

الفصل الخامس

المبادئ العامة في مكافحة الفيروسات النباتية والقابلة للتطبيق في البلدان العربية

مصطفى حلمي الحمادي¹، جابر إبراهيم فجلة²، محمد عبد المجيد شقرون³ وجبر خليل³
 (1) كلية الزراعة، جامعة عين شمس، القاهرة، مصر؛ (2) كلية الزراعة، جامعة الاسكندرية،
 مصر؛ (3) كلية الزراعة، جامعة الفاتح، طرابلس، ليبيا

المحتويات

1. المقدمة
2. طرائق مكافحة الفيروسات والأمراض الفيروسية
 - 1.2. الحجر الزراعي
 - 2.2. استبعاد مصادر العدوى داخل ويجوار المحصول
 - 3.2. استخدام بذور خالية من الفيروس
 - 4.2. استخدام تقاوي (مواد إكثار) خضرية خالية من الفيروس
 - 1.4.2. بعض المعاملات لتقليل إصابة التقاوي (مواد الإكثار) الخضرية
 - 2.4.2. الحصول على نباتات خالية من الفيروس
 - 3.4.2. المحافظة على النباتات الخالية من الفيروس
 - 5.2. الممارسات الزراعية
 - 1.5.2. تغيير مواعيد الزراعة والحصاد
 - 2.5.2. مسافات الزراعة
 - 3.5.2. الدورة الزراعية والنباتات المجاورة
 - 4.5.2. عوامل أخرى
 - 6.2. مكافحة المتكاملة للناقلات
 - 1.6.2. مكافحة النواقل الهوائية
 - 2.6.2. مكافحة النواقل الأرضية
 - 3.6.2. خفض أو منع الانتشار بواسطة الإنسان
 - 7.2. استخدام أصناف نباتية مقاومة للفيروس
 - 8.2. استخدام نباتات مقاومة للناقلات
 - 9.2. الوقاية باستخدام السلالات الفيروسية الضعيفة
 - 1.9.2. كيفية الحصول على السلالة الضعيفة
 - 2.9.2. مخاطر استخدام الحماية المتبادلة
 - 10.2. الوقاية عن طريق إنتاج نباتات محورة وراثياً بجينات فيروسية المنشأ
 - 1.10.2. تطبيقات تقنية النباتات المحورة وراثياً لمقاومة الأمراض الفيروسية
 - 2.10.2. أخطار استخدام تقنية النباتات المحورة وراثياً في إنتاج أصناف مقاومة للفيروسات
 - 3.10.2. نقل تقنية النباتات المقاومة للفيروسات بالتحوير الوراثي إلى البلدان العربية
 - 11.2. استخدام الكيماويات
3. المراجع

1. المقدمة

تمثل مكافحة الفيروسات وأمراضها هدفاً رئيسياً للعاملين في مجال أمراض النبات الفيروسية. ترتبط هذه المكافحة بالمعلومات المتاحة عن الفيروس والمرض وكلما زادت لدينا هذه المعلومات كلما كانت الطرائق والوسائل المختارة للمكافحة أكثر فاعلية وأكثر أماناً وأقل تكلفة.

بالنظر لطبيعة الفيروسات وارتباطها ارتباطاً كاملاً بخلايا النبات المصاب، وتواجدها داخل هذه الخلايا دون وجود فواصل بينها وبين مكونات الخلايا فإنه لا توجد طريقة مباشرة لمكافحتها. وبالتالي فإنه من المتوقع عند مكافحة أي مرض فيروسي أن تكون هناك مجموعة متكاملة من الطرائق والوسائل التي تشكل برنامجاً للمكافحة المتكاملة تعتمد أساساً على وسائل لمنع الإصابة والوقاية منها، وكذلك على وسائل تعمل على تقليل مصادر العدوى والحد من فعالية وسائل إنتشار المرض وتقليل تأثير الإصابة على المحصول. بوجه عام فإن غالبية الطرائق المستخدمة تهدف أساساً إلى الوقاية من هذه المجموعة من الأمراض وليس معالجتها بعد حدوث الإصابة.

مما لا شك فيه فإن التعرف الدقيق على الفيروس المسبب للمرض وعلى صفاته وعلى دورته المرضية تمثل حجر الزاوية في تحديد وسائل المكافحة (Hadidi *et al.*, 1998)، وعلى سبيل المثال فإن معرفة طرائق وكيفية انتقال الفيروس الممرض من نبات إلى آخر لها درجة كبيرة في تحديد تلك الوسائل، فإذا كان ينتقل عن طريق البذور فتصبح زراعة بذور سليمة على درجة كبيرة من الأهمية وإذا كان ينتقل بواسطة الحشرات أو غيرها من النواقل فتكون مكافحتها أو تجنبها ذات أولوية مطلقة، وهكذا بالنسبة لباقي وسائل الإنتقال.

يمثل المدى العوائلي للفيروس أهمية كبيرة في تحديد وسائل المكافحة فإذا كان يصيب أشجار الفاكهة فلا بد من إعطاء أهمية لاستخدام طعم خالية من الإصابة وإذا كان يصيب نباتات حولية فلا بد من معرفة مدى إصابته للنباتات المجاورة للمحصول والأعشاب والنباتات الغريبة داخل المحصول حتى يمكن تقدير مدى أهمية التخلص من مصادر العدوى هذه.

وبالطبع فإن الطرائق الحديثة المتضمنة استخدام زراعة الأنسجة والهندسة الوراثية قد فتحت مجالاً كبيراً للحصول على نباتات خالية من الإصابة وعلى نباتات مقاومة لفيروس أو لفيروسات معينة.

بوجه عام فإنه نظراً لتعدد وسائل انتقال وإنتشار الفيروسات وكيفية بقائها خلال الفترات بين المواسم، لذلك تتعدد أيضاً طرائق المكافحة الملائمة. إن استخدام بعض طرائق المكافحة التي قد لاتعطي استبعاداً كاملاً للمرض لا يعني أن هذه الطرائق غير ناجحة، ولا يجب الاستهانة بأية وسيلة مباشرة، فقد تؤدي بعض الوسائل البسيطة (مثل إزالة النباتات المصابة في أوائل الموسم أو استخدام بعض الوسائل الزراعية الصحيحة) إلى تقليل الخسائر (Albrechtsen, 1997).

وعليه، فإن خفض تأثير الإصابة الفيروسية إلى أدنى حد ممكن ورفع إنتاجية المحصول إلى أعلى حد ممكن يظل هدفاً رئيسياً أمام العاملين في مجال أمراض النبات وأمام المزارعين ولن يتحقق ذلك إلا باتباع منظومة متكاملة للمكافحة.

هذا ولتسهيل إستخدام الأسماء المختصرة للفيروسات التي استخدمت كأمثلة في هذا الفصل فقد تم جمعها في جدول واحد يشمل الأسم العربي، الأسم الانكليزي، الأسم المختصر، اسم الجنس واسم الفصيلة لهذه الفيروسات (جدول 1).

جدول 1. الأسماء العربية والإنجليزية والمختصرة والوضع التقسيمي للفيروسات التي ذكرت في هذا الفصل (مرتبة أبجدياً حسب الأسم الإنكليزي المختصر للفيروس).

الاسم العربي	الاسم العلمي	الاسم المختصر	الجنس	الفصيلة/العائلة
فيروس موزاييك الفصاة/ الجت/البرسيم الحجازي	<i>Alfalfa mosaic virus</i>	AMV	<i>Alfavirus</i>	<i>Bromoviridae</i>
فيروس الموزاييك الأصفر للشعير	<i>Barley yellow mosaic virus</i>	BaYMV	<i>Bymovirus</i>	<i>Potyviridae</i>
فيروس تلون بذور الفول	<i>Broad bean stain virus</i>	BBSV	<i>Comovirus</i>	<i>Comoviridae</i>
فيروس تيقو قمة الموز	<i>Banana bunchy top virus</i>	BBTV	<i>Babvirus</i>	<i>Nanoviridae</i>
فيروس الموزاييك الشائع للفاصولياء	<i>Bean common mosaic virus</i>	BCMV	<i>Potyvirus</i>	<i>Potyviridae</i>
فيروس تجعد قمة الثوندر السكري/البنجر	<i>Beet curly top virus</i>	BCTV	<i>Curtovirus</i>	<i>Geminiviridae</i>
فيروس التقاف أوراق الفول	<i>Bean leafroll virus</i>	BLRV	<i>Luteovirus</i>	<i>Luteoviridae</i>
فيروس الموزاييك الشريطي للشعير (= فيروس الموزاييك المخطط للشعير)	<i>Barley stripe mosaic virus</i>	BSMV	<i>Hordeivirus</i>	غير محددة
فيروس موزاييك الثوندر السكري/البنجر	<i>Beet mosaic virus</i>	BtMV	<i>Potyvirus</i>	<i>Potyviridae</i>
فيروس الموزاييك الأصفر للفاصولياء	<i>Bean yellow mosaic virus</i>	BYMV	<i>Potyvirus</i>	<i>Potyviridae</i>
فيروس إصفرار الثوندر السكري/البنجر	<i>Beet yellows virus</i>	BYV	<i>Closterovirus</i>	<i>Closteroviridae</i>
فيروس موزاييك الخيار	<i>Cucumber mosaic virus</i>	CMV	<i>Cucumovirus</i>	<i>Bromoviridae</i>
فيروس تريستيزا الحمضيات/الموالح	<i>Citrus tristeza virus</i>	CTV	<i>Closterovirus</i>	<i>Closteroviridae</i>
فيروس موزاييك القلقاس	<i>Dasheen mosaic virus</i>	DsMV	<i>Potyvirus</i>	<i>Potyviridae</i>
فيروس الإصفرار الميت للفول	<i>Faba bean necrotic yellows virus</i>	FBNYV	<i>Nanovirus</i>	<i>Nanoviridae</i>
فيروس موزاييك الخس	<i>Lettuce mosaic virus</i>	LMV	<i>Potyvirus</i>	<i>Potyviridae</i>
فيروس موزاييك وتقزم الذرة	<i>Maize dwarf mosaic virus</i>	MDMV	<i>Potyvirus</i>	<i>Potyviridae</i>

تابع جدول 1.

الاسم العربي	الاسم العلمي	الاسم المختصر	الجنس	الفصيلة/العائلة
فيروس تبرقش الفلفل	<i>Pepper mottle virus</i>	PepMoV	<i>Potyvirus</i>	<i>Potyviridae</i>
فيروس التبقع الحلقي للفلفل	<i>Pepper ringspot virus</i>	PepRSV	<i>Tobravirus</i>	غير محددة
فيروس التفاف أوراق البطاطا/البطاطس	<i>Potato leaf roll virus</i>	PLRV	<i>Polerovirus</i>	<i>Luteoviridae</i>
فيروس جدي الخوخ/البرقوق	<i>Plum pox virus</i>	PPV	<i>Potyvirus</i>	<i>Potyviridae</i>
فيروس التبقع الحلقي للبابايا/الباباظ	<i>Papaya ringspot virus</i>	PRSV	<i>Potyvirus</i>	<i>Potyviridae</i>
فيروس موزاييك البازلاء المنقول بالبذور	<i>Pea seed-borne mosaic virus</i>	PSbMV	<i>Potyvirus</i>	<i>Potyviridae</i>
فيروس البطاطا/البطاطس X	<i>Potato virus X</i>	PVX	<i>Potexvirus</i>	<i>Flexiviridae</i>
فيروس البطاطا/البطاطس Y	<i>Potato virus Y</i>	PVY	<i>Potyvirus</i>	<i>Potyviridae</i>
فيروس تقزم فول الصويا	<i>Soybean dwarf virus</i>	SbDV	<i>Luteovirus</i>	<i>Luteoviridae</i>
فيروس موزاييك فول الصويا	<i>Soybean mosaic virus</i>	SMV	<i>Potyvirus</i>	<i>Potyviridae</i>
فيروس موزاييك الكوسا	<i>Squash mosaic virus</i>	SqMV	<i>Comovirus</i>	<i>Comoviridae</i>
فيروس تحفر التبغ	<i>Tobacco etch virus</i>	TEV	<i>Potyvirus</i>	<i>Potyviridae</i>
فيروس الموزاييك الذهبي للبنندورة/الطماطم	<i>Tomato golden mosaic virus</i>	TGMV	<i>Begomovirus</i>	<i>Geminiviridae</i>
فيروس موزاييك التبغ	<i>Tobacco mosaic virus</i>	TMV	<i>Tobamovirus</i>	غير محددة
فيروس موزاييك البنندورة/الطماطم	<i>Tomato mosaic virus</i>	ToMV	<i>Tobamovirus</i>	غير محددة
فيروس التبقع الحلقي للتبغ	<i>Tobacco ring spot virus</i>	TRSV	<i>Nepovirus</i>	<i>Comoviridae</i>
فيروس الذبول المتبقع للبنندورة/الطماطم	<i>Tomato spotted wilt virus</i>	TSWV	<i>Tospovirus</i>	<i>Bunyaviridae</i>
فيروس موزاييك اللفت	<i>Turnip mosaic virus</i>	TuMV	<i>Potyvirus</i>	<i>Potyviridae</i>
فيروس تجعد الأوراق الأصفر للبنندورة/الطماطم	<i>Tomato yellow leaf curl virus</i>	TYLCV	<i>Begomovirus</i>	<i>Geminiviridae</i>
فيروس موزاييك البطيخ	<i>Watermelon mosaic virus</i>	WMV	<i>Potyvirus</i>	<i>Potyviridae</i>
فيروس الموزاييك الأصفر للكوسا الخضراء	<i>Zucchini yellow mosaic virus</i>	ZYMV	<i>Potyvirus</i>	<i>Potyviridae</i>

2. طرائق مكافحة الفيروسات والأمراض الفيروسية

1.2. الحجر الزراعي

يوجد نوعان من الحجر الزراعي، أحدهما دولي والآخر داخلي وتحكم الحجر الزراعي مجموعة من التشريعات والقوانين واللوائح المنظمة. وكلما تقدمت الدولة كلما حرصت على تطبيق قوانين الحجر الزراعي بكل دقة. ونظراً لأنه تم تناول موضوع الحجر الزراعي في فصل مستقل من هذا الكتاب (الفصل السادس) فإنه يمكن الرجوع إليه لمعرفة التفاصيل.

2.2. استبعاد مصادر العدوى داخل وجوار المحصول

تتعدد مصادر العدوى بالفيروسات المختلفة، فقد يكون المصدر عبارة عن نباتات مصابة داخل حقل ما لمحصول اقتصادي ناتجة من زراعة بذور مصابة أو أجزاء خضرية مصابة أو نامية من مخلفات المحصول السابق أو أصيبت مبكراً من حقول مجاورة أو من زراعات سابقة أو من نباتات ذات حولين (حيث تنمو مبكراً في عامها الثاني معطية نباتات مصابة تمثل مصدراً لعدوى النباتات الجديدة المنزعة في عامها الأول) وقد يكون المصدر عبارة عن نباتات معمرة أو نباتات زينة أو أعشاب.

ونظراً لإنتشار الأعشاب في الطبيعة إنتشاراً كبيراً وتواجدها تحت مختلف الظروف البيئية فإنها تكون معرضة للإصابة بالعديد من الفيروسات وتصبح مصدراً هاماً لها، حيث تقضي الفيروسات فترة التشتية في بعض هذه الأعشاب/الحشائش، وبالتالي تمثل الأعشاب في مجملها مخزناً طبيعياً للعديد من الفيروسات. تزداد أهمية وخطورة الأعشاب عندما تكون عائلاً أيضاً لبعض الحشرات التي تعتبر الناقل الرئيسي للإصابات الفيروسية تحت ظروف الحقل. تضع بعض الحشرات بيضها خلال فترة الخريف على بعض الأعشاب، حيث تقضي فترة الشتاء عليها ثم تقف في الربيع وتهاجر إلى المحاصيل الإقتصادية حاملة معها الفيروسات الموجودة بتلك الأعشاب، وفي مثل هذه الحالات تعتبر الأعشاب مستودعاً أو مخزناً طبيعياً للفيروسات ولنواقلها الحشرية.

كما تلعب الأعشاب دوراً هاماً في علاقتها بالنيماتودا الناقلة للفيروسات (شوكت، 1982) فالنيماتودا تتطفل على العديد من النباتات غير المتقاربة تقسيمياً وتتطفل على العديد من الأعشاب. وتنقل العديد من الفيروسات التي تنقلها النيماتودا أيضاً بواسطة بذور العديد من الأعشاب والتي قد تصاب بهذه الفيروسات ولا تظهر عليها أعراض الإصابة.

عند إنبات بذور هذه الأعشاب في الربيع فإن البادرات الجديدة تكون مصابة وتمثل مصدراً جديداً للفيروسات أي أن الأعشاب قد قامت بحماية الفيروس وعملت على بقائه في الطبيعة وعملت كمخزن طبيعي للفيروسات وللنيماتودا الناقلة لها أيضاً.

ولقد وجد في مصر أن فيروس موزايك الخيار يوجد في الأعشاب النامية في حقول الكوسا وما حولها وحول أقنية الري والطرق مثل الرجلة (*Portulaca oleracea* L.)، السلق البري (*Beta vulgaris* subsp. var *cicla* (L.) W.D.J. Koch)، الخبيزة (*Malva parviflora* L.)، والشيكوريا (*Cichorium pumilum* Jacq.) وعنب الديب (*Solanum nigrum* L.) كما وجد أيضاً أن فيروس موزايك البطيخ يتواجد على الخبيزة والخلة (*Ammi majus* L.) وتعتبر هذه الأعشاب أهم مصدر لقضاء فترة التشتية للفيروسين، حيث ينتقلان إلى نباتات الكوسا بواسطة حشرات المنّ في الربيع. وقد أدى التخلص من هذه الأعشاب إلى خفض كبير في نسبة إصابة

الكوسا بأمراض الموزاييك، حيث انخفضت من 80% في الحقل المحاط بكثافة عالية من الأعشاب المصابة إلى 9% في الحقل المحاط بأعداد قليلة من الأعشاب المصابة وذلك بعد أربعة أسابيع من الزراعة (Fegla, 1974).

عادة ما تكون الأعشاب النامية في حقول النباتات الإقتصادية المختلفة قابلة للإصابة بالفيروسات التي تصيب هذه النباتات. ودراسة العلاقة بين الأعشاب الموجودة في حقول الفول وبين إصابتها بخمسة فيروسات عن طريق بذور الفول في مصر (El-Hammady et al., 2004) وجد أن هناك 13 نوعاً من الأعشاب تنمو في حقول الفول، ثمانية منها تتواجد مبكراً في موسم النمو، وتنتهي دورة حياة ستة منها قبل تمام نضج الفول، وتظهر خمسة أنواع جديدة متأخرة في موسم النمو ويستمر نوعان فقط طوال الموسم. من بين هذه الأنواع وجد نوعان قابلان للإصابة بفيروس واحد ونوعان قابلان للإصابة بثلاثة فيروسات ونوع واحد قابل للإصابة بأربعة فيروسات. ويمثل التخلص من هذه الأعشاب أهمية كبيرة في تقليل إنتشار هذه الفيروسات.

وجد في العراق أن عشب كرز الأرض (*Physalis wrightii* Gray) الواسع الإنتشار في حقول البطاطا/البطاطس والمناطق المجاورة لها يعتبر عائلاً ثانوياً هاماً لبعض الفيروسات إذ يصاب بفيروس البطاطا/البطاطس Y (PVY) بنسبة تراوحت بين 8.6-13.2% وبفيروس البطاطا/البطاطس X (PVX) بنسبة تراوحت بين 2.3-3.0%، وأن الفيروس الأخير ينتقل عن طريق بذور هذا العشب بنسبة 0.7% (المعاضدي وعبد الله، 2006)، كما سجل الراوي وآخرون (2001) إنتشاراً كبيراً لأمراض الفايوتوبلازما على عديد من الأعشاب بالإضافة إلى بعض النباتات الإقتصادية.

من ناحية أخرى فإن محاولة التخلص من الأعشاب والعوائل الثانوية للفيروس لا تكون مجدية في حالة الفيروسات ذات المدى العوائل الواسع، إلا أنها تتبع بنجاح في حالة ما إذا كان للفيروس مدى عوائل ضيق. وعلى سبيل المثال فإنه قد أمكن في مصر (Mazyad et al., 1986) مكافحة فيروس تجعد الأوراق الأصفر للبندورة/الطمطم (TYLCV) (نو مدى عوائل محدود) بإزالة النباتات المصابة ونباتات الطمطم/البندورة المشتية مبكراً في أوائل موسم الربيع وقبل ظهور حشرات الذباب الأبيض البالغة. في مثل هذه الحقول المعاملة فإن إنتشار الفيروس إليها يكون عن طريق مصادر من خارج الحقل. ولكي تكون هذه الطريقة فعالة فإنه يجب تطبيقها على نطاق واسع في مساحات كبيرة. كما يفضل عدم وجود بيوت زراعات الطمطم/البندورة المحمية بالجوار حيث أن هذه البيوت غالباً ما تكون مصدراً للذباب الأبيض الناقل والفيروس على مدار العام، وعندما استخدمت هذه الطريقة في قبرص لمدة 3 أعوام متتالية فإنه أمكن منع الإنتشار الأولى للفيروس على الزراعات الحقلية من حوالي 45% إلى أقل من 5% (Ioannou, 1987). كذلك فإن إزالة نباتات الطمطم/البندورة والأعشاب النامية اختياريًا خلال فصل الصيف قد أدى

إلى تقليل معنوى واضح في أعداد حشرات الذباب الأبيض الحاملة لفيروس تجعد الأوراق الأصفر للبدورة/الطماطم في وادي الأردن وبالتالي انخفضت نسبة الإصابة في الخريف التالي (Al Musa, 1986).

وفي العراق، أمكن السيطرة على فيروس تجعد أوراق التبغ بإقتلاع النباتات المصابة أو تغطية النباتات بقماش الشاش أو باستخدام مبيد الفيورادان لمكافحة حشرة الذبابة البيضاء الناقلة (العاني وآخرون، 1987).

تلعب نباتات الزينة المعمرة والحوالية التي تربي في مشاتل الزينة والمنتشرة في أطراف المدن والمساحات المجاورة للطرق الموصلة إليها وتلك التي تزرع في الحدائق المنزلية والحدائق العامة دوراً هاماً كمصدر للعديد من الفيروسات التي تسبب أمراضاً للمحاصيل الإقتصادية. وقد عزل فجلة (معلومات غير منشورة) فيروس موزاييك الخيار من نباتات الونكة (Vinca). كما وجد El-Hammady وآخرون (1991) أن نباتات الونكة تصاب بنوعين من الفيوتوبلازما ويؤثران عليها تأثيراً واضحاً. ومن الصعب منع إنتشار الفيروس من عوائل الزينة المعمرة أو من الأشجار النامية بالقرب من المحاصيل المزروعة حيث كثيراً ما يكون من المستحيل التخلص منها كأن تكون مزروعة في حدائق عامة أو حدائق منزلية.

وعندما يكون المحصول المزروع معمرًا فإن التخلص من النباتات المصابة قد يكون ذو فائدة كبيرة خاصة إذا ما اكتشفت الإصابة مبكراً، حيث يمكن استبدال النباتات المصابة بأخرى سليمة كما في حالة إصابة الموز بفيروس تبوق قمة الموز (BBTV) وإصابة أشجار الحمضيات/الموالح بفيروس تريستيزا الحمضيات/الموالح (CTV).

ويمكن القول عموماً بأن استخدام بذور أو مواد إكثار خضرية سليمة والتخلص بقدر الإمكان من الأعشاب والعوائل الثانوية والنباتات المصابة داخل نفس المحصول وعدم زراعة نباتات جديدة أو مشاتل بجوار أخرى قديمة سوف تؤدي إلى وقاية مبكرة وإلى خفض نسبة الإصابة بدرجة كبيرة وخصوصاً إذا ما كان للفيروس مدى عوائل ضيق.

كما يفضل عدم زراعة محاصيل الخضر داخل أو بالقرب من بساتين الفاكهة، حيث أن زراعة بعض أنواع الخضر داخل زراعات الموز (كما هو متبع في بعض الأحيان في مصر) يسهل من انتقال فيروس موزاييك الخيار إلى الموز.

3.2. استخدام بذور خالية من الفيروس

من أهم وأخطر طرائق انتقال الفيروسات وإنتشارها هو تواجدها في البذور المصابة، والتي عند زراعتها تعطى نباتات تمثل بؤراً للإصابة المبكرة وتشتد خطورتها في حالة وجود ناقلات نشطة تعمل على نقل الإصابة من تلك النباتات المصابة إلى باقي نباتات الحقل في أوائل الموسم

الزراعي (Matthews, 1970). أحياناً تكون البذور هي الوسيلة الوحيدة (وقد تشترك معها وسائل أخرى) التي يتمكن الفيروس من البقاء فيها من موسم إلى آخر وأحياناً تمثل الخطر الأساسي في إدخال فيروسات جديدة إلى بعض المناطق (Albrechtsen, 1997). مما هو جدير بالملاحظة أن حوالي ثلث عدد الفيروسات التي تنتقل عن طريق البذور يتركز في الفصيلة البقولية. وتختلف نسبة الانتقال عن طريق البذور باختلاف الفيروس والعائل والصنف النباتي (El-Hammady *et al.*, 1980) والظروف البيئية السائدة وغيرها من العوامل (الحماضي وآخرون، 1976). وفي حال أن البذور المصابة هي المصدر الرئيسي للفيروس وكان من الممكن الزراعة في أماكن يمكن عزلها إلى حد ما عن مصادر العدوى الخارجية، فإن استخدام بذور سليمة أو ذات نسبة إصابة ضئيلة تكون وسيلة فعالة في الحد من إنتشار هذه الفيروسات و الخسائر التي تسببها.

من أهم الأمثلة على دور البذور في إنتشار الفيروسات هو فيروس موزاييك الخس (LMV) الذي ينتشر في مناطق زراعة الخس في البلدان المختلفة وينتقل هذا الفيروس في مصر والعراق عن طريق البذور بنسبة تتراوح بين 1.8-7.6% طبقاً للصنف وموعد الإصابة (Fegla *et al.*, 1983, 1990a). فشلت معظم الطرق التي استخدمت في مكافحة هذا الفيروس والحد من إنتشاره في العديد من بلدان العالم، وأخيراً أمكن التوصل إلى أن الطريقة الفعالة هي باستخدام بذور خالية من الإصابة أو ألا تتعدى نسبة الإصابة المسموح بها 0.003% (أي بذرة واحد مصابة في كل 30,000 بذرة). إلا أن نسبة الإصابة في البذور المسوح بها يمكن أن تتغير من منطقة إلى أخرى حسب الظروف البيئية السائدة التي تساعد في زيادة وتكاثر ونشاط الحشرات الناقلة وبالتالي إنتشار الفيروس.

يعتبر فيروس موزاييك الفصاة/الجبث/البرسيم الحجازي (AMV) من أخطر الفيروسات التي تنتقل عن طريق البذور وبنسبة تتراوح بين 17-21% (Fegla *et al.*, 2000). تنتشر الإصابة بهذا الفيروس على البرسيم الحجازي/الجبث المزروع بمزارع الإنتاج الحيواني المنتشرة في الظهير الصحراوي لمحافظة الاسكندرية والبحيرة والمنوفية بمصر. ونظراً لأن هذا المحصول هو محصول علف معمر فإن الإصابة بهذا الفيروس تزداد سنة بعد أخرى ويصبح البرسيم الحجازي مصدراً لإصابة المحاصيل الأخرى القابلة للإصابة به عن طريق حشرات المرن. وقد اقترح خفض حد الاحتمال (الحد الأعلى للنسبة المئوية للبذور المصابة المسموح به في التقاوي) إلى 0% حتى يمكن الحد من إنتشار هذا الفيروس في مصر. وينتشر هذا الفيروس في معظم البلدان العربية. في جميع الأحوال يجب استخدام البذور المتحصل عليها من مصادر موثوق بها، إلا أن المزارع عادة ما يلجأ إلى البذور الخاصة به والمتحصل عليها من المحصول السابق دون النظر لمدى خطورة ذلك.

ومن الممكن تقليل أو تثبيط الفيروسات المنقولة بالبذور ببعض المعاملات والتي يمكن تلخيصها بالتالي:

(1) الحرارة - تؤثر المعاملة بالحرارة أساساً على الفيروسات المحمولة على السطح الخارجي للبذرة، إلا أنه قد أمكن استبعاد بعض الفيروسات المحمولة داخلياً من البذور المصابة. فقد أظهرت معاملة بذور الخس المصابة بفيروس موزاييك الخس (LMV) بالحرارة الجافة على درجات تراوحت بين 40-85°س لمدة تراوحت بين يوم واحد وأربعة أيام، وأن المعاملة عند درجة حرارة 80°س لمدة 3 أو 4 أيام كانت فعالة في تثبيط الفيروس بدون تأثير معنوي على إنبات البذور (Fegla *et al.*, 1990b). قد تكون المعاملة الحرارية أحياناً ذات اثر محدود وقليلة الأهمية إذ قد يلزم المعاملة عند درجات حرارة عالية أو لفترات طويلة نسبياً مما يؤثر أيضاً على إنبات البذور وعلى سبيل المثال فإن مكوك وعطار (2001) وجدوا أن تعريض حبوب الشعير المصابة بفيروس الموزاييك الشريطي للشعير (= فيروس الموزاييك المخطط للشعير) (BSMV) للحرارة الجافة عند درجة حرارة 85°س لمدة 10 أيام قد أدى إلى خفض نسبة الإصابة من 59% إلى 25% ولكن رافق ذلك أيضاً انخفاض في نسبة إنبات الحبوب من 94% إلى 53% وعند معاملة الحبوب بالحرارة الرطبة عند درجة حرارة 65°س لمدة ساعة (Zein, 2002) فإن نسبة إنتقال الفيروس عن طريق الحبوب المعاملة قد انعدمت كما انخفضت في نفس الوقت نسبة الإنبات من 80% إلى 45%. وعند معاملة بذور العدس المصابة بفيروس تلون بذور الفول (BBSV) عند درجات حرارة 60 و 70°س ولفترة زمنية 6-34 يوماً، عملت درجة الحرارة 60°س على خفض نسبة وجود الفيروس من 14.96% (في البذور غير المعاملة) إلى 2.14% (في البذور التي عوملت لمدة 24 يوماً) مع المحافظة على نسبة إنبات هذه البذور (99%). أما درجة الحرارة 70°س فقد خفضت نسبة وجود الفيروس إلى 1.78% في البذور التي عوملت لمدة 16 يوماً وكانت نسبة الإنبات 90% وبعد هذه الفترة بدأت تتخفض نسبة وجود الفيروس حتى وصلت إلى صفر (في البذور التي عوملت لمدة 28 يوماً وما بعد) ورافق ذلك انخفاض في نسبة إنبات البذور حيث وصلت إلى 57% (قمري، 1994؛ Kumari & Makkouk, 1996).

(2) معاملات كيميائية - قد تستخدم بعض المعاملات الكيميائية لإستبعاد الفيروسات وخاصة تلك المحمولة سطحياً، مثل معاملة بذور الطماطم/البندورة الحاملة لفيروس موزاييك البندورة/الطماطم (ToMV) وفيروس موزاييك التبغ (TMV) بواسطة محلول فوسفات ثلاثي الصوديوم بتركيز 10% لمدة 10 دقائق أو باستخدام بعض الأحماض المخففة مثل حامض الايدروكلوريك (1%) أو برمنجنات البوتاسيوم لمدة 30 دقيقة. أحياناً يكون من المفيد استخدام المعاملات الكيميائية مع الحرارة في تثبيط بعض الفيروسات المحمولة داخلياً، فقد

وجد أن نقع (تشريب) بذور الخس المصابة بفيروس LMV في مادة بولي إيثيلين جليكول والحفظ على درجات حرارة مختلفة وفترات متباينة، أدى إلى تثبيط الفيروس عند المعاملة عند درجة حرارة 40°س لمدة 10 أيام (Fegla *et al.*, 1990b).

(3) التخدير - إن استخراج البذور بطريقة التخدير اعطى نتائج إيجابية مع فيروس ToMV في بذور الطماطم/البندورة.

(4) التخزين - يؤدي تخزين البذور في بعض الحالات إلى استبعاد بعض الفيروسات مثل تخزين بذور الطماطم/البندورة لإستبعاد فيروس موزاييك الطماطم/البندورة، كما أن تخزين بذور القاوون لمدة ثلاث سنوات أدى إلى انخفاض نسبة إنتقال فيروس موزاييك القاوون (MuMV) [= فيروس موزاييك الكوسا (SqMV)] من 95% في البذور الطازجة إلى 5% في البذور المخزنة، بينما أوضح مكوك وعطار (2001) أن فيروس BSMV لم يتأثر في حبوب الشعير المصابة به عند تخزينها لمدة خمس سنوات عند درجة حرارة 4°س.

4.2. استخدام تقاوي (مواد إكثار) خضرية خالية من الفيروس

عندما يصاب نبات ما بفيروس معين فإن الفيروس يظل متواجداً بصورة مزمنة داخل هذا النبات طالما ظل حياً، وتنتقل الإصابة إلى الأجيال التالية إذا ما تم إكثار هذا النبات خضرياً أو إذا ما أخذت منه طعوماً لنباتات أخرى كما في حالة أشجار الفاكهة بوجه عام.

تمثل النباتات التي تتكاثر خضرياً نسبة عالية في العديد من محاصيل الخضر والزينة والفاكهة، وتمثل إصابة تلك النباتات وخاصة المعمرة منها بالفيروسات المختلفة خسائر اقتصادية كبيرة. كما تنتقل الفيروسات بوجه عام عن طريق التطعيم، خصوصاً في حالة نجاح لالتحام بين الأصل والطعم القابلين للإصابة.

وبالطبع فإن زراعة أجزاء خضرية مصابة ينتج عنها ظهور نباتات مصابة مبكراً في أوائل الموسم مما يمثل بؤراً ومصادر إصابة تؤثر على باقي النباتات خاصة في حالة وجود وسائل انتقال نشطة.

ومن المشاكل الكبيرة التي تعمل على إنتشار الأمراض الفيروسية عن طريق الإكثار الخضري هي قيام المزارعين بالحصول على التقاوي اللازمة لهم من محصولهم السابق، وبالإستمرار في تلك العملية يتم تركيز الإصابة بشكل مستمر في التقاوي مما يسبب تدهوراً كبيراً في المحصول، كما هو الحادث بالنسبة للبطاطس/البطاطا في معظم الدول النامية.

وقد تسببت هذه الممارسة في القضاء على عديد من الأصناف المتميزة من الفرولة والموز وغيرها في مصر وحدت نفس المشكلة مع محصول القلقاس في مناطق زراعته بمحافظة المنوفية والقليوبية، والقلقاس من المحاصيل التي لها موسم نمو طويل (حوالي 10 أشهر). في

نهاية الموسم يترك المزارع قطعة من أرضه مزروعة دون حصاد يقوم في الشتاء بتطوئها ثم يقتلع كورماتها في بداية الربيع ويجزؤها إلى قطع تقاوي بها عيون ويزرعها دون مراعاة ما إذا كانت هذه الكورمات مأخوذة من نباتات مصابة أم لا، وقد أدى ذلك بمرور الوقت إلى الانتشار الوبائي لبعض الأمراض الفيروسية التي تصيب هذا النبات، حيث وصلت نسبة الإصابة في بعض المناطق إلى 100% وكانت أكثر الإصابات ناتجة عن الإصابة بفيروس موزاييك القلقاس (DsMV) الذي ينتشر أيضاً بواسطة حشرات المن (فجلة، معلومات غير منشورة؛ (Abo El-Nil & Zettler, 1976).

كما أدت الزراعة المستمرة للبساطا الحلوه بقطع ساقية (العرش) يختارها المزارع بدون مراعاة لخلوها من الإصابة إلى كارثة للمحصول في مساحة تزيد عن 850 هكتاراً ببعض المناطق في محافظة كفر الشيخ عام 1986، حيث انتشرت نسبة الإصابة بالأمراض الفيروسية إنتشاراً كبيراً وصل إلى 100% تقريباً وكان الفقد في المحصول شبه كلي، ولقد احتاج تصحيح هذا الوضع أكثر من خمسة أعوام حتى استطاعت المنطقة أن تتعافي نسبياً من هذه الأمراض باتباع الأساليب المناسبة في الزراعة واختيار القطع الساقية السليمة (فجلة، معلومات غير منشورة) .

تتركز مكافحة هذه الفيروسات في الحصول على أجزاء خضرية خالية من الإصابة الفيروسية (ومن الأصناف التجارية المرغوبة) واعتبارها كنواة والعمل على إكثارها تحت ظروف لا تسمح بإصابتها واستخدامها على نطاق واسع إن لزم الأمر، ويتطلب هذا جهوداً مستمرة.

1.4.2. بعض المعاملات لتقليل إصابة التقاوي (مواد الإكثار) الخضرية

- تطهير سكاكين تقطيع البطاطس (ويفضل استخدام درنات صغيرة كاملة) وسكاكين تقطيع العقل وآلات كسر أو قطع محصول قصب السكر وسكاكين التطعيم وذلك باستخدام اللهب أو بواسطة محلول فوسفات ثلاثي الصوديوم (تركيز 10%).
- التأكد من سلامة الطعوم المستخدمة وخلوها من أى فيروسات (تؤخذ من أشجار أمهات سليمة مختبرة) كما يجب أن يكون الأصل خالياً من الإصابة أو مقاوماً لها.
- قد يكون من المجدي في بعض الحالات التخلص من النبات المصاب أو الشجرة المصابة وإعدامها.
- معاملة الأجزاء التكاثرية الخضرية بالماء الساخن (حوالي 50°س) لأوقات محدودة قد تؤدي إلى نتائج جيدة في بعض الحالات.
- تجنب تحميل بعض نباتات الخضر على بعض النباتات المعمرة كالموز، لمنع انتقال بعض الإصابات الفيروسية من الخضر إلى الموز.

2.4.2. الحصول على نباتات خالية من الفيروس

يمكن الحصول على نباتات خالية من الفيروس بأحدى الوسيلتين التاليتين:

1.2.4.2. نباتات أو أجزاء نباتية سليمة طبيعياً

لا يمكن الاعتماد على الأعراض الظاهرية عند إختيار النباتات التي تستعمل كنواة للإكثار، كما قد تصاب بعض النباتات دون ظهور أعراض عليها أو تكون الأعراض موسمية أو غير واضحة. بالطبع هناك عديد من الطرائق للتأكد من خلو الأجزاء النباتية المختلفة من الإصابة، وتتوقف نوع الطريقة المستخدمة على نوع العائل وعلى الفيروس (مثل العدوى الإصطناعية للنباتات المشخصة، الطرائق السيرولوجية المختلفة، الفحص بالمجهر الالكتروني، تقنيات البيولوجيا الجزيئية... الخ). غالباً ما يكون توزيع الفيروسات غير منتظم داخل النباتات وخاصة الأشجار وعلى وجه الخصوص في الأطوار الأولى من الإصابة ويجب مراعاة ذلك عند الفحص. وبناء عليه ينصح بأخذ العينات من مختلف أجزاء الشجرة وعلى فترات دورية، كما يجب إعادة الفحص الدقيق في المواسم التالية حتى يمكن التأكد من خلو الشجرة من الفيروس. قد تؤدي عمليات الكشف عن الفيروس إلى تحديد وجود نباتات سليمة وسط النباتات المصابة وفي هذه الحالة يمكن استخدام هذه النباتات في عمليات الإكثار (بعد التأكد من خلوها من الإصابة). كما قد يمكن الحصول على براعم سليمة من الأجزاء الخالية من الفيروس المتواجد في الأشجار المصابة (نتيجة للتوزيع غير المنتظم للفيروس داخل الشجرة). من المعروف أن الغالبية العظمى من الفيروسات لا تنتقل عن طريق بذور النباتات التي تتكاثر خضرياً. وإن زراعة هذه البذور تعطى شتلات خالية عادة من الإصابة (أصول) وعند التأكد من خلوها فإن تطعيمها بطعوم سليمة (إن أمكن) يعطي نباتات سليمة يجب المحافظة عليها من الإصابة.

2.2.4.2. تخليص النباتات المصابة من الفيروس

إذا ما كانت جميع النباتات المتاحة مصابة فإنه يمكن استخدام الطرق التالية لتخليص النباتات المصابة أو أجزاء منها من الفيروس، ويمكن تخليصها بالتالي:

1) العلاج بالحرارة

استخدمت المعاملات الحرارية لفترات طويلة كطريقة أساسية تعامل بها النباتات المعمرة للحصول على أجزاء إكثار خضري خالية من الفيروسات والفيرويدات والفيوتوبلازما (Mink *et al.*, 1998). تتم المعاملة الحرارية إما للنباتات النامية أو الساكنة (مثل الدرنات والعُقل وغيرها).

خلال الفترة من 1935 إلى 1952 قام Kunkel بنشر عدة بحوث عن المعاملات الحرارية لعلاج عدة أمراض تتميز بالإصفرار والتي كان من المعتقد وقتها أنها راجعة إلى بعض الفيروسات وعرف فيما بعد أنها ناشئة عن الإصابة بالفيوتوبلازما. شملت هذه الأمراض مكنسة الساحرة في البرسيم الحجازي/الفصلة/الجب (Alfalfa witch's broom)، الإزهار المزيف في التوت البري (Cranberry false blossom)، إصفرار الأستر (Aster yellows)، الخوخ الصغير (Little peach)، تورد الخوخ (Peach rosette)، إصفرار الخوخ (Peach yellows) وغيرها. نجح Kassanis (1949، 1954) في استبعاد بعض الفيروسات عن طريق المعاملات الحرارية، ونشر في عام 1957 قائمة تضمنت أكثر من 15 فيروساً أمكن تثبيطها داخل النباتات المعاملة. في عام 1969 سجل Nyland و Goheen قائمة شملت 76 فيروساً ومرضاً فيروسياً ومرضين ناشئين عن الإصابة بالفيرويد، و 33 مرضاً ناشئاً عن الإصابة بالفيوتوبلازما أمكن تثبيطها بالمعاملة الحرارية. عادة ما يستخدم الماء الساخن عند درجة حرارة 35-54 °س في معاملة التقاوي الخضرية ولمدة محدودة تتراوح بين عدة دقائق وعدة ساعات ويستخدم الهواء الساخن عند درجة حرارة 35-40 °س لعدة أسابيع في معاملة النباتات النامية. تختلف درجة الحرارة المستخدمة ومدة التعرض لها باختلاف الفيروسات وبإختلاف العائل وبإختلاف العلاقة بين الفيروس والعائل المصاب، إلا أن هذه الطريقة تسهل إيجاد قمم نامية خالية من الفيروس.

2) مزارع القمم الميرستيمية

تمثل مزارع الأنسجة الميرستيمية الطرفية وسيلة جيدة للحصول على نباتات خالية من بعض الفيروسات (Hartman, 1974؛ Hollings, 1965؛ Walkey, 1968) وتعتمد الفكرة الأساسية في استخدام القمة النامية على أنها تكون في عديد من الحالات خالية من الإصابة الفيروسية وهي تشمل عادة الجزء الطرفي من النبات الذي يحتوي على الميرستيم الطرفي (apical meristem) مع الزوج الأول من بادئات الأوراق (leaf primordial) وعادة ما يكون طول هذه المنطقة بضعة ميكرونات ويتوقف طولها بوجه عام على العلاقة بين النبات والفيروس، ومقدرة الفيروس على غزو خلايا هذه المنطقة. وكما ذكرنا أعلاه فإن معاملات النباتات المصابة بالحرارة يؤدي إلى زيادة طول القمة النامية الخالية من الفيروس مما يسهل قطعها ومن ثم تنميتها على بيئات غذائية.

يتم تنمية القمم النامية الخالية من الفيروس على ببيئات غذائية خاصة تحت ظروف معقمة حتى تنمو إلى نباتات كاملة ومع اتخاذ الاحتياطات اللازمة فإنه يتم وعلى مراحل نقل هذه النباتات الصغيرة الرهيفة إلى الجو العادي وزراعتها تحت الظروف الطبيعية واستخدامها كنواة خالية من الإصابة الفيروسية. هناك ثلاثة أنواع من الأنسجة يمكن استخدامها وتتميتها على البيئات الغذائية الخاصة (Mink *et al.*, 1998) وهي:

- القمة الخضرية (shoot tip) والتي تختلف في الطول من 5-15 مم (ويتوقف الطول على النوع النباتي المستخدم).
 - ميريسيم يتراوح طوله بين 0.25 إلى 0.50 مم والذي قد يشمل 1-2 من بادئات الأوراق (leaf primordia) يؤخذ من القمة الخضرية أو من البراعم الجانبية.
 - نسيج من الساق الجانبية المحتوية على براعم جانبية.
- أثبتت المعاملة الحرارية فعالية مساعدة في كثير من الحالات وعلى سبيل المثال فإنه قد أمكن تخليص نباتات الثوم من ثلاثة فيروسات بنسبة ارتفعت من حوالي 40% إلى 85% عندما عوملت النباتات بالحرارة على درجة 38°س واخذت منها مباشرة القمة النامية لتتميتها في المزرعة الغذائية (Walkey *et al.*, 1987). كذلك فإن معاملة النفرات الدرنية للبطاطس/البطاطا (Sproutings) بالحرارة قبل أخذ القمة الطرفية وتتميتها على البيئة الغذائية أعطت نسبة عالية من النباتات الخالية من فيروس PVX (Faccioli & Rubies-Autonell, 1982). في بعض الحالات يفضل أن يضاف إلى البيئة المغذية بعض المواد المثبطة لبعض الفيروسات مثل Dioxohexahydro-1,3,5-triazine - 2,4 التي تم استخدامها في مزارع الأنسجة الميريسيمية للبطاطس/البطاطا للتخلص من الفيروسات التي تصيبها (Borissensko *et al.*, 1985)، كما استخدم البعض 2-thiouracil والكينيتين وغيرها. لذلك من المفيد استخدام جميع الأساليب السابقة مجتمعة، وذلك بأخذ ميريسيمات قيمة من النباتات المعاملة حرارياً وتتميتها على البيئات الغذائية المضاف لها بعض المواد المثبطة لتضاعف الفيروس. يتم حالياً استخدام مزارع الأنسجة وعلى نطاق تجارى في العديد من البلدان العربية فجاناب المجهودات الحكومية فإنه توجد في مصر عديد من المؤسسات الخاصة تقوم بإنتاج شتلات من الموز والفراولة والبطاطس/البطاطا والخرشوف والثوم وبعض نباتات الزينة الخالية من الإصابات الفيروسية ويتم بيعها للمزارعين. وفي مختلف البلدان العربية يتم استخدام هذه الطريقة لإنتاج نباتات خالية من الإصابة.

هناك طريقة بديلة للتنمية المباشرة على البيئات الغذائية حيث تؤخذ القمة الطرفية بطول قد يصل إلى مليمتر واحد ويتم تطعيمها تحت ظروف معقمة على بادرات سليمة، وقد أمكن التخلص من بعض الفيروسات التي تصيب أشجار الحمضيات أو أشجار الفواكه ذات النواة الحجرية (الحلويات/اللوزيات) بهذه الطريقة (Navarro *et al.*, 1983). مما يعطي شجرة من النوع المرغوب خالية من الفيروس.

3 مزارع الأنسجة

إن استخدام مجموعة من الخلايا من بعض النباتات المصابة وزراعتها على بيئة غذائية قد يؤدي أحياناً إلى الحصول على نباتات خالية من الفيروس. بالطبع مثل هذه الخلايا قد تكون خالية أصلاً من الإصابة نتيجة للتوزيع غير المنتظم للفيروس داخل النبات. من المعروف أن الأوراق النباتية المصابة والتي عليها مظهر الموزاييك يكون توزيع الفيروس فيها مختلفاً وخاصة بالمقارنة بين الأجزاء الخضراء والشاحبة والصفراء، وبالتالي قد تتواجد خلايا (خاصة الخضراء) داخل نفس الورقة خالية من الإصابة.

من الأمثلة على نجاح تلك الطريقة في بعض الحالات ما قام به Preil وآخرون (1982) من تخليص نباتات اليوفوربيا (*Euphorbia pulcherrima* Wild) من فيروسين عن طريق عمل مزرعة لمعلق من الخلايا ثم تنمية النباتات المتحصل عليها. كذلك تم تخليص بعض النباتات من فيروس موزاييك التبغ (TMV) بإتباع هذه الطريقة (Toyoda et al., 1985؛ White, 1982).

تستخدم أحياناً مع مختلف أنواع الزراعة في البيئات الغذائية بعض المعاملات التي سبق ذكرها مثل الحرارة وبعض المواد المثبطة للفيروسات، وفي العراق قام المعاضيدي وآخرون (2001) باستخدام العلاج الحراري وزراعة أطراف البراعم، لتثبيط أربعة فيروسات تصيب البطاطس/البطاطا، كما قام العاني وآخرون (2003) باستخدام مزارع الأنسجة في إنتاج نبيتات من أجزاء ورقة وساق البطاطس/البطاطا المصابة بفيروس PVY ووجد أن إضافة بنزيل أندنين وحامض جبرليك تزيد من كفاءة تكوين أفرع سليمة مباشرة من أجزاء الأوراق والسوق المصابة، وأن إضافة مستخلص الحناء (*Lawsonia inermis* L.). للوسط الصلب أو السائل أدى إلى استئصال فيروس PVY أو تثبيطه بنسبة عالية.

3.4.2. المحافظة على النباتات الخالية من الفيروس

عند الحصول على نباتات خالية من الإصابة الفيروسية والتي تعتبر نويات (أمهات) للنباتات الجديدة فإنه يجب العمل على إكثارها تحت ظروف لا تسمح بإصابتها مرة أخرى مع التأكد من قيمتها الزراعية ومطابقتها للصنف الأصلي.

يتم إكثار تلك النباتات للاستعمال التجاري تحت إشراف أفراد مدربين يمكنهم تطبيق اجراءات الوقاية اللازمة لمنع الإصابة، وفي حالة حدوث إصابات لبعض النباتات فيمكنهم تحديدها واستبعادها، ولتحقيق ذلك لا بد أن يكون عندهم الخبرة الكافية لملاحظة أى إصابة ولديهم الإمكانيات الكافية للكشف والتعرف على الفيروسات المختلفة.

من أوضح الأمثلة ما يتبع مع محصول البطاطس/البطاطا، حيث يتم إكثار الدرنات الخالية من الإصابة في مناطق معزولة بقدر الإمكان عن هجوم الحشرات وخاصة المن، ويتوافر ذلك

عادة في المناطق المرتفعة والباردة وغيرها ويتم في نفس الوقت اتخاذ جميع الاحتياطات اللازمة لمنع الإصابة بما في ذلك مكافحة الحشرات الناقلة والتخلص من أية نباتات قد تصاب. الدرنات الناتجة تحت هذه الظروف تكون عالية القيمة ونسبة الإصابة فيها تكاد أن تكون منعدمة، وتوزع للزراعة من خلال برامج الإكثار الموثقة (Certification programs).

وفي مصر تقوم شركات إنتاج تقاوي البطاطس/البطاطا بالإكثار في مناطق صحراوية شبة معزولة عن أرض الوادي، كما يتم أيضاً حالياً إكثار البطاطا الحلوة الناتجة من زراعة الأنسجة والتي ثبت خلوها من الأمراض الفيروسية في بيوت الزراعات المحمية في بعض المناطق الصحراوية مع اختبارها على فترات للتأكد من خلوها من الإصابة قبل توزيعها على المزارعين لزراعتها.

وبناءً عليه، فإن مكافحة الفيروسات التي تنتقل عن طريق التكاثر الخصري للنباتات المختلفة تنحصر في الحصول على أجزاء خضرية خالية من الإصابة والعمل على إكثارها تحت ظروف لا تسمح بإصابتها واستخدامها على نطاق واسع. ويجدر الإشارة أن الفيروسات لا تنتقل بوجه عام عن طريق بذور النباتات التي تتكاثر خضرياً وبالتالي فإنه يمكن الحصول على أصول للعديد من الأشجار بهذه الطريقة ثم تطعيمها بطعوم سليمة والمحافظة على الشتلة المطعمة من الإصابة. وقد نجحت بعض المحاولات في استخدام البذور الحقيقية للبطاطس/البطاطا وزراعتها في الحقل تحت صناديق مغطاة بغطاء شاش للحصول على تقاوي خالية من الإصابة (الحمادي وآخرون، 1995) وذات محصول أكبر مما تعطيه الأصناف التجارية المستوردة.

5.2. الممارسات الزراعية

1.5.2. تغيير مواعيد الزراعة والحصاد

تؤثر الإصابة تأثيراً كبيراً على المحصول، خاصة إذا ما أصيبت النباتات وهي صغيرة. عموماً فكلما تقدم النبات في العمر كلما زادت درجة تحمله ومقاومته للإصابة بالفيروسات. يرتبط إنتشار الأمراض الفيروسية بوجه عام بإنتشار الحشرات الناقلة لها وعلى هذا فإن إختيار ميعاد الزراعة قد يؤثر على حدوث ونسبة الإصابة.

إن أنسب ميعاد للزراعة يعتمد على ميعاد هجرة النوقل الحشرية الحاملة للإصابة، فإذا كانت تهاجر مبكراً فإن تأخير الزراعة يقلل من الإصابة. أما إذا كانت الحشرات الناقلة تهاجر متأخرة فإن الزراعة المبكرة سوف تسمح للنبات بأن ينمو ويكبر قبل أن تتم إصابته. على سبيل المثال وجد أن البطاطس/البطاطا المزروعة في أسكتلندا في الأسبوع الثالث من أيار/مايو تصاب بنسبة عالية بفيروس التفاف أوراق البطاطا/البطاطس (PLRV) بالمقارنة بتلك التي تزرع خلال

الأسبوع الأول من نيسان/أبريل، وذلك لأن الميعاد الأخير يسمح للنباتات بان تصل إلى درجة عالية من النضج قبل أن تتشط، أو في الوقت الذي تتشط فيه حشرة المنّ الناقل للفيروس. كما وجد أن أنسب موعد لزراعة الفول في شمال مصر هو أواخر شهر تشرين الأول/أكتوبر وليس شهر تشرين الثاني/نوفمبر، حيث تكون كمية المحصول أكبر ونسبة الإصابة بالأمراض الفيروسية أقل (Kawana, 2007).

وقد وجد في مصر وقبرص وغيرهما من الدول أن تأخير شتل الطماطم/البندورة في بيوت الزراعات المحمية (Younes, 1995) وتحت الأنفاق المنخفضة إلى أشهر الشتاء قد قلل أو منع الإصابة بفيروس TYLCV. كما أمكن الحصول على نفس النتائج تحت ظروف الحقل إذا ما تم شتل الطماطم/البندورة مبكراً بقدر الإمكان في أوائل الربيع. بالطبع فإن الهدف من تغيير ميعاد الشتل هو تجنب النباتات الصغيرة من التعرض للهجوم الكثيف لحشرات الذباب الأبيض الحامل للفيروس (Kasrawi, 1991؛ Makkouk & Laterrot 1983؛ Mazyad et al., 1986).

وفي هولندا يحدد ميعاد تلقيح محصول البطاطس/البطاطا المعدة لإنتاج التقاوي بموعد ظهور المنّ الناقل لفيروسات البطاطس/البطاطا مع حساب الوقت الذي يلزم للفيروس لكي يمر من الأوراق إلى الدرنات الحديثة في النبات المصاب، وبالتالي يتم تلقيح البطاطس/البطاطا بعد ظهور المنّ بمدة لا تزيد عن 2-3 أسابيع. قد تكون الدرنات غير تامة النضج ولكنها تصلح لاستخدامها كتقاوي لخلوها من الأمراض الفيروسية.

إن تغيير ميعاد الزراعة أو الحصاد بالنسبة لأي محصول لا يجب أن يقاس فقط بنسبة تقليل الإصابة الفيروسية وإنما يجب أن يقاس أيضاً بكمية المحصول الناتج، فقد تقل الإصابة نتيجة لتغيير ميعاد الزراعة أو الحصاد ولكن المحصول الناتج قد يكون منخفضاً وفي هذا خسارة للمزارع، وبالتالي فيجب أن يكون التغيير في مواعيد الزراعة أو الحصاد في الحدود التي تسمح بها إحتياجات المحصول من الحرارة والضوء والتي تضمن الحصول على محصول جيد (الحمادي وآخرون، 1976).

2.5.2. مسافات الزراعة

تختلف مسافات الزراعة باختلاف النباتات، وفي حالة الفيروسات التي تنقل بالحشرات فإن عدد النباتات المزروعة في وحدة المساحة يؤثر على نسبة الإصابة. فإذا فرض أن هناك محصولاً ما يزرع بواقع 20,000 نبات في الهكتار وأن الحشرات تنقل الإصابة الفيروسية إلى عشرة آلاف أي بنسبة 50% نبات فإن تقليل مسافات الزراعة وزيادة عدد النباتات المزروعة إلى 30,000 نبات مثلاً يعمل على أن تكون نسبة الإصابة حوالي 30-35% بفرض ثبات جميع العوامل

الأخرى. وبالطبع فإن زيادة عدد النباتات سيؤثر نسبياً على المحصول ولكن سيقبل من النقل الحشري.

وقد وجد أن نسبة نباتات الكوسا المصابة بأمراض الموزاييك قد انخفضت بشكل ملحوظ بزيادة عدد النباتات في وحدة المساحة (مع عدم وجود كثافة عالية من الممن على النباتات) إذ كانت نسبة الإصابة 71.4% عند الزراعة على مسافة 50 سم، و53.6% على مسافة 40 سم، و45.7% على مسافة 30 سم و28.2% على مسافة 20 سم، وقد نتج عن تقليل المسافة من 50 إلى 20 سم زيادة في عدد الثمار والمحصول الناتج (Fegla & Badr, 1979). ولابد من الأخذ بعين الاعتبار أن زيادة عدد النباتات في وحدة المساحة يمكن أن يكون لها تأثير على زيادة الإصابة بالفيروسات التي تنتقل ميكانيكياً بالاحتكاك بين النباتات بسهولة وبالتالي فإن تكثيف الزراعة يتوقف على المسبب المرضي وطرائق إنتشاره.

3.5.2. الدورة الزراعية والنباتات المجاورة

إن تتابع زراعة المحاصيل القابلة للإصابة بفيروسات معينة في نفس المساحة أو تداخل العروات لنفس المحصول تزيد من الإصابة بتلك الفيروسات. وعلى سبيل المثال فإن زراعة نباتات القلقاس والبطاطا الحلوة في نفس المكان في بعض محافظات مصر أدى إلى زيادة إصابتها بالأمراض الفيروسية بشكل كبير (فجلة، معلومات غير منشورة).

وبالطبع فعند تصميم دورة زراعية معينة فإنه يجب أن يوضع في الاعتبار أيضاً نوعية النباتات المجاورة للمحصول المزروع حتى لا تكون مصدراً لإصابته. من الأمثلة الواضحة على ذلك ما يحدث من تداخل في زراعات العديد من المحاصيل في أرض الوادي بمصر وما ينتج عن هذا التداخل من الإنتشار الوبائي لبعض الأمراض الفيروسية وعلى سبيل المثال فإنه بالنسبة للقرعيات ووجود مزارع قديمة وأخرى حديثة في الجوار فإن القديمة تصبح مصدراً للعدوى لما فيها من أمراض وحشرات، حيث تتحرك حشرات الممن المجنحة من النباتات كبيرة العمر إلى النباتات الصغيرة حاملة معها الفيروسات مسببة إنتشاراً وبائياً كبيراً لفيروسات القرعيات (فجلة، معلومات غير منشورة).

للدورة الزراعية أهمية خاصة في حالة الفيروسات التي تنتقل عن طريق النيماتودا والفطريات المتوطنة في التربة، إذ يكون هناك أهمية كبيرة لتداخل زراعة محاصيل غير قابلة للإصابة بالفيروسات التي تنقلها هذه النواقل.

4.5.2. عوامل أخرى

- (1) **مساحة الحقل** - عندما تهاجم حشرة ما حقلاً مزروعاً فإنها عادة ما تهاجم النباتات المزروعة على الحواف، وتتجو نسبة كبيرة من النباتات المزروعة في الداخل وبالتالي فكلما زادت مساحة الحقل كلما زادت نسبة النباتات الداخلية التي تتجو من الإصابة والعكس صحيح في حالة المساحات الصغيرة. وقد أوضح Makkouk وآخرون (1998)، زيادة إنتشار فيروس الإصفرار الميت للذرة (FBNYV) في نباتات الفول المزروعة على حواف الحقول في مصر وسورية.
- (2) **التحميل المحصولي** - عند زراعة خطوط بأصناف نباتية تتغذى عليها الحشرة وتكون في نفس الوقت غير قابلة للإصابة بفيروس معين، وخطوط أخرى بالمحصول المرغوب زراعته فإنه من المحتمل انجذاب الحشرة إلى العائل الآخر وبالتالي تقل إصابة المحصول. أمكن في الأردن اتباع ذلك مع محصول الطماطم/البندورة حيث حملت نباتات الطماطم/البندورة على نباتات خيار زرعت قبل شتل الطماطم/البندورة بحوالي شهر مما قلل من نسبة الإصابة بفيروس TYLCV خلال الشهرين الأولين بشكل واضح (Al-Musa, 1981, 1982).

وهناك بعض الممارسات الأخرى الخاصة بالتركيب المحصولي والموانع الطبيعية التي يمكن استخدامها والتي يجب مراعاتها لتقليل النقل الحشري للفيروسات، كما سيذكر فيما بعد.

6.2. مكافحة المتكاملة للناقلات

من الأهمية بمكان أن نتعرف أولاً على الناقل بدقة، والذي قد يكون تواجهه بصورة مؤقتة أو مزمنة، وقد يكون هو الناقل الوحيد، وقد تشترك معه ناقلات أخرى وقد تتفاوت الناقل في كفاءتها على نقل الفيروس. وعلى سبيل المثال فإن من الحمضيات/الموالح البني (*Toxoptera citricida* Kirk.) يكون أكثر كفاءة في نقل فيروس تريستيزا الحمضيات/الموالح (CTV) عن من القطن (*Aphis gossypii* Glover). كما أن بيئة الناقل قد تكون هوائية أو أرضية، مما يستوجب طرق مختلفة في مكافحتها. علاوة على أن الإنسان، في بعض الحالات، قد يكون هو الناقل الرئيسي.

1.6.2. مكافحة النواقل الهوائية

1) المبيدات الحشرية

يوجد بالفعل وفي متناول أي مزارع عدد كبير جداً من المبيدات الحشرية التي يمكنها مكافحة مختلف الآفات الحشرية التي تتغذى على أي محصول مسببة له أضراراً مباشرة، ومثل هذه الحشرات (غير الناقلة للفيروسات) تكون مكافحتها أسهل بكثير حيث يكفي أن تنحصر المكافحة في تقليل أعدادها إلى الحد الذي لا يسبب خسارة اقتصادية للمحصول.

إلا أن مكافحة الحشرات الناقلة ومنعها من نقل الإصابة الفيروسية تعتبر مشكلة أصعب، إذ أن عدداً قليلاً من الحشرات الناقلة المجنحة قد يسبب إنتشاراً كبيراً للإصابة الفيروسية.

إن الحشرات هي الناقل الرئيسي للعديد من الفيروسات تحت ظروف الحقل والبيوت البلاستيكية. وبالتالي فإن غالبية المزارعين يعتمدون على مكافحة الحشرات الناقلة باستخدام المبيدات الكيميائية. إلا أن هناك عدة مخاطر لهذه الوسيلة إذ قد يؤدي ذلك إلى تحفيز وتطوير ظهور سلالات من الناقل مقاومة لفعل هذه المبيدات، وكذلك تؤدي إلى قتل الأعداء الطبيعية للحشرات الناقلة من طفيليات ومفترسات.

عموماً فإنه يجب الوضع في الاعتبار أن هناك فرقاً كبيراً في مكافحة الحشرات الناقلة للفيروسات غير الباقية/غير المثابرة والفيروسات الباقية/المثابرة وأن الفيروسات التي تأتي من خارج المحصول تكون عادة عن طريق المنّ المجنح (Matthews 1991)، وهذا المنّ قد ينقل الإصابة بالفيروسات غير الباقية بمجرد أن يتغذى على النبات فترات قصيرة جداً (ثوان)، والتخلص من هذه الحشرات قبل إحداثها للإصابة يكون صعباً. وقد أكدت ذلك تجارب سابقة (Wasfy & Fegla, 1979) حيث فشل الرش بالمبيدات الحشرية في إحداث أي تقليل في نسبة إصابة الكوسا بفيروس موزايك الخيار (CMV) وفيروس موزايك البطيخ (WMV) حيث وصلت نسبة الإصابة 100% بعد 9 أسابيع من الزراعة في القطع المرشوشة وغير المرشوشة. ومن ناحية أخرى إذا كانت حشرات المنّ حاملة لفيروسات باقية/مثابرة فإن مكافحتها بمجرد وصولها إلى الحقل له أثر جيد في تقليل الإصابة.

وقد ذكر Makkouk وآخرون (1998) إمكانية استخدام بعض المبيدات الحشرية في معاملة البذور قبل الزراعة في مكافحة فيروس FBNYV، وتأكيداً لذلك فقد تم إجراء تجربة في سورية (Makkouk & Kumari, 2001) أثبتت أن معاملة بذور الفول قبل زراعتها بالمبيد الحشري جاوشو (imidacloprid) قد أدى إلى خفض الإصابة بفيروسي FBNYV و BLRV من 28% و 92% (في القطع غير المعاملة) إلى 1% و 23% (في القطع التي عوملت بذورها بالمبيد بتركيز 1.4 غ مادة فعالة/كغ بذور)، على التوالي عند إلقاح النباتات بواسطة حشرات المنّ الحاملة للفيروسات.

2) الرش بالزيوت

اتجهت الأنظار إلى استخدام الزيوت لمكافحة الحشرات الناقلة للفيروسات عندما أوضح Bradley (1956)، Bradley وآخرون (1962) أن المَنّ الحامل لفيروس PVY قد انخفضت مقدرته على نقل الفيروس بشكل كبير عندما كانت النباتات مرشوشة ببعض الزيوت. ونظراً لعدم سمية الزيوت على الإنسان والحيوان فقد اعتقد أن رش هذه الزيوت سيحل مشكلة انتقال الفيروسات بالحشرات، وقد وجد Hein (1971) في بعض التجارب الحقلية أن الرش أعطى نتائج جيدة ضد عدد كبير من الفيروسات غير الباقية/المتابرة، [وكذلك ضد فيروس إصفرار الشوندر السكري/البنجر (BYV) وهو فيروس شبه باق/متابرة] وقد تحصل Kerlan وآخرون (1987) على نتائج مشابهة، حيث وجدوا أن الرش بالزيت قد قلل بشكل واضح من إنتشار فيروس PVY على البطاطس/البطاطا. ولا بد من الإشارة إلى أن بعض الباحثين (Szatmari- Goodman & Nault, 1983؛ Walkey & Dance, 1979) وجدوا أن الرش بالزيوت لم يؤثر على بعض الفيروسات غير الباقية/المتابرة.

ومن المعروف أن الزيوت المستخدمة لم يكن لها تأثير يذكر في منع إنتشار الفيروسات الباقية/المتابرة، إلا أن Yassin (1983) قد تحصل في السودان على نتائج مبشرة لرش الزيوت على نباتات الطماطم/البندورة للحد من إنتشار الذباب الأبيض الناقل لفيروس TYLCV. بالرغم من أن بعض الزيوت يكون لها تأثيرات سامة إلى حد ما على بعض النباتات، فإنه يلزم تكرار المعاملة على فترات من 3-7 أيام حتى يمكن المحافظة على تواجد غطاء مستمر على النباتات. يمكن زيادة فاعلية الزيوت وتقليل مرات استخدامها عن طريق خلط الزيت المعدني مع مركبات البيريثرويد (Pyrethroids). وقد وجد Gibson & Rice (1986) أن هذه المعاملة المزدوجة أعطت نتائج أفضل من استخدام كل منها على حدة في مكافحة فيروس PVY وفيروس موزاييك الشوندر السكري/البنجر (BtMV).

ونظراً لزيادة تكاليف الرش بالزيوت خاصة مع ضرورة تكرارها على فترات قصيرة فإن هذه الطريقة لا تتبع عادة إلا في حالة المحاصيل عالية القيمة الاقتصادية، حيث حصل Asjes (1978، 1980) في هولندا على نتائج جيدة في مكافحة فيروسات بعض نباتات الزينة. أجريت عدة دراسات وتجارب في المنطقة العربية عن استخدام الزيوت فقد وجد Shawkat وآخرون (1982) أن الرش بالزيت المعدني قد قلل نقل فيروس BtMV بواسطة مَنّ الخوخ الأخضر (*Myzus persicae* Sulz.) ومَنّ الغول (*Aphis fabae* Scopoli) بنسبة كبيرة وصلت إلى 100% في التركيزات العالية ولكن كان ذلك مصحوباً بظهور بقع بنية على الأوراق المرشوشة، ولم تظهر أي سمية على الأوراق التي ظهرت بعد ذلك.

وفي دراسة على فيروس الموزاييك الأصفر للكوسا الخضراء (ZYMV) في لبنان، وجد بأن استعمال الزيت المعدني سونوكو 7 أي/ف (Sunoco 7E/V) بتركيز 1.5% على محصول

الخيار أدى إلى تقليل إنتشار الفيروس من 80% في القطع غير المرشوشة إلى 14% في القطع المرشوشة (مكوك ومنسى، 1985)

كما وجد Abu Foul (1989) أن الرش بزيت الفيرويل Virol oil قد قلل من كفاءة نقل PVY بواسطة حشرات المنّ إلى نباتات الفلفل، وكان التأثير مرتبطاً بالتركيز المستخدم وعدد حشرات المنّ الناقلة. كما أدى استخدام الزيوت المعدنية بمفردها أو بالإشتراك مع المبيدات الحشرية أو باستخدام رقائق الألومنيوم إلى خفض نسبة إصابة الكوسا بأمراض الموزاييك (Mansour, 1997).

ويجب التذكير بأن هناك بعض العوامل التي تحد من إنتشار استخدام الزيوت تجارياً، فهي لا تمنع إنتشار الفيروسات الباقية/المثابرة، كما قد تحدث سمية لبعض النباتات، كما أن الطبقة الزيتية المتكونة على الأوراق تزال بسرعة نسبية بفعل الوقت والأمطار ومياه الري مما يستدعي زيادة عدد مرات الرش بالزيت وهذا يؤدي إلى زيادة التكاليف.

3) معاملات وعوامل أخرى

هناك العديد من العوامل التي تقلل من إنتشار النواقل والتي يمكن تلخيصها بما يلي (Bos, 1999):

- التخلص من أو تجنب العوائل التي تقضى عليها الحشرات الناقلة فترة الشتاء سواء في الحقول المزروعة أو في المناطق المجاورة لها.
- الزراعة في مناطق لا يلائم مناخها النواقل (فالمنّ على سبيل المثال لا يلائمه وجود الرياح) أو يغيب فيها العوائل الشتوية.
- الزراعة في أراضي خالية من الإصابات الفيروسية ومن نواقلها.
- زيادة الكثافة النباتية في الحقل مما يعمل على تقليل المساحات المتاحة للحشرات خلال فترات النمو المبكرة للمحصول وعلى تقليل حركة الحشرات داخل المحصول.
- زراعة المحصول في حقول ذات مساحات كبيرة، حيث أن الهجوم المكثف للحشرات يكون على النباتات المزروعة على حواف الحقول، وبالطبع فإن الحواف الخارجية تمثل نسبة كبيرة من الحقول الصغيرة بالمقارنة بالحقول ذات المساحات الكبيرة.
- الزراعة المبكرة أو المتأخرة والحصاد المبكر قبل تمام النضج (كما في حالة البطاطس/البطاطا) تؤدي إلى تقادي تعرض المحصول خلال فترة نموه النشط للأوقات التي يصل فيها تعداد الحشرات إلى أقصاه.
- استخدام المواد الطاردة للحشرات مثل شرائط الألومنيوم العاكسة وشرائط البولي إثيلين (السوداء أو الرمادية أو الشفافة) أو أي مهاد ملونة بين الخطوط يعمل على تقليل إنجذاب الحشرات عندما يكون العرش النباتي مازال مفتوحاً، كما أن تغطية المهاد بالفش يجذب الذباب الأبيض إليه (بسبب لونه) وتقتله الحرارة المنعكسة ليمثل وسيلة فعالة ضده. عموماً

- فإن فاعلية تغطية المهاد تعتبر مؤقتة حيث أنه مع نمو وتشابك النباتات فإنها تغطي سطح التربة، كما أنها تكون أقل فاعلية في حالة استمرار وجود السحب.
- استخدام المصائد اللاصقة (Sticky traps)، حيث تعلق شرائط البولي ايثيلين الصفراء (المغطاة بمادة لاصقة) رأسياً على الجوانب المواجهة للرياح فتقوم بإصطياد حشرات المن وغيرها، وهذه أكثر كفاءة في بيوت الزراعات المحمية.
 - زراعة نباتات طويلة غير قابلة للإصابة بالفيروسات التي تصيب المحصول الأساسي في شكل أشرطة أو حواجز ضيقة (barrier strips) قد يكون مفيداً في بعض الحالات، فمثلاً يمكن زراعة أي محصول نجلي مثل الذرة الصفراء والسورجام/الذرة الرفيعة أو عباد الشمس (أو زراعة خليط من هذه النباتات مع المحصول الأصلي)، حيث تقوم هذه النباتات بإعتراض واستقبال حشرات المن الهابطة وتخليصها من الفيروسات غير الباقية/غير المثابرة قبل وصولها إلى نباتات المحصول الأصلي.
 - استخدام البلاستيك الماص للأشعة فوق البنفسجية في حالة نباتات الخيار والطماطم/البندورة المزروعة في أنفاق تقلل من الإصابة بالذباب الأبيض (*Bemisia tabaci* Gennadius) ومن إصابة الطماطم/البندورة بفيروس TYLCV بالمقارنة بتلك المستخدم فيها بلاستيك عادي.
 - يمكن منع وصول الحشرات الناقلة للفيروسات إلى النباتات بزراعتها تحت أقفاص مغطاه بالشاش، أو في البيوت الزجاجية أو البيوت المغطاة بسلك مانع للحشرات أو في حجرات النمو وغيرها، على أن تكون فتحات الشاش أو السلك ما بين 0.3-0.5 مم (36-50 مش). مثل هذه الزراعات تكون ضرورية في حالة إكثار النويات أو النباتات الصغيرة المتحصل عليها من مزارع الأنسجة لإستخدامها على نطاق تجاري والمحافظة عليها من التعرض لأي إصابة جديدة.
 - ينصح بزراعة الأصناف النباتية ذات المقاومة الوراثية للفيروس أو الناقل أو الإثتين معاً مع الملاحظة أن النواقل المهاجرة تكون أقل استقراراً على النباتات غير المستساغة، وبالتالي قد تنتشر بعض الفيروسات غير الباقية على تلك النباتات.

2.6.2. مكافحة النواقل الأرضية

تركزت مكافحة النواقل الأرضية من نيماتودا وفطريات على تعقيم التربة بواسطة بعض الكيماويات. من الأهمية بمكان أن يتم التعرف على أنواع النواقل ويوجد حالياً عدد من الطرائق الدقيقة التي تحقق هذا الهدف خاصة مع تطوير طرائق التشخيص الجزيئي. فهناك العديد من الوسائل التي يمكن استخدامها في مكافحة النيماتودا (Barker & Koenning, 1998)؛ مثل استبعاد وتجنب النيماتودا عن طريق الحجر الزراعي، وزراعة نباتات (Satapathy, 1998)

خالية من تلك النواقل واتباع الدورة الزراعية مع زراعة محاصيل ليست عوائل لهذه النواقل واستخدام بعض المبيدات الكيميائية، ومكافحة الأعشاب العائلة وزراعة الأنواع النباتية المضادة للنيماتودا المستهدفة واستخدام بعض العوامل الحيوية المضادة للنيماتودا واستخدام محسنات التربة العضوية والأنواع النباتية المقاومة للنيماتودا. ويمكن استخدام المبيدات النيماتودية، إن كانت من مجموعة المدخنات أو غيرها (مثل مجموعة الالديكارب) لمكافحة النواقل النيماتودية.

أما بالنسبة للفطريات الناقلة للفيروسات فإن الوسيلة الرئيسية في مكافحتها هي استخدام المبيدات الكيميائية. وعموماً فإنه بالنسبة للنيماتودا أو الفطريات الناقلة فإنه يجب الاهتمام أيضاً بالممارسات الزراعية السليمة بقدر الإمكان مثل عدم نقل تربة أو سماد عضوي ملوث إلى الأرض المرغوب الزراعة فيها وعدم نقل أجزاء ملوثة من التربة الموبوءة إلى مناطق أخرى أثناء الحرث، واستخدام شتلات خالية من كلا الناقلين، واستخدام الدورة الزراعية التي يدخل فيها نباتات غير قابلة للإصابة بأى منهما، ومكافحة الأعشاب العائلة واستخدام المبيدات الكيميائية عند الضرورة.

3.6.2. خفض أو منع الإنتشار بواسطة الإنسان

يساهم الإنسان في نشر بعض الأمراض الفيروسية من بلد إلى آخر ومن منطقة إلى أخرى وفي نقل الفيروسات ميكانيكياً من نبات إلى آخر. بالطبع فإن تطور وسائل المواصلات والاتصالات والنقل ساهمت إلى حد كبير في زيادة دور الإنسان في نقل العديد من الأمراض عبر مسافات طويلة من خلال البذور والتقاوي والمنتجات الصناعية النباتية وغيرها.

يمكن تقليل دور الإنسان في نقل الفيروسات بعدة وسائل منها:

- مراعاة سهولة إنتقال بعض من الفيروسات ميكانيكياً مثل فيروسات جنس *Tobamovirus* (التي يتبعه فيروس TMV) في الطماطم/البندورة والتبغ والفلفل وغيرها، وكذلك فيروس البطاطا/البطاطس X (PVX)، لذلك يجب مراعاة تقليل تداول هذه النباتات بقدر الإمكان ومراعاة العمليات الزراعية السليمة، وعدم التدخين أثناء شتل وزراعة الطماطم/البندورة، حيث ينتقل فيروس موزاييك التبغ من السجائر وغيرها إلى الشتلات الجديدة.
- تجنب تلوث الأيدي ومعدات الزراعة وسكاكين تقطيع درنات البطاطس/البطاطا وغيرها بأية فيروسات، ويجب تطهير الأيدي والأدوات باستخدام محلول فوسفات ثلاثي الصوديوم بتركيز 3-10% (مع مراعاة أنه كاو للأيدي) ثم الغسيل بالماء والصابون. يمكن استخدام مخلوط من الأثنين معاً وذلك بخلط لتر من الماء مع 400 غ من فوسفات ثلاثي الصوديوم مع 200 غ من الصابون الرخو ثم يخفف المحلول بأربعة لترات من الماء. بالنسبة لبعض الأدوات

- والمعدات فيمكن تطهيرها في الفرن عند درجة حرارة 180°س لمدة ساعة أو وضعها في ماء يغلي لمدة لا تقل عن 15 دقيقة.
- غمس الأيدي في اللين الكامل الدسم أو الخالي من الدسم أو رش النباتات بأيهما أثناء عمليات شتل بعض النباتات، حيث يقلل ذلك من إنتشار فيروس TMV وباقي الفيروسات التابعة لجنس *Tobamovirus* وفيروس PVX.
 - عدم دخول الدفيئات/البيوت الزجاجية أو البلاستيكية الموجود بها نباتات مصابة ثم دخول تلك المحتوية على نباتات سليمة قابلة للإصابة.
 - يجب مراعاة الحيطه في عدم نقل أجزاء من التربة المحتوية على نيماتودا ناقلة للفيروسات أو أبواغ ساكنة للفطريات الناقلة للفيروسات حتى لا يتم نقل الإصابة من حقل إلى آخر أو من منطقة موبوءة في الحقل إلى باقي مناطق الحقل خلال عملية الحرث، أو بنقل الشتلات من المنطقة الموبوءة إلى حقل آخر أو إلى الدفيئات/البيوت.
 - يجب الحصول على البذور ومواد الإكثار/التقاوي الخضرية من مصادر موثوق بها ويجب إتباع ارشادات الحجر الزراعي عند استيرادها، وارشادات الحجر الداخلي بمنع نقل بعض المنتجات النباتية من منطقة إلى أخرى وغيرها من التعليمات.

7.2. استخدام أصناف نباتية مقاومة للفيروس

إن أعلى درجات المقاومة هو أن يكون الصنف ذا مواصفات تجارية مرغوبة وغير قابل للإصابة (منيع)، يليه استخدام نبات صنف أو أصناف تصاب بصعوبة ودون تأثير يذكر (مقاوم)، أو صنف يصاب ولكن تأثير الإصابة عليه يكون قليلاً (متحمل). يجب الوضع في الإعتبار أن للمقاومة أو القابلية للإصابة درجات مختلفة (عالية - متوسطة - قليلة). وترجع مقاومة النبات للفيروس إلى عدة عوامل (Jones, 1998) مثل عدم مقدرة الفيروس على إحداث الإصابة، ومنع أو تأخير تضاعف الفيروس وتثبيت انتقال وتحرك الفيروسات داخل النبات ومقاومة النبات للناقل ولانتقال الفيروس منه. هناك نوع من المقاومة يطلق عليها الحساسية الزائدة (hypersensitivity)، حيث يتميز النبات المعدي بمقدرته على حصر الإصابة الفيروسية في بقع محلية دون حدوث إصابة جهازية. بالنسبة للمناعة فهناك بعض أنواع من اللفت (*Brassica napus* L.) التي أظهرت مناعة ضد فيروس موزاييك اللفت (TuMV) (Tomlinson & Ward, 1982) وكذلك بعض أصناف الشعير ضد الإصابة بفيروس الموزاييك الأصفر للشعير (BaYMV). وهناك بعض الأمثلة الأخرى.

بالنسبة للأصناف المقاومة، فإن إمكانية إدخال الجينات الملائمة إلى الأصناف التجارية المرغوبة يقدم أحد أفضل الحلول في مكافحة الأمراض الفيروسية كما سيذكر فيما بعد. لا بد من الإشارة أن صفة المقاومة العالية لأي فيروس هي صفة مؤقتة حيث أنه من المحتمل دائماً ظهور طفرات جديدة من الفيروس لديها المقدرة على كسر هذه المقاومة. في هذا المجال فإن Fraser (1992) نشر قائمة بالعلاقة بين 87 عائلاً وفيروساً وجد فيها جينات مقاومة، إلا أنه في 75% منها استطاعت بعض السلالات الفيروسية المستجدة كسر هذه المقاومة.

عموماً هناك عديد من النباتات المقاومة لبعض الفيروسات أمكن الحصول عليها عن طريق برامج التربية مثل بعض أنواع الفاصولياء المقاومة لفيروس الموزايك الشائع للفاصولياء (BCMV) والذي لم تكسر فيه المقاومة لمدة 45 سنة في الولايات المتحدة الأمريكية (Zaumeyer & Meiners, 1975) وهناك عديد من النباتات المقاومة الأخرى والتي لم تكسر فيها المقاومة مثل الشوندر السكري/البنجر المقاوم لفيروس تجعد قمة الشوندر السكري/البنجر (BCTV) (Duffus, 1987) والخس المقاوم لفيروس TuMV (Duffus, 1987)؛ (Robbins *et al.*, 1994).

هناك نوع آخر من المقاومة، إذ أنه في حالة الفيروسات التي تصيب المحاصيل الحولية وتنتقل خلال بذورها فإن الحصول على بذور مقاومة لانتقال الفيروس عن طريقها يمثل طريقة مثلى في تحديد وتحجيم الإصابة في الحقل.

وجد جين مقاوم للانتقال عن طريق البذور في صنف شعير أثيوبي يسمى Madja أمكن إدخاله إلى صنف جديد (Mobet) يتميز بصفات زراعية جيدة ويمتلك مقاومة كبيرة لنقل إحدى سلالات فيروس BSMV (Carroll *et al.*, 1983). كذلك فإن هناك بذور خس مقاومة لانتقال فيروس LMV عن طريقها (Hull, 2002). كما وجد بأن هناك أصناف من العدس لا ينتقل فيروس موزايك البازلاء المنقول بالبذور (PSbMV) بواسطة بذورها (قمري، 1994؛ Kumari & Makkouk, 1995).

وفي حالة عدم توفر المصدر الوراثي فيجب البحث عن أصناف أو سلالات نباتية متحملة، مع العلم أن الأصناف المتحملة قد تمثل مصدراً لإصابة عوائل أخرى، وبالتالي لا يجب زراعتها بجوار نباتات حساسة للإصابة بنفس الفيروس. بالطبع فإن الأصناف المتحملة قد تعطي محصولاً أفضل كثيراً من المحاصيل الأصلية في حالة ما إذا كانت الإصابة الفيروسية تسبب خسائر كبيرة للمحصول الأصلي وكذلك في حالة وجود عدد كبير من النباتات والأعشاب المصاحبة للمحصول والقبالة للإصابة بنفس الفيروس والتي لا يمكن التخلص منها أو إزالتها. في مثل هذه الحالات فإن الأصناف المتحملة تستخدم بدرجة كبيرة (Posnette, 1969).

وقد أجريت دراسات عديدة في مختلف البلدان العربية للحصول على مصادر نباتية مقاومة للفيروسات المختلفة. فقد وجد أن هناك 15 مدخلاً وراثياً من العدس تمتلك مقاومة لفيروس

FBNYV، ومدخلين مقاومين لفيروس النعاف أوراق الفول (BLRV)، وأربعة مدخلات مقاومة لفيروس FBNYV و BLRV معاً، ومدخلين مقاومين لنفس الفيروسين السابقين بالإضافة إلى فيروس تقزم فول الصويا (SbDV) (قمري؛ 2002؛ Makkouk *et al.*, 2001). كما تم الحصول على 9 أصناف من الفول مقاومة لفيروس الموزايك الأصفر للفاصولياء (BYMV) (Makkouk & Kumari, 1995)، و 15 صنفاً من الفول مقاومة لفيروس BLRV (Makkouk *et al.*, 2002). وبالنسبة للقرعيات فقد قام الصالح والشهوان (1996) بغربلة أصناف مختلفة من القرعيات في المملكة العربية السعودية ووجد أن صنف الخيار دنيا وصنف القرع الرقيبي برولوفيك الطويل مقاومان للإصابة بعزلة من فيروس ZYMV. كما وجد Fegla & El-Mazaty (1981) عدة أصناف من الكوسا والبطيخ والخيار والشمام مقاومة لفيروس WMV. وتمكن Metwally وآخرون (1994) من نقل صفة المقاومة لفيروس WMV من الصنف البري *Cucurbita sp.* إلى الكوسا عن طريق التهجين وتنمية الجنين الهجين على بيئات اصطناعية. كما وجد Shawkat وآخرون (1986) أن صنف الذرة T.C.75 كان مقاوماً لفيروس موزايك وتقزم الذرة (MDMV) في العراق، وأن بعض الأصناف الأخرى كانت متوسطة المقاومة. وقد أظهرت غربلة عدد من أصناف الفلفل وجود تفاوت في درجات مقاومتها لفيروس PVY و El-TMV (El-Hammady *et al.*, 1983). تم اختبار عديد من الهجن والأصناف والأنواع البرية من الطماطم/البندورة المقاومة للإصابة الإصطناعية بفيروس TYLCV، وكان هناك تبايناً في نسب الإصابة. حيث وجد صنفان أصيبا بنسبة قليلة في حين أن النوع البري *Lycopersicon peruvianum* (L.) Mill. أظهر مقاومة كاملة تحت مختلف الظروف (El-Hammady *et al.*, 1976) وأن أصناف Hizra، Turquesa، Gc 793 كانت قليلة القابلية للإصابة (Younes, 1995). كما وجد Mazyad وآخرون (1992) أن المشمش صنف بلدي كان مقاوماً بدرجة كبيرة لفيروس جذري الخوخ/البرقوق (PPV).

8.2. استخدام نباتات مقاومة للناقلات

هناك اهتمام متزايد تجاه تربية المحاصيل التي تقاوم الحشرات كبديل عن استخدام المبيدات الكيميائية. يرجع ذلك إلى عدة عوامل منها ظهور حشرات مقاومة للمبيدات، وارتفاع تكاليف التوصل إلى مبيدات جديدة والتأثير غير المحمود للمبيدات على البيئة وعلى الأعداء الطبيعية للحشرات وعلى صحة الإنسان.

بعض النواقل لا تكون بطبيعتها آفة لنبات ما، بعكس البعض الآخر الذي قد يكون آفة ضارة مثل نطاطات الأوراق (Leaf hoppers) ونطاطات النبات (Plant hoppers) وبالتالي فإن الحصول على نباتات مقاومة لمثل هذه الآفات يمثل فائدة مزوجة ضد الآفة والفيروس

(Jones, 1987, 1998؛ Barker & Waterhouse, 1999). بالفعل توجد عدة أمثلة على وجود أصناف مناسبة مقاومة للمجاميع المختلفة من الحشرات (Hull, 2002). وترجع مقاومة النباتات إلى الحشرات إلى عديد من العوامل مثل عدم التفضيل non-preference والذي يرجع إلى التأثيرات المعاكسة على سلوك ونمو وتكاثر وبقاء الناقل.

وعموماً توجد بعض الآليات المتخصصة لمقاومة النبات للناقل يمكن تلخيصها بما يلي:

- إفراز مادة لاصقة بواسطة الشعيرات الغدية في البندورة (Berlinger & Dahan, 1987)
- وجود زغب كثيف على أوراق فول الصويا (Gunasinghe *et al.*, 1988) أو الحمص.
- عدم مقدرة الناقل في بعض الأحيان من التعرف على اللحاء (Shukle *et al.*, 1987).
- التأثيرات على مقدرة الناقل في التعرف على موقع النبات العائل، فعلى سبيل المثال تقل زيارة حشرات المنّ للقرعيات ذات الأوراق الفضية بسبب خصائص الضوء المنعكس وبالتالي يتأخر تطور الإصابة بفيروس موزايك الخيار لعدة أسابيع (Davis & Shiffriss, 1983).

9.2. الوقاية باستخدام السلالات الفيروسية الضعيفة

لوحظ منذ فترة طويلة أن النباتات المصابة جهازياً بإحدى سلالات فيروس ما لا تظهر عليها أعراض إضافية عند إلحاقها بسلالة أخرى من نفس الفيروس (Mckinney, 1929؛ Salaman, 1933). وفي بدايات القرن الماضي ولعدة عقود استخدمت هذه الاختبارات كدليل للتعرف على السلالات التابعة لفيروس ما ومعرفة مدى القرابة فيما بينها.

تشكل هذه الظاهرة الأساس لاختبارات الوقاية باستخدام السلالات الفيروسية الضعيفة (الخفيفة) والتي تسمى بالحماية أو الوقاية المتبادلة (Cross protection). تكون ظاهرة الوقاية هذه واضحة في حالة فيروسات جنس *Nepovirus* والتي تنتج أعراض البقع الحلقية في التبغ (Walkey, 1991). لوحظ وجود حالات استثنائية لهذه الظاهرة، حيث لم تتم الوقاية عند استخدام سلالات فيروسية بينها صلة قرابة أو تكون الوقاية غير تامة (Fulton 1986؛ Gibbs & Harrison, 1976؛ Matthews, 1992) ولذلك فإن هذه الظاهرة لم تعد تستخدم كثيراً في التعرف على الفيروسات.

استغلّت ظاهرة الحماية المتبادلة في تطبيقات مكافحة السلالات الخطيرة (الشديدة) للفيروس وذلك بإلحاق النباتات أولاً بسلالة ضعيفة لحمايتها من خطورة السلالة القوية لنفس الفيروس. تحدث السلالة الضعيفة بعض الأضرار ولكنها تجنب المحصول الخسائر الشديدة في الإنتاج إذا ما أصيبت فيما بعد بسلالة شديدة (Walkey, 1991؛ Matthews, 1992).

أول استخدام لهذه التقنية على مستوى تجاري كان في محصول الطماطم/البندورة في الدفيئات/الصوبات بواسطة العالم Rast (1972، 1975) بهولندا وذلك بإنتاج سلالات خفيفة كطفرات من فيروس TMV (بواسطة العامل المطفر حمض النيتروز). وقد تم استخدام هذه السلالات على نطاق واسع في هولندا وبريطانيا من قبل المزارعين في بداية وأواسط السبعينيات من القرن العشرين (Fletcher, 1978). ولوحظ نتيجة لذلك أن إنتاج الطماطم/البندورة في الدفيئات قد ازداد بنسبة 15% في هولندا، و 7% في بريطانيا (Upstone, 1974). وحديثاً تم استبدال هذه التقنية بزراعة أصناف طماطم/بندورة مقاومة لفيروس TMV.

وفي التطبيقات العملية تحت ظروف الحقل فهناك بعض الأمثلة الناجحة مثل استخدام سلالات خفيفة (ضعيفة) لفيروس CTV موجودة في الطبيعة (لا تنتج أي أعراض على محصول الحمضيات) لحماية الحمضيات في ولاية فلوريدا بأمريكا من السلالات الخطيرة لهذا الفيروس (Cohen, 1976)، كما تم الحصول على حماية مشابهة لذلك في البرازيل عندما قام مولر وكوستا (Muller & Costa, 1977) بإعداد نباتات الجريب فروت والبرتقال واللايم بالسلالات الخفيفة لفيروس CTV (Fulton, 1986؛ Walkey, 1991).

ومن الأمثلة الأخرى الناجحة في هذا المجال هو فيروس ZYMV الذي يصيب العديد من النباتات القرعية، وقد أمكن حماية العديد من تلك النباتات ضد السلالة القوية بإعدادها بالسلالة الضعيفة التي كانت فعالة في توفير درجة عالية من الحماية في مناطق البحر الأبيض المتوسط وغيرها. هناك بعض الطرائق التي تستخدم في القاح النباتات بالسلالات الضعيفة ومن المفضل أن يتم ذلك عن طريق الرش تحت ضغط، ويستخدم في ذلك بندقية الرش (Spray gun).

توجد عدة تقنيات لأليات الوقاية باستخدام السلالات الضعيفة للحماية من السلالات الخطيرة لنفس الفيروس (Bos, 1999؛ Hull, 2002) ومنها:

- 1) التنافس على مواقع الاستساخ (التكاثر) - عندما تحتل المواقع المتوفرة لتكاثر الفيروس بواسطة السلالة الضعيفة أولاً فإن السلالة الخطيرة قد لا تكون قادرة على توطيد نفسها في هذه المواقع. ففي هذه الحالة تستحوذ السلالة الضعيفة على كل أو معظم مكونات العائل النباتي التي تدخل في تصنيع إنزيمات تكاثر خاصة بها ولا تترك شيئاً أو تترك شيئاً ضئيلاً للسلالة الخطيرة. وبذلك قد يتم منع تكاثر السلالة الخطيرة أو تتكاثر بكمية قليلة لا تؤثر كثيراً على نمو وإنتاج النبات.
- 2) حدوث نقص في مواد أستقلابية (أبضية) ضرورية - حيث تقوم السلالة الضعيفة بإستعمال المواد الأستقلابية الضرورية التي تحتاجها السلالة الخطيرة. يعتقد بأن هذه الآلية لا تحصل في الغالب لأن كل الفيروسات تصنع من نفس مجموعة الأحماض الأمينية والنكليوتيدات، ولذلك فإن حجز المواد الأبيضية لا يعتبر سبباً مقنعاً لهذه الظاهرة ولأنه في النباتات جيدة

النمو فإن كمية الفيروس المتكون ربما لا تكون محددة بتوفير الأحماض الأمينية أو النيكليوتيدات داخل الخلايا.

(3) منع فصل الغطاء البروتيني عن الحمض النووي للسلاطة الخطيرة - هذه الفكرة هي الأكثر قبولاً الآن. وهي أن الغطاء البروتيني للسلاطة الضعيفة (الواقية) الموجودة أصلاً داخل الخلايا يمنع فصل الغطاء البروتيني عن الحمض النووي للسلاطة الخطيرة (المتحدية) أو يعمل على تغليف حمضها النووي مباشرة عندما يتم فصل الغطاء البروتيني عنه.

(4) احتباس سلاسل RNA للسلاطة الخطيرة - تعتمد هذه الفرضية على أن سلاسل الحمض النووي الريبي الموجب (RNA+) للسلاطة الضعيفة الموجودة من قبل داخل الخلايا ترتبط بسلاسل الحمض النووي الريبي السالبة (RNA الشقيق) المنتجة في البداية للسلاطة الخطيرة فتعمل على حبسها ومنع تكاثرها اللاحق. ومن المعروف في المجال التطبيقي بأن السلاطة الضعيفة (والتي يطلق عليها أيضاً اسم السلاطة الواقية (Protecting strain) يجب أن يتوافر فيها مجموعة من الصفات المميزة حتى يمكن استخدامها للحماية تحت ظروف الحقل و أهم هذه الصفات هي:

- تسبب أعراضاً أقل من العزلات الشائعة والموجودة في الحقل وأن تكون أعراضها ضعيفة على جميع عوائلها، وعديمة التأثير أو ذات تأثير ضعيف جداً على المحصول.
- تصيب جهازياً أنسجة النباتات المختلفة حتى تحمي جميع تلك الأنسجة من السلاطة الشديدة.
- أن تكون ثابتة وراثياً ولا تتحول إلى سلاطة شديدة مع مرور الوقت.
- أن تكون عديمة أو ضعيفة الانتشار بالكائنات الناقلة حتى لا تنتشر إلى محاصيل أخرى بالحقول المجاورة.
- توفر الحماية ضد أكبر عدد ممكن من العزلات الشديدة.
- أن تتميز بسهولة الحصول عليها، ولا يلزم لإجراء العدوى بها تحت ظروف الحقل أجهزة مرتفعة الثمن بحيث تتم العدوى ببساطة وبدون تكاليف مرتفعة.

1.9.2. كيفية الحصول على السلاطة الضعيفة

يمكن الحصول على السلاطة الضعيفة بعدة طرق أهمها:

- (1) الاختلافات الموجودة طبيعياً - قد تتواجد نباتات أو أشجار مصابة وعليها أعراض خفيفة وسط أخرى عليها أعراض شديدة. كما أن الفحص السيرولوجي قد يظهر تواجد فيروسات في بعض النباتات دون وجود أعراض عليها. مثل هذه السلالات يتم اختيارها وإجراء الاختبارات اللازمة عليها.

- (2) عند إجراء الإلقاح الإصطناعي ببعض السلالات فقد تعطى أحدهما بقعاً موضعية خفيفة، وفي مثل هذه الحالات يمكن اختيار بقعة واحدة وعزل السلالة منها واخضاعها للاختبارات اللازمة.
- (3) اختيار بقعة موضعية واحدة من بين البقع الناتجة عن العدوى بسلالة ما ومعاملتها بالحرارة أو البرودة أو ببعض المواد المطهرة (مثل حمض النيتروز) ثم إعادة الإلقاح واختيار بقعة واحدة وعزل السلالة منها.

بعد اختيار العزلة فإنه يجب تقييمها تحت ظروف متحكم فيها لدراسة الأعراض التي تعطيها على العائل الأساسي والعوائل الأخرى وتأثيرها على المحصول، ومدى مقدرتها على توفير الحماية (ضد أكبر عدد ممكن من العزلات القوية السائدة) تحت الظروف البيئية المختلفة وبوسائل وطرائق نقل مختلفة مثل التطعيم والحشرات وغيرها.

قبل توزيع مثل هذه السلالات المختارة على المزارعين فإنه يجب اختبار نقاوة السلالة وطرق حفظها ودراسة كل ما يتعلق بها. يتم إنتاج وإكثار السلالة المرغوبة تحت ظروف متحكم فيها. ويتم اختبارها سيولوجياً للتأكد من عدم تلوثها بأية سلالة أخرى أو فيروس آخر.

تجري العدوى بغمس الشتلات في معلق يحتوي على السلالة الضعيفة بتركيز مناسب أو بالرش تحت ضغط عال. إذا كانت هذه الشتلات ستسلم للمزارعين فيجب الإنتظار حتى تغزو السلالة جميع انسجة الشتلة (تحت ظروف متحكم فيها ومعزولة لا تسمح بإصابة الشتلة بأية إصابات أخرى) وذلك لضمان الحماية الكاملة للشتلة من السلالات القوية.

2.9.2. مخاطر استخدام الحماية المتبادلة

- هناك بعض المخاطر لاستخدام الحماية المتبادلة في مكافحة الفيروسات والتي نلخصها بالتالي:
- قد لا يمكن توفير الحماية الكاملة أو انهيارها.
 - تسبب السلالة الضعيفة خسائر مؤكدة (ولكنها تكون منخفضة) بنسبة 5-10%.
 - النباتات المصابة بالسلالة الضعيفة قد تعمل كمصدر لعدوى عوائل أخرى أكثر حساسية محدثة خسائر كبيرة.
 - قد تتحول السلالة الضعيفة إلى سلالة أكثر شدة داخل بعض العوائل وتحت ظروف الحقل غير المتحكم فيها.
 - قد تحدث خسائر كبيرة في حالة الإصابة المختلطة مع بعض الفيروسات الأخرى نتيجة للتأثير المشترك (Synergistic effect) لها مع تلك الفيروسات.

- قد يتحد مجين السلالة الضعيفة مع فيروس آخر (إعادة التوليف الوراثي) مما قد يؤدي إلى ظهور فيروس جديد شديد الخطورة.
- في حالة المحاصيل الحولية فإن إدخال السلالة الضعيفة يحتاج إلى عناية خاصة.
- قد تكون التقاوي أو البذور المستخدمة مصابة أصلاً ببعض السلالات الشديدة.

10.2. الوقاية عن طريق إنتاج نباتات محورة وراثياً بجينات فيروسية المنشأ

شهد علم الفيروسات الجزيئي تقدماً في الثلاثة عقود الماضية، وصاحب ذلك تقدّم هائل في مجالات الهندسة الوراثية وما وفرته هذه التقنية من مقدرة على تخليق جينات جديدة ونقل جينات أو جزء منها من كائن إلى آخر وجعل هذه الجينات المدمجة في جينوم/مجين الكائن المحور تعبر وراثياً وكأنها جزء من التركيب الوراثي للكائن المحور. استغلت هذه المعرفة الهائلة والمتنامية في استحداث عدد من التطبيقات في المجال الزراعي من أبرزها إنتاج أصناف من بعض المحاصيل الزراعية تعرف بالنباتات المحورة أو المعدلة وراثياً وذلك بغرض اكساب هذه النباتات بعض الخصائص المرغوب فيها كتحمل كميات أكبر من مبيدات الأعشاب أو مقاومة بعض الحشرات أو الفيروسات ومن أهم المحاصيل الزراعية التي شملتها هذه التقنية عند بداية تطبيقها هي القطن وفول الصويا والذرة والطماطم/البندورة وبعض النباتات الزيتية، وتوسعت هذه الزراعة في السنوات الأخيرة حيث بلغت المساحات المزروعة بمحاصيل محورة وراثياً في العالم خلال 2007 أكثر من 120 مليون هكتار، وخاصة في الولايات المتحدة الأمريكية وكندا والصين والهند والأرجنتين والبرازيل والمكسيك وجنوب أفريقيا. وصاحب ظهور وانتشار هذه التقنية كثير من الجدل والمواقف المتباينة في الأوساط العلمية والحكومية وبين المزارعين والمستهلكين ومنظمات حماية البيئة بالإضافة إلى الشركات المنتجة لهذه النباتات حول الفوائد والأضرار الناجمة وإجراءات الأمان الحيوي والتشريعات الواجب إتباعها. للإطلاع على مزيد من المعلومات حول هذا الموضوع الذي يمكن أن يكون له أثر كبير على الزراعة في العالم وعلى التجارة الدولية يمكن الرجوع إلى التقرير الذي أعده فريق مشترك من البُحاث في أكاديميات العلوم لست دول بالتعاون مع الجمعية الملكية للعلوم في لندن (Anonymous, 2000a) والذي تناول إيجابيات وسلبيات زراعة المحاصيل المعدلة جينياً ودورها في توفير الغذاء في العالم.

وفيما يتعلق باستعمال هذه التقنية في إنتاج نباتات مقاومة للفيروسات فلقد أوضحت الدراسات منذ أوائل الثمانينات أن إدماج جين أو عدد من الجينات أو جزء من الحامض النووي من الفيروسات في جينوم النبات يؤدي إلى تثبيط أو إبطاء تكاثر أو حركة هذه الفيروسات دون التأثير على الوظائف الرئيسية للنبات المحور (Beachy, 1993؛ Hull, 2002). ويعرف هذا النوع من المقاومة للفيروسات التي يكتسبها النبات بالمقاومة المستمدة من الكائن الممرض

(Hull, 2002؛ Sanford & Johnston, 1985)، ومنذ أن تمكن Powell وآخرون (1986) من إنتاج نباتات تبغ مقاومة لفيروس TMV عن طريق دمج جين بروتين غطاء الفيروس في هذه النباتات فإنه توالى وتطورت هذه الدراسات وأدت إلى إنتاج أصناف من محاصيل زراعية عديدة مقاومة لفيروسات تابعة لأجناس مختلفة من بينها: *Potyvirus*، *Cucumovirus*، *Alfamovirus*، *Tymovirus*، *Tobravirus*، *Tobamovirus*، *Potexvirus*. وفيما يلي عرض موجز لبعض استراتيجيات التحوير الوراثي التي استغللت في إنتاج نباتات مقاومة للفيروسات:

1) مقاومة متأتية بدمج جين بروتين غطاء الفيروس - طبقت هذه الاستراتيجية للحصول على نباتات مقاومة للفيروسات في محاصيل زراعية مختلفة وهي من أكثر الإستراتيجيات استعمالاً لإنتاج نباتات مقاومة إذ جرى دمج جينات بروتين الغطاء لأكثر من 35 فيروساً مختلفاً (Hull, 2002).

وهذه المقاومة المتحصلة عليها بهذه الطريقة هي في واقع الأمر محاكاة لظاهرة الحماية المتبادلة غير أنه في هذه الحالة تم تحقيقها بواسطة تقنية الهندسة الوراثية. وكثيراً ما يلاحظ في هذا النوع من المقاومة نقص واضح في عدد وحجم البقع الشاحبة والبقع الميتة وتأخر في ظهور أعراض الإصابة كما هو الحال في النباتات المقاومة لفيروس CMV نتيجة دمج تحت المجين 4 (sub genomic RNA4) (Cuozzo et al., 1988) والنباتات المقاومة لفيروس AMV نتيجة دمج RNA4 (Loesch-Fries et al., 1987)، وفي حالات أخرى تكون النباتات المحورة على درجة أعلى من المقاومة كما هو الحال في فيروس CTV في الجريب فروت (Anonymus, 2002b؛ Yang et al., 2000). وفي أشجار البابايا المقاومة لفيروس التبغ الحلقي للبابايا/الباباظ (PRSV) (Gonsalres et al., 2004).

وبصورة عامة تكون المقاومة المتأتية من هذه الطريقة فعالة ضد الفيروسات أو السلالات القريبة من السلالة التي أخذ منها جين بروتين الغطاء، وأقل فعالية ضد الفيروسات الأقل قرابة، كما في حالة الفيروسات التابعة لفصيلة *Potyviridae* مثلاً وهي من العائلات المهمة من حيث أعداد الفيروسات التي تسبب أمراضاً اقتصادية في محاصيل زراعية مختلفة. فلقد وجد أن النباتات المحورة بمورث بروتين الغطاء لأي من فيروسات هذه الفصيلة تكتسب مقاومة ضد فيروسات أخرى من نفس الفصيلة (Beachy, 1993) فالغطاء البروتيني لفيروس موزاييك فول الصويا (SMV) في نباتات التبغ يجعل هذه النباتات مقاومة أيضاً للفيروسات التالية من نفس الفصيلة: فيروس تحفر التبغ (TEV)، فيروس تبرقش الفلفل (PepMoV)، وفيروس PVY.

ومن الأراء التي كثيراً ما تقدم لتفسير الألية التي على أساسها تصبح النباتات المحورة بجين بروتين الغطاء مقاومة للفيروسات هو أن هذا البروتين المشفر في النباتات المحورة يثبط مرحلة مبكرة في دورة تضاعف الفيروسات قد تكون نزع الغلاف البروتيني من جسيمات الفيروس

المهاجم، بدليل أنه عندما يتم إلقاح النباتات المحورة بالحمض النووي الريبي للفيروس بدلاً من الفيروس الكامل تفقد هذه النباتات وكذلك خلايا البروتوبلاست (Protoplast) المأخوذة منها صفة المقاومة (Beachy, 1993)، غير أنه وفي حالات أخرى وجد أن إحداث الإصابة بالحمض النووي الريبي لم يؤدي إلى أي إصابة للنبات، كما تشير الدراسات في حالات أخرى إلى أن بروتين الغطاء ليس هو الذي يعمل مباشرة في جعل النبات مقاوماً للفيروس وإنما الحمض النووي الريبي المنسخ من الجين المدمج (Hull, 2002).

كل هذا يدل على أن سبب المقاومة قد يختلف باختلاف نوعية النبات والفيروس وأن هناك عوامل متغيرة تختلف باختلاف كل حالة، فنباتات البطاطس/البطاطا مثلاً المحورة ببروتين الغطاء لفيروس PVX تحتفظ بمقاومتها حتى عند إلقاحها بالحمض النووي الريبي العاري للفيروس (Gadani *et al.*, 1990؛ Hemenway *et al.*, 1988).

(2) مقاومة متأتية عن دمج جينات بروتينات فيروسية أخرى غير بروتين الغلاف - بالإضافة إلى جين بروتين الغلاف هناك حالات اكتسبت فيها النباتات المحورة وراثياً صفة المقاومة نتيجة دمج الجين الخاص بإنزيم النسخ Polymerase والتي تعرف بالمقاومة الناتجة عن إنزيم النسخ (replicase-mediated resistance).

وفي حالات أخرى أمكن الحصول على نباتات مقاومة للفيروسات نتيجة دمج طفرة لبروتين الحركة مما يؤدي إلى عرقلة إنتشار الفيروس في النبات بدل التأثير على عملية التكاثر ومثال ذلك إنتاج بطاطس/بطاطا مقاومة لفيروس التفاف أوراق البطاطس/البطاطا (PLRV) عن طريق دمج طفرة لجين بروتين الحركة للفيروس (McGlouglin & Burk, 2000).

(3) مقاومة ناتجة عن دمج حمض نووي ربيبي تابع (Satellite RNA) - استعملت هذه الطريقة للحد من تكاثر الفيروس المستهدف أو إضعاف شدة المرض الذي يسببه، وذلك حسب حالة كل فيروس مساعد والحمض النووي الريبي التابع له (Gadani *et al.*, 1990). طبقت هذه الاستراتيجية في إنتاج نباتات مقاومة لفيروس CMV وفيروس التفاف الحلقي للتبغ (TRSV). بالطبع فإن هذه الطريقة لإنتاج نباتات مقاومة للفيروسات تنحصر في الفيروسات التي لها أحماض نووية ريبية تابعة يمكن أن تؤثر على تكاثر الفيروس المساعد أو تضعف من شدة المرض الذي يسببه.

(4) مقاومة ناتجة عن دمج الحمض النووي الريبي السالب - يعمل الحمض النووي الريبي السالب عند نسخه في النبات المحور على تثبيط تكاثر الفيروس ويكون ذلك في الغالب إما بإرتباطه بالحمض النووي الريبي للفيروس المهاجم مباشرة وحدث ما يعرف "بالتهجين"

(hybridization) أو ارتباطه بالحمض النووي الريبسي الرسول (mRNA) معرقلًا دوره في عملية إنتاج البروتينات داخل الخلية المصابة. واستعملت هذه الطريقة في إنتاج نباتات مثل التبغ والطماطم/البندورة المقاومة لبعض الفيروسات من بينها TMV، CMV، وفيروس الموزاييك الذهبي للبندورة/الطماطم (TGMV) (Gadani *et al.*, 1990). وقد تتطور هذه التقنية مستقبلاً لتستعمل في علاج النباتات المصابة بالفيروسات أو ما يعرف بالعلاج الجيني (gene therapy).

1.10.2. تطبيقات تقنية النباتات المحورة وراثياً لمقاومة الأمراض الفيروسية

استفاد كثير من المزارعين في مناطق مختلفة من العالم من هذه التقنية في مقاومة بعض الأمراض الفيروسية والتي تسبب عادة خسائر كبيرة لزراعتهم ويصعب في كثير من الأحوال مكافحتها بالطرق التقليدية المعتادة.

ومن بين المحاصيل الزراعية التي شملتها هذه التقنية وسمح بتوزيعها في عام 1994 على نطاق تجاري بالولايات المتحدة الأمريكية هو صنف من القرع الأصفر (Yellow crook neck squash) أنتجته شركة Asgrow للبذور وعرضته في الأسواق تحت اسم Freedom 11 على أساس أنه مقاوم لفيروس ZYMV و WMV نتيجة دمج جين بروتين الغطاء في هذا الصنف المحور. ويوجد حالياً في الأسواق أصناف من القرع والبطيخ تحمل جينات بروتين الغطاء ومقاومة للفيروسات التالية: CMV، SqMV، WMV، ZYMV وفيروس التبقع الحلقي للفلل (PepRSV).

ومن الأمثلة التي كثيراً ما تساق للإستدلال على نجاح تطبيق هذه التقنية هو مقاومة فيروس PRSV بجزر هاواي بالولايات المتحدة الأمريكية. كانت زراعة أشجار فاكهة البابايا منتشرة في جزيرة أوهاو (Oahu) ثم توقفت في الخمسينات من القرن الماضي نتيجة للأضرار المدمرة التي سببها الفيروس، فانتقلت زراعة هذه الأشجار في الستينات إلى جزيرة هاواي، ثم ما لبث أن انتشر الفيروس في هذه الجزيرة أيضاً وأوشك بحلول عام 1994 أن يقضي على زراعة البابايا فيها كلية لو لم تفلح جهود مجموعة من الباحثين من عدة مؤسسات في إنتاج صنف من البابايا مقاوم للفيروس، وذلك بدمج جين بروتين الغطاء للفيروس وأطلق على هذا الصنف اسم Rainbow وسمح بتوزيعه تجارياً عام 1998 (Gonsalres *et al.*, 2004) ولوحظ أن هذا الصنف احتفظ بمقاومته للفيروس حتى عند زراعته في بساتين بابايا قديمة ومصابة بالفيروس. نتيجة للنجاح الذي حققته هذه التقنية في مقاومة فيروس PRSV في هاواي أقيمت عدة دول أخرى في المناطق الإستوائية وشبه الإستوائية والتي تهتم بزراعة هذه الأشجار على نقل هذه التقنية إلى بلادها كالبرازيل وتايواند وجمايكا. ولهذا يرى البعض أن البحوث والتجارب التي تعاونت عدة

مؤسسات علمية على القيام بها وأفلحت في تطوير أصناف من أشجار البابايا مقاومة لفيروس PRSV وبدون أى استثمارات من الشركات الكبيرة تشكل نموذجاً مناسباً يحتذى به لتطبيق هذه التقنية في البلاد الأقل نمواً.

ويمثل محصول البطاطس/البطاطا نموذجاً آخرًا من المحاصيل الزراعية التي تصاب بعدد كبير من الفيروسات المختلفة ولأن طرق التربية لإنتاج أصناف مقاومة للفيروسات بطيئة، لهذا اتجه الإهتمام إلى استغلال تقنية التحوير الوراثي في تطوير نباتات بطاطس/بطاطا مقاومة لبعض الفيروسات وقد تمكن باحثون في معهد Max Plank من إنتاج نباتات بطاطس/بطاطا محورة وراثياً بطفرة لجين بروتين الحركة لفيروس PLRV ووجدوا أن نباتات البطاطس/البطاطا المحورة بهذه الطريقة لم تكن مقاومة لهذا الفيروس فحسب بل مقاومة أيضاً لفيروسي PVY و PVX (McGlouglin & Burk, 2000) وهذه المقاومة لفيروسات مختلفة في نفس النبات تعزى إلى منع أو إبطاء حركة إنتشار الفيروس في النبات المحور بجين بروتين الحركة "الطافر".

وفي الفترة من 1996-1997 طورت شركة Monsanto صنف البطاطس/البطاطا Russet Burbank ليكون مقاوماً لفيروس PLRV، وذلك بدمج العامل الوراثي المزدوج الذي يرمز له ORF1/ORF2. ولوحظ أن نباتات البطاطس/البطاطا المحورة بهذه الطريقة لا تصاب بالفيروس حتى عند أعدائها في طور مبكر من نموها. وقد قامت شركة Monsanto عام 1998 بالإنتاج التجاري لصنف من هذه البطاطس/البطاطا المحورة وراثياً أطلقت عليه اسم New leaf Plus مقاوم لكل من فيروس PLRV ولحشرة خنفساء البطاطس/البطاطا (نتيجة دمج جين آخر في هذا الصنف هو Bt gene من البكتيريا) وأدت زراعة هذا الصنف من البطاطس/البطاطا بشمال غرب الولايات المتحدة الأمريكية إلى الإستغناء كلياً عن استعمال المبيدات الكيميائية سواء لمقاومة حشرة خنفساء البطاطس/البطاطا أو حشرات المنّ الناقلة لفيروس PLRV. غير أن هذه الشركة أوقفت في عام 2001 توزيع هذا الصنف نتيجة امتناع مصانع مستحضرات البطاطس/البطاطا على قبول البطاطس/البطاطا المعدلة وراثياً ويرجع ذلك في الغالب إلى عدم إقبال المستهلكين على شرائها.

2.10.2. أخطار استخدام تقنية النباتات المحورة وراثياً في إنتاج أصناف مقاومة للفيروسات

من الواضح أن هذه التقنية أعطت المزارعين في بعض البلدان إمكانات إضافية هامة للحد من الخسائر التي تسببها الأمراض الفيروسية. غير أن هناك كثيراً من الجدل والآراء المتضاربة فيما يتعلق بالأخطار المحتملة جراء زراعة هذه المحاصيل المعدلة وراثياً. ويلاحظ في كثير من الأحيان أن الآراء التي تثار تتباين حسب مصالح أو انتماءات الجهة صاحبة الرأي، وقد يكون

التقرير الذي سبق الإشارة إليه والمعد من قبل عدد من المتخصصين في أكاديميات العلوم في العالم (Anonymous, 2000a) أقرب ما يكون إلى الواقعية والطرح العلمي المحايد.

كما يلاحظ أنه بالمقارنة بأعداد البحوث الكثيرة التي أجريت وحجم المعرفة التي تجمعت على مدى ثلاثة عقود من الزمن فيما يتعلق بتكوين النباتات المحولة وراثياً ومدى فعاليتها في مقاومة الفيروسات بإتباع استراتيجيات مختلفة، فإن هناك نقصاً واضحاً في الدراسات التي يمكن أن تلقى شيئاً من الضوء على الأخطار المحتملة أو تقييم الأضرار التي قد تنجم نتيجة تطبيق هذه التقنية خصوصاً على المدى الطويل من الاستعمال المتواصل للمحاصيل الزراعية المحورة وراثياً. ومن الأخطار التي لا يمكن تجاهلها أو التقليل من أهميتها حتى من قبل الشركات المنتجة للنباتات المعدلة وراثياً هو احتمال ظهور سلالة أو سلالات لفيروس أشد خطورة من السلالة المتواجدة في الطبيعة نتيجة استعمال النباتات المحورة بجين الغطاء البروتيني، فإذا ما أصيبت هذه النباتات بفيروس آخر من نفس الجنس أو الفصيلة يمكن أن يتم تغليف هذا الفيروس المهاجم ببروتين الغطاء المشفر في النبات المحور، ويطلق على هذه الظاهرة التغليف ببروتين مخالف (Hetero-encapsidation) و "الهجين" المتكون بهذه الطريقة قد يكون أشد خطورة من السلالة الأصلية المتوطنة في المنطقة؛ كأن يكتسب القدرة على الانتشار داخل العائل بكفاءة أعلى أو القدرة على إصابة عدد أكبر من العوائل أو الانتقال بالحشرات. ومثال على ذلك الحالة التي اكتشفت في فيروس ZYMV (Ranelonandro, 2000) إذ اكتسبت سلالة منه لا تنتقل أصلاً بحشرات المن القدرة على الانتقال بهذا النوع من الحشرات نتيجة إصابة هذا الفيروس لنباتات محورة بجين بروتين الغطاء لفيروس PPV.

هناك دراسات تهدف إلى محاولة منع أو تقليل حدوث ظاهرة التغليف ببروتين مخالف وذلك بإجراء بعض التعديلات الجينية على الجين الخاص بالغطاء البروتيني قبل دمجها في النبات المحور (Ranelonandro, 2000). ومن الأخطار التي كثيراً ما تثار حتى في وسائل الإعلام العامة هو انتقال أو تسرب الجين المدمج من النبات المحور إلى نباتات عادية سواء كانت محاصيل زراعية أو نباتات برية.

وهناك أيضاً ظاهرة التآزر/التعاون (Synergism) والتي تحدث طبيعياً عند إصابة النبات بأكثر من فيروس (إصابة مختلطة)، إذ قد يحدث شيء من هذا القبيل بين الجين أو الجينات الفيروسية المدمجة في النبات المحور وفيروس آخر يصيب نفس النبات. ومن الأخطار ما يذكر في بعض الأحيان من احتمال سمية بعض المنتجات النباتية المحورة أو إحداثها لشيء من الحساسية عند بعض الناس، وقد يتم التغلب على ذلك مستقبلاً بإنتاج نباتات محورة ينسخ فيها الجين المدمج في المجموع الخضري للنبات وليس في الثمار التي تستهلك من قبل الإنسان أو الحيوان.

3.10.2. نقل تقنية النباتات المقاومة للفيروسات بالتحوير الوراثي إلى البلدان العربية

لكي تتمكن البلدان العربية من الاستفادة من هذه التقنية يتوجب عليها وبصورة عامة دعم أجهزتها العلمية وكوادرها الفنية وتدريب علمائها وفنييها في مجالات التقني البيولوجية ومتابعة التقدم والتطور الذي يحصل في هذا المجال، كما يتوجب عليها أن تعمل على وضع التشريعات واللوائح التي تنظم شؤون نقل واستعمال هذه التقنية وأن يكون لديها الأجهزة الفنية الفعالة التي تستطيع أن تتابع وتراقب زراعة النباتات المحورة جينياً في بلادها وما قد ينجم عن زراعتها من أضرار بالبيئة أو الصحة العامة. ومن الضروري الإشارة هنا بأن النباتات المحورة وراثياً ومقاومة لفيروس ما في منطقة من العالم ليس من الضروري أن يكون لها نفس الفاعلية إذا ما أدخلت إلى منطقة أخرى، ولهذا فإن نقل هذه التقنية يستدعي أن تتم باستعمال جينات مأخوذة من الفيروسات المتواجدة في البلد أو المنطقة ودمجها في مجين الأصناف المحلية من المحاصيل الزراعية المراد حمايتها من هذه الفيروسات، وهنا تكمن ضرورة توفر حد أدنى من القدرات العلمية والفنية على المستوى المحلي.

ويكون من المفيد جداً لتحقيق الأهداف المنشودة في هذا المجال إيجاد نوع من التعاون والتنسيق بين بعض المؤسسات العلمية في البلدان العربية، وكذلك بينها وبين مؤسسات مماثلة أو مراكز بحوث في بعض البلدان الأجنبية التي لها خبرة في هذا المجال.

ومن الأمثلة الناجحة في المنطقة العربية، معهد الهندسة الوراثية (AGERI) بمركز البحوث الزراعية بمصر الذي قطع شوطاً كبيراً في هذا المجال، إذ بدأ منذ أوائل التسعينات في القرن الماضي وبالتعاون مع العديد من الهيئات المحلية والأجنبية في العمل على إنتاج عديد من النباتات المحورة وراثياً والمقاومة لبعض الفيروسات وبعض الممرضات والآفات الأخرى وللإجهاد البيئي. ومن النباتات التي إنتاجها لمقاومة بعض الفيروسات، نباتات كوسا (صنف اسكندراني) معدلة وراثياً لمقاومة فيروس ZYMV، وطماطم/بندورة مقاومة لفيروس TYLCV ونباتات موز لمقاومة فيروس BBTV و CMV.

11.2. استخدام الكيماويات

في الوقت الذي سجلت فيه المواد الكيميائية نجاحاً كبيراً في مكافحة العديد من الأمراض الفطرية والبكتيرية فإنه لم يحدث تقدم يذكر في مكافحة الأمراض الفيروسية بتلك الطريقة. يرجع ذلك أساساً إلى طبيعة تطفل تلك المسببات حيث تحتاج الفطريات والبكتيريا إلى مواد غذائية تحصل عليها من العائل وبالتالي فإنها تتأثر بوجود أي مادة مثبطة (بتركيز لا يضر العائل). أما بالنسبة للفيروسات فنظراً لأنها لا تحتاج إلى مواد غذائية، وأن تطفلها ينحصر في احتياجاتها للمواد

اللازمة لتضاعفها مع اعتمادها على ميكانيكية العائل في تمثيل مكوناتها من أحماض نووية وبروتينات لذلك فإن أي مادة تستخدم للتأثير على تمثيلها لمكوناتها سوف تؤثر أيضاً على تمثيل البروتين والأحماض النووية الخاصة بالعائل أيضاً، وهذا يمثل مشكلة تتطلب وقتاً طويلاً لإيجاد حل لها. إلا أن هناك تقدماً في هذا المضمار، ويتركز حالياً في مكافحة الفيروسات التي تصيب الإنسان. اتجهت الأبحاث منذ فترة طويلة (El-Hammady, 1969؛ Kiraly *et al.*, 1967) إلى استخدام سيتوكينيات ومعاملات تساعد العائل على زيادة تمثيله لاحتياجاته من البروتين والأحماض النووية، وبالتالي يقل تواجد المواد الأولية اللازمة لتضاعف الفيروس (أحماض أمينية حرة وقواعد نيتروجينية حرة) مما يعمل على تقليل الإصابة. نجح الكينيتين والبنزول ادنين وغيرها من السيتوكينيات في تقليل الإصابة في بعض الحالات، ولم تتجح في البعض الآخر حيث كان تأثيرها متوقفاً على العائل والفيروس والعلاقة بينهما والتركيز المستخدم. استمراراً لهذا الاتجاه فإن بعض مشتقات القواعد البيورينية والبريميدينية قد استخدمت على نطاق واسع نسبياً (Dawson & Boyd, 1987)، وقد اثبتت بعض المشتقات البيورينية مثل ازايميذازول (azaimidazole) تنشيطاً ملحوظاً لبعض الفيروسات ولكن بدرجة أقل من 8- أزاجوانين (8-azaguanine). كما أن معاملة نباتات التبغ/الدخان بمركب فيرازول (ribavirin) virazole قللت أو منعت الإصابة الجهازية بفيروس الذبول المتبع للندورة/الطماطم (TSWV) (de Fazio *et al.*, 1980) كما قللت تركيز فيروسي CMV و AMV في مزارع الأنسجة. يضاف إلى ذلك أن معاملة بعض النباتات ببعض الكائنات الدقيقة المحفزة لمنظمات النمو قد أدى إلى حد ما إلى التغلب على الإصابة الفيروسية، فمثلاً عندما استخدمت ريزوباكتريا (rhizobacteria)، التي تساعد على زيادة النمو الخضري، فإنها قللت من شدة إصابة نباتات الطماطم/الندورة بفيروس موزايك البندورة/الطماطم (ToMV) (Murphy *et al.*, 2000) وبالتالي فإنه ينصح باستخدامها في برامج مكافحة المتكاملة لهذا الفيروس في الطماطم/الندورة.

كذلك فإن معاملة المجموع الخضري لبعض النباتات ببعض منظمات النمو قد أعطى نتائج مشجعة وقد ساعد حمض الجبيريليك (gibberellic acid) على تنشيط نمو النباتات وقلل من تأثير الإصابة وعمل على زيادة المحصول. ويجدر الإشارة إلى أن زيادة التسميد النيتروجيني يمكن النباتات في بعض الحالات من إخفاء أعراض الإصابة الفيروسية دون تقليل تركيز الفيروس داخل النبات.

هناك بعض المواد الكيميائية الطبيعية التي تتواجد في النباتات أو الحيوانات وتؤثر بطريقة وبأخرى على الفيروسات (El-Hammady & El-Afifi, 1980). يوجد في أوراق العديد من النباتات وفي عصارة بعض أنواع الفاكهة بعض المواد المثبطة للفيروس. هذه المواد قد تكون ذات أثر على فيروس ما في عائل معين ولكنها تكون عديمة الأثر ضد نفس الفيروس في عائل

آخر. كذلك ففي بعض الحالات يكون العصير المستخلص من نبات معين له أثر على تثبيط تضاعف الفيروس في نبات من نوع آخر في حين لا يؤثر على تضاعف نفس الفيروس في عائله الأصلية الذي استخلص منه. عموماً فإن هذه المواد المستخلصة من النباتات المختلفة تظهر بعض التأثير على تقليل فاعلية بعض الفيروسات إذا ما عوملت بها الأوراق قبل العدوى أو بعدها مباشرة. عند خلط العصارة النباتية مع الفيروس فإنها تعمل على تثبيطه. وقد أثبت الجلوكان المتحصل عليه من فطر *Phytophthora megasperma* Drechs. f.sp. *glycinea* T. Kuan & D.C. Erwin من المقدره على تثبيط الإصابة ببعض الفيروسات (Kopp et al., 1989).

3. المراجع

- الحمادي، مصطفى حلمي، جابر إبراهيم فجلة وحامد محمود مزيد. 1976. الفيروس وأمراض النبات الفيروسية. دار المطبوعات الجديدة، الاسكندرية. 391 صفحة.
- الحمادي، مصطفى، رمزي النديوي، فوزي أبو العباس، السيد عبد الرازق صادق وعبد العزيز عزام يوسف. 1995. طريقة مبسطة لإنتاج تقاوي بطاطس خالية من الأمراض الفيروسية تحت ظروف الحقل باستخدام البذور الحقيقية. مجلة اتحاد الجامعات العربية للدراسات والبحوث الزراعية. جامعة عين شمس، القاهرة، 1: 127-138.
- الراوي، فرقد عبد الرحيم، فضل عبد المحسن الفضل، ورقيب عاكف العاني. 2001. استخدام طرق تشريحية للكشف عن الفايوتوبلازما وتحديد إنتشارها في بعض المحاصيل ونباتات الأدغال/الأعشاب في المنطقة الوسطى من العراق. مجلة وقاية النبات العربية، 19: 3-11.
- شوكت، عبد اللطيف بهجت. 1982. فيروسات النبات. جامعة الموصل، الجمهورية العراقية. الصفحات: 165-182.
- الصالح، محمد علي وإبراهيم محمد الشهوان. 1996. استجابة أصناف مختلفة من أنواع القرعيات لعزلة من فيروس التبرقش الأصفر للكوسا (ZYMV). مجلة وقاية النبات العربية، 14: 10-14.
- العاني، رقيب عارف، محمد سعيد السامعي ومبشر صالح عمر. 2003. تحديد وسط الزرع وتأثير مستخلص الحناء *Lawsonia inermis* L. في وسط الزراعة النسيجية على إنتاج نبيتات خالية من فيروس البطاطس/البطاطا Y. مجلة وقاية النبات العربية، 21: 90-95.
- العاني، رقيب عاكف، صالح حسن سمير وميسر مجيد جرجيس. 1987. تشخيص ومكافحة تجعد أوراق التبغ. مجلة وقاية النبات العربية، 5: 70-73.
- قمري، صفاء محمد غسان. 1994. دراسة لبعض الفيروسات التي تنتقل ببذور العدس في سورية: إنتشارها، تقدير ضررها، طرق إنتقالها، الكشف عنها، نسبة نقلها بالبذور والمعالجة الحرارية للبيذار كطريقة للمكافحة. اطروحة ماجستير، قسم وقاية النبات، كلية الزراعة، جامعة تشرين، سورية. 105 صفحات.
- قمري، صفاء محمد غسان. 2002. دراسة الفيروسات المسببة للإصفرار Luteoviruses التي تصيب البقوليات الغذائية الشتوية. أطروحة دكتوراه، قسم وقاية النبات، كلية الزراعة جامعة حلب، سورية. 230 صفحة.
- المعاضدي، مثنى عكيدي وحبيب شوكت عبد الله. 2006. وجود فيروسي البطاطا/البطاطس في دغل/عشب كرز الأرض (*Physalis wrightii* Gray) في العراق. مجلة وقاية النبات العربية، 24: 84-88.
- المعاضدي، مثنى عكيدي، ميسر مجيد جرجس وزبير نوري سلمان. 2001. التخلص من بعض فيروسات البطاطا باستخدام تقنيات العلاج الحراري وزراعة أطراف البراعم. مجلة وقاية النبات العربية، 19: 35-39.

- مكوك، خالد وريما منسي. 1985. الحد من إنتشار فيروس موزاييك واصفرار الكوسى بواسطة المنّ إلى الخيار باستعمال زيت معدني. مجلة وقاية النبات العربية، 3: 18-23.
- مكوك، خالد محي الدين ونوران عطار. 2001. تأثير التخزين والمعاملة الحرارية في حيوية فيروس الموزاييك المخطط للشعير. مجلة وقاية النبات العربية، 19: 52-54
- Abo El-Nil, M.M. and F.W. Zettler. 1976. Natural occurrence of dasheen mosaic virus in Egyptian taro, *Colocasia antiquorum*. Plant Disease Reporter, 60: 281-285.
- Abu Foul, K.A.I. 1989. Studies on some viruses affecting pepper plants in northern Egypt. Ph.D. Thesis. Faculty of Agriculture, Alexandria University. 184 pp.
- Albrechtsen. S.E. 1997. Seed-borne viruses. (lecture notes) Danish Government Institute of Seed Pathology for Developing Countries. 34 pp.
- Al-Musa, A. 1981. Incidence, economic importance and prevention of tomato yellow leaf curl virus in Jordan. Page 47. In: Abstracts of the International Workshop on Pathogens Transmitted by Whiteflies. Oxford, England.
- Al-Musa, A. 1982. Incidence, economic importance and control of tomato yellow leaf in Jordan. Plant Disease, 66: 561-563.
- Al-Musa, A. 1986. Tomato yellow leaf curl virus in Jordan: Epidemiology and control. Dirasat, 13: 199-208.
- Anonymous, 2000a. Transgenic plants and world agriculture. Royal society of London and five national academies of science, National Academy Press. Washington District, U.S.A.
- Anonymous, 2000b. Transgenic grapefruit trees developed in Texas to resist deadly citrus Tristeza virus, Western Farm Press.
- Asjes, C.J. 1978. Minerale olien op lelies om virusverspreiding tegen to gaan. Bloembollencultuur, 88: 1046-1047.
- Asjes, C.J. 1980. Toepassing van minerale olie om verspreiding tegen to gaan. Bloembollencultuur, 90: 1396-1397.
- Barker, H. and P.M. Waterhouse. 1999. The development of resistance to luteoviruses mediated by host genes and pathogen derived transgenes. Pages 169-210. In: The Luteoviridae. H.G. Smith and H. Barker (eds.). CAB International, Wallingford, UK.
- Barker, K.R. and S.R. Koenning. 1998. Developing sustainable systems for nematode management. Annual Review of Phytopathology, 36: 165-205.
- Beachy, R.N. 1993. Virus resistance through expression of coat protein genes: Trends in Biotechnology. In: Plant Disease Control. Ilan Chet (ed.). John Wiley and Sons Inc. Publication.
- Berlinger, M.J. and R. Dahan. 1987. Breeding for resistance to virus transmission by whiteflies in tomatoes. Insect Science and Its Application, 8: 783-784.
- Borissensko, S., C. Schuster and W. Schmygla. 1985. Obtaining a high percentage of explants with negative serological reactions against viruses by combining Potato meristem culture with *phytoviral chemotherapy*. Phytopathologische Zeitschrift, 114: 185-188.
- Bos, L. 1999. Plant Viruses: unique and intriguing pathogens, a textbook of plant virology. Backhuys Publishers, Leiden, The Netherlands. 358 pp.
- Bradley, R.H.E. 1956. Effects of depth of stylet penetration aphid on transmission of potato virus Y. Canadian Journal of Microbiology, 2: 539-547.
- Bradley, R.H.E., C.V. Wade and F.A. Wood. 1962. Aphid transmission of potato virus Y inhibited by oils. Virology, 18: 327-329.
- Carroll, T.W., E.A. Hockett and S.K. Zaske. 1983. Registration of mobet barley germplasm. Crop Science, 23: 599-600
- Cohen, M. 1976. A comparison of some tristeza isolates and a cross-protection trial in Florida. Pages 50-54. In: Proceedings of 7th Confence International Organization of Citrus Virologists. Gainesville, Florida, USA.
- Cuozzo, M., K.M. O'Connell, W. Kaniewski, R.X. Fang, N.H. Chua and N.E. Turner. 1988. Viral protection in transgenic tobacco plants expressing the cucumber mosaic virus coat protein or its antisense RNA. Biotechnology, 6: 549-556.

- Davis, R.F. and O. Shifriss. 1983. Natural virus infection in silvery and non-silvery lines of *Cucurbita pepo*. Plant Disease, 67: 379-380.
- Dawson. W.O. and C. Boyd. 1987. Modifications of nucleic acid precursors that inhibit plant virus multiplication. Phytopathology, 77: 477-480
- de Fazio, G., M. Kudamatsu and M. Vicente. 1980. Virazole pretreatments for the prevention of tomato spotted wilt virus (TSWV) systemic infection in tobacco plants *Nicotiana tabacum*, L.'White Burley', Fitopatol. Bras. 5: 343-394.
- Duffus, J.E. 1987. Durability of resistance. Ciba-Giga Foundation Symposium, 133: 196-199.
- El-Hammady, M. 1969. Promotion of protein synthesis by cytokinins, benzimidazole and decapitation in relation to the increased resistance to TMV infections. Pages 32-39. In: Plant Virology. C. Blatny (ed). Proceedings of the 6th Conference Czechoslovak Plant Virologists. Olomoc, (1967).
- El-Hammady, M. and S.I. El-Afifi. 1980. Studies on the effect of some natural compounds on tobacco mosaic virus infection. Pages 263-279. Proceedings of 5th International Congress for Statistics, Computer Science, Social and Demographic Research, Cairo, Egypt.
- El-Hammady, M., F. Abo El-Abbas, S. El-Deeb and T.A Moustafa. 1991. Mycoplasmal diseases of strawberry in Egypt. III: Histological and ultrastructural effects on both host and indicator host. Journal of Agricultural Sciences, Mansoura University, 16: 2050-2064.
- El-Hammady, M., H.M. Mazyad, A.S. Gamal Eldin and F.T. Morsy. 1980. Transmission of some viruses through cowpea seeds. Proceedings of 4th Conference of Microbiology, Cairo, 395-404.
- El-Hammady, M., M.M. El-Zayat, S.H. Hassanien, A.A. Kishtah and L.M. Ibrahim. 1983. Studies on potato virus Y and tobacco mosaic virus on pepper plants with special regard to varietal susceptibility. Pages 659-682. In: Proceedings of 8th International Congress for Statistics, Computer Science, Social and Demographic Research, Cairo, Egypt.
- El-Hammady, M., M.S. Said and S.S. Mustafa. 1976. Studies on tomato yellow leaf curl disease. I. Susceptibility of different tomato species, varieties and hybrids to artificial infection under some different conditions. Journal of Agricultural Sciences, Mansoura University, 1: 385-404.
- El-Hammady, M., S.E. Albrechtsen, A.M.M. Abdelmonem, F.M. Abo El-Abbas and W. Ghazalla. 2004. Interaction and frequencies of seed-transmitted faba bean (*Vicia faba* L.) viruses under natural condition. Arab Universities, Journal of Agricultural Sciences, Ain Shams University, Cairo, 12: 851-899.
- Faccioli, G. and C. Rubies-Autonell. 1982. PVX and PVY distribution in potato meristem tips and their eradication by the use of thermotherapy and meristem-tip culture. Phytopathologische Zeitschrift, 103: 66-75
- Fegla, G.I. 1974. Studies on naturally infected weeds with cucumber and water melon mosaic viruses and their role on the incidence of mosaic diseases of vegetable marrow in Egypt. Egyptian Journal of Phytopathology, 6: 81-85.
- Fegla, G.I. and H.M. Badr. 1979. Effect of plant population on the incidence of mosaic diseases and productivity of vegetable marrow (*Cucurbita pepo* L.). Alexandria Journal of Agricultural Research, 27: 259-265.
- Fegla, G.I. and M.A. El-Mazaty. 1981. Distribution of certain viruses affecting cucurbits in Egypt and susceptibility of cucurbit cultivars to the most prevalent one. Alexandria Journal of Agricultural Research, 29: 247-258.
- Fegla, G.I., A.L.B. Shawkat and N.A. Ramadan. 1983. Effect of infection date of lettuce mosaic virus on seed transmission, vegetative growth, and certain contents of lettuce plants. Iraqi Journal of Agricultural Sciences, 1: 91-101.
- Fegla, G.I., Y.M. El-Fahaam, E.E. Wagih and H.A. El-Karyoni. 1990a. Occurrence of lettuce mosaic Virus in Alexandria and effect of infection on seed yield and transmissibility. Journal of King Saud University, Agricultural Sciences, 1: 93-103.

- Fegla, G.I., E.E. Wagih, Y.M. El-Fahaam and H.A. El-Karyoni. 1990b. Thermotherapy of lettuce mosaic virus infected seeds. *Journal of King Saud University, Agricultural Sciences*, 2: 261-269.
- Fegla, G.I., Y.M. El-Fahaam, H.A. Younes and M.M. Fath-Allah. 2000. Detection of alfalfa mosaic alfamovirus in seeds, seed parts and seedlings of two alfalfa cultivars. *Journal of Agricultural Sciences, Monsoura University*, 25: 7599-7609.
- Fletcher, J.T. 1978. The use of avirulent strains to protect plants against the effect of virulent strains. *Annals of Applied Biology*, 89: 110-114.
- Fraser, R.S.S. 1992. The genetics of plant-virus interactions: implications for plant breeding. *Euphytica*, 63: 175-185.
- Fulton, R.W. 1986. Practices and Precautions in the use of cross protection for plant virus disease control. *Annual Review Phytopathology*, 24: 67-81.
- Gadani, F., L.M. Mansky, R. Medici, W.A. Miller and J.H. Hill. 1990. Genetic engineering of plants for virus resistance. *Archives of Virology*, 115: 1-21.
- Gibbs, A.J. and B.D. Harrison. 1976. *Plant Virology: The Principles*. Edward Arnold Limited, London. 292 pp.
- Gibson, R.W. and A.D. Rice. 1986. The combined use of mineral oils and pyrethroids to control plant viruses transmitted non-and semi-persistently by *Mysus persicae*. *Annals of Applied Biology*, 109: 465-472.
- Gonsalves, D., C. Gonsalves, S. Ferreira, K. Pitz, M. Fitch, R. Manshardt and J. Slihtom. 2004. Transgenic virus resistant papaya: from hope to reality for controlling papaya ringspot virus in Hawaii. APSnet Features, American Phytopathological Society (www.aspet.org/online/feature/ringspot)
- Gunasinghe, U.B., M.E. Irwin and G.E. Kampmeier. 1988. Soybean leaf pubescence affects aphid vector transmission and field spread of soybean mosaic virus. *Annals of Applied Biology*, 112: 259-272.
- Hadidi, A., R.K. Khetarpal and H. Koganezawa (eds.). 1998. *Plant Virus Diseases Control*. APS Press St. Paul. MN. 684 pp.
- Hartman, R.D. 1974. Dasheen mosaic virus and other phytopathogens eliminated from caladium, taro and cocoyam by culture of shoot tips. *Phytopathology*, 64: 237-240
- Hein, A. 1971. Zur Wirkung von öl auf die Virusübertragung durch Blattläuse. *Phytopathologische Zeitschrift*, 71: 42-48.
- Hemenway, C., R.X. Fang, W.K. Kaniewski, N.H. Chua and N.E. Tumer. 1988. Analysis of the mechanism of protection in transgenic plants expressing the potato virus X coat protein or its antisense RNA. *The EMBO Journal*, 7: 1273-1280.
- Hollings, M. 1965. Disease control through virus-free stock. *Annual Review Phytopathology*, 3: 367-396.
- Hull, R. E.F. 2002. *Matthews' plant virology*. Academic Press. New York and London. Pages 675-741.
- Ioannou, N. 1987. Cultural management of tomato yellow leaf curl disease in Cyprus. *Plant Pathology*, 36: 367-373.
- Jones, A.T. 1998. Control of virus infection in crops through breeding plants for vector resistance. Pages 65-78. In: *Plant Virus Disease Control*. A. Hadidi, R.K. Khetarpal and H. Koganezawa (eds.). APS Press, St. Paul, MN., USA.
- Jones, T.A. 1987. Control of virus infection in crop plants through vector resistance: a review of achievements, prospects and problems. *Annals of Applied Biology*, 111: 745-772.
- Kasrawi, M.A. 1991. Tomato production and tomato yellow leaf curl viruses in Jordan. Pages 14-16. In: *Resistance of tomato to TYLCV*. Proceedings of the seminar of EEC contract DGII.-TS2- A-055 F (CD) partners. H. Laterrot and C.Trousse (eds). INRA-Station d'Amelioration des Plantes Maraicheres, Mont favet-Avignon, France.
- Kassanis, B. 1954. Heat therapy of virus-infected plants. *Annals of Applied Biology*, 41: 470-474.
- Kassanis, B. 1949. Potato tubers freed from leafroll virus by heat. *Nature*, 164: 881.
- Kawana, M.A.I. 2007. *Viral diseases of faba bean in northern Egypt*. PhD Thesis, Faculty of Agriculture, University of Alexandria, Egypt. 157 pp.

- Kerlan, C., Y. Robert, P. Perennec and E. Guillery. 1987. Survey of the level of infection by PVY-O and control methods developed in France for Potato seed production. *Potato Research*, 30: 651-667.
- Kiraly, Z., M. El-Hammady and B.I. Pozsar. 1967. Increased cytokinin activity of rust-infected bean and brad bean leaves. *Phytopathology*, 57: 93-94.
- Kopp, M., J. Rouster, B. Fritig, A. Darvill and P. Albersheim. 1989. Host-pathogen interactions: 32. A fungal glucan preparation protects Nicotianae against infection by viruses. *Plant Physiology*, 90: 208-216.
- Kumari, S.G. and K.M. Makkouk. 1995. Variability among twenty lentil genotypes in seed transmission rates and yield loss induced by pea seed-borne mosaic potyvirus infection. *Phytopathologia Mediterranea*, 34: 129-132.
- Kumari, S.G. and K.M. Makkouk. 1996. Inactivation of broad bean stain comovirus in lentil seeds by dry heat treatment. *Phytopathologia Mediterranea*, 35: 124-126.
- Kunkel, L.O. 1935. Heat treatment for the cure of yellows and rosetted of peach. *Phytopathology*, 25: 24.
- Kunkel, L.O. 1936a. Peach mosaic not cured by heat treatments. *American Journal of Botany*, 23: 683-686.
- Kunkel, L.O. 1936b. Heat treatment for the cure of yellows and other virus diseases of peach. *Phytopathology*, 26: 809-830.
- Kunkel, L.O. 1941. Heat cure of aster yellows in periwinkles. *American Journal of Botany*, 28: 761-769.
- Kunkel, L.O. 1943. Potato witches' broom transmission by dodder and cure by heat. *Proc. Am. Phil. Soc.* 86:470-475.
- Kunkel, L.O. 1949. Studies on cranberry false blossom. *Phytopathology*, 35: 805-821.
- Kunkel, L.O. 1952. Transmission of alfalfa witch's broom to nonleguminous plants by dodder, and cure in periwinkle by heat. *Phytopathology*, 42: 27-31.
- Loesch-Fries, L.S., D. Merlo and T. Zinner. 1987. Expression of alfalfa mosaic virus RNA 4 in transgenic plants confers virus resistance. *The EMBO Journal*, 6: 1845-1581.
- Makkouk, K.M. and H. Laterrot. 1983. Epidemiology and control of tomato yellow leaf curl virus. Pages 315-321. In: *Plant Virus Epidemiology*. R.T. Plumb and J.M. Thresh (eds.). Blackwell Scientific Publications, Oxford. UK.
- Makkouk, K.M. and S.G. Kumari. 1995. Screening and selection of faba bean (*Vicia faba* L.) germplasm for resistance to bean yellow mosaic potyvirus. *Journal of Plant Disease and Protection*, 102: 461-466.
- Makkouk, K.M. and S.G. Kumari. 2001. Reduction of spread of three persistently aphid-transmitted viruses affecting legume crops by seed treatment with Imidacloprid (Gaucho). *Crop Protection*, 20: 433-437.
- Makkouk, K.M., H.J. Vetten, L. Katul, A. Franz and M.A. Madkour. 1998. Epidemiology and control of faba bean necrotic yellows virus. Pages 534-540 (Chapter 40). In: *Plant Virus Disease Control*. A. Hadidi, R.K. Khetarpal and H. Koganezawa (eds.). APS Press, The American Phytopathological Society, St. Paul, Minnesota, USA.
- Makkouk, K.M., S. Kumari, A. Sarker and W. Erskine. 2001. Registration of six lentil germplasm lines with combined resistance to viruses. *Crop Sciences*, 41: 931-932.
- Makkouk, K.M., S.G. Kumari and J.A.G. van Leur. 2002. Screening and selection of faba bean (*Vicia faba* L.) germplasm resistant to *Bean leafroll virus*. *Australian Journal of Agricultural Research*, 53: 1077-1082.
- Mansour, A.N. 1997. Prevention of a mosaic disease of squash with oil sprays alone or combined with insecticide or aluminum foil mulch. *Dirasat, Agricultural Sciences*, 24: 1146-1151.
- Matthews, R.E.F. 1970. *Plant Virology*. 1st ed. Academic Press, New York. 778 pp.
- Matthews, R.E.F. 1991. *Plant Virology*. 3rd ed. Academic Press, London. 835 pp.
- Matthews, R.E.F. 1992. *Fundamentals of plant virology*. Academic press, Inc., SanDeigo, Calif., USA. Pages 278-284.
- Mazyad, H.M., M.K. Nakhla, A. Abo-Elala and M. El-Hammady. 1992. Occurrence of plum Pox (Sharka) virus on stone fruit trees in Egypt. *Acta Horticulture*, 309: 119-124.

- Mazyad, H.M., M.K. Nakhla, A.A. Amrety and S.A. Dos. 1986. Further studies on the epidemiology of tomato yellow leaf curt virus in Egypt. *Acta Horticulturae*, 190: 121-130.
- McGlouglin, M.N. and J.I. Burk (eds.). 2000. *Biotechnology, present position and future development*. Publisher: Teagasc. Agriculture and Food Development Authority, Dublin, Ireland.
- McKinney, H.H. 1929. Mosaic dieases in the Canary Islands, West Africa and Gibraltar. *Journal of Agricultural Research*, 39: 557-578.
- Metwally, E., S.A. Sidarons and A.A. Deif. 1994. Inheritance of resistance to watermelon mosaic viruse-2 (WMV-2) in *Cucurbita pepo*. Pages 49-56. In: *Proceeding of the 7th Congress of Phytopathology*, April, 19-21, Giza, Egypt.
- Mink, G.I., R. Wample and W.E. Howell. 1998. Heat treatment of perennial plants to eliminate phytoplasmas, viruses and viroids while maintaining plant survival. Breeding for resistance to plant viruses. Pages 332-345. In: *Plant Virus Disease Control*. A. Hadidi, R.K. Khetarpal and H. Koganezawa (eds.). APS Press, The American Phytopathological Society, St. Paul, Minnesota, USA.
- Muller, G.W. and A.S. Costa. 1977. Tristeza control in Brazil by preimmunization with mild strains. *Proceedings of the International Society of Citriculture*, 3: 368-372.
- Murphy, J.F., G.W. Zehnder, D.J. Schuster, E.J. Sikora, J.E. Polston and J.W. Kloepper. 2000. Plant growth-promoting rhizobacterial mediated protection of tomato against tomato mottle virus. *Plant Disease*, 84: 779-748.
- Navarro, L., G. Llacer, M. Cambra, J.M. Arregui and J. Juarez. 1983. Shoot-tip grafting *in vitro* for elimination of viruses in peach plants (*prunus persica Batsch*). *Acta Horticulture*, 130: 185-192.
- Nyland, G. and A.C. Goheen. 1969. Heat therapy of virus diseases of perennial plants. *Annual Review of Phytopathology*, 7: 331-354.
- Posnette, A.F. 1969. Tolerance of virus infection in crop plants. *Review of Applied Mycology*, 48: 113-118.
- Powell, A.P., R.S. Nelson and B. De. 1986. Delay of disease development in transgenic plants that express the tobacco virus coat protein. *Science*, 232: 738-743.
- Preil, W., R. Koenig, M. Engelhardt and A. Meier-Dinkel. 1982. Elimination of poinsettia mosaic virus (PoiMV) and poinsettia cryptic virus (PoiCV) from *Euphorbia pulcherrima* Wild by cell suspension culture. *Phytopathologische Zeitschrift*, 105: 193-197.
- Ranelonandro, M. 2000. The use of transgenic fruit trees as a resistant strategy for virus epidemics: the plum pox (sharka) model. *Virus Research*, 71: 63-64
- Rast, A.T.B. 1972. M11-16 an artificial symptomless mutant of tobacco mosaic virus for seedling inoculation of tomato crops. *Netherland Journal of Plant Pathology*, 78: 110-112.
- Rast, A.T.B. 1975. Variability of tobacco mosaic virus in relation to control of tomato mosaic in glasshouse tomato crops by resistance breeding and cross protection. *Agricultural Research Review (Netherland)*, 834: 1-76
- Robbins, M.A., H. Witsenboer, R.W. Michelmore, J.F. Laliberte and M.G. Fortin. 1994. Genetic mapping of turnip mosaic virus resistance in *Lactuca sativa*. *Theoretical and Applied Genetics*, 89: 583-589.
- Salaman, R.N. 1933. Protective inoculation against a plant virus. *Nature*, 131: 468.
- Sanford, J.C. and S.A. Johnston. 1985. The concept of parasite derived resistance- deriving resistance genes from parasites own genome. *Journal of Theoretical Biology*, 113: 395-405.
- Satapaty, M.K. 1998. Chemical control of insect and nematode vectors of plant viruses. Pages 188-195. In: *Plant Virus Disease Control*. A. Hadidi, R.K. Khetarpal and H. Koganezawa (eds.). APS Press, The American Phytopathological Society, St. Paul, Minnesota, USA.

- Shawkat, A.L.B., G.I. Fegla and S.Y. Mahmoud. 1986. Maize dwarf mosaic in Iraq and evaluation of some cultivars for resistance. *Mesopotamia Journal of Agriculture*, 18: 41-50
- Shawkat, A.L.B., G.I. Fegla and N.A. Kasem. 1982. Effect of beat mosaic virus infection on sugar beat and Swiss chard, and inhibition of virus aphid transmission by mineral oil. *Alexandria Science Exchange*, 3: 89-100.
- Shukle, R.H., D.J. Lampe, R.M. Lister and J.E. Foster. 1987. Aphid feeding behaviour: relationship to barley yellow dwarf virus resistance in *Agropyron* species. *Phytopathology*, 77: 725-729.
- Szatmari-Goodman, G. and L.R. Nault. 1983. Tests of oil sprays for suppression of aphid-borne maize dwarf mosaic virus in Ohio sweet corn. *Journal of Economic Entomology*, 76: 144-149.
- Tomlinson, J.A. and C.M. Ward. 1982. Selection for immunity in swede (*Brassica napus*) to infection by turnip mosaic virus. *Annals of Applied Biology*, 101: 43-50.
- Toyoda, H., Y. Oishi, Y. Matsuda, K. Chatani and T. Hirai. 1985. Resistance mechanism of cultured plant cells to tobacco mosaic virus. IV. Changes in tobacco mosaic virus concentrations in somaclonal tobacco callus tissues and production of virus-free plantlets. *Phytopathologische Zeitschrift*, 114: 126-133.
- Upstone, M.E. 1974. Effects of inoculation with the Dutch mutant strain of tobacco mosaic virus on the cropping of commercial tomatoes. *RADAS*, 1972, Pages 162-165.
- Walkey, D.G.A. 1968. The production of virus-free rhubarb by apical tip-culture. *Journal of Horticultural Science*, 43: 283-287.
- Walkey, D.G.A. 1991. *Applied plant virology*. Chapman and Hall, London, 337 pp.
- Walkey, D.G.A., M.J.W. Webb, C.J. Bolland and A. Miller. 1987. production of virus-free garlic (*Allium sativum* L.) and shallot (*Allium ascalonicum* L.) by meristem tip culture. *Journal of Horticultural Science*, 62: 211-220
- Walkey, D.G.A. and M.C. Dance. 1979. The effect of oil sprays on aphid transmission of turnip mosaic, beet yellows, bean common mosaic and bean yellow mosaic viruses. *Plant Disease Reporter*, 63: 877-881.
- Wasfy, E.H. and G.I. Fegla. 1979. Control of powdery mildew and mosaic viruses of squash in Egypt. *Egyptian Journal of Phytopathology*, 7: 89-91.
- White, J.L. 1982. Regeneration of virus-free plants from yellow green areas and TMV-induced enations of *Nicotiana tomentosa*. *Phytopathology*, 72: 866-867.
- Yang, Z.N., I.L. Ingelbrecht, E. Louzada, M. Skaria and T.E. Mirkov. 2000. *Agrobacterium*-mediated transformation of commercially important grapefruit culture 'Rio Red' (*Citrus paradisi* Macf.). *Plant Cell Reports*, 19: 1203-1211.
- Yassin, A.M. 1983. A review of factors influencing control strategies against tomato leaf curl virus disease in The Sudan. *Tropical Pest Management*, 29: 253-256.
- Younes, H.A. 1995. Studies on certain virus diseases affecting some vegetable crops under green house conditions. Ph.D thesis. Faculty of Agriculture. Alexandria University. 210 pp.
- Zaumeyer, W.J. and J.P. Meiners. 1975. Disease resistance in beans. *Annual Review of Phytopathology*, 13: 313-334.
- Zein, S.A. 2002. Further studies on yellow stripe virus of barley. Ph.D. Thesis. Faculty of Agriculture, Cairo University, Egypt. 142 pp.