الفصل التاسع

الفيروسات التي تصيب محصول البطاطا/البطاطس

عقل منصور[1]، أمين عامر حاج قاسم[2]، نداء سالم[1]، ايليا الشويري[3]، يوسف أبو جودة[4]، جبر خليل[5] ونبيل عزيز[6]

(1) كلية الزراعة، الجامعة الأردنية، عمان، الأردن؛ (2) كلية الزراعة، جامعة حلب، سورية؛ (3) فرع وقاية النبات، مصلحة الأبحاث العلمية الزراعية، تل العمارة، ص.ب. 287 زحلة، لبنان؛ (4) كلية العلوم الزراعية و الغذائية، الجامعة الأمريكية في بيروت، لبنان؛ (5) كلية الزراعة، جامعة الفاتح، طرابلس، ليبيا، (6) كلية الزراعة، جامعة الموصل، العراق.

المحتويات

1. المقدمة
2. أهم الفيروسات والفيرويدات التي تصيب البطاطا/البطاطس
   1.2.الفيروسات الأكثر أهمية
      1.1.2. فيروس التفاف أوراق البطاطا/البطاطس
      2.1.2. فيروس البطاطا/البطاطس Y
      3.1.2. فيروس البطاطا/البطاطس X
      4.1.2. فيروس البطاطا/البطاطس A
      5.1.2. فيروس البطاطا/البطاطس S
      6.1.2. فيروس البطاطا/البطاطس M
   2.2. فيروسات أخرى
      1.2.2. فيروس موزاييك الفصة/الجت/البرسيم الحجازي
   3.2. فيروسات أقل أهمية
   4.2. الفيرويدات
      1.4.2. فيرويد الدرنة المغزلية للبطاطا/البطاطس
3. استنتاجات عامة
4. المراجع

1. المقدمة

تتبع البطاطا/البطاطس (*Solanum tuberosum* L.) للفصيلة الباذنجانية (*Solanaceae*) والتي تضم بالإضافة لهذا المحصول مجموعة هامة من المحاصيل الأخرى كالبندورة/الطماطم والباذنجان والفلفل/الفليفلة والتبغ.

تعتبر البطاطا/البطاطس من المحاصيل الغذائية المهمة حيث تحتل المركز الرابع عالمياً من بين المحاصيل الغذائية، وتأتي أهمية هذا المحصول من كونه الغذاء الأساسي لعديد من السكان في العالم، لما يحتويه من كميات عالية من مصادر إنتاج الطاقة بالإضافة إلى تدني الأسعار، حتى أن

بعض الدول العربية تعتبره ضمن المحاصيل الاستراتيجية. ولقد ازداد الإهتمام بالبطاطا/البطاطس في الدول العربية خلال العقدين السابقين لتتوافق ومتطلبات الأمن الغذائي خاصة مع الزيادة المضطردة في عدد السكان في المنطقة. وعليه فقد توسعت الدول العربية في زراعة هذا المحصول حيث بلغت المساحة المزروعة بالبطاطا/البطاطس في العالم العربي حوالي 404 ألف هكتار أنتجت ما مقداره 9,053 ألف طن وذلك خلال عام 2006 (جدول 1).

تصاب البطاطا/البطاطس في المنطقة العربية بمجموعة من الفيروسات والفيرويدات (جدول 2) والتي يمكن اعتبارها من أهم العوامل المحددة لإنتاج البطاطا/البطاطس. تسهم درنات البطاطا/البطاطس بدور رئيسي في انتشار هذه الفيروسات، مما استوجب اتخاذ الإجراءات الضرورية والمتعلقة بإنتاج تقاوي خالية من الفيروس في العديد من الدول العربية. وسنتناول في هذا الفصل الفيروسات والفيرويدات الهامة والتي تم تعريفها في المنطقة العربية والمبينة في جدول 2.

جدول 1. مساحة وإنتاجية محصول البطاطا/البطاطس في بعض البلدان العربية حسب الإحصائيات المتوفرة لدى منظمة الأغذية والزراعة (الفاو) لعام 2006.

الدولة	المساحة المزروعة (1000 هكتار)	الكمية المنتجة (1000 طن)
الجزائر	98.83	2180.96
مصر	100.00	2500.00
الأردن	5.28	160.03
الكويت	0.76	20.74
لبنان	19.70	511.40
ليبيا	10.00	200.00
المغرب	59.60	1569.10
سلطنة عمان	0.19	5.39
المملكة العربية السعودية	18.11	440.97
السودان	19.60	259.92
سورية	29.50	608.40
تونس	24.90	370.00
اليمن	17.83	226.37
مجموع الدول العربية	404.29	9053.28
العالم	18830.24	315100.32
نسبة ما تزرعه الدول العربية مقارنة بالعالم	2.15	2.87

جدول 2. الفيروسات والفيرويدات التي تصيب محصول البطاطا/البطاطس في البلدان العربية.

الأسم العربي	الأسم العلمي	الأسم المختصر	الجنس	الفصيلة/العائلة
الفيروسات المهمة				
فيروس التفاف أوراق البطاطا/البطاطس	*Potato leaf roll virus*	PLRV	*Polerovirus*	*Luteoviridae*
فيروس البطاطا/البطاطس Y	*Potato virus Y*	PVY	*Potyvirus*	*Potyviridae*
فيروس البطاطا/البطاطس X	*Potato virus X*	PVX	*Potexvirus*	*Flexiviridae*
فيروس البطاطا/البطاطس S	*Potato virus S*	PVS	*Carlavirus*	*Flexiviridae*
فيروس البطاطا/البطاطس M	*Potato virus M*	PVM	*Carlavirus*	*Flexiviridae*
فيروس البطاطا/البطاطس A	*Potato virus A*	PVA	*Potyvirus*	*Potyviridae*
فيروسات أخرى				
فيروس موزاييك الفصة/ الجت/البرسيم الحجازى	*Alfalfa mosaic virus*	AMV	*Alfamovirus*	*Bromoviridae*
فيروسات أقل أهمية				
فيروس موزاييك أوكوبا البطاطا/البطاطس	*Potato aucuba mosaic virus*	PAMV	*Potexvirus*	*Flexiviridae*
فيروس التقزم الأصفر للبطاطا/البطاطس	*Potato yellow dwarf virus*	PYDV	*Nucleorhabdovirus*	*Rhabdoviridae*
فيروس موزاييك الخيار	*Cucumber mosaic virus*	CMV	*Cucumovirus*	*Bromoviridae*
فيروس خشخشة التبغ	*Tobacco rattle virus*	TRV	*Tobravirus*	*Togaviridae*
فيروس موزاييك التبغ	*Tobacco mosaic virus*	TMV	*Tobamovirus*	
فيروس التبقع الحلقي للتبغ	*Tobacco ring spot virus*	TRSV	*Nepovirus*	*Comoviridae*
فيروس الحلقة السوداء للبندورة/للطماطم	*Tomato black ring virus*	TBRV	*Nepovirus*	*Comoviridae*
فيروس الذبول المتبقع للبندورة/للطماطم	*Tomato spotted wilt virus*	TSWV	*Tospovirus*	*Bunyaviridae*
الفيرويدات				
فيرويد الدرنة المغزلية للبطاطا/للبطاطس	*Potato spindle tuber Pospiviroid*	PSTVd	*Pospiviroid*	*Pospiviroidae*

2. أهم الفيروسات والفيرويدات التي تصيب البطاطا/البطاطس

1.2. الفيروسات الأكثر أهمية

1.1.2. فيروس التفاف أوراق البطاطا/البطاطس

***Potato leaf roll virus* (PLRV، جنس *Polerovirus*، فصيلة *Luteoviridae*)**

الصفات العامة – سجل الفيروس لأول مرة على البطاطا/البطاطس في هولندا عام 1916 بواسطة Quanjer (Brunt *et al.*, 1996). ومن مرادفات هذا الفيروس فيروس موت لحاء البطاطا/البطاطس. لهذا الفيروس عدة سلالات هي اصفرار قمة التبغ، اصفرار قمة الطماطم/البندورة واصفرار الفلفل/الفليفلة. جسيمات الفيروس متساوية الأبعاد وغير مغلفة قطرها

حوالي 24 نانومتراً. حجم مجين الفيروس 5.88–5.99 ألف قاعدة أزوتية. يشكل الحمض النووي 30% والبروتين 70% مِن وزن جسيمات الفيروس. وجد أن الفيروس يحتفظ بالقدرة على العدوى حتى بعد إزالة الغطاء البروتيني باستخدام الأنزيمات الحالة للبروتين أو استعمال الفينول. درجة الحرارة المثبطة للفيروس 70–80 ºس.

قد تختلف عزلات الفيروس فيما بينها بالأعراض التي تحدثها على البطاطا/البطاطس وعلى النباتات العائلة الأخرى (Tamada *et al*., 1984) بدون ملاحظة اختلافات مصلية فيما بينها. كانت تعزى ظاهرة التفاف أوراق البطاطا/البطاطس إلى الإصابة بفيروس الاصفرار الغربي للشوندر السكري/البنجر (BWYV) (Duffus, 1981) لكن الدراسات لم تؤكد وجوده في الأوراق الملتفة (Barker, 1986)، كما لم تلاحظ أية علاقة مصلية بين هذين الفيروسين باستخدام الأجسام المضادة وحيدة الكلون (Ellis, 1989) أو متعددة الكلون (Marco, 1985). سجل فيروس اصفرار قمة البندورة/الطماطم والذي يسبب ظهور أعراض أشد على نباتات البندورة/الطماطم من تلك التي يسببها فيروس PLRV (Hassan *et al*., 1985) ونظراً لوجود قرابة مصلية فيما بينهما (Thomas, 1984)، لذلك أعتبر أحد سلالات فيروس PLRV (Brunt, 1989)، كما يعتبر فيروس موزاييك الباذنجان (Eggplant mosaic virus) أحد السلالات المسببة لأعراض فيروس PLRV (Mayo *et al*., 1989)، لكن التصنيف الدقيق لكلا الفيروسين ما زال بحاجة إلى دراسات إضافية.

أمكن تنقية الفيروس بالاستخلاص في محلول منظم متعادل (درجة حموضته 7) متبوعاً بالترويق باستخدام الفلوروكربون (Fluorocarbon). ثم الترسيب بالبولي ايثيلين جلايكول (Polyethylene glycol) والطرد المركزي في محلول سكروز متدرج الكثافة (Awad, 1989).

الأعراض والمدى العوائلي – تتوقف أعراض الإصابة بهذا الفيروس على مصدر الإصابة. عندما تنقل حشرة المنّ العدوى تظهر الأعراض الأولية بشكل شحوب واصفرار للأوراق القمية مع التفاف خفيف، كما تتلون قمم النبات باللون البنفسجي، وقد تغيب الأعراض عند تأخر العدوى، بينما تلاحظ الأعراض الثانوية للإصابة عندما تكون الدرنات مصابة حيث تظهر على النباتات النامية أعراض التقزم مع التفاف شديد للأوراق السفلية، يتطور بعدها ليصل إلى الأوراق العلوية. تكون الأوراق الملتفة خشنة الملمس وسهلة الكسر وتتلون باللون البنفسجي ويعزى ذلك لوجود كمية كبيرة من المواد الكربوهيدراتية بداخلها، ويمكن أن يلاحظ اصفرار شديد على الأوراق القمية في بعض الأصناف، أو بقع ميتة شبكية على الدرنات نتيجة للإصابة الأولية أو الثانوية بالفيروس وخاصة في الأصناف الأميريكية (Choueiri *et al*., 2004؛ Douglas & Pavek, 1972) (شكل 1).

يتسم هذا الفيروس بمدى عوائلي ضيق في الظروف الطبيعية، لكنه ينتشر في بلدان العالم المختلفة، إذ تعتبر نباتات الفصيلة الباذنجانية من العوائل الطبيعية (Souza-Dias *et al*.,1993)

وبشكل خاص نباتات البطاطا/البطاطس والباذنجان والفلفل/الفليفلة والبندورة/الطماطم، ومن العوائل النباتية البرية كيس الراعي (*Capsella bursa-pastoris* (L.) Medik)، نباتات الداتورة (*Datura* sp.)، *Gomphrena globosa* L.، *Montia perfoliata* (Donn ex Willd.) و *Celosia argentea* L. (Ellis, 1992؛ Fox *et al*., 1993؛ Thomas, 1993) وربما كانت المخزن الطبيعي للفيروس. كما يصيب هذا الفيروس في الظروف التجريبية حوالي 20 نوعاً نباتياً أكثرها من الفصيلة الباذنجانية، وغيرها من العوائل النباتية. وجد الفيروس على العوائل العشبية التابعة لجنس الداتورة في شمال سورية (حاج قاسم وعبد اللطيف، 2000). وقد يصيب بعض النباتات من خارج هذه الفصيلة مثل فصيلة عُرف الديك (Amaranthaceae)، الفصيلة الصليبية (Brassicaceae/ Cruciferae) والفصيلة الرجلية (Portulacaceae).

طرائق الانتقال – ينتقل الفيروس في الظروف الحقلية بواسطة حشرات المنّ بالطريقة المثابرة/الباقية وخاصةً منّ الدراق الأخضر (*Myzus persicae* Sulz) وهو الأكثر كفاءة في النقل بالإضافة إلى منّ البطاطا/البطاطس (*Macrosiphum euphorbiae* Thomas) (Beemster & De Bokx, 1987؛ Djilani Khoudja *et al*., 2004). تكتسب حشرات المنّ الفيروس من الأعشاب العائلة المصابة (Fox *et al*., 1993). وتعد درنات البطاطا/البطاطس المصابة مصدراً هاماً للإصابة المبكرة حيث ينتقل الفيروس من النباتات النامية من هذه الدرنات المصابة إلى النباتات السليمة بواسطة حشرات المنّ المجنحة وغير المجنحة (Robert & Maury, 1970). ينتقل الفيروس بالتطعيم ونبات الحامول (*Cuscuta* sp.)، ولكن لا ينتقل بالبذور أو حبوب اللقاح.

ينتشر الفيروس في ظروف الجفاف والأجواء المشمسة (Bagnall, 1988)، وأمكن نقله تجريبياً إلى العوائل التشخيصية التابعة لفصيلة عرف الديك بواسطة منّ الدراق الأخضر وبالعدوى الميكانيكية إلى نبات *Nicotiana benthamiana* L..

التوزع الجغرافي والأهمية الاقتصادية في المنطقة العربية – ينتشر فيروس PLRV في معظم بلدان العالم التي تزرع البطاطا/البطاطس كمحصول حقلي. سجل الفيروس على البطاطا/البطاطس في العديد من الدول العربية ومنها مصر (Allam *et al*., 1974a)، الأردن (Mansour, 1999)، مناطق تبوك وحائل في المملكة العربية السعودية (Al-Shahwan *et al*., 1997)، شمال سورية (حاج قاسم وآخرون، 1997؛ حاج قاسم وعبد اللطيف، 1997، 2000)، لبنان (Abou-Jawdah *et al*., 2001؛ Choueiri *et al*., 2004)، العراق (ديوان، 2003)، السودان (El Amin *et al*.,1994؛ Omer & El Hassan, 1992)، المغرب (Hanafi *et al*., 1995)، الجزائر (لعماري وعكال، 2002)، سلطنة عمان (Moghal *et al*., 1993)، وتونس

(Mnari Hattab *et al.*, 1994). وتؤدي الإصابة بالفيروس إلى خفضاً في الإنتاج يتراوح بين 30 و 50% (Beemster & De Bokx, 1987 ؛Allam *et al.*, 1974b).

طرائق الكشف – يمكن الكشف عن الفيروس بمراقبة الأعراض الظاهرية على العوائل المشخصة بالتطعيم مثل *Datura stramonium* L.، *D. tatula* (L.) Torr و *Physalis floridana* Rybd، أو باستخدام حشرات منّ الدراق الأخضر في العدوى الإصطناعية. كما يمكن استخدام اختبار إليزا بالاحتواء الثنائي للأجسام المضادة (DAS-ELISA) على درنات البطاطا/البطاطس أو أوراق النباتات المصابة (شلبي وآخرون، 2007؛ مزيد وأبو العطا، 2007). ويعتبر اختبار بصمة النسيج النباتي المناعي (TBIA) على أغشية النيتروسيليلوز طريقة فعالة للكشف عن الإصابة بالفيروس (شويري وآخرون، 2007). ويمكن تطبيق الاختبارات الجزيئية مثل اختبار التهجين الجزيئي (Loebenstein *et al.*, 1997) أو التفاعل المتسلسل للبوليمراز مع النسخ العكسي (RT-PCR) (شلبي وآخرون، 2007؛ مزيد وأبو العطا، 2007؛ Djilani Khouadja *et al.*, 2003؛ Sabek *et al.*, 2000) في الكشف عن الفيروس.

الوقاية من الفيروس والحد من انتشاره – يمكن اتباع عدة طرق للحد من انتقال وانتشار هذا الفيروس أهمها: زراعة درنات بطاطا/بطاطس خالية من الفيروس. وتختلف مستويات الإصابة بفيروس PLRV في تقاوي البطاطا/البطاطس الموثقة بحسب الدول، وتشير معظم البرامج بعدم تجاوزها لأكثر من 0.5% وقد ترتفع إلى 3–5%. وقد وجد أن معاملة الدرنات بالحرارة بدرجة 35.5°س لمدة 25 يوماً في جو رطب يخلصها من الفيروس؛ ومكافحة الناقل وبالإعتماد على نظام الإنذار المبكر المتعلق بزيادة أعداد حشرات المنّ وكثافتها (Saied *et al.*, 2005)، علماً بأن هذا النظام غير متوفر في العديد من الدول العربية؛ والحد من الإصابة الفيروسية عن طريق مكافحة حشرات المنّ الناقلة للفيروس (علي وجرجيس، 2000؛ Barker *et al.*, 1994؛ Franco-Lara & Barker, 1999؛ Harrewijn, 1986)؛ وإتباع مجموعة من الطرق الزراعية مثل التخلص من النباتات المصابة ومكافحة الأعشاب، والمقاومة الوراثية والطبيعية للفيروس (Derrick & Barker, 1997؛ Jayasingh & Salazar, 1998)، أو انتاج نباتات خالية من الفيروس (Aburkhes *et al.*, 1991). أدى رش النباتات المصابة بمستخلصات بعض النباتات بعد 72 ساعة من العدوى الحشرية إلى تثبيط الفيروس (ديوان، 2003).

2.1.2. فيروس البطاطا/البطاطس Y

(*Potato virus Y* (PVY)، جنس *Potyvirus*، فصيلة *Potyviridae*)

الصفات العامة – تم تسجيل الفيروس للمرة الأولى على البطاطا/البطاطس في المملكة المتحدة عام 1931 (Smith, 1931). للفيروس عدة أسماء مرادفة لـه مثل فيروس موزاييك البرنجال (Varma, 1988) وفيروس الداتورة 437 وفيروس التقرح القمي للبطاطا/للبطاطس (PAV) وفيروس الموزاييك الحاد للبطاطا/للبطاطس وفيروس تحزم عروق التبغ (De Bokx, 1981).

جسيمات الفيروس خيطية مرنة غير مغلفة، تبلغ أبعادها 730×11 نانومتراً عند استخلاص الفيروس من النسيج النباتي. يحتوي الجسيم الفيروسي على البروتين بنسبة 93.6–94.6% والحمض النووي بنسبة 5.4–6.4% من وزنه (Leiser & Richter, 1978). يتكون المجين من الحمض النووي الريبي وحيد السلسلة، وزنه الجزيئي 3.1×10^{6} (Makkouk & Gumpf, 1974). درجة الحرارة المثبطة للفيروس 50–62 °س.

هناك سلالات عديدة لهذا الفيروس تم تصنيفها إلى ثلاث مجاميع اعتماداً على الأعراض التي تسببها على صنفي التبغ "White Burly" و"Samsun NN" ونبات *Physalis floridana* وصنف البطاطا/البطاطس "Duke of York" وهي مجموعة السلالات الشائعة (PVY^{o}) ومجموعة سلالات الخط المنقط (PVY^{C}) ومجموعة سلالات تتكرز عروق التبغ (PVY^{N}) وتتضمن سلالة تماوت الدرنات NTN وما زالت دراسة هذه السلالة معقدة وتحتاج إلى الكثير من التفسيرات (Glais *et al*., 1996).

يمكن تنقية الفيروس بطريقة الاستخلاص في محلول منظم (درجة حموضته 7) ثم الترويق بالكلوروفورم وكحول البيوتايل ثم الترسيب والطرد المركزي في محلول سكر متدرج التركيز (Abdelsalam *et al*., 1989؛ Stace-Smith & Tremaine, 1970).

الأعراض والمدى العوائلي – يسبب هذا الفيروس أعراضاً مختلفة تعتمد كثيراً على سلالة الفيروس وحساسية الأصناف. السلالة الشائعة (Y^{o}) نادراً ما تسبب تبرقشاً أو اصفراراً في الوريقات لكنها غالباً ما تسبب أعراضاً حادة تشمل تجعد، تقرح، موزاييك، تساقط الأوراق وموت مبكر للنباتات المصابة (شكل 1). يبدأ التقرح غالباً كبقع أو دوائر على الوريقات يتبعهُ ضعف شديد وتساقط للأوراق. الأعراض الثانوية تشمل تقزم في النباتات، تجعد وهشاشة في الأوراق ونادراً ما تسبب تقرحات. تسبب هذه السلالة تقرحاً جهازياً لنبات *Physalis floridana* وموزاييك على التبغ. السلالة Y^{c} تسبب تفاعلاً حساساً أو فوق حساس في البطاطا/البطاطس اعتماداً على حساسية الصنف (Cockerham, 1970). أكثر الأعراض انتشاراً على الأصناف فوق الحساسة هي تقرح وتبقع وتخطط الأوراق والبتلات والسوق وتماوت في قمة الأوراق. ويمكن أن يظهر

التقرح أيضاً على الدرنات. التجعد والموزاييك هما العرضان المميزان لهذا الفيروس على الأصناف الحساسة. تسبب السلالة Y^c أعراضاً مشابه للأعراض التي تسببها السلالة Y^o على نبات *Physalis floridana* والتبغ. السلالة Y^N تسمى سلالة التقرح نتيجة للأعراض التي تسببها على التبغ. وهي تسبب أعراضاً أقل حدة على البطاطا/البطاطس. من ناحية أخرى تؤدي سلالة PVY^{NTN} إلى ظهور بقع حلقية نكروزية سطحية على درنات بعض الأصناف مثل أصناف Odessa، Xantia، Burren أو غيرها خاصة خلال عملية التخزين (شكل 1) (Le Romancer & Kerlan, 1992 ؛Choueiri *et al.*, 2004 ؛Beczner *et al.*, 1984).

يتسم الفيروس بمدى عوائلي واسع في الظروف الطبيعية، إذ يصيب حوالي 41 نوعاً نباتياً تتبع لأربع فصائل نباتية، وتعد البطاطا/البطاطس والفلفل/الفليفلة والتبغ والبندورة/الطماطم والعديد من الأنواع الباذنجانية من العوائل النباتية الرئيسية. أمكن نقل الفيروس تجريبياً بالإلقاح الميكانيكي إلى أكثر من 400 نوعاً نباتياً ومنها 300 نوعاً نباتياً من الفصيلة الباذنجانية (Edwardson & Christie, 1997) بما فيها النباتات البرية مثل *Solanum nigrum* L. سجل الفيروس على العوائل العشبية (*Chenopodium* sp.) في حقول محافظة إدلب شمال سورية (حاج قاسم وعبد اللطيف، 2000)، كذلك وجد على نباتات البطاطا/البطاطس والبندورة/الطماطم والفلفل/الفليفلة والتبغ في مناطق زراعتها في سورية (حاج قاسم وآخرون، معلومات غير منشورة) وفي ليبيا على الفلفل/الفليفلة (السنوسي وآخرون، 1991). وفي تونس سجل الفيروس على النبات العشبي *Solanum elaeagnifolium* في معظم الأماكن التي تم مسحها (Boukhris-Bouhachem *et al*., 2007).

طرائق الإنتقال – ينتقل الفيروس بواسطة أكثر من 50 نوعاً من حشرات المنّ بالطريقة غير المثابرة (Kennedy *et al*., 1962؛ Ragsdale *et al*., 2001؛ Robert & Bourdin, 2001؛ Salazar, 1996؛ Sigvald, 1984)، ومن أهمها منّ الدراق الأخضر، منّ البطاطا/البطاطس، ومنّ الفول (*Aphis fabae* Scopol.، *Myzus certus* Wlk. و *Rhopalosiphon insertum* Wlk.) (Kennedy *et al*., 1962). وتختلف كفاءة أنواع حشرات المنّ في نقلها للفيروس، حيث بينت العديد من الدراسات أن منّ الدراق الأخضر أكثرها كفاءة في نقله (Gabriel, 1969). وتتأثر كفاءة النقل بهذه الحشرة تبعاً لسلالة الفيروس فقد وصلت كفاءة نقلها للسلالة PVY^o إلى 90% وللسلالة PVY^N إلى 70% بينما فشلت في نقل السلالة PVY^c (El-Menshawy, 2002)، كما ينتقل بواسطة احتكاك أوراق النباتات مع بعضها البعض (Banttari *et al*., 1993)، وعن طريق درنات البطاطا/البطاطس لكنه لا ينتقل بواسطة بذور البطاطا/البطاطس.

التوزع الجغرافي والأهمية الاقتصادية في المنطقة العربية – سجل فيروس PVY على البطاطا/البطاطس في مصر (Omar *et al*., 1967) وتم عزل وتعريف سلالاته PVY^N، PVY^o، PVY^c و PVY^{NTN} (Amer *et al*., 2003؛ El-Menshawy, 2002) وقد وجد أنها تختلف فى درجة إنتشارها حيث أظهرت النتائج أن أكثر السلالات إنتشاراً هي PVY^o (63.5%)، PVY^N (67.0%)، PVY^o و PVY^N (36.7%) في العروات/المواسم النيلية والشتوية والصيفية، على التوالي (El-Menshawy, 2007). كما سجل الفيروس أيضاً في لبنان (شويري وآخرون، 2007؛ Abou-Jawdah *et al*., 2001؛ Choueiri *et al*., 2002, 2004)، الأردن (Mansour, 1999)، سلطنة عمان (Moghal *et al*., 1993)، الجزائر (لعماري وعكال، 2002)، العراق (قاسم ومحمد، 2002)، مناطق تبوك وحائل في المملكة العربية السعودية (Al-Shahwan *et al*., 1997)، وفي حقول محافظتي حلب وإدلب الواقعتين في شمال سورية (حاج قاسم وآخرون، 1997، 2007؛ حاج قاسم وعبد اللطيف، 1997، 2000). كما سجل في ليبيا على الفلفل (السنوسي وآخرون، 1991). سبب هذا الفيروس في العراق خفضاً في الوزن الطري والجاف للدرنات بنسبة وصلت إلى 94% في الإصابات الشديدة. كما أدى التبكير في الزراعة الربيعية في محافظة الموصل (أي الأسبوع الأول من شباط/فبراير) إلى تخفيف نسبة الإصابة إلى 2.6%، مقارنة بالموعد المعتاد للزراعة وهو الأسبوع الأخير من شباط/فبراير حيث وصلت نسبة الإصابة فيه إلى 6%، ويعود سبب ذلك إلى الهروب من الحشرات الناقلة في فترة حرجة من عمر النبات. وسببت عملية تقطيع الدرنات قبل الزراعة زيادة في نسبة الإصابة بهذا الفيروس وصلت إلى 8.6% مقارنة بزراعة الدرنات كاملة التي لم تتجاوز نسبة الإصابة فيها 1.3% بسبب تلوث سكاكين التقطيع بالفيروس (قاسم ومحمد، 2002).

طرائق الكشف – يمكن الكشف عن الفيروس بالعدوى الميكانيكية للعصارة النباتية المعدية على *Solanum demissum* L. الكلون A6 لكونها تسبب ظهور بقعً موضعية، مع العلم أن العزلة PVY–81 الجنوب أفريقية لاتسبب نكرزة في نبات الصنف A6 (Boonham *et al*., 1998؛ Brown & Corsini, 2001). ويلاحظ على العائل *S. demissum* PI 230579 بقع موضعية أوضح من الصنف A6 (Thompson *et al*., 1987)، كما يمكن الكشف عن كل السلالات بواسطة نبات *N. benthamiana* L. (أعراض جهازية، شفافية العروق مع تبرقش وتجعد) و *N. occidentalis* Wheeler (أعراض موضعية، بقع مصفرة خفيفة وشفافية العروق وشحوب وتقزم). ويستخدم صنف التبغ *N. tabacum* L. cv. Burley في تمييز العزلات المختلفة للسلالة N (تحزم العروق وموت شديد للعروق) عن السلالات الأخرى (تخرم العروق وتبرقش).

كما تستخدم الاختبارات المصلية كاختبار تجمع/تراص اللاتكس Latex agglutination أو اختبارات إليزا أو بصمة النسيج النباتي المناعي أو الادمصاص المناعي بالمجهر الإلكتروني ISEM (جرجيس، 2000؛ شويري وآخرون، 2007؛ Banttari & Goodwin, 1985؛ Lizarrage

Vetten *et al*., 1983 ؛& Fernandez-Narthocote, 1989) في الكشف عن الفيروس باستخدام أجسام مضادة متعددة أو وحيدة الكلون للكشف عن سلالات محددة (Ellis *et al.*, 1996؛ Fernandez-Northcote & Gugerli, 1988). ويمكن استخدام مجسات/واسمات الحمض النووي للتمييز بين السلالات المختلفة للفيروس (Baulcombe & Fernandez-Northcote, 1988) أو التفاعل المتسلسل للبوليمراز مع النسخ العكسي (RT-PCR) (شلبي وآخرون، 2007؛ شويري وآخرون، 2007؛ Ahmad *et al.*, 2004؛ Amer *et al*., 2003, 2004)، الذي يمكنه الكشف عن الفيروس في الدرنات الساكنة (Barker *et al*., 1993).

الوقاية من الفيروس والحد من انتشاره – تتلخص طرق الوقاية من هذا الفيروس باستخدام درنات معتمدة خالية من الإصابة الفيروسية، وإزالة النباتات المصابة مبكراً قبل انتشار المنّ، وإنتاج تقاوي سليمة في المناطق الجبلية المعزولة حيث الظروف الجوية غير ملائمة لتكاثر المنّ. ويمكن التخلص من الفيروس المتواجد داخل الدرنات بواسطة المعالجة الحرارية أو زراعة الأنسجة المرستيمية (Ghanem *et al*., 1997؛ Chalak *et al.*, 2004؛ Aburkhes *et al*., 1991). ويمكن الحد من انتشار الفيروس عن طريق زراعة الأصناف الأقل حساسية للإصابة، أو استخدام المبيدات الحشرية في مكافحة حشرات المنّ الناقلة له (Salazar, 1996؛ De Bokx & Huttinga, 1981). كما يمكن التقليل من انتشار الفيروس باستخدام المصائد الصفراء اللزجة التي تجذب حشرات المنّ (Loebenstein & Raccah, 1980)، أو اعتماد أصناف مقاومة للفيروس من خلال تحديد المورثات المسؤولة عن المقاومة وإدخالها عن طريق التربية (Provvidenti & Hampton, 1992).

3.1.2. فيروس البطاطا/البطاطس X

Potato virus X (PVX، جنس *Potexvirus*، فصيلة *Flexiviridae*)

الصفات العامة – وصف الفيروس لأول مرة في المملكة المتحدة من قبل Smith (1931). من الأسماء المرادفة لهذا الفيروس، فيروس الموزاييك المعتدل للبطاطا/البطاطس، فيروس البطاطا/البطاطس الكامن، فيروس البطاطا/البطاطس D (Potato virus D). جسيمات الفيروس عصوية مرنة ويبلغ طولها 515 نانومتر وقطرها حوالي 13 نانومتراً والوزن الجزيئي للجسيم حوالي $10x35^{6}$ دالتون. مجين الفيروس يتكون من حمض نووي ريبي أحادي السلسلة. يحتوي جسيم الفيروس على 6% حامض نووي (Bercks, 1970) و94% بروتين. يبلغ حجم المجين

الكلي 6435 قاعدة أزوتية. مجين الفيروس أحادي (غير مُقسم) يتكون من 22% جوانين، 32% أدنين، 24% سايتوسين، 22% يوراسيل. درجة الحرارة المثبطة للفيروس هي 68–76 °س.

تم تمييز العديد من سلالات الفيروس بواسطة تفاعلاتها المصلية باستخدام أمصال مضادة متعددة الكلون (Matthews, 1949) أو باستخدام أجسام مضادة وحيدة الكلون (Torrance *et al*., 1986)، كما تم تمييز طرازين مصليين للفيروس: الطراز الشائع (PVX/Common) ويرمز له PVX^{O} والطراز الإنديزي (PVX/Andean) ويرمز له PVX^{A} ويحتوي على سلالتي PVXcp و PVX_{HP} (Fernandez-Northcote, 1990).

هناك سلالات عديدة لهذا الفيروس تختلف بالمدى العوائلي، الأعراض، التفاعل السيرولوجي، محتويات الغطاء البروتيني من التربتوفان والتيروسين، والثبات عند درجات مختلفة من الحموضة.

يمكن تنقية الفيروس باستخلاص العصير النباتي بواسطة محلول البورات المنظم الذي يحتوي على 1% كبريتيت الصوديوم (Na_2SO_3) وبدرجة حموضة 8.2 ثم الترويق باستخدام الكلوروفورم يليه الفصل بعملية الطرد المركزي المفرق ثم الترسيب بالبولي ايثيلين جلايكول (Bercks, 1970). أو باستخدام محلول الفوسفات المنظم كوسط للإستخلاص ثم الترويق بالكلوروفورم متبوعاً بترسيب الفيروس عند نقطة تعادله الكهربائية (Allam *et al*., 1973).

الأعراض والمدى العوائلي – تسبب العديد من سلالات الفيروس ظهور أعراض على بعض أصناف البطاطا/البطاطس بشكل اصفرار للأوراق وتلونات بين العروق وقد لا تظهر على أصناف أخرى، كما تسبب سلالات أخرى الموزاييك وتجعد أو اصفرار حاد للأوراق يتبعه موت النبات في صنفي البطاطا/البطاطس التالية: Arran Crest، Edward King. يعتمد تطور الأعراض على التفاعل المتبادل ما بين سلالات الفيروس والأصناف المزروعة والظروف البيئية، إذ تكون الأعراض واضحة عند درجات الحرارة ما بين 16–22 °س، ثم تختفي الأعراض عند درجات الحرارة المرتفعة أو المنخفضة، لكن بعض السلالات تسبب موزاييك شديد ثم موتا موضعيا للدرنات. يسبب الفيروس لنباتات البندورة/الطماطم موزاييك ثم تظهر حلقات ميتة، بينما تلاحظ على نباتات التبغ بقع تتحول إلى بقع حلقية ميتة. تبدو الأعراض على نباتات البطاطا/البطاطس والبندورة/الطماطم أكثر وضوحاً في الاصابات المختلطة عندما يتواجد الفيروس مع فيروسات البطاطا/البطاطس الأخرى، إذ يظهر على نباتات البطاطا/البطاطس تجعد للأوراق وتخشن مع موزاييك عندما يتواجد فيروس PVX مع فيروس PVA أو مع فيروس PVY (Murphy & McKay, 1932؛ Smith, 1931).

يتسم فيروس PVX بمدى عوائلي ضيق في الظروف الطبيعية، وبشكل خاص على نبات *Nicandra physalodes* (L.) Gaertn. (Sangar *et al*., 1980) لكونه يصيب نباتات العائلة

الباذنجانية، كالبطاطا/البطاطس، التبغ، البندورة/الطماطم والفليفلة، ويسبب مع فيروس موزاييك التبغ تخططاً مزدوجاً على البندورة/الطماطم. ويصيب هذا الفيروس في الظروف التجريبية حوالي 32 نوعاً نباتياً تتبع 27 عائلة نباتية (Edwardson & Christie, 1997)، بالإضافة للبرسيم الأحمر والعنب وأنواع نباتية أخرى. عزل الفيروس من العوائل العشبية مثل *Chenopodium* sp. و *Datura* sp. في حقول محافظة إدلب شمال سورية (حاج قاسم وعبد اللطيف، 2000)، وكذلك من نباتات البطاطا/البطاطس والبندورة/الطماطم والفليفلة والتبغ في مناطق زراعتها في سورية (حاج قاسم وآخرون، معلومات غير منشورة). يسبب الفيروس بقعا مصفرة جهازيه ثم تبرقش على نبات الداتورة (*Datura stramonium* L.) وكذلك بقعاً حلقية جهازية أو تبرقشا على التبغ *Nicotiana tabacum* L.

طرائق الانتقال– ينتقل فيروس PVX بسهولة بواسطة احتكاك أوراق النباتات المصابة مع أوراق النباتات السليمة، لكونه يتسم بثباتية عالية في الأوساط الحيوية (Smith, 1933) وعن طريق الدرنات المصابة إلى السليمة عندما توضع مع بعضها بنفس العبوة (Bawden *et al.*, 1948)، وينتقل في الظروف الحقلية بواسطة الأدوات الملوثة (Winther-Nielson, 1972) وبواسطة الحيوانات كالأرانب والكلاب (Todd, 1958) وبواسطة الحشرات كالنطاطات *Tettigonia viridissima* L.، وعن طريق تلوث أجزاء فم النطاطات/الجنادب (Walters, 1952) والقوارض (Munro, 1981) وبواسطة أبواغ الفطر *Synchytrium endobioticum* Schilberszky (Nienhaus & Stille, 1965؛ Lange, 1978) وكذلك عن طريق التربة الملوثة (Roberts, 1946).

التوزع الجغرافي والأهمية الاقتصادية في المنطقة العربية – سجل الفيروس على البطاطا/البطاطس في بعض الدول العربية ومنها مصر (Allam *et al.*, 1967؛ Omar, 1967؛ Ahmad *et al.*, 2005)، الأردن (Mansour, 1999)، سلطنة عمان (Moghal *et al.*, 1993)، لبنان (Abou-Jawdah *et al.*, 2001؛ Choueiri *et al.*, 2004)، الجزائر (لعماري وعكال، 2002)، العراق (خماس، 1983)، وفي مناطق تبوك وحائل في المملكة العربية السعودية (Al-Shahwan *et al.*, 1997) وفي حقول محافظتي حلب وإدلب الواقعتين في شمال سورية (حاج قاسم وآخرون، 1997).

يسبب هذا الفيروس نقصاً في الإنتاج يتراوح ما بين 15–20%، وتزداد الخسائر عندما يتواجد مع فيروسي PVY و PVM (حاج قاسم وعبد اللطيف، 1997، 2000). كما يسبب هذا الفيروس في حالات نادرة نقص في الإنتاج قد يصل إلى 50% في الأصناف الحساسة للإصابة.

طرائق الكشف – يمكن الكشف عن الفيروس بالإعداء الميكانيكي للعصارة المعدية على أنواع عديدة من التبغ مثل *N. benthamiana* L.، *N. tabacum* (L.) cv. Samsum.، *N. glutinosa* L. والتبغ الأمريكي الأبيض (صنف بيرلي) (بقع ميتة موضعية وبقع حلقية على الأوراق المعداة وبقع نيكروزية جهازيه وموزاييك أو شفافية العروق)، فيما تظهر الأعراض على *N. occidentalis* H.-M.Wheeler – P1 بشكل بقع موضعية وجهازية، وتسبب بعض العزلات أعراض موزاييك خفيف على نبات *N. glutinosa*. ويعتبر نبات *Gomphrena globosa* L. عائلاً مناسباً للكشف عن الفيروس كونه يعطي بقع موضعية واضحة عند إلقاحه ميكانيكياً.

ويمكن الكشف عن الطرز المصلية للفيروس بواسطة اختبارات إليزا باستخدام أجسام مضادة وحيدة الكلون (Lizarrage & Fernandez-Narthocote, 1989؛ Torrance *et al*., 1986)، لأن بعض عزلات الفيروس لا يمكن الكشف عنها بواسطة الأجسام المضادة متعددة الكلون وخاصةً عندما يكون تركيز الفيروس منخفضاً (Fernandes–Northcote & Lizarraga, 1991). وكذلك تم الكشف عن الفيروس بواسطة اختبار بصمة النسيج النباتي المناعي (شويري وآخرون، 2007). يتبع حديثاً التفاعل المتسلسل للبوليمراز مع النسخ العكسي (RT-PCR)، أو RT-PCR-ELISA وكذلك تهجين الحمض النووي (شلبي وآخرون، 2007؛ Soliman *et al*., 2000) للكشف عن هذا الفيروس.

الوقاية من الفيروس والحد من انتشاره – هناك عدة طرق للوقاية من الفيروس أهمها استخدام درنات معتمدة خالية من الإصابة الفيروسية، واتباع دورة زراعية طويلة وتعقيم التربة بالمعقمات مثل Formaldehyde و Pyrolidine للتخلص من الفطريات التي يُعتقد أنها قادرة على نقل الفيروس، واستخدام الأصناف المقاومة أو المتحملة، والقيام بتفتيش حقلي للتخلص باكراً من النباتات المصابة. يفضل الحصول على أصناف تحتوي على مورثات مقاومة، مثل الصنف Prestile الذي يعتبر منيعاً للإصابة بفيروس PVX (Reeves *et al*., 1994)، كما توجد بعض المورثات الخاصة بسلالات فيروسية محددة تحتوي على المورثات NX و N6 المسؤولة عن فرط الحساسية (Cockerham, 1955)، كما يعد المورثان Rxadg و Rxacl مسؤولان عن مقاومة أربع مجموعات من العزلات الفيروسية (Cockerham, 1970). وقد بدأ في منتصف العقد الماضي الحصول على نباتات مقاومة عن طريق تقانات الهندسة الوراثية لكنها لم تستعمل تجارياً بعد، كما يتم الحصول على أصناف مقاومة لفيروس PVX بواسطة طرائق تربية النبات المعتمدة وباستخدام مصادر وراثية مقاومة. يمكن استخدام المعاملة الحرارية وزراعة الأنسجة المرستيمية (Meristem culture) للتخلص من الفيروسات (Stace-Smith & Mellor, 1968).

4.1.2. فيروس البطاطا/البطاطس A

***Potato virus A* (PVA، جنس *Potyvirus*، فصيلة *Potyviridae*)**

الصفات العامة – سجل فيروس PVA لأول مرة في انجلترا عام 1932 من قبل Murphy و McKay. من الأسماء المرادفة لهذا الفيروس، فيروس الموزاييك الخفيف للبطاطا/للبطاطس وفيروس البطاطا/البطاطس P (Potato virus P) و Solanum virus 3.

جسيمات الفيروس خيطية مرنة ويبلغ طولها حوالي 730 نانومتراً وقطرها حوالي 11 نانومتراً (Bartels, 1971)، يتكون مجين الفيروس من حمض نووي ريبي وحيد السلسلة.

اعتماداً على الأعراض التي تظهر على البطاطا/البطاطس أو على نباتات *Nicandra physalodes* L. (Gaertn.)، أو على النبات الدال *Nicotiana glutinosa* يمكن تقسيم سلالات PVA إلى خفيفة جداً، خفيفة، متوسط الشدة، شديدة (Bartels, 1971). درجة الحرارة المثبطة للفيروس 44–52 ºس.

أمكن تنقية هذا الفيروس باستخدام رابع كلوريد الكربون (Carbon tetrachloride) والطرد المركزي في محلول السكروز المتدرج التركيز (Fribourg & de Zoeten, 1970).

الأعراض والمدى العوائلي – يسبب هذا الفيروس أعراض موزاييك خفيفة، ويصبح سطح الورقة خشناً والأطراف متموجة، كما أن بعض السلالات لا تسبب أعراضاً. الأوراق المصابة غالباً ما تبدو لامعة. الدرنات عادة لا تتأثر باستثناء نقص قليل في الحجم. في الإصابات المختلطة فإن البطاطا/البطاطس التي تصاب بفيروس PVA مع فيروسي PVX و PVY تبدي أعراض تجعد.

ينحصر المدى العوائلي لهذا الفيروس في العائلة الباذنجانية حيث تم عزل الفيروس في الأردن من نبات *Solanum nigrum* (L.) (Nimer, 1993).

طرائق الانتقال – ينتقل هذا الفيروس عن طريق بعض أنواع من المنّ بالطريقة غير المثابرة/غير الباقية تشمل منّ الدراق الأخضر، منّ البطاطا/البطاطس، *Aphis frangulae* Kaltenbach، *A. nasturtii* Kaltenbach و *A. rhamni* Fonsc. (Harrison, 1971).

يعتبر منّ الدراق الأخضر هو الناقل الرئيسي للفيروس. تحتاج حشرة المنّ إلى 20 ثانية فقط لنقل الفيروس للنبات السليم، وتبقى قادرة على نقل الفيروس لمدة 20 دقيقة. كذلك ينتقل الفيروس ميكانيكياً بواسطة عصارة النبات المصاب وهذا يؤدي إلى سهولة انتشار الفيروس بالملامسة بين النباتات المصابة وبواسطة أدوات الحصاد. لا ينتقل الفيروس بالبذور.

التـوزع الجغرافـي والأهميـة الاقتصـادية فـي المنطقـة العربيـة – ينتشـر فيـروس PVA فـي معظم منـاطق زراعـة البطاطا/البطـاطس. تم تسـجيله فـى مصـر (Omar *et al.*, 1967)، الأردن (Nimer, 1993)، المملكـة العربيـة السعودية (تبوك والحائل) (Al-Shahwan *et al.*, 1997)، لبنـان (Abou-Jawdah *et al.*, 2001؛ Choueiri *et al.*, 2004) والجزائر (لعماري وعكال، 2002).

طرائق الكشف – يسبب هذا الفيروس شفافية في العروق وأعراضاً جهازيه في صنفي التبغ *Nicotiana tabacum* L. cvs Samsun, White Burley، وكذلك شفافية خفيفة في العروق مع بعض التبرقش والتقزم في *Nicandra physalodes* (L.) Gaertn. يمكن الكشف عن هذا الفيروس باختبار اليزا (Khalil *et al.*, 1984؛ Vetten *et al.*, 1983) أو اختبار بصمة النسيج النباتي المناعي (شويري وآخرون، 2007؛ Samson *et al.*, 1993) كما يمكن الكشف عنه داخل الدرنات الساكنة بواسطة التفاعل المتسلسل للبوليمراز مع النسخ العكسي (Singh & Singh, 1998).

الوقاية من الفيروس والحد من انتشاره – يوصى باستخدام نفس الطرق الموصى بها لمكافحة فيروس PVY لأن كلا الفيروسين ينتقلان بالمنّ بالطريقة غير المثابرة/غير الباقية من خلال استخدام درنات سليمة التي يمكن إنتاجها بالمعاملة الحرارية (Thomson, 1956)، أو زراعة الأنسجة المرستيمية.

5.1.2. فيروس البطاطا/البطاطس S

Potato virus S (PVS)، جنس *Carlavirus*، فصيلة *Flexiviridae*)

الصفات العامة – جسيمات الفيروس خيطية مرنة أبعادها 650×12 نانومتراً، وتحتوي على 5% من الحمـض النـووي الريبـي وحيـد السلسـلة و95% بـروتين. درجـة الحـرارة المثبطـة للفيـروس 55–60 °س. يمكن أن تتجمع جسيمات الفيروس وتشاهد داخل الخلايا بشكل حزم أو أجسام محتواة أبرية أو أجسام محتواة غير منتظمة (تتكون من جسيمات الفيروس والرايبوزومات وشبكة إندوبلازمية متبرعمة) في الخلايا النباتية المصابة (Edwardson & Christie, 1997). من أهم الأسماء المرادفة المستخدمة Pepino latent virus (Dolby & Jones, 1988). يعرف للفيروس سلالة شائعة (PVS^O) واسعة الإنتشار وسلالة أخرى تنتشر في منطقة الإنديز في أمريكا الجنوبية (PVS^A) والتي لاتسبب أعراض واضحة وتنتج أعراضاً جهازية على نبات *Chenopodium* sp. (Hinostroza-Orihuela, 1973)، وكذلك في ألمانيا (Dolby & Jones, 1987)، هولندا (Fletcher, 1984؛ Rose, 1983) وأمريكا (Slack, 1983).

يمكن تنقية الفيروس باستخلاصه من الأوراق المصابة بواسطة محلول منظم يحتوي على حمض الاسكوربيك (2%) وكبريتيت الصوديوم (2%) وترويقه بالايثانول ورابع كلوريد الكربون (Carbon tetra Chloride) ثم تركيز وتنقية الفيروس باستخدام الطرد المركزي المفرق (Wetter, 1971).

الأعراض والمدى العوائلي – لا تبدي العديد من عزلات الفيروس أعراضاً واضحة على الكثير من أصناف البطاطا/البطاطس المزروعة و *Solanum muricatum* Aiton والعوائل العشبية، لكن بعض العزلات تسبب لأصناف محددة من البطاطا/البطاطس أعراضاً خفيفة على الأوراق مع تموج حوافها وخشونة سطحها، كما تتلون الأوراق باللون البرونزي عند الأصناف الحساسة المصابة بالعزلات شديدة الضراوة (Beemster & De Bokx, 1987). لا تبدي العزلات الاندیزية أعراضاً في الظروف الأوروبية عند الإصابة الأولية غير أن أعراضاً معينة (خشونة في الأوراق، اصفرار بين العروق، وتساقط مبكر للأوراق) قد تظهر عند الإصابة الثانوية.

يتسم الفيروس بمدى عوائلي ضيق في الظروف الطبيعية، إذ يقتصر على نبات البطاطا/البطاطس (Dolby & Jones, 1988؛ Verhoeven & Roenhorst, 1995)، وبعض الأنواع العشبية، وقد أمكن نقله تجريبياً بالطريقة الميكانيكية إلى 56 نوعاً من نباتات العائلة الباذنجانية و 33 نوعاً نباتياً آخر تتبع لـ 12 عائلة نباتية وخاصةً الأنواع النباتية التابعة لفصيلتي Chenopodiaceae و Solanaceae (Delhey, 1981؛ Edwardson & Christie, 1997؛ Kaczmarek, 1985؛ Sangar *et al*., 1985؛ Valkonen *et al*., 1992). عزل الفيروس من العوائل العشبية مثل *Chenopodium* sp. في حقول محافظة إدلب شمال سورية (حاج قاسم وعبد اللطيف، 2000).

طرائق الانتقال – تنتقل بعض عزلات الفيروس بواسطة حشرات المنّ بالطريقة غير المثابرة/غير الباقية وأهمها منّ الفول، منّ الدراق الأخضر، *Rhopalosiphon padi* L. و *Aphis nasturtii* Kaltenbach. وقد وجد أن السلالة الإندیزية تنقلها حشرات المنّ بكفاءة أعلى من السلالة الشائعة (Slack, 1983). وتوجد بعض العزلات لا تنتقل بواسطة حشرات المنّ (Bode & Weidemann, 1971؛ Mackinnon, 1974؛ Wetter & Volk, 1960)، ولكنها تنتقل بالاحتكاك بين النباتات المصابة مع السليمة أو بالعدوى الميكانيكية (Franc & Banttari, 1984؛ Khalil & Shalla, 1982؛ Salazar, 1996). لا ينتقل الفيروس بواسطة البذور (Edwardson & Christie, 1997؛ Wetter, 1971).

التوزع الجغرافي والأهمية الاقتصادية في المنطقة العربية – سجل الفيروس على البطاطا/البطاطس في مصر (Khalil & Shalla, 1982)، لبنان (شويري وآخرون، 2007؛ Abou-Jawdah *et al.*, 2001)، سورية (حاج قاسم وآخرون، 1997؛ حاج قاسم وعبد اللطيف، 1997، 2000) وفي السودان (El Amin *et al.*, 1994).

طرائق الكشف – يمكن نقل الفيروس بالإلقاح الميكانيكي إلى العديد من الأنواع النباتية العشبية والتي تستخدم كنباتات دالة (Bagnall *et al.*, 1959؛ De Bokx, 1970؛ Hiruki, 1975؛ Khalil *et al.*, 1988؛ Kowalska & Was, 1976) ومن أكثر الأنواع النباتية المستخدمة *Chennopodium album* (L.)، *C. amaranticolor* Coste and Reyn و *C. quinoa* Willd، حيث تظهر عليها بقع موضعية مصفرة على الأوراق القديمة وتحاط هذه البقع غالباً بهالة خضراء، ويمكن باستخدام النبات الدال *C. murale* L. الكشف عن عزلات أوسع (De Bokx, 1970). كما تظهر الأعراض على نباتات *Nicotiana occidentalis* Wheeler– P1 بشكل اصفرار معتدل أو بقع موضعية ميتة مع إصابة جهازية معتدلة وتجعد حواف الأوراق. وتسبب الإصابة أحياناً بقع ميتة صغيرة واصفرار معتدل على أوراق هذا النبات، ولا تلاحظ أعراض جهازيه عند الإصابة بالعزلات العادية بينما تلاحظ بقع مصفرة جهازية عند الإصابة بالسلالة الإنديزية. كما يظهر على نبات *Nicotiana clevelandii* Gray اصفرار وشحوب الأوراق المصابة، ويعد هذا النبات مناسباً لإكثار الفيروس.

ومن أجل فصل فيروس PVM عن PVS في الإصابة المختلطة، يمكن استخدام الأنواع التالية: نبات البندورة/الطماطم حيث تسبب إصابة جهازيه مع فيروس PVM (Horvath, 1972)، كما تعتبر أنواع البندورة/الطماطم *L. pimpinellifolium* (Jusl.) Mill و *L. pyriforme* (Dun.) C.H.Mull (Horvath, 1971, 1972) وصنف البطاطا/البطاطس *Solanum tuberosum* L. cv. Saco عوائل قابلة للإصابة بفيروس PVM وغير قابلة للإصابة بفيروس PVS. ويمكن أن يصيب فيروس PVS بعض أصناف البندورة/الطماطم مثل Nevski و Linda بينما يعتبر صنف Red cherry منيعاً لفيروس PVS (Horvath, 1972).

تستخدم اختبارات الترسيب والانتشار الثنائي في الآجار في الكشف عن الفيروس PVS (Khalil *et al.*, 1988؛ Shepard, 1970)، وهناك اختبارات أكثر حساسية مثل اختبار Latex agglutination (Hahm *et al.*, 1981؛ Khan & Slack, 1978) وإختبار إليزا الذي يمكنه الكشف عن الفيروس في الدرنات (Banttari & Frane, 1982؛ De Bokx *et al.*, 1980) وفي الأوراق (Deng *et al.*, 1992؛ Cerovska & Filigarova, 1995؛ Banttari & Frane, 1982؛ Goth & Webb, 1985؛ Khalil & Shalla, 1982)، واختبار بصمة النسيج المناعي على أغشية النيتروسيليلوز (Banttari & Goodwin, 1985). ويعتبر اختبار بصمة النسيج النباتي أكثر

حساسية وأسرع من اختبارات إليزا (Samson *et al*., 1993) وذلك باستخدام أمصال مضادة وحيدة الكلون في الكشف عن فيروسي PVS و PVA، وكذلك يمكن استخدام الادمصاص المناعي بالمجهر الإلكتروني (De Bokx *et al*., 1980)، واختبار تهجين الحمض النووي الذي يتسم بحساسية عالية في الكشف عن الفيروس باستخدام مجسات لونية أو مشعة (Foster & Mills, 1990؛ Weidemann & Koenig, 1990) ومجسات غير مشعة (Audy *et al*., 1991؛ Eweida *et al*., 1989) وكذلك استخدام التفاعل المتسلسل للبوليمراز مع النسخ العكسي (Badge *et al*., 1996).

الوقاية من الفيروس والحد من انتشاره – ينصح باستخدام درنات بطاطا/بطاطس معتمدة خالية من الفيروس والتي يمكن الحصول عليها بزراعة المرستيم القمي (Cassells & Long, 1982؛ Faccioli & Colombarini, 1996؛ Sampson & Stephens, 1981) وخاصة إذا ما سبق تعريضها للمعالجة الحرارية (Aruta & Fuentealba, 1977؛ Brown *et al*., 1988؛ Sampson & Stephens, 1981؛ Sip, 1972؛ Stace-Smith & Mellor, 1968) أو مع استخدام مثبطات للفيروس في أوساط الزراعة مثل الفيرازول Virazol والريبافيرين Ribavirin (Cassells & Long, 1982؛ Klein & Livingston, 1983). وكذلك يمكن استخدام الأصناف المقاومة (Goth & Webb, 1985؛ Salazar, 1996).

6.1.2. فيروس البطاطا/البطاطس M
Potato virus M (PVM)، جنس *Carlavirus*، فصيلة *Flexiviridae*)

الصفات العامة – وصف الفيروس لأول مرة من قبل Schultz و Folsom (1923). جسيمات الفيروس خيطية مرنة، أبعادها 650×12 نانومتراً، ويتكون الفيروس من 6% حمض نووي ريبي وحيد السلسلة و 94% بروتين. تم حديثاً تسجيل سلالة PVM-ID وهي تختلف سيرولوجياً عن باقي السلالات (Cavileer *et al*., 1998). درجة الحرارة المثبطة للفيروس هي 65–71 ºس.

يمكن تنقية الفيروس باستخلاصه من الأوراق المصابة بواسطة محلول منظم يحتوي على حمض الاسكوربيك (2%) وكبريتيت الصوديوم (2%) وترويقه بالايثانول ورابع كلوريد الكربون (Carbon tetra Chloride) ثم تركيزه وتنقيته باستخدام الطرد المركزي المفرق (Wetter, 1972).

الأعراض والمدى العوائلي – لا تلاحظ أعراض واضحة عند الإصابة بمعظم سلالات الفيروس على معظم أصناف البطاطا/البطاطس المزروعة مثل Green Mountain، Irish Cobber،

Sebago، Up-to-Date، بينما يلاحظ إصفرار خفيف جداً مع تشوه للأوراق عند الإصابة ببعض السلالات على بعض أصناف البطاطا/البطاطس مثل Hatahdin، Climax، Fortuna، King Edward، White Ros، أوقد تسبب تبقعاً شديداً للأوراق مع إصفرارها وتجعدها وتقزم النباتات على أصناف أخرى مثل Arran Victory . وتتوقف شدة الأعراض على ضراوة السلالة الممرضة وقابلية الصنف المزروع للإصابة والظروف البيئية (Beemster & Rozendaal, 1972). وقد يسبب فيروس PVM التفافاً في الأوراق، لكنه يختلف عن الالتفاف الذي يسببه فيروس PLRV بأنه التفاف طري يظهر على النباتات خلال فترة النمو الكاملة. تعتبر البطاطا/البطاطس العائل الطبيعي الرئيسي لهذا الفيروس، كما توجد بعض الملاحظات غير المؤكدة حول إصابته لنباتات الفليفلة في الظروف الطبيعية وخاصة النوعان *Capsicum frutescens* L. و *Capsicum annuum* L. في الهند (Misra *et al*., 1979).

يتسم الفيروس بمدى عوائلي ضيق في الظروف الطبيعية، إذ يصيب نباتات الفصيلة الباذنجانية، وبشكل خاص نبات البطاطا/البطاطس، وقد لوحظ على أربعة أنواع نباتية عشبية (Kaczmarek, 1985؛ Valkonen *et al*., 1992)، كما أمكن نقله تجريبياً إلى 122 نوعاً نباتياً منها 9 أجناس تابعة للفصيلة الباذنجانية، و47 نوعاً نباتياً تابعاً للفصائل القرنفلية والسرمقية والمركبة والقرعية والبقولية وعرف الديك وRubiaceae (Bagnall *et al*., 1956, 1959؛ Edwardson & Christie, 1997؛ Hiruki, 1970؛ Kowalska & Was, 1976؛ Slack, 1983).

طرائق الانتقال – ينتقل هذا الفيروس بواسطة حشرات منّ الدراق الأخضر بالطريقة غير المثابرة/غير الباقية وبكفاءة عالية، وينقله بكفاءة أقل منّ القطن (*Aphis gossypii* Glover)، منّ البطاطا/البطاطس و *Aphis nasturtii* Kaltenbach (Bode & Weidemann, 1971؛ Kassanis, 1961؛ Mackinnon, 1974؛ Wetter & Volk, 1960). ويمكن انتقال الفيروس بالطريقة الميكانيكية بواسطة مستخلص العصارة النباتية المعدي إلى نباتات البطاطا/البطاطس وبالتالي يمكنه الإنتقال مابين النباتات المصابة وتلك السليمة (Bawden *et al*., 1950)، ونظراً لكونه يصيب نبات البطاطا/البطاطس جهازياً فإن أغلب أو كل الدرنات الناتجة من نبات مصاب تكون مصابة بالفيروس، ولا ينتقل الفيروس عن طريق البذور.

التوزع الجغرافي والأهمية الاقتصادية في المنطقة العربية – سجل الفيروس على البطاطا/البطاطس في بعض الدول العربية ومنها سورية (حاج قاسم وآخرون، 1997؛ حاج قاسم وعبد اللطيف، 1997، 2000)، وفي بعض حقول البطاطا/البطاطس في لبنان (شويري وآخرون، 2007؛ Abou-Jawdah *et al*., 2001)، وكذلك في الجزائر (لعماري وعكال، 2002). كما سجل PVM أيضاً على النبات العشبي *Datura metel* L. في مصر (Habib, 1980).

طرائق الكشف – يمكن الكشف عن الفيروس بمراقبة الأعراض الظاهرية على نباتات الاختبار بعد إعدائها بالطريقة الميكانيكية باستخدام مستخلص العصارة النباتية المعدي، مثل نبات *Datura metel* L. الذي تلاحظ عليه بقع موضعية شاحبة أو ميتة مع إصابة جهازيه للأوراق. وتظهر على نبات *Nicotiana debneyi* Domin بقع موضعية بشكل حلقات ميتة وعلى نبات *Phaseolus vulgaris* L. cv. Red Kidney بقع موضعية. يمكن مشاهدة الأجسام البللورية للفيروس تحت المجهر العادي بشكل حزم منتظمة أو غير منتظمة.

ويمكن الكشف عن الفيروس بالإختبارات المصلية/السيرولوجية مثل الترسيب الدقيق وتجمع اللاتكس والاليزا والإرتباط المناعي النقطي على أغشية النيتروسيلليلوز (Dot-ELISA) (Dedic, 1995) وكذلك بواسطة اختبار بصمة النسيج النباتي المناعي (TBIA) والذي يعتبر أكثر حساسية وأسرع وأقل كلفة من اختبارات الاليزا باستخدام أجسام مضادة وحيدة الكلون. كما يكشف عن الفيروس حديثاً بالتقانات الحيوية الجزيئية كتفاعل المتسلسل للبوليمراز مع النسخ العكسي (RT-PCR) باستخدام بادئات مناسبة (Badge *et al.*, 1996).

الوقاية من الفيروس والحد من انتشاره – يمكن الوقاية من الفيروس والحد من انتشاره بالاهتمام في إنتاج مواد الإكثار النباتية المعتمدة الخالية من الفيروس ثم المحافظة عليها وإكثارها وتوزيعها، والتي يمكن الحصول عليها بواسطة زراعة المرستيم القمي (Kassanis, 1957)، ونظراً لإمكانية وجود الفيروس في المرستيم القمي (Rubies-Autonell *et al.*, 1989) ينصح بالمعالجة الحرارية للمرستيم القمي قبل زراعته (Cassells & Long, 1982؛ Faccioli & Colombarini, 1996).

2.2. فيروسات أخرى

1.2.2. فيروس موزاييك الفصة/الجت/البرسيم الحجازي

***Alfalfa mosaic virus* (AMV، جنس *Alfamovirus*، فصيلة *Bromoviridae*)**

جسيمات فيروس AMV غير مغلفة متباينة الأحجام تضم جسيمات كروية وأخرى شبيهة بالعصوية تتراوح أطوالها بين 30 و 56 نانومتراً وعرضها 18 نانومتراً. يتكون مجين الفيروس من حمض نووي ريبي أحادي السلسلة متعدد القطع.

يمكن تنقية الفيروس عن طريق الاستخلاص في منظم فوسفاتي والترويق بمخلوط من الكلوروفورم والبيوتانول ثم فصل الفيروس بدورتين من الطرد المركزي المفرق (Fath-Allah 1999؛ Fegla *et al.*, 2000).

لهذا الفيروس مدى عوائلي واسع، تصيب بعض سلالاته البطاطا/البطاطس طبيعياً مسببة لها مرضاً يعرف باسم مرض كاليكو potato calico disease، وقد وصف لأول مرة في كاليفورنيا ثم بعد ذلك في ايطاليا ومناطق من وسط أوروبا. تظهر أعراض المرض بشكل تلطخات أو بقع كبيرة الحجم غير منتظمة ذات لون أصفر شديد الوضوح (Gamal El-Din *et al.*, 1994) وقد تأخذ الوريقة بالكامل اللون الأصفر ويكون هذا العرض مصحوباً بالتماوت وتشوه الأوراق والذي قد يكون شديداً مع بعض سلالات الفيروس وبعض أصناف البطاطا/البطاطس. لا يسبب الفيروس دائماً أعراض التماوت وفي هذه الحالة تكون الأعراض عبارة عن بقع أو تلطخات ذات لون أصفر براق على الأوراق.

ينتقل الفيروس بالإلقاح الميكانيكي ويفضل وضع النباتات في الظلام لمدة 24 ساعه قبل القاحها (Fath-Allah, 1999). كما ينتقل بالتطعيم وبحشرات المنّ ومنها منّ الدراق/الخوخ الأخضر (Gamal El-Din *et al*., 1994) وأربعة أنواع أخرى من حشرات المنّ بالطريقة غير الباقية/غير المستمرة، وكان أكثرها كفاءة في النقل منّ اللوبياء (*Aphis craccivora* Koch.) (فجله وآخرون 2007؛ Fath-Allah, 1999).

وقد سجل الفيروس على البطاطا/البطاطس في مصر (Gamal El-Din *et al*., 1994)، سلطنة عمان (Moghal *et al*., 1993) ولوحظ في سورية (حاج قاسم وآخرون، 2004 معلومات غير منشورة).

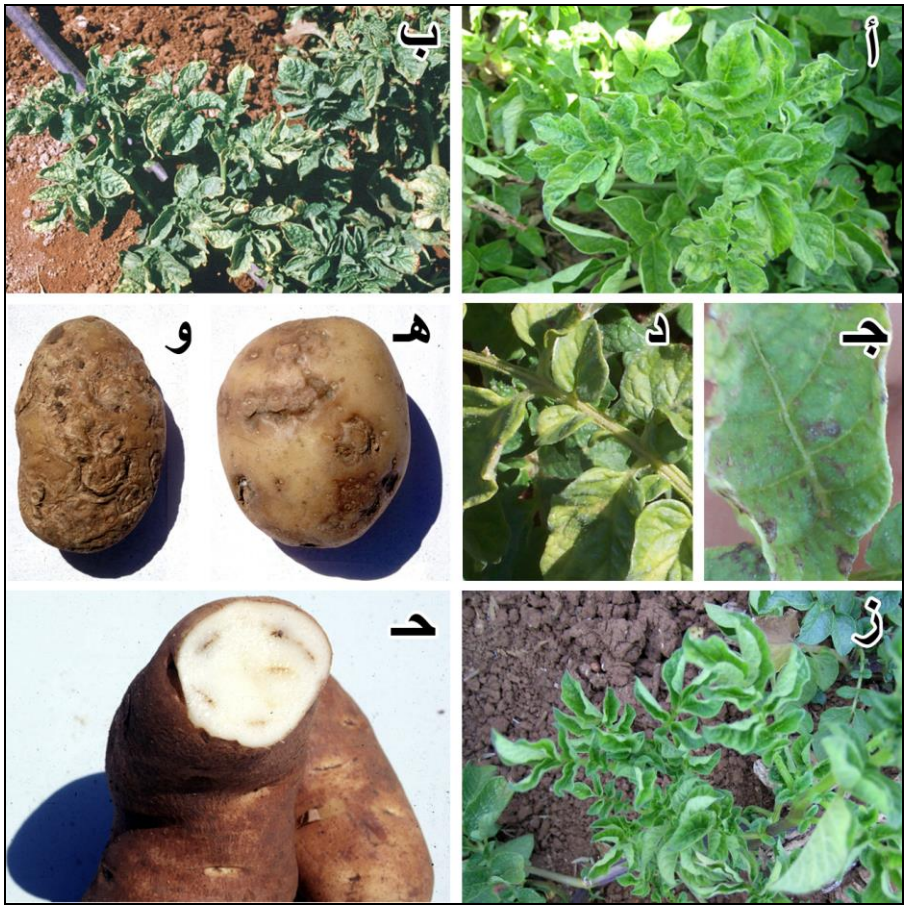
يمكن الكشف عن الفيروس بالإختبارات المصلية/السيرولوجية مثل الاليزا وبصمة النسيج النباتي المناعي واختبار الارتباط المناعي النقطي (فجله وآخرون، 2007؛ فتح الله وآخرون، 2007؛ Fath-Allah, 1999؛ Gamal El-Din *et al*., 1994) وكذلك التقانات الجزيئية مثل التفاعل المتسلسل للبوليميراز مع النسخ العكسي (RT-PCR).

ويمكن الوقاية من الفيروس والحد من انتشاره عن طريق إستخدام تقاوي سليمة خالية من الإصابة الفيروسية والتخلص من النباتات المصابة في الحقل وعدم زراعة البطاطا/البطاطس بجوار حقول مزروعة بالبرسيم الحجازي/الجت. ولمعرفة تفاصيل أكثر حول هذا الفيروس يمكن للقارئ مراجعة الفصل العاشر من هذا الكتاب.

3.2. فيروسات أقل أهمية

هناك مجموعة أخرى من الفيروسات لوحظت على البطاطا/البطاطس في المنطقة العربية وذات قيمة اقتصادية قليلة منها فيروس التبقع الحلقي للتبغ (TRSV) في مصر (Abdelsalam *et al*., 2003)، فيروس التقزم الأصفر للبطاطا/البطاطس (PYDV)، فيروس موزاييك الخيار (CMV)، فيروس موزاييك أوكوبا البطاطا/البطاطس (PAMV)،

فيروس موزاييك التبغ (TMV)، فيروس خشخشة التبغ (TRV)، فيروس الحلقة السوداء للبندورة/للطماطم (TBRV) وفيروس الذبول المتبقع للبندورة/للطماطم (TSWV) في سورية (حاج قاسم وآخرون، 2004 و 2005، معلومات غير منشورة).



شكل 1. أعراض ناتجة عن إصابات فيروسية مختلفة على محصول البطاطا/البطاطس. أعراض موزاييك وتجعد أوراق نبات البطاطا/البطاطس المصابة بفيروس البطاطا/البطاطس Y (PVY) (أ، ب)؛ بقع ميتة على ورقة صنف أفاميا الناتجة عن الإصابة بفيروس PVY (جـ)؛ موزاييك خفيف مع اصفرار أوراق صنف البطاطا/البطاطس أفاميا الناتجة عن الإصابة بفيروس PVY (د)؛ بقع حلقية ميتة على درنات من صنف البطاطا/البطاطس Xantia (هـ) والصنف Burren (و) الناتجة عن الإصابة بفيروس PVY سلالة (PVY^{NTN})؛ التفاف أوراق البطاطا/البطاطس (ز) وبقع ميتة داخل درنة من صنف Ranger Russet (حـ) الناتجة عن الإصابة بفيروس التفاف أوراق البطاطس/البطاطس (PLRV).

4.2. الفيرويدات

1.4.2. فيرويد الدرنة المغزلية للبطاطا/ البطاطس

***Potato spindle tuber viroid* (PSTVd، جنس *Pospiviroid*، فصيلة *Pospiviroidae*)**

الصفات العامة – عرف هذا المرض تحت اسم الدرنة المغزلية للبطاطا/ البطاطس منذ بداية القرن العشرين في الولايات المتحدة الأميركية غير أن المسبب المرضي لم يحدد بأنه فيرويد إلا في العام 1971 (Diener & Raymer, 1971). جزيء الفيرويد عبارة عن خيط مفرد مستقيم أو دائري أو عصوي قصير من الحمض النووي الريبي وحيد السلسلة وزنه الجزيئي 1×10^5 دالتون. يتكون عادة من 359 نيكلوتيدة (Gross *et al.*, 1978) ونادراً من 358 و 360 نيكلوتيدة (Herold *et al.*, 1992؛ Lakshman & Tavantzis, 1993) في البطاطا/البطاطس ومن 356 نيكلوتيدة في البندورة/الطماطم (Puchta *et al.*, 1990). وهناك ازدواج في سلسلة القواعد في مناطق عديدة من المجين. ويظهر تحت المجهر الإلكتروني في الصورة النقية على شكل خيط قصير طوله 50 نانومتراً وتختلف درجة ثباته بحسب السلالة في العصير الخام أو في التحضير النقي. له القدرة على إحداث العدوى عند تخفيف 10^{-3} إلى 10^{-8}، ويمكنه تحمل درجة حرارة 75–95 °س وقد تصل إلى 100 °س لمدة 10 دقائق. يبقى نشطاً في العصير الخام لمدة قصيرة ويمكن إطالة قدرته على حدوث العدوى عن طريق معاملة العصير الخام بالفينول حيث يثبط نشاط RNAase.

تم عزل الأشكال الدائرية والمستقيمة لجزيء الفيرويد من نسيج نبات طماطم/ بندورة مصاب بالفيرويد PSTVd ويتم تمييزها بالفصل الكهربائي في هلام البولي أكريلاميد، وكذلك عن طريق تهجين الأحماض النووية والشكلان لهما نفس الحيوية والكفاءة في حدوث الإصابة. والجزيئات المستقيمة لها درجة ثبات أقل من الجزيئات الدائرية. تكون الجزيئات المستقيمة داخل النبات مرتبطة بالجزيئات الدائرية وعملية الربط تكون فعالة للفيرويد ومستوى الجزيئات المستقيمة في النسيج المصاب تزداد بزيادة فترة التحضين ولكن لا تكون أعلى من مستوى الجزيئات الدائرية. وقد ثبت أن معظم تجمعات الجزيئات المستقيمة ليست طبيعية المنشأ ولكن نتيجة حدوث إنشطار ذاتي في الخيط المفرد multimeric في مواقع متعددة من المجين وتتجمع ثم تلتحم وتكون الشكل الدائري.

تم عزل سلالتين للفيرويد PSTVd من نباتات البطاطس/البطاطا مصابة طبيعياً، سلالة شديدة وسلالة ضعيفة باستخدام تقنية R-PAGE، حيث أن هجرة حزمة الفيرويد للسلالة الشديدة تكون أبطء في الإتجاه العكسي مقارنة مع السلالة الخفيفة. ويرجع ذلك الى أن السلالة الشديدة

تختلف عن الضعيفة في عدد قليل (3–5) من النيوكليوتيدات. وتوجد السلالة الخفيفة عادة بتركيز عشرة أضعاف السلالة الشديدة في النبات المصاب.

الأعراض والمدى العوائلي – تكون الساق في النبات المصاب قائمة مع قصر السلاميات وخروج الأفرع على الساق بزاوية حادة، وكذلك خروج الأوراق على الأفرع بزاوية حادة وقواعد الأوراق تكون منحنية كالمنجل إضافة إلى ضيق الأوراق والوريقات. يظهر المجموع الخضري باللون الأخضر الداكن كما تظهر بقع ميتة على العروق من السطح السفلي للأوراق وتتموج حواف الأوراق وتلتوي وتلتف.

تأخذ الدرنات الشكل المغزلي أو شكل المضرب أو تكون نهايات الدرنة وتدية ومنتصف الدرنة اسطوانى. يظهر بالدرنة تشققات تختلف عن التشققات الناتجة عن العطش وتكون قشرة الدرنة أكثر نعومة وضعيفة. يبدو النسيج الداخلي طري بالنسبة إلى الدرنة السليمة ويزداد عدد العيون عند قاعدة الدرنة وتكون غائرة قليلاً. يصغر حجم الدرنات ويقل عددها بالنسبة للنبات الواحد ويصغر حجم المجموع الجذري ويزداد محتوى الرطوبة به. وعامة تتباين شدة الأعراض تبعاً لسلالة الفيرويد (El-Dougdoug, , 1996).

يتسم فيرويد PSTVd بمدى عوائلي واسع. معظم الأنواع النباتية التي تظهر عليها إصابة جهازية تتبع الفصيلة الباذنجانية وهناك نباتات أخرى مشخصة تظهر عليها إصابة موضعية مثل *Scopolia sinensis* Hemsl بينما هنالك نباتات تظهر عليها إصابة متخفية. تختلف أصناف البطاطا/البطاطس المزروعة والبرية في حساسيتها للإصابة بالفيرويد وهنالك حوالي 38 نوعاً من البطاطا/البطاطس تصاب بالفيرويد ولكن بدون ظهور أعراض. وتعتبر أصناف البندورة/الطماطم بشكل عام من النباتات المستخدمة في إكثار الفيرويد.

طرائق الانتقال – ينتقل فيرويد PSTVd بالعصير باستخدام مادة خادشة أو عن طريق الحقن (El-Dougdoug *et al.*, 2004)، كما ينتقل ميكانيكياً عن طريق سكاكين القطع خلال تقطيع الدرنات للزراعة، أو أثناء العمليات الزراعية من حرث وطرق الجمع أو عن طريق التطعيم. أوضحت الدراسات أن فيرويد PSTVd ينتقل بالبذور الحقيقية ويعتمد النقل بالبذور على الصنف (0–100%) وعلى درجة إصابة النباتات بالفيرويد. كما ينتقل هذا الفيرويد بحبوب اللقاح (Kryczynski & Paduch-Cichal, 1987) بين النباتات المصابة والنباتات السليمة. أشار كل من Bokx و Piron (1981) إلى وجود نوع من حشرات منّ البطاطا/البطاطس الناقل لفيرويد PSTVd بالطريقة غير المثابرة/الباقية. كما أظهرت التجارب إمكانية اكتساب ونقل الفيرويد PSTVd بحشرة منّ الدراق الأخضر من نبات مصاب بهذا الفيرويد وبنفس الوقت بفيروس PLRV (Syller & Marczewski, 1996 ؛Querci *et al.*, 1997).

التوزع الجغرافي والأهمية الاقتصادية في المنطقة العربية – تم عزل فيرويد PSTVd من حقول البطاطا/البطاطس في مصر (Allam *et al.*, 2005؛ El-Dougdoug, 1996) وفي ليبيا سجل على الأقحوان والبندورة/الطماطم (أبو حلقة وآخرون، 2007).

طرائق الكشف – ممكن الكشف عن وجود الفيرويد بالوسائل الحيوية مثل النقل بالتطعيم أو النقل الميكانيكي إلى نباتات البندورة/الطماطم صنف Rutgers أو Cheyenne أو Castle Rock وكذلك نباتات *Scapolia sinensis* وهي نباتات معروف عنها اعطائها لأعراض مميزة لفيرويد الدرنة المغزلية (Kryczynski *et al.*, 1980؛ El-Dougdoug *et al.*, 2004). وكذلك بالتقانات الجزيئية مثل الفصل بالرحلان الكهربائي العكسي R-PAGE، التفاعل المتسلسل للبوليمراز مع النسخ العكسي واختبار بقعة ساوثرن المهجنة (Southern blot hybridization) وتهجين الحمض النووي (Allam *et al.*, 2005؛ Candresse *et al.*, 1990؛ El-Dougdoug *et al.*, 2004؛ Welnicki & Hiruki, 1992).

الوقاية من الفيرويد والحد من انتشاره – ينصح باستخدام تقاوي بطاطا/بطاطس معتمدة خالية من هذا الفيرويد كما يجب تعقيم سكاكين تقطيع البطاطا/البطاطس بين كل مره وأخرى ويفضل استخدام درنات كاملة في الزراعة حيث أنها تمثل الوسيلة الأساسية لحماية محصول البطاطا/البطاطس من الاصابة بهذا الفيرويد. هذا ويجب زراعة الأصناف المقاومة إن وجدت.

3. استنتاجات عامة

نظراً لكون البطاطا/البطاطس محصولاً اقتصادياً هاماً فقد نال اهتمام الباحثين في مجال الفيروسات حيث تم تسجيل حوالي 35 فيروس وفيتوبلازما وفيرويد على هذا المحصول، تم تعريف حوالي 15 منها في المنطقة العربية آخذين بالأعتبار أن معظم ما تم تسجيله في المنطقة العربية ذو أهمية اقتصادية عالية.

وبإلقاء نظرة عامة على الفيروسات الهامة التي تم تسجيلها في المنطقة العربية نلاحظ أن هناك مجموعة منها تنتقل ميكانيكيا بالإضافة إلى النقل الحشري بالمن مثل فيروسي PVA و PVS، كما أن هناك عدد من الفيروسات تنتقل بنفس الطريقة ولكن بوجود فيروس مساعد مثل فيروس البطاطا/البطاطس Y وفيروسي PVA و PAMV وهناك فيروسات تنتقل بحشرة المنّ فقط مثل فيروس PLRV، وهناك مجموعة لا يوجد لها ناقل حشري محدد مثل فيروس PVX.

ولكون فيروسات البطاطا/البطاطس تنتقل عن طريق الدرنات لذا فان الخطوة الأولى لمكافحة فيروسات البطاطا/البطاطس تنحصر باستخدام الدرنات السليمة المعتمدة والموثقة والخالية

من الإصابة الفيروسية أو المصابة ولكن في الحدود المسموح بها عالمياً، وعليه لا بد أن تتواجد تشريعات تمنع استخدام التقاوي المحلية المتحصل عليها من المحصول السابق والتي تتجاوز نسبة الإصابة بها الحدود المسموحة حيث ستصبح مصدراً مبكراً للعدوى للحقول ذات التقاوي السليمة.

كما أنه من المهم، البدء بالتعاون بين بعض الدول العربية التي تتوفر فيها الظروف المناخية الملائمة من مواقع جغرافية مناسبة ومعزولة من أجل العمل على إنتاج تقاوي البطاطا/البطاطس الموثقة إضافة إلى تفعيل المختبرات العربية المختصة وتزويدها بالتقنيات الحديثة للكشف عن الأمراض الفيروسية والفيرودية وكيفية التخلص منها مخبرياً وبالتالي إنتاج تقاوي موثقة صحياً وايجاد وتدريب الكوادر الفنية التي تسهل حدوث ذلك مع السعي الحثيث على تبادل الخبرات بين الباحثين العرب.

بالإضافة لما ذكر فان المتابع للدراسات الفيروسية على البطاطا/البطاطس في المنطقة العربية سيجد أن بعضها شديد التعمق يتناول التوصيف الجزيئي وأحدث طرق الكشف المصلية والجزيئية لبعض فيروسات البطاطا/البطاطس ولكن ما زال أغلبها دراسات مسحية لتحديد الفيروسات المتواجدة على البطاطا/البطاطس ولا توجد دراسات حقيقية لتقدير الخسائر الناجمة عن الإصابة الفيروسية؛ كما لا توجد دراسات على وبائية هذه الأمراض لمعرفة الظروف البيئية للناقل والتي تساعد في تحديد الممارسات الزراعية التي تسمح بالهروب من الفترات التي يكون فيها الناقل الحامل للفيروسات موجود بأعداد كبيرة. ولا بد أن نشير بأن هناك اهتماماً متزايداً من المؤسسات الإنتاجية والبحثية وكذلك من الباحثين العرب بالأمراض الفيروسية التي تصيب البطاطا/البطاطس في الوطن العربي.

4. المراجع

أبو حلقة، الطاهر أحمد، سليم كريزينسكي وانان استافينشكا. 2007. انتقال وزتوزيع فايرويد الدرنة المغزلية للبطاطا/البطاطس خلال النباتات المصابة. مجلة وقاية النبات العربية، 25: 68.

جرجيس، ميسر مجيد. 2000. استخدام اختبار إليزا للكشف السريع عن فيروس البطاطا واي (Potato virus Y) في حقول البطاطا في العراق. مجلة وقاية النبات العربية، 19: 46-50.

حاج قاسم، أمين عامر ومحمد عبد اللطيف. 2000. تقويم الحالة الصحية للبطاطا ومدى انتشار الأمراض الفيروسية عليها في شمال سورية. قبل النشر في مجلة بحوث جامعة حلب، سلسلة العلوم الزراعية، رقم 37.

حاج قاسم، أمين عامر، خليل عبد الحليم، أم التقى غفران الرفاعي ومحمد قاسم. 2007. فيروسات جديدة تصيب محصول البطاطا/البطاطس لأول مرة في سورية. مجلة وقاية النبات العربية، 25: 67.

حاج قاسم، أمين عامر، سعيد الحسن ورهف شيخ أمين. 1997. حصر أهم الفيروسات التي تصيب البطاطا في شمال سورية. مجلة الباسل لعلوم الهندسة الزراعية، 3: 91-96.

حاج قاسم، أمين ومحمد عبد اللطيف.1997. مسح حقلي للإصابات الفيروسية على البطاطا في شمال سورية خلال مراحل إكثارها المختلفة. مجلة بحوث جامعة حلب، سلسلة العلوم الزراعية، 28: 95–110.

خماس، نهاد عزيز. 1983. عزل وتشخيص بعض الفيروسات التي تصيب البطاطا في محافظة نينوى. رسالة ماجستير. كلية الزراعة والغابات، جامعة الموصل.

ديوان، صابر حافظ. 2003. دراسة تشخيصية لفيروس التفاف أوراق البطاطا PLRV ومقاومته. رسالة ماجستير. كلية الزراعة، جامعة بغداد.

السنوسي، عمر، محمد شقرون وجبر خليل.1991. عزل وتعريف فيروس البطاطا Y من نبات الفلفل في ليبيا. مجلة وقاية النبات العربية 9: 51-49.

شلبي، عبد الباسط أحمد، أمين عامر حاج قاسم، سحر عبد العزيز يوسف وناجي أبو زيد. 2007. تشخيص الإصابة بأهم فيروسات البطاطس/البطاطا باستخدام اختبارات اليزا والنسخ العكسي لتفاعل البلمرة المتسلسل وتهيجن الحمض النووي في كل من مصر وسورية. مجلة وقاية النبات العربية، 25: 67-68.

شويري، ايليا، سهير الزمار، فؤاد جريجيري، رلى العميل، أديب سعد، لوسيا حنا، سعيد ابراهيم وكريستينا فرفيري. 2007. نسبة الإصابة وانتشار الأمراض الفيروسية على البطاطا/البطاطس في لبنان ومشاهدات حول الأمراض الرئيسة الأخرى. مجلة وقاية النبات العربية، 25: 68.

علي، عبد الستار عارف وميسر مجيد جرجيس. 2000. كفاءة بعض المبيدات الحشرية ومخاليطها مع الزيت المعدني المنتج محلياً لمكافحة حشرة منّ الدراق الأخضر (*Myzus persicae* Sulz.) والأمراض الفيروسية التي تنقلها على البطاطس/البطاطس. مجلة وقاية النبات العربية، 18: 57-63.

فتح الله ، مرفت، جابر فجله ويحيى الفحام. 2007. دراسة مقارنة بين الإختبارات المصلية/السيرولوجية المختلفة للكشف عن فيروس موزاييك البرسيم الحجازي/الجت. مجلة وقاية النبات العربية، 25: 71.

فجله، جابر، يحيى الفحام ومرفت فتح الله. 2007. فيروس موزاييك البرسيم الحجازى/الجت: مداه العائلي، تنقيته، طرق انتقاله وتفاعلاته السيرولوجية. مجلة وقاية النبات العربية، 25: 71.

قاسم، نبيل عزيز وعماد قاسم محمد. 2002. دراسة مسحية وتشخيصية لفايروس البطاطا Y في محافظة نينوى. المجلة العراقية للعلوم الزراعية، 3: 110-115.

لعماري، مالك ويسمينة عكال. 2002. أعداد حشرات المنّ ونسبة الإصابة بالفيروسات على زراعة البطاطا/البطاطس الموسمية وغير الموسمية بمنطقة سطيف (الشرق الجزائري). مجلة وقاية النبات العربية، 20: 111-117.

مزيد، حامد محمود وأبو العطا النادي أبو العطا. 2007. إنتاج تقاوي البطاطس/البطاطا المعتمدة محلياً في مصر: إنتاج التقاوي الخالية من الفيروسات وغير ها من المسببات المرضية. مجلة وقاية النبات العربية، 25: 68.

Abdelsalam, A.M., M.A. Kararah, H.M. Mazyad and L.M. Ibrahim. 1989. Purification and serologic studies on an Egyptian isolate of potato virus Y (PVY) isolated from pepper plants, Egyptian Journal of Phytopathology, 21: 69-84.

Abdelsalam, A.M., G.A. Ghanem, A.M.E. Aly, L.M. Ibrahim and A.A. Abou-Zeid. 2003 Biological, biochemical, serological and tissue cultural studies on an Egyption isolate of tobacco ring spot virus infecting potato plants. Arab Journal of Biotechnology, 6: 153-164.

Abou-Jawdah, Y., H. Sobh and A.T. Saad. 2001. Incidence of potato virus diseases and their significance for a seed certification program in Lebanon. Phytopathologia Mediterranea, 40: 113-118.

Ahmad, A.Y., T.A. Mostafa, M.A. Amer, F.M. Abo El-Abbas and M. El-Hammady. 2004. Biological and molecular characters of different isolates of potato virus Y (N group). Egyptian Journal of Virology, 1: 81-92.

Ahmad, H.H., A.F. Mostafa, K.A. El-Dougdougm A.A. Abou Zeid and S.Y.M. Mahmoud. 2005. Physiological and Histopathological changes in potato plants infected with potato virus X and Y. International Journal of Virology, 1: 35.

Allam, E.K., A.A. Cook and M. Abdel Rahman. 1967. A ring spot strain of potato virus X. Journal of Microbiology, UAR, 2:147.

Allam, E.K., R.A. Omar and A.A El-Amrety. 1973. Comparative studies on three strains of PVX isolated from naturally infected potato in Egypt. II. Serological Studies. Egyptian Journal of Phytopathology, 5: 31-36.

Allam, E.K., R.A. Omar and A.S. Gamal El-Din. 1974a. Studies on potato leaf roll virus (PLRV). I. Comparative study of methods of diagnosis. Egyptian Journal of Phytopathology, 6: 1-10.

Allam, E.K., R.A. Omar and A.S. Gamal El-Din. 1974b. Studies on potato leaf roll virus (PLRV). IV. The effect of PLRV on the yield and chemical composition of potato plants and tubers. Egyptian Journal of Phytopathology, 6: 11-16.

Allam, E.K., K.A. El-Douddoug, A.A. Abou-Zaid, M.A. Amer and S.M. Amin. 2005. Molecular characterization of potato spindle tuber viroid Egyptian isolates. International Journal of Virology, 1: 11.

Al-Shahwan, I.M., O. A. Abdalla and M.A. Al-Saleh. 1997. Viruses in the northern potato-producing regions of Saudi Arabia. Plant Pathology, 46: 91-94.

Amer, M.A., M. El-Hammady, F.M. Abo El-Abbas, A.A. Shalaby and H.M. Mazyad. 2003. Detection and typing of the Egyptian subisolates O, N and NTN of PVY using RT-PCR, RFLP, nested and hemi-nested RT-PCR methods. Pages: 393-402. In: Proceeding of the 10th Congress of Phytopathology, Giza, Egypt.

Amer, M.A., M.H. El-Hammady, H.M. Mazyad, A.A. Shalaby and F.M. Abo El-Abbas. 2004. Cloning, expression and nucleotide sequence of coat protein gene of an Egyptian isoate of potato virus Y strain NTN infecting potato virus. Egyptian Journal of Virology, 1: 39-50.

Aruta, M.C. and A.J. Fuentealba. 1977. Virus-free potato (*Solanum tuberosum* L.) plants obtained by heat treatment and meristem culture. Phyton, 3: 53-59.

Audy, P., J.G. Parent and A. Asselin. 1991. A note on four nonradioactive labeling systems for dot hybridization detection of potato viruses. Phytoprotection, 72: 81-86.

Aburkhes, M., N. Fahmi, A. Benhmeda, M. Naffati and A. Ziglam. 1991. Virus free potatoes by tissue culture in Libya. Acta Horticulturae (ISHS) 289: 77-80.

Awad, M.A. 1989. Serological studies on potato leaf roll virus using the enzyme-linked immunosorbent assay (ELISA). Minufiya Journal of Agricultural Research, 14: 1-16.

Badge, J., A. Brunt, R. Carson, E. Dagless, M. Karamagioli, S. Phillips, S. Seal, R. Turner and G.D. Foster. 1996. A carlavirus-specific PCR primer and partial nucleotide sequence provides further evidence for the recognition of cowpea mild mottle virus as a whitefly-transmitted carlavirus. European Journal of Plant Pathology, 102: 305-310.

Bagnall, R.H. 1988. Epidemics of potato leafroll in North America and Europe lin. Canadian Journal of Plant Pathology, 17: 163-171.

Bagnall, R.H., C. Wetter and R.H. Larson. 1959. Differential host and serological relationships of potato virus M, potato virus S and carnation latent virus. Phytopathology, 49: 435-442.

Bagnall, R.H., R.H. Larson and J.C. Walker. 1956. Potato viruses M, S and X in relation to interveinal mosaic of the Irish Cobbler variety. Bulletin of the Wisconsin Agricultural Research Station, No. 198.

Banttari, E.E. and G.D. Frane. 1982. Enzyme-linked immunosorbent assay with single or combined antisera for virus S and X in potato tubers and plants. American Potato Journal, 59: 375-387.

Banttari, E.E. and P.H. Goodwin. 1985. Detection of potato viruses S, X, and Y by enzyme-linked immunosorbent assay on nitrocellulose membranes (Dot-ELISA). Plant Disease, 69: 202-205.

Banttari, E.E., P.J. Ellis and S.M. Paul Khurana 1993. Management of diseases caused by viruses and viruslike pathogens. Pages 127-133. In: Potato Health Management. R.C. Rowe (ed.). APS Press, St. Paul, Minnesota, USA.

Barker, H. 1986. Inability of beet western yellows luteovirus (BWYV) isolates. NewYork, USA, Halsted Prees. 170 pp.

Barker, H., K.D. Webster and B. Reavy. 1993. Detection of potato virus Y in potato tubers: a comparison of polymerase chain reaction and enzyme-linked immunosorbent assay. Potato Research, 36: 13-20.

Barker, H., R.M. Solomon-Blackburn, J.W. McNicol and J.E. Bradshaw. 1994. Resistance to potato leaf roll virus multiplication in potato is under major gene control. Theoretical and Applied Genetics, 88: 754-758.

Bartels, R. 1971. Potato Virus A. CMI/AAB Descriptions of Plant Viruses, No. 54. Ferry Lane, Kew, Surrey, England

Baulcombe, D.C. and E.N. Fernandez-Northcote. 1988. Detection of strains of potato virus X and of a broad spectrum of potato virus Y isolates by nucleic acid spot hybridization (NASH). Plant Disease, 72: 307-309.

Bawden, F.C., B. Kassanis and F.M. Roberts. 1948. Studies on the importance and control of potato virus X. Annals of Applied Biology, 35: 250-265.

Bawden, F.C., B. Kassanis and H.L. Nixon. 1950. The mechanical transmission and some properties of potato paracrinkle virus. Journal of General Microbiology, 4: 210-219.

Beczner, L., H. Horvath, I. Romhanyi and H. Forster. 1984. Studies on the etiology of tuber necrotic ringspot disease in potato. Potato Research, 27: 339-352.

Beemster, A.B.R. and A. Rozandaal. 1972. Potato viruses; properties and symptoms. Pages 115-143. In: Viruses of Potatoes and Seed-Potato Production. J.A. De Bokx (ed.). Pudoc, Wageningen, The Netherlands: PUDOC.

Beemster, A.B.R. and J.A. De Bokx. 1987. Survey ofproperties and symptoms. Pages 84-113. In: Viruses of Potatoes and Seed-Potato Production. J.A. De Bokx and J.P.H. van der Want (eds.). Wageningen, Netherlands: PUDOC.

Bercks, R. 1970. Potato Virus X. CMI/AAB Descriptions of Plant Viruses, No 4.

Bode, O. and H.L. Weidemann. 1971. Investigations on aphid transmission of potato viruses M and S. Potato Research, 14: 119-129.

Bokx, J.A. and P.G.M. Piron. 1981. Transmission of potato spindle tuber viroid by aphids. Netherlands Journal of Plant Pathology, 87: 31-34.

Boonham, N., K. Walsh and I. Barker. 1998. Towards the detection of PVY-NTN. Pages 26-27. In: Abstract of the 10th EAPR Virology Section Meeting, 5-10 July 1998, Baden, Australia.

Boukhris-Bouhachem, S., M. Hullé, J. Rouzé-Jouan, L. Glais and C. Kerlan. 2007. *Solanum elaeagnifolium*, a potential source of *Potato virus Y* (PVY) propagation. EPPO/OEPP Bulletin, 37: 125-128.

Brown, C.R. and D. Corsini. 2001. Resistance. Genetics and breeding of virus resistance; traditional methods. Pages 323-340. In: Virus and Virus-like Diseases of Potatoes and Production of Seed-Potatoes. G. Loebenstein, P.H. Berger, A.A. Brunt and R.H. Lawson (eds.). Dordrecht, The Netherlands: Kluwer Academic Publishers.

Brown, C.R., S. Kwiatkowski, M.W. Martin and P.E. Thomas. 1988. Eradication of PVS from potato clones through excision of meristems from in vitro, heat-treated shoot tips. American Potato Journal, 65: 633-638.

Brunt, A.A. 1989. Solanum yellows luteovirus. Pages 11-41. In: Viruses of plants. A.A. Brunt, K. Crabtree. M.J. Dallwitz, A.J. Gibbs and L. Waston (eds.). CAB International, University Press, Cambridge.

Brunt, A., K. Crabtree, M. Dallwitz, A. Gibbs and L. Watson. 1996. Viruses of plants. Descriptions and lists from the VIDE database. CAB International, Wallingford, Oxon Ox10 8DE, UK. 1483 pp.

Candresse T., G. Macquaire, V. Brault, M. Monsion and J. Dunez. 1990. -^{32P}- and Biotin-labeled *in vitro* transcribed cRNA probes for the detection of potato spindle tuber viroid and chrysanthemum stunt viroid. Research Virology, 141: 97-107.

Cassells, A.C. and R.D. Long. 1982. The elimination of potato viruses X, Y, S and M in meristem and explant cultures of potato in the presence of Virazole. Potato Research, 25: 165-173.

Cavileer, T.D., R.C. Clrak, D.L. Corsini and P.H. Berger. 1998. A new strain of potato carlavirus M. Plant Disease, 82: 98-102.

Cerovska, N. and M. Filigarova. 1995. Specific detection of the Andean strain of potato virus S by monoclonal antibodies. Annals of Applied Biology, 127: 87-93.

Chalak, L. A. Elbitar, W. Massad and E. Choueiri. 2004. Assainissement de la pomme de terre infectée par le virus PVY^{NTN} par culture de méristèmes. Lebanese Scientific Journal, 5: 37-43.

Choueiri, E., S. El-Zammar, F. Jreijiri, A.T. Saad, M.A. Afram and C. Varveri. 2002. Records of potato viruses in Lebanon. Journal of Plant Pathology, 84: 139.

Choueiri, E., S. El-Zammar, F. Jreijiri, D. Mnayer, R. Massad, A.T. Saad, L. Hanna and C. Varveri. 2004. Phytosanitary status of potato in Bekaa valley in Lebanon. EPPO Bulletin, 34: 117-121.

Cockerham, G. 1955. Strains of potato virus X. Pages 82-92, In: Proceedings of the Second Conference on Potato Virus Diseases, June 25-29, 1954. Wageningen-Lisse, The Netherlands.

Cockerham, G. 1970. Genetical studies on resistance to potato virus X and Y. Heredity, 25: 309-348.

De Bokx, J. A. 1981. Potato Virus Y. CMI/AAB Descriptions of Plant Viruses, No. 242. Ferry Lane, Kew, Surrey, England

De Bokx, J.A. 1970. Reactions of various test plants to inoculation with potato virus S. Netherlands Journal of Plant Pathology, 76: 70-78.

De Bokx, J.A. and H. Huttinga. 1981. Potato virus Y. CMI/AAB Descriptions of Plant Viruses No 242. Wellesbourne, UK: Association of Applied Biologists, 6 pp.

De Bokx, J.A., P.G.M. Prion and E. Cother. 1980. Enzyme-linked immunosorbent assay (ELISA) for the detection of potato viruses S and M in potato tubers. Netherlands Journal of Plant Pathology, 86: 285-290.

Dedic, P. 1995. The reliability of potato virus M detection in the progeny of primarily infected potato plants. Ochr. Rostl., 31: 277-285.

Delhey, R. 1981. Incidence of viruses S and M on potato crops in Argentina. Fitopatologia, 16: 1-5.

Deng, T.C., S.J. Tsao, S.W. Tsai, C.H. Huang and M.M. Tseng. 1992. Occurrence of potato viruses in Taiwan and resistance to virus Y of some promising clones as determined by ELISA. Journal of Agricultural Research of China, 41: 361-370.

Derrick, P.M. and H. Barker. 1997. Short and long distance spread of potato leafroll luteovirus: effects of host genes and transgenes conferring resistance to virus accumulation in potato. Journal of General Virology, 78: 243-251.

Diener, T.O. and W.B. Raymer. 1971. Potato spindle tuber "virus". CMI/AAB. Description of Plant viruses, No. 66. Ferry Lane, Kew, Surrey, England

Djilani Khouadja, F., S. Guyader, F. Gorsane, N. Khamassy, J. Rouzé, M. Marrakchi and H. Fakhfakh. 2003. Diagnosis and molecular analysis of *Potato leafroll virus* isolates in Tunisia. OEPP/EPPO Bulletin, 33: 361–368.

Djilani Khouadja, F., J. Rouzé-Jouan, J.P. Gauthier, S. Bouhachem, M. Marrakchi, and H. Fakhfakh. 2004. Transmission efficiency of Tunisian Potato leaf-roll virus isolates by Tunisian clones of the *Myzus persicae* complex (Hemiptera: Aphididae). Boletín de Sanidad Vegetal. Plagas, 30: 47-55.

Dolby, C.A. and R.A.C. Jones. 1987. Occurrence of the Andean strain of potato virus S in imported potato material and its effects on potato cultivars. Plant Pathology, 36: 381-388.

Dolby, C.A. and R.A.C. Jones. 1988. The relationship between the Andean strain of potato virus S and pepino latent virus. Annals of Applied Biology, 112: 231-234.

Douglas, D.R. and J.J. Pavek. 1972. Net necrosis of potato tubers associated with primary, secondary and tertiary infection of leafroll. American Potato Journal, 49: 330-333.

Duffus, J.E. 1981. Beet western yellows virus - a major component of some potato leaf roll-affected plants. Phytopathology, 71: 193-196.

Edwardson, J.R. and R.G. Christie. 1997. Viruses infecting peppers and other solanaceous crops. Monograph of the Agricultural Experiment Station, University of Florida, 18: 106-123.

El Amin, S., M. Valkonen, J.PT. Bremen and K.E. Pehu. 1994. Elimination of viruses and hypersensitivity to potato virus Y (PVYO) in an important Sudanese potato stock (Zalinge). American Potato Journal, 71: 267-272.

El-Dougdoug, K.A. 1996. Detection of virus and viroid diseases in the sap of infected potato leaves using gel electrophoresis. Annals of Agricultural Sciences, Ain Shams University, 41: 120- 132.

El-Dougdoug, K.A., M.H. Abdel-Ghaffar, R.M. Taha and M.M. Hazaa. 2004. Detection and cytopathic effect of potato spindle tuber viroid infecting potato plants. Egyptian Journal of Biotechnology, 17: 193-205.

El-Menshawy, R..Z. 2002. Molecular biology studies on some viruses affecting potato plants in Egypt. M.Sc. Thesis. Faculty of Agriculture, Suez Canal University, Egypt. 135 pp.

El-Menshawy, R.Z. 2007. Biological and molecular studies on potato virus Y strains in Egypt and Tunisia. Ph.D. Thesis. Institute of African Research and Studies, Cairo University, 250 pp.

Ellis, P.J. 1989. Failure to detect beet western yellows virus in potato leafroll disease samples from Canada and the United States. Phytopathology, 79: 908.

Ellis, P.J. 1992. Weed hosts of beet western yellows virus and potato leafroll virus in British Columbia. Plant Disease, 76: 1137-1139.

Ellis, P., R. Stace-Smith, G. Bowler and D.J. Mackenzie. 1996. Production of monoclonal antibodies for detection and identification of strains of Potato virus Y. Canadian Journal of Plant Pathology, 18: 64-70.

Eweida, M., T.L. Sit and M.G. Abouhaidar. 1989. Molecular cloning of the genome of the carlavirus potato virus S: biotinylated RNA transcripts for virus detection in crude potato extracts. Annals of Applied Biology, 115: 253-261.

Faccioli, G. and A. Colombarini. 1996. Correlation of potato virus S and virus M contents of potato meristem tips with the percentage of virus-free plantlets produced in vitro. Potato Research, 39: 129-140.

Fath-Allah, M.M.M. 1999. Plant virus and virus-like diseases: mosaic and dwarf diseases of alfalfa. Ph.D. Thesis, Faculty of Agriculture, Alexandria University, Egypt. 202 pp.

Fegla, G.I., Y.M. El-Faham, H.A. Younes and M.M. Fath-Allah. 2000. Detection of alfalfa mosaic Alfamovirus in seeds, seed parts and seedlings of two alfalfa cultivars, Mansoura University Journal of Agricultural Sciences, 25: 7599-7609.

Fernandez-Northcote, E.N. 1990. Variability of PVX and PVY and its relationship to genetic resistanc. Pages 131-139. In: International Potato Center (CIP). Control of Virus and Virus-like Diseases of Potato and Seet Potato. Report of the 3rd Planning Conference, 20-22 November 1989, Lima, Peru.

Fernandez-Northcote, E.N. and C. Lizarraga. 1991. Geographical distribution of potato virus X serotypes. Fitopatolgia, 26: 13-18.

Fernandez-Northcote, E.N. and P. Gugerli. 1988. Reaction of a broad spectrum of potato virus Y isolates to monoclonal antibodies in ELISA. Fitopatologia, 22: 33-36.

Fletcher, J.D. 1984. Levels of virus incidence in pathogen tested and group 1 seed potatoes in New Zealand. Australasian Plant Pathology, 13: 33-35.

Foster, G.D.S. and P.R. Mills. 1990. Detection of strains of potato virus S by nucleic acid spot hybridisation (NASH). Potato Research, 33: 487-495.

Fox, L., K.D. Biever, H.H. Toba, J.E. Duffus and P.E. Thomas. 1993. Over wintering and monitoring of potato leafroll virus in some wild crucifers. American Potato Journal, 70: 505-515.

Franc, G.D. and E.E. Banttari. 1984. The transmission of potato virus S by the cutting knife and retention time of infectious PVS on common surfaces. American Potato Journal, 61: 253-260.

Franco-Lara, L. and H. Barker. 1999. Characterization of resistance to potato leafroll virus accumulation in *Solanum phureja*. Euphytica, 108: 137-144.

Fribourg, C. E. and A. de Zoeten. 1970. Antiserum preparation and partial purification of potato virus A. Phytopathology, 60: 1415-1421.

Gabriel, W. 1969. L'influence de la distribution des hôtes primaires des pucerons vecteurs du virus Y et de l'enroulement sur la propagation de ces virus dans les cultures de pomme de terre dans une région subcarpathique. Ziemniak, 5-17.

Gamal El-Din, A.S., M.A. Abdel-Sattar, M. Awad and A.A. Shalaby. 1994. Isolation and identification of alfalfa mosaic virus (AMV) from potato plants in Egypt. Pages 57- 68. In: Proceeding of the 7th Congress of Phytopathology, Giza, Egypt.

Ghanem, G.A., A.M. Abdel Salam, A.A. Abou-Zeid, L.M. Ibrahim and S.A. Mokbel. 1997. Incidence of antiviral chemicals and growth substances on potato virus Y (PVY) elimination in potato (*Solanum tuberosum* L.) shoot culture. Pages 138-152. In: Proceeding of the 7th National Conference of Pests and Diseases of Vegetables and Fruits in Egypt, Ismailia, Egypt.

Glais, L., C. Kerlan, M. Tribodet, S. Astier-Manifacier and C. Robaglia. 1996. Molecular characterization of potato virus Y isolates by PCR-RFLP. European Journal of Plant Pathology, 106: 655-662.

Goth, R.W. and R.E. Webb. 1985. Detection and distribution of latent viruses in the potato cultivar Atlantic. Plant Disease, 69: 851-853.

Gross, H.J., H. Domdey, C. Lossow, P. Jank, M. Raba, H. Alberty and H.L. Sanger. 1978. Nucleotide sequence and secondary structure of potato spindle tuber viroid. Nature (lond), 273: 203-208.

Habib, H.M. 1980. Natural infection of *Datura metel* Lond by potato virus M in Egypt. Egyptian Journal of Botany, 23: 163-172.

Hahm, Y., S.A. Slack and R.J. Slattery. 1981. Reinfection of potato seed stocks with potato virus S and potato virus X in Wisconsin. American Potato Journal, 58: 117-125.

Hanafi, A., E.B. Radcliffe and D.W. Ragsdale. 1995. Spread and control of potato leafroll virus in the Souss Valley of Morocco. Crop Protection, 14: 145-153.

Harrewijn, P. 1986. Vector resistance of potato to aphids with respect to potato leafroll virus. Potato research of tomorrow. Pages 85-95. In: Proceedings of an International Seminar. A.G.B. Beekman, K.M. Louwes, J.M.W. Dellaert and A.E.F. Neele (eds.). Wageningen, Netherlands, 30-31 October 1985.

Harrison, B.D. 1971. Potato viruses in Britain. In: Diseases of crop plants, JM Western ED., Wiley, New York, 123-159.

Hassan, S., P.E. Thomas and G.I. Mink. 1985. Tomato yellow top virus: host range, symptomatology, transmission, and variability. Phytopathology, 75: 287-291.

Herold, T., B. Haas, R.P. Singh, A. Boucher and H.L. Sanger. 1992. Sequence analysis of five new field isolates demonstrates that the chain lengh of potato spindle viroid (PSTVd) is not strictly conserved but is variable as in other viroids. Plant of Molecular Biology, 19: 329-333.

Hinostroza-Orihuela, A.M. 1973. Some properties of potato virus S isolated from Peruvian potato varieties. Potato Research, 16: 244-250.

Hiruki, C. 1970. Red kidney bean, a useful bioassay host for qualitative and quantitative work with potato virus M. Phytopathology, 60: 739-740.

Hiruki, C. 1975. Factors affecting bioassay of potato virus S in *Chenopodium quinoa*. Phytopathology, 65: 1288-1292.

Horvath, J. 1971. *Lycopersicon*-Arten als neue wirtspflanzen fur das kartoffel-M-virus (potato M virus). Potato Research, 14: 297-300.

Horvath, J. 1972. Symptomless *Lycopersicon* host plants for potato virus S. American Potato Journal, 49: 339-342.

Jayasinghe, U. and L.F. Salazar. 1998. Present status of Controlling Potato leafroll virus. American Potato Journal, 66(3):137-144.

Kaczmarek, U. 1985. Weeds as a source of potato viruses. Ziemniak Bonin, Poland: Instytut Ziemniaka, 69-91.

Kassanis, B. 1957. The use of tissue cultures to produce virus-free clones from infected potato varieties. Annals of Applied Biology, 45: 422-427.

Kassanis, B. 1961. Potato paracrinkle virus. European Potato Journal, 4:13-24.

Kennedy, J.S. M.F. Day and V.F. Eastop. 1962. A Conspectus of Aphids as Vectors of Plant Viruses. Wallingford, UK: CAB International.

Khalil, E.M. and T.A. Shalla. 1982. Detection and spread of potato virus S. Plant Disease, 66: 368-371.

Khalil, E.M., E.A. Salama, M.F. Attia, A.A. Kishtah and Om-Hashem M. El-Banna. 1984. Detection of potato virus A in potato and test plants by enzyme-linked immunosorbent assay (ELISA). Egyptian Journal of Phytopathology, 16:71-78.

Khalil, E.M., I.A. Ibrahim and Om-Hashem M. El-Banna. 1988. Comparison between the test plant, microprecipitin test and enzyme-linked immunosorbent assay for the detection of potato virus S. Egyptian Journal of Phytopathology, 20: 63-71.

Khan, M.A. and S.A. Slack. 1978. Studies on the sensitivity of a latex agglutination test for the serological detection of potato virus S and potato virus X in Wisconsin. American Potato Journal, 55: 627-637.

Klein, R.E. and C.H. Livingston. 1983. Eradication of potato viruses X and S from potato shoot-tip cultures with ribavirin. Phytopathology, 73: 1049-1050.

Kowalska, A. and M. Was. 1976. Detection of potato virus M and potato virus S on test plants. Potato Research, 19: 131-139.

Kryczynski, S. and E. Paduch-Cichal. 1987. A comparative study of four viroids of plants. Journal os Phytopathology, 120: 121-129.

Kryczynski, S., A. Stawiszynska, A. Kowalska, S. Skrzeczkowska, K. Szkutnicka and D. Bielecka-Pluta. 1980. Methods of detecting infection of plants with severe and mild isolates of potato spindle tuber viroid. Ziemniak, 33-36.

Lakshman, D.K. and S.M. Tavantzis. 1993. Primary and secondary structure of a 360-nucleotide isolate of potato spindle tuber viroid. Archives of Virology, 128: 319-331.

Lange, L. 1978. *Synchytrium endobioticum* and potato virus X. Phytopathologische Zeitschrift, 92: 132-142.

Le Romancer, M. and C. Kerlan. 1992. Potato tuber necrotic ringspot disease: genetical approach of the phenomenon and studies about hypersensitive or extreme susceptible behaviour of several cultivars. Pages 91-95. In: Proceedings of the EAPR Virology Section Meeting, Vitoria-Gasteiz, Spain, June 29 July, 1992.

Leiser, R-M. and J. Richter. 1978. Purification and some characteristics of potato virus Y. Archiv fur Phytopathologie und Pflanzenschutz, 14: 337-350.

Lizarrage, C. and E.N. Fernandez-Narthocote. 1989. Detection of potato virus X and Y in sap extracts by a modified indirect enzyme-linked immunosorbent assay on nitrocellulose membrane (NCM-ELISA). Plant Disease, 73: 11-14.

Loebenstein, G. and B. Raccah. 1980. Control of non-persistently transmitted aphid-borne viruses. Phytoparasitica, 8: 221-235.

Loebenstein, G., F. Akad, V. Filatov, G. Sadvakasova, A. Manadilova, H. Bakelman, E. Teverovsky, O. Lachman and A. David. 1997. Improved detection of potato leafroll luteovirus in leaves and tubers with a digoxigenin-labeled cRNA probe. Plant Disease, 81: 489-491.

MacKinnon, J.P. 1974. Detection, spread and aphid transmission of potato virus S. Canadian Journal of Botany, 52: 461-465.

Makkouk, K.M and D.J. Gumpf. 1974. Isolation and properties of potato virus Y ribonucleic acid. Phytopathology, 64: 115-118.

Mansour, A.N. 1999. Incidence of potato viruses in Jordan. Dirasat, Agricultural Sciences, 210: 313-319.

Marco, S. 1985. Serological reaction of beet western yellows and potato leafroll viruses in ELISA. Phytoparasitica, 13: 201-207.

Matthews, R.E.F. 1949. Studies on potato virus X. II. Criteria of relationships between strains. Annuals of Applied Biology, 36: 460-474.

Mayo, M.A., D. J. Robinson, C.A. Jolly and L. Hyman. 1989. Nucleotide sequence of potato leafroll luteovirus RNA. Journal of General Virology, 70: 1037-1051.

Misra, A., D.P. Choudhary, P.K. Mishra and A. Jha. 1979. Electron microscopical and serological investigations on 'Indian chilli mosaic virus'. Zeitschrift fur Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz, 86: 39-42.

Mnari Hattab, M., C. Cherif and H. Hattab. 1994. Etude de lad multiplication de semences de pomme de terre en Tunisie: cas des maladies à virus. Annals de l' INRAT, 67: 1-2.

Moghal, S., P. Shivanathan, A. Mani, A.D. Al-Zadjali, T.S. Al-Zadjali and Y.M. Al-Raeesy. 1993. Status of Pests and Diseases in Oman: Series 1: Plant Diseases in the Batinah. Mazoon Printing Press, Directorate General of Agricultural Research, Rumais, Sultanate of Oman. Document No. 6/93/22. 150 pp.

Munro, J. 1981. Potato virus X. Pages 72-74. In: Compendium of Potato Diseases. W.J. Hooker (ed.). APS Press, St Paul, USA.

Murphy, P.A. and R. McKay. 1932. The compound nature of crinkle and its production by means of a mixture of viruses. Scientific Proceedings of the Royal Dublin Society, 5: 227-247.

Nienhaus, F. and B. Stille. 1965. Ubertragung des Kartoffel-X-Virus durch Zoosporen von Synchytrium endobioticum. Phytopathologische Zeitschrift, 54: 335-337.

Nimer, F.T. 1993. Study of potato virus Y (PVY) and potato virus A (PVA) in Jordan Valley: inoculum sources and incidence. MSc. Thesis University of Jordan. Amman-Jordan. 71 pp.

Omar, R.A. 1967. Serological studies on potato virus X. Agricultural Research Review, 45: 68-76.

Omar, R.A., A.A. Kishtah and M.T. El-Banna. 1967. Investigation on some potato virus diseases in U.A.R. Agricultural Research Review, 47: 25-36.

Omer A.D. and S.M. El-Hassan 1992. Incidence of potato viruses and their effect on potato production in the Sudan. Crop Protection, 11: 477-479.

Provvidenti, R. and R.O. Hampton. 1992. Sources of resistance to viruses in the Potyviridae. Archives of Virology, Supplementum, 5: 189-211.

Puchta, H., T. Herold, K. Verhoven, A. Rohenhorst, K. Ramm, W. Schmidt-Puchta and H.L. Sanger. 1990. A new strain of potato spindle tuber viroid (PSTVd-N) exhibits major sequence differences as compared to all other strains sequenced so far. Plant Molecular Biology, 15: 509-511.

Querci, M., R.A. Owens, I. Bartolini, V. Lazarte and L.F. Salazar. 1997. Evidence for heterologous encapsidation of potato spindle tuber viroid in particles of potato leafroll virus. Journal of General Virology, 78: 1207-1211.

Ragsdale, D.W., E.B. Radcliffe and C.D. DiFonzo. 2001. Epidemiology and field control of PVY and PLRV. Pages 237-270. In: Virus and Virus-like Diseases of Potatoes and Production of Seed-Potatoes. G. Loebenstein, P.H. Berger, A.A. Brunt and R.H. Lawson (eds.). Dordrecht, The Netherlands; Kluwer Academic Publishers.

Reeves, A.F., G.A. Porter, C.E. Cunningham, R.J. Nickeson, F.E. Manzer, T.M. Work, A.A. Davis and E.S. Plissey. 1994. Prestile: a new round white potato variety. American Potato Journal, 71: 89-97.

Robert, Y. and D. Bourdin. 2001. Aphid transmission of potato viruses. Pages 195-225. In: Virus and Virus-like Diseases of Potatoes and Production of Seed-Potatoes. G. Loebenstein, P.H. Berger, A.A. Brunt and R.H. Lawson (eds.). Dordrecht, The Netherlands; Kluwer Academic Publishers.

Robert, Y. and Y. Maury. 1970. Capacités vectrices compares de plusieurs souches de *Mysus persicae* Sulz., *Aulacorthum solani* Kltb et *Macrosiphum euphorbiae* Thomas dans l'étude de la transmission de l'enroulement de la pomme de terre. Potato Research, 14: 154-157.

Roberts, F.M. 1946. Underground spread of potato virus X. Nature (London), 158: 663.

Robinson, D.J. and J. Romero. 1991. Sensitivity and specificity of nucleic acid probes for potato leafroll luteovirus detection. Journal of Virological Methods, 34: 209-219.

Rose, D.G. 1983. Some properties of an unusual isolate of potato virus S. Potato Research, 26: 49-62.

Rubies-Autonell, C., G. Faccioli and A. Colombarini. 1989. Detection of potato virus M in potato meristem tips and preliminary results on its eradication. Potato Research, 33: 42.

Sabek, A.M., H. Mazyad, M.M. Rifaat, J.K. Eskarous, H.S. Abdelkader and H.A. Amin. 2000. Detection of potato leaf roll virus by RT-PCR and a digoxigenin-labeled DNA probe. Pages 143-155. In: Proceeding of the 9th Congress of Phytopathology, Giza, Egypt.

Saied, S.M., M.A.Medany, F. Abo El-Abbas and M. El-Hammady. 2005. Forecasting incidence potato leaf roll virus disease in Egypt. Egyptian Journal of Virology, 2: 201-213.

Salazar, L.F. 1996. Potato Viruses and their Control. Lima, Peru: International Potato Center, 214 pp.

Sampson, P.J. and J.G. Stephens. 1981. The commercial acceptability of three old potato cultivars following latent virus eradication. Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry, 21: 443-447.

Samson, R.G., T.C. Allen and J.L. Whitworth. 1993. Evaluation of direct tissue blotting to detect potato viruses. American Potato Journal, 70: 257-265.

Sangar, R.B.S., S.B. Lal and R.A. Singh. 1980. Occurrence of potato virus X on winter cherry. Journal of the Indian Potato Association, 7: 95-97.

Sangar, R.B.S., B.B. Nagaich and H.O. Agrawal. 1985. Potato virus S on wild potato (*Solanum chacoense* Bitt.). Current Science, India, 54: 436.

Schultz, E.S. and D. Folsom. 1923. Transmission, variation and control of certain degeneration diseases of Irish potatoes. Journal of Agricultural Research, 25: 43-117.

Shepard, J.F. 1970. A radial-diffusion test for simultaneous diagnosis of potato viruses S and X. Phytopathology, 60: 1669-1671.

Sigvald, R. 1984. The relative efficiency of some aphid species as vectors of potato virus Y (PVY). Potato Research, 27: 285-290.

Singh, R.P. and M. Singh. 1998. Specific detection of potato virus A in dormant tubers by reverse transcription polymerase chain reaction. Plant Disease, 82: 230-234.

Sip, V. 1972. Eradication of potato viruses A and S by thermotherapy and shoot culture. Potato Research, 15: 270-273.

Slack, S.A. 1983. Identification of an isolate of the Andean strain of potato virus S in North America. Plant Disease, 67: 786-789.

Smith, K.M. 1931. On the composite nature of certain potato virus diseases of the mosaic group as revealed by the use of plant indicators. Proceedings of the Royal Society, London, 189: 251-267.

Smith, K.M. 1933. The present status of plant virus research. Biological Reviews, 8: 136-179.

Soliman, A.M., A.A. Shalaby, B.N. Barsoum, G.G.Mohamed, M.K. Nakhla, H.M. Mazyad and D.P. Maxwell. 2000. Molecular charecterization and RT-PCR-ELISA detection of a potato virus X (PVX) isolate from Egypt. Pages 1791-1803. In: Proceeding of the 8th Conference of Agricultural development Research. Faculty of Agriculture, Ain Shams University, Cairo, Egypt.

Souza-Dias J.A.C. A.S. Costa and A.M. Nardin. 1993. Potato leafroll virus in solanaceous weeds in Brazil explains severe outbreaks of the disease in absence of known potato donor sources. Summa Phytopathology, 19: 80-85.

Stace-Smith, R. and F.C. Mellor. 1968. Eradication of viruses X and S by thermotherapy and axillary bud culture. Phytopathology, 58: 199-203.

Stace-Smith, R. and J.H. Tremaine. 1970. Purification and composition of potato virus Y. Phytopathology, 60: 1785-1789.

Syller, J. and W. Marczewski. 1996. Transmission of potato spindle tuber viroid (PSTVd) by aphids. Pages 306-307. In: Abstracts of Conference Papers, Posters and Demonstrations, 13th Triennial Conference of the European Association for Potato Research, 14-19 July 1996, Veldhoven, The Netherlands.

Tamada, T., B.D. Harrison and I.M. Roberts. 1984. Variation among British isolates of potato leafroll virus. Annals of Applied Biology, 104: 107-116.

Thomas, J.E. 1984. Characterization of an Australian isolate of tomato yellow top virus. Annals of Applied Biology, 104: 79-86.

Thomas J.E., 1993. Alternative hosts and the epidemiology of potato leafroll virus in Queensland. Australian Journal of Agricultural Reseach. 44: 1905-1916.

Thompson, G.J., D.C.A. Hoffman and P.J. Prins. 1987. A deviant strain of potato virus Y infecting potatoes in South Africa. Potato Research, 30: 219-228.

Thomson, A. 1956. Heat treatments and tissue culture as a means of freeing potatoes from virus. Nature, 177: 709.

Todd, J.M. 1958. The spread of potato mild mosaic over a distance. Scottish Agriculture, 38: 65-67.

Torrance, L., A.P. Larkins and G.W. Butcher. 1986. Characterization of monoclonal antibodies against potato virus X and comparison of serotypes with resistance groups. Journal of General Virology, 67: 57-67.

Valkonen, J.P.T, A. Contreras, E. Pehu and L.F. Salazar. 1992. Naturally occurring viral infections in *Solanum brevidens* and *S. fernandezianum*. Potato Research, 35: 411-417.

Varma, A. 1988. The Filamentous Plant Viruses In: The Plant Viruses. Vol. 4., P. 371. R. G. Milne (ed.). Plenum Press, New York.

Verhoeven, J.Th.J. and J.W. Roenhorst. 1995. Virological risks accompanying the increased interest in pepino (*Solanum muricatum*). Pages 109-122. In: Advances in Vegetable Virus Research. Proceeding of the 8th Conference on Virus Diseases of Vegetables, 9-15 July 1995, Prague, Czech Republic.

Vetten, H.J., U. Ehlers and H.L. Paul. 1983. Detection of potato viruses Y and A in tubers by enzyme-linked immunosorbent assay after natural and artificial break of dormancy. Phytopathologische Zeitschrift., 108: 41-53.

Walters, H.J. 1952. Some relationships of three plant viruses to the differential grasshopper, *Melanopus differentialis* (Thos.). Phytopathology, 42: 355-362.

Weidemann, H.L. and R. Koenig. 1990. Differentiation of isolates of potato virus S which infect *Chenopodium quinoa* systemically by means of quantitative cDNA hybridization tests. Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz, 97: 323-327.

Welnicki, M. and C. Hiruki. 1992. Highly sensitive digoxigenin-labelled DNA probe for the detection of potato spindle tuber viroid. Journal of Virological Methods, 39: 91-99.

Wetter, C. 1971. Potato virus S. CMI/AAB Descriptions of Plant Viruses No. 60. Ferry Lane, Kew , Surrey, England,.

Wetter, C. 1972. Potato virus M. CMI/AAB Descriptions of Plant Viruses No. 87. Ferry Lane, Kew, Surrey, England

Wetter, C. and J. Volk. 1960. Versuche zur ubertragung der Kartoffel-viren M- und S-Viren durch *Myzus persicae* Sulz. European Potato Journal, 3: 158-163.

Winther-Nielson, P. 1972. Tractors spreading potato virus X. Tidsskrift for Planteavl, 76: 297-307.