك الفترة تقل قدرة  
الحشرة على نقل الفيروس تدريجيا إلى أن تفقدها كلية قبل أن تصبح قادرة على اكتساب  
الفيروس مرة أخرى من النباتات المصابة .

ووجد كذلك أن يرقات الذبابة البيضاء تكتسب الفيروس من النباتات المصابة عند  
تغذيتها عليها . وقد ثبت أن الفيروس لا ينتقل إلى نسل الحشرات الحاملة له ( Cohen  
and Harpaz ١٩٦٤ ، و Cohen and Nitzany ١٩٦٦ ) .

ولا يوجد دليل على أن الفيروس يتكاثر في جسم الحشرة ، وإن كان تناقص مقدرة  
الحشرة على نقل الفيروس مع الوقت يعتبر دليلا على عدم التكاثر ( Costa ١٩٧٦ ) .

هذا . . . وتكون الحشرة أكثر قدرة على نقل الفيروس للنباتات السليمة خلال اليومين  
التاليين لفترة التغذية على النبات المصاب . وفي تلك الآونة يلزم لحدوث الإصابة  
تغذية ٣ حشرات - ١٥ حشرة حاملة للفيروس لكل نبات ، والعدد الأكبر يعنى إصابة  
مؤكدة .

وتبلغ كفاءة إناث الحشرة في نقل الفيروس ستة أضعاف كفاءة الذكور ، كما أن فترة  
حياة الإناث تكون أطول ( Cohen and Nitzany ١٩٦٦ ) .

ولدرجة الحرارة تأثير كبير على قدرة الحشرة على نقل الفيروس للنباتات السليمة ، فقد بلغت كفاءتها فى نقل الفيروس ١٠٪ فى حرارة ٢١م ، و ١٠٠٪ فى حرارة ٣٣ - ٣٩م و ٣٠٪ فى حرارة ٤٤م ( Butter and Rataul ١٩٧٨ ) .

### طرق المكافحة

من أهم الوسائل المستخدمة فى مكافحة فيروس تجعد واصفرار أوراق الطماطم ما يلى :

١ - استعمال أغشية للتربة صفراء اللون - سواء أكانت من القش ، أم من البلاستيك الأصفر - لجذب الذبابة البيضاء إليها .

٢ - زراعة العوائل المفضلة للحشرة - مثل الخيار ، والباذنجان ، والذرة - بين خطوط الزراعة .

٣ - استخدام لوحات صفراء جاذبة للحشرات ، ولاصقة لها .

٤ - سد جميع منافذ التهوية فى البيوت المحمية بالشباك البلاستيكية الدقيقة التى تمنع دخول الذبابة .

٥ - مكافحة حشرة الذبابة البيضاء الناقلة للفيروس باستعمال المبيدات أو الزيوت المعدنية ، أو بكليهما معا .

وقد سبقت مناقشة جميع هذه الوسائل تفصيلا إما فى هذا الفصل ، وإما فى الفصل الخاص بالحشرات ومكافحتها .

٦ - زراعة الأصناف التى تتحمل الإصابة :

أنتج منذ أواخر الثمانينيات وإلى الآن أكثر من عشرين هجينا من الطماطم التى تتحمل الإصابة بفيروس تجعد واصفرار أوراق الطماطم . وجميع هذه الهجن تصاب بالفيروس ، ويلزم معها مكافحة الذبابة البيضاء ، إلا أن أعراض الإصابة التى تظهر عليها لا تكون بنفس الشدة التى تظهر بها على أصناف الطماطم الأخرى ، ولا يتأثر محصولها كثيرا بالإصابة ، كما يكفى معها لمكافحة الذبابة البيضاء نحو ١/٤ عدد مرات الرش بالمبيدات التى تعطى للأصناف الأخرى .

Jackal	Fiona
Turquesa Ty-1	Turquesa Ty-2
TY 20	TY 23
TY 70	TY 79/84
CL 150	Typhoon (Baty : كذلك)
Saria	Ty King
Top 21	Tydal
Tyger	

وتجدر الإشارة إلى أن جميع هذه الأصناف تعطى - مقارنة بالأصناف التي لا تتحمل الفيروس - محصولا عاليا في المواسم التي تشتد فيها الإصابة ، بينما يكون محصولها أقل من محصول الهجن العادية غير المقاومة للفيروس في المواسم التي تقل فيها الإصابة .

ولمزيد من التفاصيل عن فيروس تجعد واصفرار أوراق الطماطم ومكافحته . . يراجع Kegler ( ١٩٩٤ ) .

### فيروس X البطاطس

تظهر أعراض الإصابة بفيروس X البطاطس ( Potato Virus X ) يسمى أيضا latent virus ) في الجو البارد على شكل تبرقش مصحوب بتموج على سطح الورقة . تختفى هذه الأعراض عند ارتفاع درجة الحرارة وزيادة شدة الإصابة . وإذا قطعت ساق النبات طويلا فقد يلاحظ بها تحلل في أنسجة اللحاء .

ويصيب الفيروس الطماطم والبطاطس وعددا كبيرا آخر من الأنواع النباتية .

ينتقل الفيروس من نبات إلى آخر في الحقل - ميكانيكيا - عند تقطيع التقاوى ، وعند تحرك العمال والآلات في الحقل ، كما ينتقل من النباتات المصابة إلى النباتات السليمة عندما تتلامس جذورهما . ولا ينتقل الفيروس بواسطة الحشرات . . ويكافح المرض باستخدام تقاوى سليمة في الزراعة .

### فيروس Y البطاطس

يصيب فيروس Y البطاطس Potato Virus Y (اختصارا PVY) نباتات الطماطم فى مصر ( Nakhla وآخرون ١٩٧٨ ) . كما يصيب أيضا كلا من البطاطس والفلفل . ويطلق عليه أحيانا اسم فيروس تحوط العروق وموزايك البطاطس Potato Vein Banding Mosaic Virus .

إذا أصيبت الأوراق وهى صغيرة ، فإنه يظهر عليها اصفرار واضح بامتداد العروق . أما الأوراق المسنة ، فتظهر بها بقع بنية مية . وإذا تكونت الأوراق بعد إصابة النباتات ، فإنه يظهر عليها تبرقش خفيف ، وتلتف قمتهما لأسفل ، كما تنحنى أعناق الأوراق أيضا لأسفل ، وتبدو الأوراق مدلاة . وتظهر على السيقان خطوط قرمزية اللون ، وتتقرم النباتات ويقل محصولها كثيرا ، بينما لا تظهر أية أعراض على الثمار ، ولكن تظهر على درنات البطاطس المصابة بقع بنية باهتة ذات مركز أسود اللون .

وإذا أصيبت النباتات بكل من : فيروس PVY و TMV فإنها تتقرم بشدة ، وتبرقش الأوراق بلون أصفر واضح ، وتشوه بشدة ، ويقل محصولها كثيرا .

ينتقل فيروس Y البطاطس بواسطة حشرة المن وميكانيكا ، ويصيب عددا من الأعشاب الضارة التى ينتقل منها إلى الطماطم . وتتم أفضل الوسائل لمكافحة المرض بمكافحة المن ، والأعشاب الضارة ، وتجنب زراعة الطماطم بالقرب من حقول البطاطس ، واستعمال تقاوى بطاطس خالية من الإصابة ، وزراعة أصناف البطاطس المقاومة للفيروس .

### فيروس A البطاطس

تؤدى إصابة البطاطس بفيروس A البطاطس Potato Virus A (اختصارا PVA) منفردا إلى جعل الأوراق مجعدة قليلا ، وتأخذ لونا أخضر باهتا ، وتصبح صغيرة الحجم ، وقد تلتف حوافها ، كما قد تظهر بقع متحللة فى أوراق بعض الأصناف . ويزداد ظهور أعراض الإصابة فى الجود البارد الرطب .

وإذا أصيبت النباتات بفيروس X مع فيروس A ، فإن الأوراق يظهر عليها تبرقشات وتجعدات واضحة . وينتقل فيروس A بواسطة بعض أنواع المن ، ويكافح المرض بمكافحة حشرة المن ، واستخدام تقاوٍ خاليةٍ من الفيروس .

### فيروس S البطاطس

من أهم أعراض الإصابة بفيروس S البطاطس Potato Virus S ( اختصارا PVS ) فى البطاطس أن النمو النباتى يصبح أقل اندماجا من المعتاد . وعندما تتقدم النباتات فى العمر تتجدد الأوراق القمية وتنحنى لأسفل ، كما ترتخى السيقان . ويصاحب هذه الأعراض - أحيانا - ظهور تبرقش خفيف ، وتموجات بسيطة فى الأوراق فى بعض الأصناف . ويظهر فى أصناف أخرى لون برونزى على السطح السفلى للأوراق ، وتحلل بعض أنسجة الورقة .

ينتقل الفيروس ميكانيكيا ، ويكافح بزراعة تقاوٍ خاليةٍ من الإصابة .

### فيروس التفاف أوراق البطاطس

عند زراعة درنات بطاطس مصابة بفيروس التفاف أوراق البطاطس Potato Leafroll Virus نجد أن النمو النباتى يكون عاديا فى البداية ، ثم يصبح بطيئا ، وتظهر الأعراض ، وأهم ما يميزها هو أن الوريقات تصبح جلدية الملمس ، وتأخذ لونا أخضر شاحبا ، وتلتف حوافها لأعلى . وتتلون الوريقات أحيانا بلون بنى محمر ، وتكون أكثر سمكا .

أما إذا انتقل المرض إلى النباتات فى الحقل بواسطة حشرة المن ، فإن الأعراض لا تظهر إلا على الوريقات العليا فقط ، كما قد تحلل أنسجة اللحاء فى الساق والدرنات ، وتظهر الإصابة على شكل تحلل شبكى داخلى فى القطاع العرضى للدرنة . تختلط أعراض الإصابة بهذا الفيروس مع أعراض الإصابة بعدد من أمراض الجذور ؛ مثل : الذبول الفيوزارى ، والقشرة السوداء ، والساق السوداء ؛ لأن معظم أمراض الجذور تجعل أواق النبات العليا ملتفة ، لكن الإصابة بهذا الفيروس تجعل الأوراق الملتفة قرطاسية الشكل ، كما تكون صلبة وغير مهتدة .

ينتقل الفيروس في الحقل بواسطة منّ البازلاء الأخضر *Myzus persicae* . وتمتد فترة حضانة الفيروس بالحشرة لنحو يومين إلى يومين ونصف قبل أن تصبح الحشرة قادرة على إحداث الإصابة . وتظهر أعراض المرض بعد النقل الحشرى للفيروس بنحو ٣٠ - ٤٠ يوما عند إصابة النباتات وهي صغيرة ، ونحو ٤٠ - ٦٠ يوما عند إصابتها وهي كبيرة . ويصل الفيروس إلى الدرنات بعد نحو ٨ - ١٠ أيام من إصابة النموات الخضرية . هذا . . . وتقل شدة الإصابة بارتفاع درجة الحرارة .

ولمكافحة المرض تجب زراعة درناتٍ خاليةٍ من الفيروس ، مع الاهتمام بمكافحة حشرة المن .

### فيروس موزايك الخيار

ينتقل فيروس موزايك الخيار Cucumber Mosaic Virus عن طريق أكثر من ٦٠ نوعا من المن ؛ منها : *Myzus persicae* ، و *Aphis gossypii* ، كما ينتقل أيضا بواسطة خنافس الخيار . وتكتسب الحشرة الفيروس في أقل من دقيقة واحدة بعد تغذيتها على نبات مصاب ، وتنقله إلى النباتات السليمة بمجرد تغذيتها عليها خلال الساعات الأربع التالية لاكتسابها الفيروس . ولا ينتقل الفيروس من الحشرة إلى نسلها .

ينتشر الفيروس في جميع أنحاء العالم ، ويصيب عدیدا من الأعشاب الضارة والمحاصيل الهامة ؛ مثل : الخيار ، والشمام ، والقاوون ، والكوسة ، والقرع العسلى ، والبطيخ ، والجزر ، والكرفس ، والسبانخ ، والطماطم ، والفلفل ، والبصل ، والذرة .

تظهر الأعراض على بادرات الخيار المصابة بعد ٦ أسابيع من الزراعة ، حينما يكون النمو النباتي سريعا ، ويكون بالنبات حينئذ ٦ - ٨ أوراق حقيقية . ويظهر على الأوراق الصغيرة موزايك على شكل مناطق خضراء مصفرة - بقطر ١ - ٢ مم - خاصة حول العروق . ويتبع ذلك وضوح الموزايك باللونين الأخضر والأصفر في جميع أوراق النبات . ويصاحب ذلك صغر حجم الأوراق وتجعدها ، وقصر السلاميات ، وتقزم النبات ، وقلة عدد الأزهار المتكونة ، وسقوط معظمها قبل العقد

أو بعده مباشرة ، وصغر الثمار المتبقية وتشوهها ؛ فتصبح مبرقشة باللونين الأخضر والأصفر ، وتظهر بها نموات سطحية ، وفى نهاية الأمر . . تأخذ الثمار المصابة لونا أبيض ضاربا إلى الخضرة .

أما فى الشمام والقاوون . . فإن الأوراق الصغيرة فى النباتات المصابة يشوبها بعض الاصفرار وتنحنى لأسفل ، ثم تتطور الأعراض بعد ذلك لتظهر التبرقشات الصفراء والخضراء فى مناطق غير منتظمة الشكل من الورقة ، وتكون المساحات الخضراء أكثر من المساحات الصفراء ، وتنحنى حافة الورقة إلى أسفل ، وتظهر على الثمار المصابة تبرقشات مماثلة مع بعض النموات السطحية .

وتتميز الإصابة على الكوسة بالتبرقش الشديد ، ثم تصبح النموات القديمة صفراء اللون وتذبل . ويقل عقد الثمار ، وتكون الثمار العاقدة مبرقشة ومشوهة . وتظهر نموات سطحية بارزة على الأوراق ، ويقل طول السلاميات .

ومن السمات البارزة للإصابة بفيرس موزايك الخيار فى البطيخ . . اتجاه القمم النامية للفروع إلى أعلى ؛ لتكون فى مستوى مرتفع عن مستوى باقى النمو النباتى . ويقل طول السلاميات ، وتصبح الأوراق الصغيرة متزاحمة وملتفة ، كما تظهر تبرقشات واضحة بالأوراق . وقد تشوه الأوراق فى الإصابات الشديدة ، فيقتصر نمو النصل فى الأوراق الحديثة على العرق الوسطى فقط . وتزاحم الأزهار المتكونة وتشوه ، وتسقط غالبا .

ويكافح المرض باتباع ما يلى :

- ١ - مكافحة حشرة المن الناقلة للفيرس .
- ٢ - زراعة الأصناف المقاومة ، وهى تتوفر فى الخيار .
- ٣ - التخلص من النباتات المصابة ، ومكافحة الأعشاب الضارة التى قد تكون قابلة للإصابة بالفيرس ، وتشكل مصدرا للعدوى .

### فيرس موزايك الكوسة

يصيب فيرس موزايك الكوسة Squash Mosaic Virus كلا من : الكوسة ،

والبطيخ ، والشمام ، والقاوون . وينتقل الفيروس عن طريق البذور فى الكوسة فقط ، ولكن ذلك لا يحدث أبدا فى القرعيات الأخرى . كما ينتقل الفيروس ويتشرب فى الحقل بواسطة خنافس الخيار ، وميكانيكيا بواسطة العمال الزراعيين . ويكافح الفيروس بالاهتمام بمكافحة الحشائش ، والتخلص من النباتات المصابة ، ومكافحة خنافس الخيار الناقلة للفيروس ، وزراعة بذور خالية من الإصابة .

### فيروس موزايك الزوكينى الأصفر

ينتشر فيروس موزايك الزوكينى الأصفر Zucchini Yellow Mosaic Virus فى عديد من دول العالم ، ويعد من الفيروسات التى تنتشر بكثرة فى مصر ( Provvidenti وآخرون ١٩٨٤ ) . وهو يصيب الكوسة ، والقرع العسلى ، والشمام ، والبطيخ ، كما يصيب الخيار بدرجة أقل ، إلا أن نباتات الخيار المصابة تنتج ثمارا مبرقشة ، ومشوهة ، وغير صالحة للتسويق .

ويصعب تمييز الإصابة بهذا الفيروس فى الخيار من الإصابة بفيروسات القرعيات الأخرى . فمثلا . . تحدث السلالة CT من الفيروس تبرقشا واصفرارا واضحين ، يمكن أن يختلطا بسهولة مع أعراض الإصابة بفيروس موزايك الخيار . وتحدث السلالة FL من نفس الفيروس تمجعات خضراء بالأوراق ، وتشوهات يمكن أن تختلط بسهولة مع أعراض الإصابة بفيروس تبرقش البطيخ رقم ١ ؛ لذا . . فإن تحديد الإصابة بهذا الفيروس يتطلب إجراء الاختبارات السيرولوجية والعوائل المميزة ( Provvidenti ١٩٨٧ ) . وينتقل الفيروس بواسطة المن ، ولا توجد وسيلة فعالة لمكافحته ، ولكن لابد من الحد من الإصابة بالمن منذ البداية تجنباً لانتشاره .

ويفيد استعمال أغطية النباتات فى تأخير الإصابة بالفيروس إلى ما بعد مرحلة الإزهار .

وقد أنتجت - بالفعل - سلالات من مختلف القرعيات مقاومة للفيروس بطرق الهندسة الوراثية ( عن طريق إدخال الجين المسئول عن تكوين الغلاف البروتينى للفيروس ضمن الهيئة الكروموسومية للنبات ) ، إلا أن زراعتها لم تعمم بعد .

## فيروس موزايك البطيخ رقم ١ ، وفيروس موزايك البطيخ رقم ٢

يعد فيروسا موزايك البطيخ رقم ١ Watermelon Mosaic Virus 1 ، وموزايك البطيخ رقم ٢ Watermelon Mosaic Virus 2 فيروسين مختلفين ، وكلاهما يوجد في مصر ، ويصيب القرعيات خاصة البطيخ ، كما يصيب فيروس موزايك البطيخ رقم ٢ بعض البقوليات أيضا . وينتقل كلاهما بواسطة حشرة المن ، ويحدثان تبرقشات واضحة بالأوراق . وتؤدي الإصابة بفيروس موزايك البطيخ رقم ٢ إلى تقزم النباتات ، وصغر حجم الأوراق الحديثة التكوين وتشوهها ، كما تؤدي الإصابة إلى ظهور نموات سطحية صغيرة مرتفعة على الأوراق .

ويكافح الفيروس بالاهتمام بمكافحة حشرة المن الناقلة له قبل أن تنتشر ويستفحل خطرها ؛ وذلك لأنه يمكنها نقل الفيروس إلى النبات السليم قبل أن تتأثر بالمبيد ( Gubler وآخرون ١٩٨٦ ) .

وقد تبين أن فيروس موزايك البطيخ رقم ١ ما هو إلا سلالة من فيروس تبقع الباباؤ الحلقى Papaya Ringspot Virus ؛ ولذا . . فإنه يأخذ الآن الاسم PRSV-W ( ترمز الـ W إلى البطيخ Watermelon ) . أما فيروس موزايك البطيخ رقم ٢ . . فقد أصبح يطلق عليه اسم فيروس موزايك البطيخ .

## فيروس التفاف أوراق الكوسة

يصيب فيروس التفاف أوراق الكوسة Squash Leaf Curl Virus كلا من الكوسة ، والخيار ، والقاوون ، والقرع العسلى ، وربما القطن أيضا .

وتؤدي الإصابة إلى تجعد الأوراق ، وظهور نموات سطحية بارزة على سطحها السفلى ، وازدياد سمك العروق وشفافيتها ، أو تحوطها بحزام أخضر ، وفشل عقد الثمار وتقزم النباتات ، وموت بعضها .

وينتقل الفيروس بواسطة حشرة الذبابة البيضاء من النوع *Bemisia tabaci* ( Duffus & Flock ١٩٨٢ ) . ويعطى Cohen وآخرون ( ١٩٨٣ ) تفاصيل مواصفات الفيروس ، وطرق اختباره سيرولوجيا ، وبيولوجيا انتقاله حشرياً ، وعوائله .

وقد تمكن Dodds وآخرون ( ١٩٨٤ ) من نقل الفيروس ميكانيكيا ، ولكن بكفاءة أقل بكثير من وسيلة الانتقال الطبيعية بواسطة الذبابة البيضاء .

ويكافح الفيروس بمكافحة الذبابة البيضاء ، وباستعمال الأغذية النباتية التي تمنع وصول الذبابة إلى النباتات .

### فيروس اصفرار عروق الخيار

يصيب فيروس اصفرار عروق الخيار Cucumber Vein Yellowing Virus كلا من الخيار والشمام ، ويحدث اصفرارا بالعروق في الورقة . وينتقل ميكانيكيا ، وبواسطة حشرة المن من النوع *B. tabaci* ، وهو ينتشر في الدول العربية .

### فيروس اصفرار الخس المعدى

لا ينتقل فيروس اصفرار الخس المعدى Lettuce Infectious Yellows Virus إلا بواسطة حشرة الذبابة البيضاء من النوع *B. tabaci* ، وهو يصيب نحو ٤٥ نوعا نباتيا من ١٥ عائلة ، وتعتبر القرعيات والخس من أهم عوائله ، ويسبب مشاكل كبيرة في البطيخ والقاوون .

تبدأ الأعراض على صورة تبرقش بالأوراق السفلى للنبات ، يتبعه ظهور اصفرار واضح بين العروق ، بينما تبقى العروق خضراء اللون ، ويلى ذلك جفاف المناطق المتأثرة بالاصفرار ، ثم جفاف الورقة كلها . وتمتد الأعراض بنفس التسلسل نحو الأوراق العليا حتى تعم النبات كله . ويصاحب ذلك تقزم النبات ، وصغر حجم الأوراق الحديثة خاصة في البطيخ ، ونقص المحصول بشدة ، وتشوه الثمار المتكونة . وتنتشر الإصابة بسرعة كبيرة بين جميع النباتات في الحقل ، حتى إنه يبدو أصفر اللون من بُعد ( Duffus & Flock ١٩٨٢ ، و Duffus وآخرون ١٩٨٦ ) .

وقد فشلت جميع محاولات مكافحة الفيروس عن طريق مكافحة الذبابة البيضاء في كل من كاليفورنيا وأريزونا ؛ وذلك نظرا للكفاءة الفائقة للحشرة في اكتساب ونقل الفيروس ، فضلا على تكاثرها السريع ؛ مما يجعل القضاء عليها - إلى المستوى الذي يمنع انتشار الإصابة - أمرا مستحيلا . كما لا توجد أية أصناف مقاومة للفيروس في أى

من محاصيل القرعيات والخس ، ولكن أمكن تحقيق مكافحة جيدة للمرض بتغطية النباتات - من بدء الزراعة حتى بداية مرحلة عقد الثمار - بأغطية البوليستر ، والبولى بروبيلين .  
وقد اختفت حالياً ( ١٩٩٧ ) مشكلة فيروس اصفرار الخس المعدى من كاليفورنيا وغيرها من الولايات الأمريكية التي كان قد انتشر فيها ، وذلك بعد أن تكاثرت السلالة B من الذبابة البيضاء ( الى أعطيت الاسم العلمى *B. argentifolii* ) ، وحلت محل السلالة A من الذبابة ( وهى التى تعرف بالاسم العلمى *B. tabaci* ) ، علماً بأن السلالة B ليست لديها القدرة على نقل هذا الفيروس .

### فيروسات اصفرار اخرى

تصاب القرعيات بعدد من الفيروسات الأخرى التى تحدث أعراضاً مماثلة تقريباً لأعراض الإصابة بفيروس اصفرار الخس المعدى ، ولكنها لا تنتقل بواسطة الذبابة البيضاء من النوع *B. tabaci* ، ويمكن تقسيمها إلى مجموعتين حسب طريقة انتقالها كما يلى :

١ - فيروسات تنتقل بواسطة حشرة المن ، وتشمل فيروس اصفرار البنجر ، وفيروس اصفرار البنجر الغربى ( Duffus وآخرون ١٩٨٦ ) .

٢ - فيروسات تنتقل بواسطة حشرة الذبابة البيضاء من النوع *Trialeurodes vaporariorum* وهى : فيروس اصفرار البنجر الكاذب *beet pseudo-yellows virus* ، وهو يصيب الخس والقرعيات وعدداً كبيراً من الأعشاب الضارة ، وفيروس اصفرار القاوون *muskmelon yellows virus* ؛ وهو لا يصيب سوى القرعيات ( Lecoq ١٩٨٦ ) .

### فيروس موزايك الفاصوليا العادى

ينتقل فيروس موزايك الفاصوليا العادى *Bean Common Mosaic Virus* بأكثر من ١٤ نوعاً من المن ، وميكانيكياً باللمس ، وبالبدور ، ويلعب انتقاله بواسطة البذور دوراً هاماً فى انتشاره عالمياً . وتبدأ الإصابة غالباً عند زراعة بذور مصابة .

تظهر الأعراض على شكل تبرقش بالوريقات ، يكون مصاحباً بتقوس والتفاف لأسفل فى نصل الوريقة ، مع بعض التجعد والاصفرار ، وتحوط للعروق ، وتكون الوريقات المصابة أقل حجماً من الطبيعية . وتكون القرون المصابة أحياناً مبرقشة ومشوهة وخشنة الملمس . وتقل حدة الأعراض مع تقدم النباتات فى النمو ، ولا تنتقل الإصابة إلى البذور إذا حدثت متأخرة بعد الإزهار .

ويوجد الفيروس فى جنين وفلقى البذور المصابة ، ويعتقد إمكانية انتقاله إلى الجنين عن طريق حبوب اللقاح الحاملة للفيروس . ويبقى الفيروس فى البذرة طوال فترة احتفاظها بحيويتها .

يكافح الفيروس بزراعة تقاو معتمدة خالية من الفيروس ، واستعمال أصناف مقاومة وهى كثيرة ، ومكافحة حشرة المن الناقلة له .

### فيروس موزايك القنبيط

ينتقل فيروس موزايك القنبيط Cauliflower Mosaic Virus بنحو ٢٧ نوعا من المن ؛ منها : من الكرنب *Brevicoryne brassicae* ، ومن الخوخ *Myzus persicae* ، ومن القطن *Aphis gossypii* .

ويصيب الفيروس مختلف الصليبيات ، وتظهر الأعراض على الأوراق الصغيرة للقنبيط على صورة شفافية بالعروق ، مع نموات سطحية بارزة enations أحيانا . ومن أهم مظاهر الإصابة على النباتات الناضجة تحوط العروق Vein banding بلون أخضر قاتم ، وفقد الكلوروفيل فى الأنسجة التى توجد بين العروق ، ثم ظهور تبرقشات خضراء فاتحة ، أو صفراء متناثرة بين مناطق ذات لون أخضر قاتم . وتظهر على نباتات الكرنب أعراض مماثلة إذا أصيبت ، ولكنها لا تصاب - عادة - فى الظروف الطبيعية .

ويمكن تجنب الإصابة بالفيروس بمراعاة ما يلى :

- ١ - التخلص من بقايا النباتات المصابة .
- ٢ - السماح بمرور فترة لا تقل عن شهر بين الزراعة الجديدة والسابقة .
- ٣ - مكافحة المن .

### فيروس موزايك اللفت

ينتقل فيروس موزايك اللفت Turnip Mosaic Virus بواسطة عدة أنواع من المن ؛ منها : من الكرنب ، ومن الخوخ . يمكن لحشرة المن أن تكتسب الفيروس خلال دقيقة

واحدة من تغذيتها على نبات مصاب ، ثم تصبح قادرة على نقله إلى نبات سليم في غضون دقيقة أخرى .

يصيب الفيروس مدى واسعاً من العوائل في العائلات : الصليبية ، والرمرامية ، والمركبة ، والباذنجانية .

توجد منه سلالتان رئيسيتان ؛ هما : السلالة العادية ordinary strain - والتي يطلق عليها فيروس موزايك اللفت - وسلالة تبقع الكرنب الحلقي الأسود cabbage black ringspot strain .

تحدث السلالة الأولى أعراضها على اللفت في صورة شفافية بالعروق clear-vein ing ، مع تبرقش ، ثم اصفرار المساحات بين العروق في الورقة . ومع تقدم الإصابة . . تبدو الأوراق صغيرة ، وتظهر بها بقع حلقية على حواف المناطق الصفراء ، وتظهر خطوط متحللة على أعناق الأوراق ، والعروق .

أما سلالة التبقع الحلقي الأسود . . فإنها تعطي أعراضاً مماثلة ، ولكنها تكون شديدة فتظهر على أوراق الكرنب بقع سوداء حلقية في غضون ٢٠ يوماً من الإصابة . ويكون التبرقش هو أوضح الأعراض على القنبيط ، والبروكولي . ويكافح الفيروس بمقاومة حشرة المن الناقلة له .

### فيروس موزايك الخس

يسبب فيروس موزايك الخس Lettuce Mosaic Virus مرض الموزايك في الخس ، والشيكوريا ، والبسلة . تظهر أعراض الإصابة على صورة اصفرار وتبرقش بالأوراق ، وتقزم بالنباتات . ولا تتكون رءوس بأصناف خس الرءوس في حالة الإصابة المبكرة . وتظهر أعراض التبرقش - بوضوح - في الجو البارد الملبد بالغيوم ، ويكون ذلك بعد ٨ - ١٤ يوماً من الإصابة حسب الصنف ، وعمر النبات ، ودرجة الحرارة . وقد حدد Dixon ( ١٩٨١ ) أعراض الإصابة على مختلف مجموعات أصناف الخس .

وتؤدي إصابة حقول إنتاج البذور إلى نقص المحصول بنسبة تصل إلى ٦٢٪ .

توجد ثلاث سلالات على الأقل من الفيروس ، وهو يعيش في الحشائش القابلة للإصابة .

وينتقل الفيروس بثلاث طرق رئيسية ؛ هي :

١ - تعتبر البذور المصابة المصدر الأول للإصابة في الحقل . وبرغم أن نسبة البذور المصابة قد تكون منخفضة للغاية . . إلا أنها تشكل مصدرا خطيرا لانتشار العدوى في بقية النباتات في الحقل . ولا ينتقل الفيروس عن طريق البذور إذا بدأت الإصابة بعد الإزهار ، بينما تكون نسبة البذور المصابة منخفضة إذا أصيبت النباتات قبل الإزهار مباشرة ، وتكون مرتفعة إذا أصيبت النباتات في مرحلة مبكرة من نموها .

٢ - تنتشر الإصابة في الحقل بأنواع مختلفة من المن ؛ أهمها : النوع *Myzus persicae* .

٣ - وينتقل الفيروس - ميكانيكيا - كذلك عند احتكاك أوراق النباتات السليمة بالأوراق المصابة بفعل الرياح ( Whitaker ١٩٧٤ ) .

ويكافح فيروس موزايك الخس باتباع الوسائل التالية :

١ - زراعة بذور معتمدة خالية من الفيروس . وتسمح بعض الدول بنسبة إصابة تصل إلى ١٪ . إلا أن ذلك يعنى وجود ٣٠٠ - ٤٠٠ نبات مصاب بكل فدان . والاتجاه السائد - الآن - هو عدم السماح بوجود أية بذرة مصابة بالفيروس في كل عينة من ٣٠ ألف بذرة .

٢ - زراعة أصناف الخس المقاومة للفيروس .

٣ - التخلص من الفيروس في البذور المصابة بمعاملتها بالحرارة على ٢٧م لمدة ثلاثة أيام .

٤ - التخلص من النباتات التي تلاحظ إصابتها أولا بأول .

٥ - مكافحة حشرة المن بالمبيدات الحشرية المناسبة ، خاصة بالزيوت التي تمنع المن من اكتساب الفيروس ، أو نقله عند تغذيته على نبات معاملة .

## مصادر إضافية عن الفيروسات والأمراض الفيروسية

لمزيد من التفاصيل عن الفيروسات وخصائصها .. يمكن الرجوع إلى المصادر التالية :

الموضوع	المرجع
شامل للأساسيات	Bawden ( ١٩٦٤ )
الطرق المستخدمة في دراسات الفيروسولوجى	Maramorosh & Koprowski ( ١٩٦٧ )
الأساسيات والطرق المستخدمة في دراسات الفيروسولوجى	Kadd & Agrawal ( ١٩٧٢ )
طرق التعرف على الفيروسات	Noordam ( ١٩٧٣ )
شامل للأساسيات	Gibbs & Harrison ( ١٩٧٦ )
عام للأساسيات	Smith ( ١٩٧٧ )
شامل	Matthews ( ١٩٨١ )
عام للأساسيات	Bos ( ١٩٨٣ )
شامل للطرق المستخدمة في دراسات الفيروسولوجى	Hill ( ١٩٨٤ )
مختصر وشامل للأساسيات	Green ( ١٩٩١ )

## تعريف الفيروسات

الفيروسات النباتية عبارة عن أحماض نووية من نوع الرنا RNA ( الريبوزنيوكليك ) عارية من الغطاء البروتينى ، وأصغر حجما من الفيروسات ، وقادرة على إحداث المرض بالنبات . وهى تتكاثر داخل خلايا العائل الحى فقط ، على حساب هذه الخلايا ، وتنتقل من خلية إلى أخرى كالفيروسات .

ومن أمثلة الفيروسات النباتية المعروفة تلك التى تسبب مرض الدرنة المغزلية للبطاطس ، والتبرقش المصفر للأقحوان ( الكريزانشيم ) ، وتقرم الأقحوان .

يعتبر فيروس درنة البطاطس المغزلية Potato Spindle Tuber Viroid من الفيروسات التى تنتقل عن طريق البذور الحقيقية بكفاءة تصل فى البطاطس إلى ٢٨,٦ ٪ . ويمكن أن يصل الفيروس إلى البذور عن طريق حبوب اللقاح الحاملة له ( Kryczynski وآخرون ١٩٩٢ ) .

يتراوح الوزن الجزيئى للفيروسات بين ٨٠ و ١٠٠ × ١٠<sup>٣</sup> ، وهى تنتقل ميكانيكيا أثناء إجراء العمليات الزراعية ( عن Commonwealth Mycological Institute ) . ( ١٩٨٣ ) .