الفصل الرابع عشر

الفيروسات التي تصيب محصولي الشوندر السكري/البنجر وقصب السكر

أحمد محمد مهنا[1]، أمين عامر حاج قاسم[1]، ايليا الشويري[2]، أيمن العش[3] وسحر يوسف[3]
(1) كلية الزراعة، جامعة حلب، سورية؛ (2) فرع وقاية النبات، مصلحة الأبحاث العلمية الزراعية، تل عمارة، لبنان؛ (3) كلية الزراعة، جامعة القاهرة، مصر

المحتويات

1. المقدمة
2. انتشار فيروسات المحاصيل السكرية في المنطقة العربية
3. أهم الفيروسات التي تصيب الشوندر السكري/البنجر في المنطقة العربية
   1.3. فيروس اصفرار وموت عروق الشوندر السكري/البنجر
   2.3. فيروس الشوندر السكري/البنجر المنقول بالتربة
   3.3. فيروس خشخشة التبغ
   4.3. فيروس اصفرار الشوندر السكري/البنجر
   5.3. فيروس الاصفرار الغربي للشوندر السكري/البنجر
   6.3. فيروس موزاييك الشوندر السكري/البنجر
   7.3. فيروس موزاييك الخيار
   8.3. فيروسات أخرى
4. أهم الفيروسات التي تصيب قصب السكر في المنطقة العربية
   1.4. فيروس موزاييك قصب السكر
   2.4. فيروس تخطط قصب السكر
5. استنتاجات عامة
6. المراجع

1. المقدمة

يعد السكر من المواد الغذائية الأساسية التي لا يمكن الاستغناء عنها في التغذية المتوازنة. إذ أنه أحد أهم وارخص مصادر الطاقة اللازمة للإنسان وخاصة في الدول النامية حيث يستهلك الفرد وسطياً 120 غ سكر يومياً. كل نبات يبني السكر عبر عملية التمثيل الضوئي لاستخدامه في نموه وتختلف النباتات فيما بينها في قدرتها على تخزين السكر في أجزائها، وهناك بعض النباتات، مثل المحاصيل السكرية تملك القدرة على تخزين السكر كطاقة مدخرة.

تعتبر المحاصيل السكرية المصدر الرئيس للحصول على مادة السكر في العالم وأكثرها اقتصادية لاستخراج السكر محصولي قصب السكر والشوندر السكري/البنجر، إذ بلغ إنتاج العالم من مادة السكر حوالي 140 مليون طن كان معظمها (حوالي 60%) قد استخرج من قصب

السكر، والباقي من الشوندر السكري/البنجر (FAO, 2000). أما البلدان العربية فقد بلغ إنتاجها من السكر الخام لعام 2004 حوالي 2957.72 ألف طن (الكتاب السنوي للإحصاءات الزراعية العربية، 2005).

نبات قصب السكر هو نبات نجيلي عشبي معمر، قادر على تكوين خلف كثيرة تتراوح ما بين 5–50 تخرج كلها من قاعدة النبات الموجودة تحت سطح الأرض. الساق مصمت، قائم، ويصل ارتفاعه إلى حوالي أربعة أمتار، الأزهار عديدة في نورات عنقودية طرفية مفتوحة، يصل طولها إلى متر واحد. يتبع قصب السكر *Saccharum officinarum* L. لتحت صف Commelinidae، الرتبة Poales، الفصيلة Poaceae، تحت فصيلة Panicoideae والجنس *Saccharum*.

قصب السكر من نباتات المناطق الحارة (الاستوائية وتحت الاستوائية)، تتطلب زراعته أرضاً خصبة وماء كثير ويظل في الأرض لأكثر من عام. لا تقتصر الأهمية الإقتصادية لقصب السكر في إنتاج السكر أو شرب العصير، بل أن هناك العديد من الصناعات الثانوية التي تقوم على المنتجات الثانوية لقصب السكر حيث يمكن تصنيع الخل والكحول من المولاس (العسل الأسود) كما تستخدم المصاصة في صناعة الورق، الخشب والحرير الصناعي (الرايون). كذلك يمكن استخراج الشمع من الطبقة الخارجية لسيقان النباتات والإستفادة منه اقتصادياً. من العادات الشعبية في بعض البلدان التي تزرع قصب السكر كمصر والسودان عادة مص قصب السكر والذي له فوائد غذائية وصحية للحلق في معالجة الإلتهابات، فكثيراً ما يشاهد الفلاحين وهم بطريقهم يسعون يمصون عيدان قصب السكر، أما في مدن مصر فإن محال عصر القصب منتشرة بصورة ملفتة للنظر.

تنتشر زراعة قصب السكر في كثير من دول العالم الاستوائية وشبه الاستوائية بمساحة تصل 19,779,584 هكتار وإنتاجية 653.849 طن/هكتار وتعد البرازيل من أكثر دول العالم إنتاجاً يليها الهند، الصين، تايلاند، المكسيك، الباكستان، استراليا وكوبا (FAO, 2004). بالنسبة للدول العربية يزرع محصول قصب السكر في عدد قليل منها، وتعد مصر أكثر الدول العربية إنتاجاً لقصب السكر تليها السودان، المغرب والصومال في حين يزرع في مساحات محدودة في كل من سورية، العراق ولبنان ليس لاستخراج السكر وإنما لإستخدامه كعصير. وفي مصر تتزايد مصانع إنتاج قصب السكر نظراً لخطط التوسع في زراعة قصب السكر والدخول به إلى الأراضي حديثة الاستزراع جنوب أسوان باستخدام تقنيات الري الحديثة. يوضح جدول 1 توزيع المساحة والإنتاج في الوطن العربي لمحصولي الشوندر السكري/البنجر وقصب السكر.

نبات الشوندر السكري/البنجر هو ثنائي الحول لا تتكون فيه البذور إلا في العام الثاني من حياته وخلال السنة الأولى من نموه يتكون الجذر بأقصى حجم وتختزن به السكريات. يتبع الشوندر السكري/البنجر *Beta vulgaris* L. var. *altissima* Döll للرتبة Caryophyllales،

الفصيلة السرمقية (Chenopodiaceae) والجنس *Beta* sp. وإلى نفس النوع يتبع الشوندر العلفي *V. crassa* والورقي *V. cicla* L. والأحمر *V. conditiva*.

يعتبر الشوندر السكري/البنجر حديث النشأة مقارنة بقصب السكر وهو من نباتات المناطق المعتدلة فبينما تنحصر زراعة قصب السكر ضمن نطاق خط عرض 35 °م شمال وجنوب خط الاستواء نجد أن زراعة الشوندر السكري/البنجر خارج هذا النطاق. انتشرت زراعة الشوندر السكري/البنجر في الكثير من دول العالم وازدادت المساحة المزروعة به في السنوات الأخيرة حتى بلغت 5,497,836 هكتار في عام 2004 وإنتاجية قدرها حوالي 44 طن/هكتار (FAO, 2004). نتيجة عمليات التحسين والتربية الحديثة تم الوصول إلى أصناف ممتازة ازدادت من خلالها الإنتاجية في وحدة المساحة وكذلك نسبة السكر التي وصلت 20%.

في المنطقة العربية تتصدر مصر ثم المغرب زراعة الشوندر السكري/البنجر من حيث المساحة. في مصر وحتى عام 1981 كان انتاج السكر قاصراً على محصول قصب السكر. بدأ ادخال زراعه الشوندر السكري/البنجر في 1982 على مساحه بلغت 7098 هكتار وذلك لسد الفجوة بين الإنتاج والاستهلاك والتي قدرت بـ 500 ألف طن (التقرير السنوي للمحاصيل السكريه في مصر 2002). تزايدت المساحات المزروعة بالشوندر السكري/البنجر سنوياً حتى بلغت في موسم 2005–2006 حوالي 78,286.32 هكتار. يعد الشوندر السكري/البنجر من الزراعات الحديثة نسبياً في سورية ولبنان والسودان مقارنة مع بقية المحاصيل (جدول 1).

جدول 1. المساحات المزروعة من محصولي الشوندر السكري/البنجر وقصب السكر وإنتاجيتهما في البلدان العربية حسب إحصائيات منظمة الأغذية والزراعة (الفاو) لعام 2006.

البلد	الشوندر السكري/البنجر		قصب السكر	
	المساحة المزروعة (1000 هكتار)	الكمية المنتجة (1000 طن)	المساحة المزروعة (1000 هكتار)	الكمية المنتجة (1000 طن)
مصر	70.31	3429.54	134.98	16317.32
لبنان	1.65	76.94	*-	*-
المغرب	50.34	2252.00	14.34	997.00
سلطنة عمان	*-	*-	0.02	0.52
السودان	*-	*-	69.75	7186.00
سورية	26.00	1096.29	*-	*-
مجموع الدول العربية	148.29	6854.77	219.09	2400.84
العالم	5447.34	256406.93	20398.73	1392365.32
نسبة ما تزرعه الدول العربية مقارنة بالعالم	2.72	2.67	1.07	0.17

-*: لايوجد بيانات

لا تقتصر أهمية الشوندر السكري/البنجر على استخراج السكر والكحول بل تستخدم الأوراق كمادة علفية ممتازة للحيوانات إذ أن كل 5 كغ من الأوراق تعادل وحدة علفية. ونسبة الكسبة الناتجة من مصنع السكر تصل إلى 80% من وزن الجذور المصنعة في المصنع وتحوي على 15% مواد جافة، ويخلط المولاس الناتج عن تصنيعه مع الأعلاف المركزة أو الماء لتشربه حيوانات المزرعة (رقية، 1982؛ طرابيشي وآخرون، 2005).

إن نمو وإنتاجية هذين المحصولين لم تكن خلال السنين الماضية بمنأى عن التأثيرات الخارجية خاصة الحيوية كالأمراض الفطرية والبكتيرية والفيروسية التي كان لظهورها وانتشارها أثار سلبية كبيرة أودت بمعظم الإنتاج إن لم يكن كامله في أحيان كثيرة. وللأمراض الفيروسية النصيب الأكبر في تأثيرها على هذين المحصولين نظراً لعدم وجود مبيدات فعالة لمكافحتها ولسهولة انتقالها بالنواقل الحيوية وهذا ما يساعد في انتشارها بشكل وبائي محدثة الخسائر الإقتصادية المتمثلة بانخفاض الإنتاج وأحيانا تدميره بالكامل كما حدث في ولاية كاليفورنيا بالولايات المتحدة عام 1920 إذ توقفت معامل استخراج السكر من الشوندر السكري/البنجر بسبب هلاك هذا المحصول نتيجة انتشار فيروس تجعد قمة الشوندر السكري/البنجر (BCTV) واعتبر هذا الفيروس عاملاً محدداً في إنتاج الشوندر السكري/البنجر حتى عام 1940.

وليس هذا وحسب فان فيروس اصفرار وموت عروق الشوندر السكري/البنجر (BNYVV) ما يسمى بالإيطالية بالريزومانيا Rizomania (تعني النمو الزائد للشعيرات الجذرية الجانبية للشوندر) انتشر بشكل واسع حتى لم تعد منطقة في العالم تهتم بزراعة الشوندر السكري/البنجر إلا ومصابة بهذا المرض أو بناقله الفطر *Polymyxa betae* Keskin (Payne & Asher, 1990). وكان هذا المرض أكثر الأمراض الفيروسية خطورة على محصول الشوندر السكري/البنجر حتى تاريخه إذ وصلت الخسائر في إنتاجية الشوندر السكري/البنجر إلى 88% في بعض المناطق في سورية (Mouhanna, 2001).

2. إنتشار فيروسات المحاصيل السكرية في المنطقة العربية

تصاب المحاصيل السكرية طبيعياً بالعديد من الفيروسات، سجل منها في المنطقة العربية 16 فيروساً (حاج قاسم، 2002؛ الشعبي وآخرون، 2000؛ Abdel-Salam, 1990؛ Abdel-Salam & El-Shazly, 2002؛ Abdel-Salam *et al*., 2006؛ Badr, 1986؛ Choueiri *et al*., 2001؛ Kassim *et al*., 1993؛ Mouhanna, 2001؛ Mouhanna *et al*., 2002؛ Soliman, 2003). تختلف هذه الفيروسات في تأثيرها على النبات وتسبب أعراضاً مختلفة على الأوراق والمجموع الجذري. إلا أن معظم الدراسات الموجودة اقتصرت في أغلبها على إجراء مسوحات حقلية تضمنت جمع عينات وفحصها سيرولوجياً بهدف الكشف عن

الفيروسات المنتشرة. إلاّ أن الحاجة تتزايد إلى إجراء مسوحات جديدة لمراقبة انتشار هذه الفيروسات وغيرها والتعمق في معرفتها من حيث شكلها، تركيبها، أوجه التشابه مع السلالات العالمية، تحديد عوائلها، طرائق انتشارها، توزعها الجغرافي، تحديد أهميتها الإقتصادية ودراسة العوامل المؤثرة على زيادة نسبة الإصابة والأهم من ذلك معرفة أهم السبل لمكافحتها والحد من أضرارها. ويبين جدول 2 الفيروسات التي تصيب محصولي الشوندر السكري/البنجر وقصب السكر في المنطقة العربية.

3. أهم الفيروسات التي تصيب الشوندر السكري/البنجر في المنطقة العربية

1.3. فيروس اصفرار وموت عروق الشوندر السكري/البنجر
Beet necrotic yellow vein virus (BNYVV، جنس *Benyvirus*)

الصفات العامة – لوحظ هذا المرض لأول مرة من قبل Canova (1959) على الشوندر السكري/البنجر في شمال ايطاليا وأطلق عليه استناداً لما يسببه من أعراض ظاهرية على الجذور بمرض جنون الجذور أي ما يدعى بالإيطالية بالريزومانيا Rizomania وذلك نظراً للنمو الغزير في الجذور الجانبية وتقزم في الجذر الرئيسي.

أثبت Tamada وآخرون (1971) أن هذا المرض يسببه فيروس أطلق عليه استناداً على الأعراض الظاهرية التي يسببها على أوراق الشوندر السكري/البنجر المصابة به فيروس اصفرار وموت عروق أوراق الشوندر السكري/البنجر. وعرف فيما بعد أن الفطر *Polymyxa betae* Keskin هو الناقل الوحيد لهذا الفيروس (Fujisawa & Sugimoto, 1976).

يعد مرض الريزومانيا من أخطر الأمراض الفيروسية على الشوندر السكري/البنجر وأصعبها مكافحة. تزايدت أهميته في شرق ووسط وشمال أوروبا كبلغاريا وهنغاريا ورومانيا والدانمرك والسويد وفرنسا وهولندا وانكلترا وغيرها (Hill, 1989)، ويوجد حالياً في جميع مناطق زراعة الشوندر السكري/البنجر في أوروبا، كما سجل في الولايات المتحدة الاميريكية (Al Musa & Mink, 1981) كما وينتشر في معظم المناطق التي تزرع الشوندر السكري/البنجر بالعالم (Mouhanna, 2001؛ Putz *et al.*, 1990). يسبب هذا الفيروس أضراراً شديدةً عند حدوث الإصابة به تؤدي إلى خسارة كبيرة في الإنتاج تصل إلى أكثر من 70% (Prillwitz, 1993) كما وينخفض المحتوى من السكر إلى أقل من 7%، مع تدني مواصفات السكر مما يجعل من استخراجه عملية صعبة وذلك لارتفاع نسبة الصوديوم والكالسيوم (Heijbroek, 1989).

بعد اكتشاف فيروس BNYVV الحق بالجنس *Furovirus* والذي يضم الفيروسات المنقولة بواسطة الفطور ذات الشكل العصوي إلا أن فيروس BNYVV له بعض الصفات التي تميزه عن

الفيروسات التي تتبع الجنس *Furovirus* (Richards & Tamada, 1992) مما يتوجب إلحاقه بالجنس *Benyvirus* مع فيروس موزاييك الشوندر السكري/البنجر المنقول بالتربة (BSBMV) (van Regenmortel *et al.*, 2000 ؛Heidel *et al.*, 1997). جسيمات الفيروس عصوية الشكل لايتجاوز قطرها 20 نانومتراً ومكونة من أربعة أو خمسة أجزاء، كما في السلالة الفرنسية واليابانية (Tamada *et al.*, 1989) تختلف في أطوالها (من 70 إلى 390 نانومتراً)، الوزن الجزيئي للحمض النووي الريبي يتراوح من 1.4–7.1 ألف قاعدة والوزن الجزيئي للبروتين يتراوح من 21–23 ألف دالتون وذلك حسب وظيفتها. درجة الحرارة المثبطة 65–70 ºس ولمدة 10 دقائق في عصير الشوندر السكري/البنجر، ومدة التعمير في المختبر 5 أيام على درجة حرارة 20 ºس و8 أيام على درجة حرارة 4 ºس.

أمكن تنقية الفيروس لأول مرة من قبل Tamada و Baba (1973)، وأجرى على طريقة التنقية بعض التعديلات عام 1989 (Tamada *et al.*, 1989). واقترح Koenig وآخرون (1984) طريقة أخرى باستخدام أوراق Murray *Tetragonia expansa* أو *Chenopodium quinoa* Willd. المعداة ميكانيكياً بالفيروس. فبعد طحن الأوراق بمحلول البورات المنظم الذي يحتوي على Na_2-EDTA يخضع لطرد مركزي ليؤخذ الرائق ويضاف له Triton X-100 ثم يرسب الفيروس بإضافة بولي اتيلين جليكول (PEG)، ثم يمرر الراسب على سكروز متدرج الكثافة ويخضع لطرد مركزي فائق السرعة بعدها تجمع جسيمات الفيروس وتحل بمحلول البورات. كما أنه من الممكن تنقية الفيروس باستخدام كلوريد السيزيوم (Cesium chloride) المتدرج الكثافة.

الأعراض والمدى العوائلي – نادراً ما تظهر أعراض الإصابة بالفيروس على الأوراق وإن ظهرت فتكون بنسبة ضئيلة جداً لا تتجاوز 10,000/1 نبته وتكون بشكل اصفرار شاحب مع بقع نكروزية (شكل 1)، كما تستطيل وتنتصب النباتات مع اصفرار العروق وتموت مع تقدم الإصابة (شكل 1). أما على المجموع الجذري فيلاحظ نمو كثيف للشعيرات الجذرية على الجذر الرئيسي لتشكل ما يسمى باللحية أو باللغة الإيطالية ريزومانيا Rizomania (شكل 1)، أما الجذر الرئيسي فيبقى قزماً مشوهاً. عند أجراء مقطع عرضي في الجذر الوتدي نلاحظ تلون الأوعية الناقلة باللون البني الناجم عن الأكسدة مؤدياً إلى انسداد الأوعية الناقلة. تظهر الأعراض حقلياً بشكل بؤر محدودة أو متسعة شاحبة اللون صفراء قد تشمل الحقل بكامله، مع ذبول عام للنباتات وخاصة عند الظهيرة (شكل 1).

ينحصر المدى العوائلي لفيروس BNYVV في بعض نباتات الفصائل النباتية السرمقية (Chenopodiaceae)، الباذنجانية (Solanaceae)، القرنفلية (Caryophyllaceae)، عرف الديك (Amaranthaceae)، الرجلية (Portulacaceae) والنجمية (Asteraceae) وتعتبر معظم أنواع هذه

الفصائل من النباتات العائلة للفطر *Polymyxa betae* Keskin. إلا أن بعض نباتات الفصيلة السرمقية هي عائل طبيعي للفطر فقط وليس للفيروس مثل *Chenopodium album* L. (Mouhanna, 2001).

طرائق الإنتقال – لا ينتقل الفيروس عن طريق التلامس بين النباتات، أو بواسطة حشرات المنّ أو غيرها من الحشرات كما لا ينتقل بواسطة البذور أو حبوب اللقاح ولا عن طريق نيماتودا الشوندر السكري/البنجر الحويصلية أو غيرها.

جدول 2 . أهم الفيروسات التي تصيب محصول الشوندرالسكري/البنجر والقصب السكري في المنطقة العربية.

الأسم العربي	الأسم العلمي	الأسم المختصر	الجنس	الفصيلة/العائلة
أ. الشوندر السكري/البنجر				
فيروس اصفرار وموت عروق الشوندر السكري/البنجر	*Beet necrotic yellow vein virus*	BNYVV	*Benyvirus*	غير محددة
فيروس الشوندر السكري/البنجر المنقول بالتربة	*Beet soil-borne virus*	BSBV	*Pomovirus*	غير محددة
فيروس موزاييك الشوندر السكري/البنجر المنقول بالتربة	*Beet soil-borne mosaic virus*	BSBMV	*Benyvirus*	غير محددة
فيروس خشخشة التبغ	*Tobacco rattle virus*	TRV	*Tobravirus*	غير محددة
فيروس الحلقة السوداء للبندورة/الطماطم	*Tomato black ring virus*	TBRV	*Nepovirus*	*Comoviridae*
فيروس اصفرار الشوندر السكري/البنجر	*Beet yellows virus*	BYV	*Closterovirus*	*Closteroviridae*
فيروس الاصفرار الخفيف للشوندر السكري/البنجر	*Beet mild yellowing virus*	BMYV	*Polerovirus*	*Luteoviridae*
فيروس الاصفرار الغربي للشوندر السكري/البنجر	*Beet western yellows virus*	BWYV	*Polerovirus*	*Luteoviridae*
فيروس موزاييك الشوندر السكري/البنجر	*Beet mosaic virus*	BtMV	*Potyvirus*	*Potyviridae*
فيروس موزاييك الفصة/الجت/ البرسيم الحجازي	*Alfalfa mosaic virus*	AMV	*Alfamovirus*	*Bromoviridae*
فيروس موزاييك الخيار	*Cucumber mosaic virus*	CMV	*Cucumovirus*	*Bromoviridae*
فيروس تجعد قمة الشوندر السكري/البنجر	*Beet curl top virus*	BCTV	*Curtovirus*	*Geminiviridae*
فيروس البقع الحلقيه الميتة للخوخ/البرقوق	*Prunus necrotic ring spot virus*	PNRSV	*Ilravirus*	*Bromoviridae*
ب. القصب السكري				
فيروس موزاييك قصب السكر	*Sugarcane mosaic Virus*	SCMV	*Potyvirus*	*Potyviridae*
فيروس تخطط قصب السكر	*Sugarcane streak Virus*	SSV	*Mastervirus*	*Geminiviridea*

ينتقل هذا الفيروس حيوياً فقط بواسطة الفطر *Polymyxa betae* (Abe & Tamada, 1986؛ Asher, 1993)، كما ينتقل بالالقاح الميكانيكي بصعوبة إلى بعض نباتات الفصيلة السرمقية ويمكن نقل الفيروس ميكانيكياً من الجذور المصابة إلى أوراق النباتات الدالة *Chenopodium quinoa* و *Tetragonia expansa* بشرط تواجد قطع الحمض النووي الأولى والثانية (RNA1 و RNA2) فقط (Koenig *et al.*, 1986)، بينما تلعب بقية قطع الحمض النووي الصغيرة دوراً مهماً في عملية الإصابة الطبيعية عبر الجذور وتسبب ما يسمى بمرض الريزومانيا.

أما الفطر الناقل للفيروس فقد ينتقل محمولا على جذور الشوندر السكري/البنجر أو درنات البطاطا/البطاطس أو عن طريق استخدام أدوات ومعدات الزراعة الملوثة بتربة الحقول المصابة إلى الحقول السليمة، كما تعتبر مخلفات الحيوانات المغذاة على جذور الشوندر السكري/البنجر المصابة مصدراً كبيراً للعدوى، وذلك لعدم تأثر الأبواغ الساكنة للفطر الناقل أثناء مرورها عبر القناة الهضمية للمجترات (Hillman, 1984). كما تساهم مياه الري والعمليات الزراعية في زيادة المساحة المصابة في الحقل الواحد، ونقل الفطر من حقل لآخر (Harveson *et al.*, 1996)، وتعتبر مخلفات معامل السكر ومياه الغسيل الناتجة عنها من أهم مصادر العدوى الأساسية، وينجم عن ذلك عادة انتشار المرض على طول مجاري الأنهار وقنوات الري والصرف.

يستطيع الفطر *P. betea* أن يعيش فترة 15 عاماً على الأقل في التربة ويكون حاملاً الفيروس ويتعلق ذلك بظروف الحرارة والرطوبة في التربة (Abe, 1987؛ Tosic *et al.*, 1985). إن الحرارة المثلى في التربة لإحداث العدوى هي 25 °س (Blunt *et al.*, 1991).

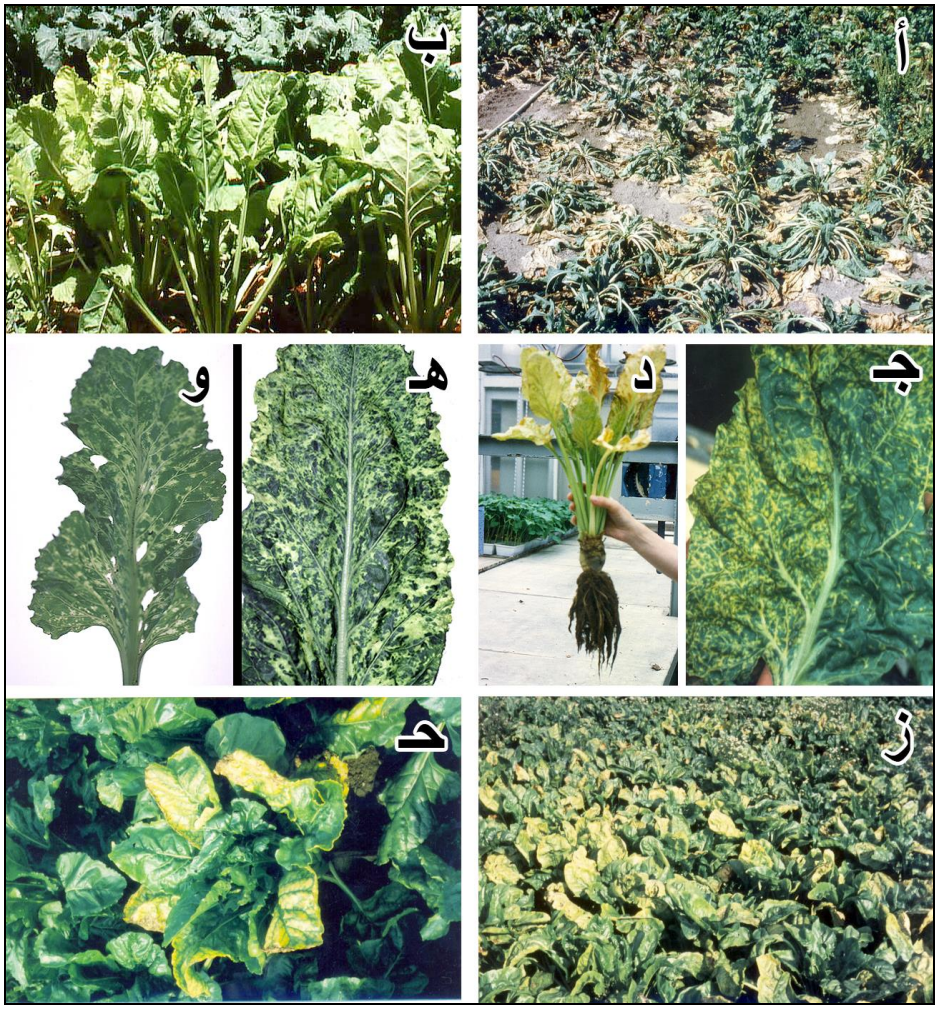
التوزع الجغرافي والأهمية الإقتصادية في المنطقة العربية – سجل هذا الفيروس على الشوندر السكري/البنجر في سورية عام 1998 محدثاً أضراراً اقتصادية فادحة في الإنتاج تراوحت ما بين 50 و 80% وأحياناً 100% وعلى وجه الخصوص في محافظة حمص وشمال حلب وبعض المواقع في أدلب والغاب والرقة (الشعبي وآخرون، 2000؛ Mouhanna *et al.*, 2002؛ Mouhanna, 2001)، وفي لبنان (Choueiri *et al.*, 1999, 2001). كما كشف عن فيروس BNYVV وفيروسات أخرى تتنقل بواسطة *P.betae* وتصيب الشوندر السكري/البنجر في مصر (Mahmoud & Hashem, 2005؛ Abdel-Salam & El-Shazly, 2002). ثم ازداد انتشاره ليشمل العديد من المناطق المزروعة بالشوندر السكري/البنجر في مصر وقد كانت أعلى نسبه إصابة في العينات المجموعة من محافظة كفر الشيخ والتي بلغت نسبتها 70%. كما أن متوسط الخسائر في محصول الشوندر السكري/البنجر في مصر نتيجة الإصابة بالرايزومانيا وصلت إلى 57.6% (Mahmoud & Hashem, 2005).

طرائق الكشف – من السهولة الكشف وتشخيص مرض الريزومانيا بالإعتماد على الأعراض الظاهرية التي يسببها على المجموع الجذري وكذلك يمكن الكشف بسهولة على الفطر الناقل للفيروس ضمن الجذور وذلك تحت المجهر الضوئي.

ويمكن الكشف عن الفيروس باستخدام مستخلص العصارة النباتية في العدوى الميكانيكية للنباتات الدالة، مثل *C. quinoa* و *T. expansa* (Koenig *et al.*, 1984)، لكن هذه الطريقة تعتبر منخفضة الحساسية لانخفاض تركيز جسيمات الفيروس. أما سيرولوجياً فيمكن الكشف عن الفيروس بسهولة بواسطة الاختبارات المصلية مثل اختبار إليزا (الشعبي وآخرون، 2000؛ Mouhanna, 2001؛ Mouhanna *et al.*, 2002؛ Wisler *et al.*, 1999) أو بواسطة الإدمصاص المناعي بالمجهر الإلكتروني ISEM (Putz *et al.*, 1988). ويمكن الكشف عن الفيروس داخل الفطر الناقل *P. betae* بواسطة تقنية Immunogold labeling (Rysanek *et al.*, 1992). وتتبع حديثاً اختبارات تهجين الحمض النووي في الكشف عن الفيروس أو الفطر الناقل (Mutasa *et al.*, 1993؛ Saito *et al.*, 1997) واختبارات أخرى مثل PCR و Nested PCR (Mutasa *et al.*, 1995, 1996). كما أمكن الكشف عن الفيروس والفطر الناقل بواسطة اختبار بصمة نورثرن (Northern blot) (Mouhanna, 2001).

الوقاية من الفيروس والحد من انتشاره – تعتبر مكافحة هذا الفيروس صعبة للغاية وهذا ناجم عن صعوبة مكافحة الفطر الناقل إذ للفيروس القدرة على البقاء داخل جراثيم الفطر محافظا على حيويته وقدرته على إحداث المرض لمدة تزيد عن 15 عاماً وقد فشلت جميع الوسائل التقليدية والحديثة التي تركزت على إبادة الفطر الناقل. إن استبعاد العوائل النباتية من الدورة الزراعية ولفترات طويلة وتخفيف السقاية وغيرها لم تعط نتيجة. إن المكافحة الكيميائية باستخدام بروميد الميثيل أو تعفير البذور وغيره أدت إلى تخفيف الإصابة ولم تمكن من القضاء على الفطر إضافة إلى مساوئ استخدامها على النبات من ظهور أعراض التسمم والكلفة المرتفعة جداً (Friedt *et al.*, 1990). كما أن الطرق الحديثة في وقاية النبات كتطبيق المقاومة الجهازية المحثة لم تعط نتائج إيجابية، بل على العكس فقد زادت أحياناً من تضاعف الفطر ضمن خلايا العائل (Mouhanna & Schlösser, 1998).

إن استخدام الطرق الحديثة في التربية أدى إلى إنتاج أصناف متحملة أو مقاومة والتي أعطت إنتاجاً كبيراً ونسبة سكر عالية رغم إصابتها بالفيروس والفطر الناقل والتي تزرع حالياً في المناطق الموبوءة بالريزومانيا في أوروبا أو البلدان الأخرى (Asher, 1993).



شكل 1. الأعراض الظاهرية للاصابة ببعض الفيروسات التي تصيب محصول الشوندر السكري/البنجر. حقل مصاب بفيروس اصفرار وموت عروق الشوندر السكري/البنجر (BNYVV) المسبب لمرض الرايزومانيا يظهر على النباتات ذبول شديد مع جفاف الأوراق القديمة (أ)؛ نباتات مصابة بفيروس BNYVV يظهر عليها النمو العامودي واصفرار الأوراق (ب)؛ ورقة نبات شوندر/بنجر مصاب بفيروس BNYVV يظهر عليها اصفرار العروق (جـ)؛ ظاهرة اللحية، وهي تكاثف الشعيرات وتجمع التربة على جذور نباتات الشوندر السكري/البنجر المصاب بفيروس BNYVV (د)؛ أعراض موزاييك وتبرقش (هـ) أو موزاييك وبقع حلقية (و) على أوراق الشوندر السكري/البنجر المصابة بفيروس موزاييك الشوندر السكري/البنجر (BtMV)؛ حقل شوندر سكري/بنجر مصاب بفيروس اصفرار الشوندر السكري/البنجر (BYV) (ز)؛ نبات شوندر/بنجر عليه أعراض الإصابة بفيروس BYV (حـ).

2.3. فيروس الشوندر السكري/البنجر المنقول بالتربة *Beet soil-borne virus* (BSBV، جنس *Pomovirus*)

الصفات العامة – تمكن Ivanovic و Macfarlane (1982) من عزل فيروس ثاني من الفطر *P. betae*. وفي عام 1986 أطلق Henry وآخرون (1986) على هذا الفيروس اسم فيروس الشوندر السكري/البنجر المنقول بالتربة (BSBV). جسيمات الفيروس عصوية وهي تتشابه إلى حد ما مع الجسيمات العصوية للفيروس BNYVV فهي أربعة جسيمات تتراوح أطوالها ما بين 150–320 نانومتراً وعرضها 19 نانومتراً. أما أحجام الحمض النووي فهي 5.8 ألف قاعدة (RNA1)، 3.6 ألف قاعدة (RNA2)، 3.2 ألف قاعدة (RNA3)، 3.0 ألف قاعدة (RNA4). درجة الحرارة المثبطة 65 °س، ومدة التعمير في العصارة يومان. بالرغم من التشابه المورفولوجي مع الفيروس BNYVV وانتقاله بواسطة نفس الفطر *P. betae* إلا أنه لا يوجد أية علاقة سيرولوجية بينهما (Henry & Hutchinson, 1989) ويختلفان بتركيب الحمض النووي (Putz *et al.*, 1983). يوجد لهذا الفيروس أمصال مختلفة (Lesemann *et al.*, 1989). ينتشر هذا الفيروس بشكل واسع في أوروبا حيث تم الكشف عنه في العديد من الدول الأوروبية مثل السويد (Lindsten, 1989)، ألمانيا (Lesemann & Koenig, 1988)، بلجيكا (Verhoyen *et al.*, 1987)، فنلندا (Bremer *et al.*, 1990) وفي أمريكا (Duffus, 1988).

نظراً لتشابه فيروس BSBV مع فيروس BNYVV لذلك استخدم في تنقية الطرق التي أتبعت في تنقية فيروس BNYVV (Li *et al.*, 1990).

الأعراض والمدى العوائلي – عند استخدام أتربة ملوثة بفيروس BSBV فقط جمعت من تركيا والسويد وألمانيا وزرعت بها نباتات لأصناف حساسة من الشوندر السكري/البنجر أظهرت أعراضاً شبيهة بالأعراض التي يسببها الفيروس BNYVV على المجموع الجذري لكن لم تكن بنفس الشدة، أما على المجموع الخضري فلم يلاحظ ظهور أية أعراض إصابة ظاهرية مميزة وذلك ضمن ظروف البيت الزجاجي (Mouhanna, 2001). يتواجد هذا الفيروس في أغلب الأحيان مع الفيروس BNYVV، كما وجد بشكل مفرد في بعض الحقول التي لم تلاحظ على نباتاتها أية أعراض واضحة (Mouhanna *et al.*, 2002).

يتسم هذا الفيروس بمدى عوائلي محدود، ففي دراسة شملت 35 نوعاً نباتياً، أظهرت أن الفيروس BSBV يصيب فقط نباتات التابعة للفصيلة السرمقية (Chenopodiaceae) ويمكن مضاعفته على بعض العوائل النباتية خاصة *C. quinoa* (Henry *et al.*, 1986). في دراسة أخرى وبعد اكتشاف هذا الفيروس في المناطق ذات درجات الحرارة المرتفعة صيفاً (Mouhanna *et al.*, 2002) سجل ولأول مرة عدد من نباتات أحادية الفلقة تصاب بالفيروس

BSBV هي: *Alopecurus myosuroides* Huds.، *Lolium multiflorum* (Lam.) Husnot، *Sorghum halepense* (L.) Pers. و *Sorghum vulgare* Pers. ومن ثنائية الفلقة: *Capsella bursa-pastoris* (L.) Medik.، *Calystegia sepium* (L.) R.Br.، *Centaurea cyanus* L.، *Convolvulus arvensis* L.، *Galinsoga parviflora* Cav.، *Matricaria inodora* L., nom. Illeg. و *Stellaria media* (L.) Vill.. وتفاوتت هذ النباتات في قدرتها في نقل الفيروس إلى الشوندر السكري/البنجر ما بين 20–100% في حين أن *C. album* كان عائلاً للفطر *P. betae* وليس للفيروس BSBV (مهنا وآخرون، 2007).

طرائق الانتقال – ينتقل هذا الفيروس بواسطة الفطر *P. betae* الموجود في التربة وهو الناقل الحيوي الوحيد لهذا الفيروس، إضافة إلى انتقاله بالعدوى الميكانيكية إلى بعض النباتات العشبية مثل *Chenopodium amaranticolor* Coste & Reyn أو *C. quinoa* إلا أن هذا النقل ليس له أي أهمية اقتصادية (Henry *et al*., 1986). لا ينتقل هذا الفيروس، كما في حال فيروس BNYVV بالبذور أو النيماتودا أو بالحشرات.

التوزع الجغرافي والأضرار الإقتصادية في المنطقة العربية – سجل هذا الفيروس لأول مرة على الشوندر السكري/البنجر في سورية عام 1998 وفي المناطق ذات الحرارة العالية صيفاً (40 °س) في الرقة ودير الزور (Mouhanna, 2001؛ Mouhanna *et al*., 2002). في مصر سجل الفيروس عام 2002 (Abdel-Salam & El-Shazly, 2002). أما عن أثره الإقتصادي على محصول الشوندر السكري/البنجر فلا توجد دراسات واضحة في المنطقة العربية عن هذا الفيروس وانحصرت في تحديد أثر فيروس BNYVV والذي يتواجد في أغلب الأحيان مع BSBV.

طرائق الكشف – يمكن الكشف عن هذا الفيروس بسهولة بواسطة اختبار إليزا وخاصةً بعد إنتاج الأمصال المضادة المتعددة أو وحيدة الكلون المتخصصة (Barbarossa *et al*., 1992) وكذلك بواسطة الاختبارات الحيوية من خلال النقل الميكانيكي للفيروس إلى النباتات الدالة مثل: *C. amaranticolor* و *Spinacia oleracea* L. حيث يمكن ملاحظة أعراض البقع الموضعية الصفراء أو الميتة.

الوقاية من الفيروس والحد من انتشاره – من الصعب مكافحة هذا الفيروس بالطرق التقليدية ولابد من السعي لإنتاج أصناف مقاومة (راجع فقرة الوقاية من الفيروس BNYVV) وينصح للوقاية والحد من انتشار هذا الفيروس من خلال عدم زراعة الشوندر السكري/البنجر في الحقول

الملوثة، وعدم ري الحقول بمياه ملوثة ويفضل استخدام طرق الري الحديثة والإبتعاد عن الري بالراحة للحد من انتقال الفيروس بواسطة الفطر *P. betae*.

3.3. فيروس خشخشة التبغ

Tobacco rattle virus (TRV، جنس *Tobravirus*)

الصفات العامة – جسيمات الفيروس أسطوانية عصوية مستقيمة الشكل ويتكون الحمض النووي الريبي من جزيئين، أحداهما طويل حوالي 185–196 نانومتراً ومعروف بـ RNA-1 والآخر قصير من 50–115 نانومتراً (RNA-2). يقوم الحمض النووي RNA-2 بتصنيع الغطاء البروتيني لكلا الجسيمين، كما يحدد المدى العوائلي وأعراض الإصابة وقابلية الإنتقال بواسطة النيماتودا (Ploeg *et al.*, 1993)، بينما يعد RNA-1 مسؤولاً عن نسخ الحمض النووي الفيروسي، بالإضافة لتحكمه بظهور أعراض الإصابة (Ziegler Graff *et al.*, 1991). للفيروس مدى عوائلي كبير يتضمن العديد من النباتات المزروعة وتم الكشف عن هذا الفيروس في العديد من دول العالم. لهذا الفيروس العديد من السلالات، بعض منها يمكن التمييز فيما بينها بواسطة الأعراض الظاهرية على النباتات الدالة.

استخدمت في تنقية هذا الفيروس أوراق التبغ المصابة جهازياً. خزنت عصارة أوراق التبغ المصابة عند درجة حرارة –20 °س واستخدم PEG مع كلوريد الصوديوم لترسيب الفيروس. بعد إجراء الطرد المركزي عالي السرعة تم إذابة الراسب الفيروسي بمحلول فوسفاتي درجة حموضته 7 (Robinson, 1983).

الأعراض والمدى العوائلي – تظهر أعراض الإصابة على الشوندر السكري/البنجر على شكل بقع صفراء، وعلى السبانخ بشكل اصفرار وتبرقش (Bailiss & Okonkwo, 1979). تسبب السلالة المعتدلة بقعاً صغيرة مضيئة موجودة داخل بقع كبيرة على الأوراق وقد تبدو الأوراق أحياناً متجعدة ومبرقشة ونادراً ما يتقزم النبات أو تموت ساقه. يصيب الفيروس العديد من المحاصيل في الكثير من البلدان وقد تم حصره على أكثر من 100 نوع من النباتات أحادية وثنائية الفلقة (Horvath, 1978)، ويصيب في الظروف الطبيعية العديد من نباتات الأبصال المزهرة (Thomsen, 1986) وتعتبر النباتات البرية أحد مصادر اللقاح الأولي للفيروس (Horvath, 1996).

يعتبر من أكثر أمراض النبات الفيروسية التي تتمتع بمدى عوائلي واسع جداً. إذ أن هناك أكثر من 400 نوع نباتي تتبع إلى 50 فصيلة من أحادية وثنائية الفلقة من الممكن أن تصاب به. في معظم الحالات تكون الإصابة غير جهازية (Schmelzer, 1957).

طرائق الإنتقال – هناك أكثر من سبعة أنواع من النيماتودا تتبع الجنسين *Trichodorus* و *Paratrichodorus* تنقل هذا الفيروس طبيعياً في أوروبا وشمال أمريكا واليابان (Brown *et al.*, 1989)، ومن أهم أنواع النيماتودا الناقلة له: *P. pachydermus* Seinhorst، *T. primitivus* deMan و *T. similis* Seinhorst, 1963 (Ploeg & Decraemer, 1997). هناك علاقة تخصصية ما بين السلالة الفيروسية والناقل. تستطيع النيماتودا اكتساب الفيروس من الجذور المصابة جهازياً بعد ساعة من التغذية إذ يلتصق الفيروس على جدار القناة الهضمية (Taylor & Robertson, 1970) وخلال تغذيتها يمكن أن تنقله إلى خلايا الجذر. بينما تحتاج بعض سلالات النيماتودا لفترة أطول لاكتساب الفيروس ونقله لكنها تفقده خلال الإنسلاخات. لا يوجد أي دليل على تضاعف الفيروس في جسم الناقل كما أنه لا ينتقل في بيوض النيماتودا (Ayala & Allen, 1968). من الممكن أن ينتقل الفيروس في النباتات المتطفلة مثل الحامول (Schmelzer, 1956).

التوزع الجغرافي والأهمية الإقتصادية في المنطقة العربية – سجل هذا الفيروس على الشوندر السكري/البنجر في سورية (حاج قاسم، 2002) وفي مصر (Soliman, 2003)، ولا توجد دراسات حول اضراره الإقتصادية في المنطقة العربية وقد يكون انتشاره حالياً في المنطقة العربية محدود جداً.

طرائق الكشف – أمكن الكشف عن الفيروس بواسطة المجهر الإلكتروني (Zhang *et al*., 1992) وبالاختبارات المصلية مثل اختبار الإدمصاص المناعي بالمجهر الإلكتروني (ISEM) (Gupta *et al*., 1994) واختبار الإنتشار المزدوج في الآجار واختبار إليزا (Gugerli, 1977). كما يمكن الكشف عنه باستخدام النباتات الدالة، فمثلاً تظهر على نبات *C. amaranticolor* بقع ميتة موضعية وعلى نبات *C. quinoa* بقع ميتة تنتشر بشكل متجانس.

الوقاية من الفيروس والحد من انتشاره – يعد فيروس خشخشة التبغ من الفيروسات الأساسية التي تصيب الأعشاب والنباتات البرية (Harrison, 1973) وانتشاره في التربة يعود إلى الناقل الذي يفضل الضوء والتربة الرملية أو الترب الخفيفة لذلك يمكن التقليل من الإصابة الفيروسية بزراعة المحاصيل التي لا تعتبر نباتات عائلة للنيماتودا الناقلة، أي تفادي زراعة محاصيل قابلة للإصابة بالنيماتودا في الحقول الموبوءة بالنيماتودا الحاملة للفيروس. ويمكن إتباع طرائق كيميائية لتخفيض كثافة النيماتودا الناقلة حيث تقتل المبيدات النيماتودا أو تثبط كفاءتها في التغذية (Koot & Molendijk, 1997) كما أن وضع طعوم جاذبة للنيماتودا قد تقلل من تغذية النيماتودا على النباتات الحاملة للفيروس (Ploeg *et al*., 1996).

4.3. فيروس اصفرار الشوندر السكري/البنجر
Beet yellows virus (BYV، جنس *Closterovirus*، عائلة *Closteroviridae*)

الصفات العامة – وصف الفيروس لأول مرة من قبل Hull (1950) على الشوندر السكري/البنجر في إنكلترا، كما سجل في معظم الدول الأوربية وفي الولايات المتحدة الأمريكية مسبباً خسائر فادحة. جسيمات الفيروس خيطية مرنة، طولها 1350 نانومتراً وقطرها 12 نانومتراً (Rogov *et al.*, 1993)، الحمض النووي الريبي احادي السلسلة (ssRNA) وبنسبة 5% وحجمه يقدر بحوالي 14.5 ألف قاعدة. كما يدخل في تركيب غطاء الفيروس البروتيني نوعان من الوحدات البروتينية: رئيسية حجمها حوالي 22.3 كيلو دالتون وثانوية حجمها 24 كيلو دالتون (Agranovsky *et al.*, 1991). درجة الحرارة المثبطة 55 ºس، ومدة التعمير في العصارة يوماً واحداً عند درجة حرارة 20 ºس إلا أنه يبقى في العصارة المجمدة لمدة طويلة (Russell, 1970).

ينتشر هذا الفيروس بشكل واسع في معظم مناطق زراعة الشوندر السكري/البنجر بما في ذلك أوروبا وشمال وجنوب أمريكا وآسيا وأستراليا (Duffus, 1973).

أمكن تنقية الفيروس باستخلاصه من العصير النباتي بمحلول اسيتات الامونيوم المنظم الذي يحتوي على EDTA و Triton X100. يرسب الفيروس بالطرد المركزي ويؤخذ الراسب الفيروسي ويمرر على وسادة من السكروز تحتوي على 30% سكروز، بولي ايتلين جليكول، ملح الطعام وبورات الصوديوم. يؤخذ بعدها الراسب الفيروسي، ويحل بمحلول بورات الصوديوم. تراوحت كمية الفيروس المنقاة 15–30 مغ/100 غ أوراق نبات مصابة (Rogov *et al.*, 1993).

الأعراض والمدى العوائلي – للفيروس العديد من السلالات التي تختلف في الأعراض التي تسببها والتي تتراوح مابين الإصفرار المعتدل إلى الإصفر النحاسي إلى تشكل البقع الميتة، كما وتختلف بشراستها على محصول الشوندر السكري/البنجر، وقد وجدت بعض الإختلافات المصلية بين بعض السلالات بينما لا يمكن تمييز بعض السلالات الأخرى مصلياً (Moseley & Hull, 1991).

تظهر الأعراض على الشوندر السكري/البنجر بعد 3–4 أسابيع من الإصابة بالفيروس وتكون على الأوراق الفتية بشكل شفافية عروق أو اصفرار نحاسي لتصبح الأوراق بعدها سميكة شديدة الإصفرار مع بقع ميتة (شكل 1).

يتسم الفيروس بمدى عوائلي ضيق نسبياً، إذ يصيب في الظروف التجريبية حوالي 121 نوعاً نباتياً تتبع 15 فصيلة. معظم الأنواع النباتية تنتمي للفصائل التالية: Aizoaceae، عرف الديك (Amaranthaceae)، القرنفلية (Caryophyllaceae) والسرمقية (Chenopodiaceae) (Duffus, 1973؛ Russell, 1965) ومن أفضل العوائل للمحافظة على الفيروس وإكثاره: الشوندر

السكري/البنجر، *Claytonia perfoliata* Donn.ex Willd و *Tetragonia expansa* Murr. وينصح من أجل تنقية الفيروس بإلقاح نبات *T. expansa* (Kassanis *et al*., 1977؛ Rogov *et al*., 1993)، كما ينصح باستخدام حشرات المن الأخضر في تجارب نقل الفيروس إلى النباتات التالية: *Atriplex patula* L.، *Chenopodium album* L. و *Portulaca oleracea* L. (Stevens *et al*., 1994).

طرائق الإنتقال - ينتقل الفيروس بواسطة 22 نوعاً من حشرات المن بالطريقة شبه المثابرة/ شبه الباقية ويعتبر من حيث المبدأ منّ الدراق الأخضر (*Myzus persicae* Suzler) ومنّ الفول (*Aphis fabae* Scopoli) هما الناقلان الطبيعيان الأكثر كفاءة في نقل هذا الفيروس (Kennedy *et al*., 1962). ويحتفظ من الدراق الأخضر بالفيروس ما بين 24–72 ساعة وتتراوح فترة اكتساب الفيروس ما بين 5–10 دقائق، ولا ينتقل الفيروس إلى نسل الحشرات الناقلة ولا يبقى في حشرة المن بعد الإنسلاخ، ويمكن نقل الفيروس ميكانيكياً لكن بصعوبة، كما أنه لا ينتقل بواسطة البذور أو حبوب اللقاح. ويلعب الشوندر السكري/البنجر أو العلفي المزروع والأعشاب المعمرة مصدراً للإصابة ودوراً مهماً كمصدر للإصابة مما يسهم في انتشار الفيروس لأنه يشتي في نبات *Beta maritime* L. (Duffus, 1973).

التوزع الجغرافي والأهمية الإقتصادية في المنطقة العربية – سجل هذا الفيروس على الشوندر السكري/البنجر في سورية لأول مرة عام 1998 (حاج قاسم، 2002؛ Mouhanna *et al*., 2002) وكان واسع الإنتشار في المنطقة الوسطى من سورية وقد وصلت نسبة الإصابة إلى 30–50% في الحقول المختبرة. كما سجل مبكراً في لبنان ووصلت نسبة الإصابة إلى 29.5% (Choueiri *et al*., 2001؛ Schlösser, 1971) كما سجل أيضاً في مصر (Badr, 1986 ؛Abdel-Salam *et al*., 1991).

لا توجد دراسات في المنطقة العربية حول ما يسببه هذا الفيروس من أضرار على محصول الشوندر السكري/البنجر واقتصرت فقط على الكشف عن الفيروس. ولكن هناك دراسات تظهر أن الخسائر قد تصل إلى 20% (Heathcote, 1978) وتزداد الخسائر في حال الإصابات المختلطة مع فيروسات أخرى (Russel, 1965؛ Smith & Hallsowrth, 1990).

طرائق الكشف – يصعب الكشف عن الفيروس لارتباطه مع فيروس الاصفرار الخفيف للشوندر السكري/البنجر (BMYV) أو مع فيروس الاصفرار الغربي للشوندر السكري/البندر (BWYV) نظراً لأن هذه الفيروسات الثلاث تسبب ظهور أعراض الاصفرار، ويمكن الكشف عن فيروس BYV بواسطة اختبار إليزا باستخدام مصل مضاد (Rogov *et al*., 1993) ويمكن فحص جذور

أو أوراق الشوندر السكري/البنجر مصلياً، كما أمكن استخدام اختبار بصمة النسيج النباتي المناعي (TBIA) بنجاح في الكشف عن الإصابة الفيروسية (Choueiri *et al.*, 2001).

الوقاية من الفيروس والحد من انتشاره – تتضمن الوقاية عملية عزل الحقول المتخصصة بإنتاج جذور الشوندر السكري/البنجر عن محاصيل التقاوي (البذور) بمسافة لا تقل عن 2–3 كم (Whitney & Duffus, 1995)، وإزالة العوائل البديلة للفيروس التي يصيبها، ومكافحة حشرات المن الناقلة، وقد أعطت معاملة البذور بمبيد الحشرات Imidacloprid نتائج أفضل في مكافحة حشرات المن الناقلة وأهمها من الدراق الأخضر وذلك بمعاملة البذور بالمبيد الحشري أو رشه على حشرات المنّ (Dewar *et al.*, 1996). أخيراً يفضل أن يترافق رش المبيدات الحشرية مع الاكتشاف المبكر للمرض، إضافة إلى تقدير نسبة وجود الحشرات داخل المحصول وتكون عملية الرش ضرورية في الحقول التي لم تعامل فيها البذور سابقاً.

5.3. فيروس الاصفرار الغربي للشوندر السكري/البنجر

Beet western yellows virus **(BWYV، جنس *Polerovirus*، عائلة *Luteoviridae*)**

الصفات العامة – وصف هذا الفيروس لأول مرة من قبل Duffus (1960، 1961) على الشوندر السكري/البنجر وعلى السبانخ (*Spinacia oleracae* L.)، والفجل (*Raphanus sativus* L.) في كاليفورنيا. ثم وصف المرض في ألمانيا من قبل Burckhardt (1960). تتسم جسيمات الفيروس بكونها كروية متساوية الأبعاد (Isometric) سداسية الأوجه (Hexagonal) قطرها 26 نانومتراً وغير مغلفة، تحتوي على 30% حمض نووي و70% بروتين. درجة الحرارة المثبطة 56 °س لمدة 10 دقائق ومدة التعمير في المختبر 16 يوماً. عرف الفيروس بعدة أسماء منها: اسم فيروس الاصفرار الخفيف للفت (*Turnip mild yellows virus*) في إنكلترا (Watson, 1963) . اعتمدت تسميته بفيروس الاصفرار الغربي على الشوندر السكري/البنجر لأنه يسبب اصفراراً لنباتات الشوندر السكري/البنجر والفجل ولتمييزه عن فيروس الإصفرار الذي ذكر في الفقرة السابقة (فقرة 4.3) (Duffus, 1961). عرف للفيروس سلالات متعددة تختلف فيما بينها من حيث شراستها وإصابتها عوائل نباتية مختلفة. يعتبر فيروس BWYV من الفيروسات الواسعة الإنتشار عالمياً (Duffus, 1960؛ Lecoq, 1977)، وقد سجلت مؤخراً إصابات مرتفعة على اللفت الزيتي الشتوي في كل من جمهورية تشيكيا وفرنسا وألمانيا وإنكلترا والولايات المتحدة ولم تسجل اختلافات حقيقية في إنتاج البذور بين نباتات اللفت الزيتي المصابة والنباتات السليمة سواء المزروعة في الظروف الحقلية أو المحمية (Walsh *et al.*, 1989)، بينما عند الزراعة في المناطق المحمية تحت أغطية من الشاش وجد أن صنفاً واحداً أبدى انخفاضاً في

الإنتاج بسبب إصابته بالفيروس من بين ثلاثة أصناف من اللفت الزيتي تم اختبارها (Smith & Hinckes, 1985). كما وجد Schröder (1994) في ألمانيا أن إنتاج نبات واحد من أحد خطوط التربية ومن نفس الصنف انخفض 40–53% مقارنة مع النبات السليم. كما وجد في إنكلترا أن النباتات التي تصاب به مبكراً قد تصل الخسارة في إنتاج السكر لأكثر من 50% (Smith *et al.*, 1996).

أمكن تنقية العديد من سلالات هذا الفيروس باستخدام مزيج الكلوروفورم : بيوتانول واتباع الطرد المركزي المفرق ومن ثم محلول السكروز المتدرج الكثافة (Gold & Duffus, 1967).

الأعراض والمدى العوائلي – تظهر أعراض هذا الفيروس بشكل تقزم واصفرار أو بقع صفراء على الأوراق البالغة وخاصةً على حوافها وقممها، مع زيادة سماكتها وهشاشيتها. وتصبح بعض النباتات المصابة بهذا الفيروس أكثر عرضة للإصابة بفطر *Alternaria*، كما تتباين الأعراض الظاهرية التي يسببها بحسب العائل النباتي، فتلاحظ على نباتات اللفت الزيتي احمرار حواف وقمم الأوراق في أواخر الخريف، بينما تتلون الأوراق بوضوح قبل استطالة الساق، ولا تتلون الأوراق الحديثة في أواخر الشتاء وبداية الربيع. يلاحظ اصفرار أو احمرار الأوراق الخارجية لنباتات الفجل وينخفض معدل نموها.

يتسم الفيروس بمدى عوائلي واسع وخاصة ضمن المحاصيل الهامة تجارياً. إذ تبين أنه يصيب أكثر من 146 صنفاً نباتياً حساساً للإصابة والتي تنتمي لحوالي 23 فصيلة من محاصيل وأعشاب متعددة وبشكل خاص نباتات الفصائل ثنائية الفلقة كالفصيلة الصليبية (Brassicaceae) والمركبة (Compositae) والبقولية (Fabaceae)، ومنها نباتات القرنبيط والملفوف والفجل والحمص والفول والخس (Duffus, 1960, 1972)، وكذلك العوائل العشبية البرية كيس الراعي (*Capsella bursa-pastoris* (L.) Medik.) وبقلة الملك (*Fumaria officinalis* L.)، كما سجلت إصابته الطبيعية لعدد من البقوليات البرية في سوريه (Mouhanna *et al.*, 1994) وفي المغرب مؤخراً على الحمص (Fortass *et al.*, 1997). غالباً ما يقضي فترة الشتاء على النباتات العشبية والتي تعتبر عوائل لحشرات المن الناقلة للفيروس وتظهر على أوراقها القديمة أعراض الاصفرار أو الاحمرار مع تقزم النبات وانخفاض معدل نموها. وقد وجدت بعض العوائل الحساسة فقط لفيروس BWYV (Stevens *et al.*, 1994).

طرائق الإنتقال – تنتقل فيروسات الإصفرار بواسطة أنواع محددة من حشرات المنّ بالطريقة الباقية/المثابرة والدوارة غير المتكاثرة (Sylvester, 1980) وتكفي مدة تغذية أقل من ساعة لاكتساب الفيروس (Kyriakou *et al.*, 1983). ومن أهم أنواع حشرات المن الناقلة منّ الدراق الأخضر ومنّ الملفوف (*Brevicoryne brassicae* L.)، ولا تنتقل كل فيروسات الاصفرار بما

فيها فيروس الاصفرار الغربي للشوندر السكري/البنجر ميكانيكياً بمستخلص العصارة المعدية أو بالإحتكاك بين النباتات المصابة والسليمة أو بواسطة البذور وحبوب اللقاح أو بواسطة النباتات الطفيلية كالحامول.

التوزع الجغرافي والأهمية الإقتصادية في المنطقة العربية – سجل هذا الفيروس في عدد من المناطق العربية وعلى محاصيل مختلفة كالبقولية (Mouhanna *et al*., 1994) في عدة مناطق من سورية في حين كشف عن هذا الفيروس على الشوندر السكري/البنجر لأول مرة في سورية عام 1998 وفي المناطق ذات الحرارة المرتفعة صيفا. أغلب العينات التي وجد بها هذا الفيروس كانت مصابة بفيروس آخر من فيروسات الاصفرار (حاج قاسم، 2002؛ Mouhanna *et al*., 2002)، وفي لبنان تراوحت نسبة انتشاره ما بين 4–15.7% في منطقتي البقاع الأوسط والغربي لكن تأثيره على إنتاجية ونوعية المحصول لم تدرس (Choueiri *et al.*, 2001).

طرائق الكشف – أمكن الكشف عن الفيروس بالطرائق المصلية/السيرولوجية ومنها اختبارات إليزا (Lemaire *et al.*, 1995)، اختبار بصمة النسيج النباتي (Choueiri *et al.*, 2001)، كما أمكن رؤية الجسيمات الفيروسية في الأوعية اللحائية، وأمكن الكشف عن هذا الفيروس بتفاعل المتسلسل للبوليمراز مع النسخ العكسي (RT-PCR) (Fortass *et al.*, 1997؛ Jones *et al.*, 1991).

الوقاية من الفيروس والحد من انتشاره – توجد صعوبة في الوقاية والحد من انتشار هذا الفيروس نظراً لتعدد مصادر العدوى، وتواجده في العديد من الأعشاب البرية التي تتبع فصائل نباتية مختلفة، وانتقاله بحشرات المنّ. كما لم يؤدي استخدام المبيدات الحشرية في مكافحة الحشرات الناقلة إلى نتائج فعالة في إنكلترا (Hill *et al.*, 1989)، لكن تبين أن الرش المتكرر بالمبيدات الحشرية ضروري للحد من انتشار النواقل الحشرية وأعدادها (Read & Hewson,1988)، لكنها تبقى غير مقبولة من قبل المزارعين للحد من الإصابة الفيروسية، وقد استخدمت المبيدات الحشرية في معاملة البذور لمنع الإصابة المبكرة بالفيروس التي تتم بواسطة حشرات المنّ، وينصح بزراعة الشوندر السكري/البنجر بعيداً عن المحاصيل التي تشكل مصدراً للعدوى، وكذلك الزراعة بمواعيد مختلفة للهروب من الإصابة.

كما تم تحديد صفة المقاومة للفيروس في نباتات الفصيلة الصليبية مثل *Brassica napus* sub. sp. *napus* L. وتحت الظروف الحقلية من قبل Thomas وآخرون (1990). أمكن الحصول على بعض الأصناف المقاومة للفيروس في الولايات المتحدة الأمريكية مثل: US H9، US H 10 و US H 11 والتي تزرع في مناطق انتشاره (Whitney & Duffus, 1995).

6.3. فيروس موزاييك الشوندر السكري/البنجر
Beet Mosaic virus (BtMV، جنس *Potyvirus*، عائلة *Potyviridae*)

الصفات العامة – وصف هذا الفيروس لأول مرة من قبل Robbins (1921). جسيمات الفيروس خيطية الشكل مرنة، طولها 659–770 نانومتراً وقطرها 13 نانومتراً (Hollings & Brunt, 1981) وتتركب من غلاف بروتيني يدخل في تركيبه نوع واحد من الوحدات البروتينية ووزنه الجزيئي 43 كيلو دالتون وحمض نووي ريبي أحادي السلسلة. درجة الحرارة المثبطة 55–60 ºس، ومدة التعمير في العصارة 1–2 يوماً عند درجة حرارة 20 ºس ولمدة عام عند درجة حرارة –20 ºس. عزلت خمس سلالات للفيروس اختلفت في شراستها على محصول الشوندر السكري/البنجر في كاليفورنيا (Shepherd & Till, 1965)، كما تبين عدم وجود أية اختلافات مصلية عند مقارنة خمس سلالات ألمانية (Grüntzig & Fuchs, 1979). ينتشر الفيروس في جميع مناطق زراعة الشوندر السكري/البنجر في العالم (Russell, 1971) وبشكل خاص في المناطق المعتدلة الحرارة.

استندت معظم طرق تنقية الفيروس على الطريقة الموصوفة من قبل Chod و Polak (1969) ومنها المعدلة من قبل Glasa وآخرون (2000) وفيها تطحن أوراق الشوندر السكري/البنجر المصابة في محلول منظم من أسيتات الأمونيوم، ايتلين دي أمين تترا اسيتك اسيد (EDTA)، كبريتيت الصوديوم واليوريا، ويضاف للرائق Triton X-100. يرسب الفيروس ببولي ايتلين جلايكول. يذاب الراسب الفيروسي ببورات الصوديوم ويمرر على وسادة من محلول السكروز المتدرج الكثافة. تصل كمية الفيروس المنقاة بهذه الطريقة من 25–30 ملغ /كغ نسيج نباتي مصاب.

الأعراض والمدى العوائلي – في البداية تشاهد علامات الإصابة على الشوندر السكري/البنجر على بعض الأوراق الداخلية الفتية بشكل بقع صغيرة شاحبة مع تغضن نصل الورقة (شكل 1)، ثم يعقبها حدوث تبرقش مع تغير في اللون إلى الأخضر الباهت وذلك مقابل اللون الأخضر الداكن لنصل الورقة السليمة. تبدو الأعراض على الأوراق المسنة للشوندر بشكل ترقط يتبعه تبرقش ثم موزاييك بالإضافة إلى تشوه الأوراق بعد 7–12 يوماً من الإصابة (Smith, 1937). قد تظهر الأعراض في بداية الإصابة بشكل حلقات مصفرة دائرية على الأوراق الفتية وقد يحدث خلط في التشخيص مع الإصابة بفيروس TBRV، كما تختلف شدة الأعراض بحسب سلالات الفيروس فيسبب لنباتات *Beta maritima* L. و *Melilotus indica* L. اصفرار للعروق أو شكلاً شبكياً مع تشوه الأوراق. ويسبب هذا الفيروس ظهور أعراض الموزاييك على جميع أصناف الشوندر

السكري/البنجر المزروعة سواءً الشوندر الأحمر أو الشوندر السكري/البنجر (Russell, 1971) (شكل 1)، بالإضافة للعوائل العشبية *Chenpodium album* و*Sonchus arvensis* L.

يتسم الفيروس بمدى عوائلي متوسط، إذ يصيب جميع أصناف الشوندر، بالإضافة إلى أنواع عشبية متعددة تنتمي إلى الفصائل التالية: السرمقية (Chenopodiaceae)، الباذنجانية (Solanaceae) والبقولية (Leguminosae)، حيث يصيب في الظروف التجريبية حوالي 30 نوعاً نباتياً، ومن أهم الأعشاب التي يصيبها *C. album*، عرف الديك (*Amaranthus retroflexus* L.)، كيس الراعي .Capsella bursa-pastoris (L.) Medik) بالإضافة إلى السبانخ (Bennett, 1949؛ Russel, 1971).

طرائق الإنتقال – ينتقل الفيروس في الظروف الحقلية بواسطة أكثر من 28 نوعاً من حشرات المنّ بالطريقة غير المثابرة/غير الباقية (Watson, 1946) ومن أهمها: منّ الدراق الأخضر ومنّ الفول ويعتبران من النواقل الرئيسية للفيروس. إن بقاء الفيروس في الناقل يتحدد بنوع حشرة المنّ فيمكن لمنّ الدراق الأخضر الإحتفاظ بالفيروس كحد أقصى لمدة تقل عن الساعة (Sylvester, 1952)، مما يؤدي إلى تمركز الإصابة الفيروسية على النباتات الموجودة حول مصدر الإصابة الأولية. تعتبر حشرات المنّ المجنحةِ أكثر كفاءة في نقل الفيروس من حشرات المنّ غير المجنحة (Shepherd & Hills, 1970). ينتقل الفيروس بالعدوى الميكانيكية تحت الظروف التجريبية (Murphy *et al*., 1995) وبواسطة التطعيم، لكنه لا ينتقل عن طريق احتكاك النباتات المصابة بالسليمة أو بواسطة البذور أو حبوب اللقاح.

التوزع الجغرافي والأهمية الإقتصادية في المنطقة العربية – سجل هذا الفيروس في العراق على الشوندر السكري/البنجر (قاسم، 1981) وأثبتت تجاربه أن الإصابة المبكرة بالفيروس قد سببت انخفاضاً في كمية السكر الكلية والأوزان الرطبة والجافة للمجموع الخضري والجذري مقارنة بالنباتات السليمة (الشاهد) ولم يكن هناك أي تأثير يذكر عند الإصابة المتأخرة بالفيروس (Kassim *et al*., 1993). كما سجل في مصر على الشوندر السكري/البنجر (Abdel-Salam *et al*., 1991؛ Badr, 1986؛ Omar *et al*., 2005)، وفي لبنان كان من أكثر الأمراض الفيروسية انتشاراً على الشوندر السكري/البنجر إذ بلغت نسبته 56.5% من مجموع العينات المصابة والمختبرة (Choueiri *et al*., 2001) وبالرغم من انتشاره الواسع في لبنان أثبتت التجارب عدم تأثر الإنتاج وحتى في الحقول التي بلغت فيها نسبة الإصابة 90% (شويري، معلومات غير منشورة). كما سجل هذا الفيروس على الشوندر السكري/البنجر في سورية (حاج قاسم، 2002) وعلى نباتات الشوندر السكري/البنجر في فلسطين (Tanne & Antignus, 1983).

طرائق الكشف – تعتبر الطرائق المصلية ومنها اختبارات إليزا وبصمة النسيج النباتي المناعي من أكثر الطرائق المستخدمة في الكشف عن هذا الفيروس وخاصةً بعد إنتاج الأمصال المضادة المتخصصة (Rogov *et al.*,1989, 1991؛ Porth *et al.*, 1987)، كما يستخدم المجهر الإلكتروني في الكشف عن الأجسام المحتواة المتواجدة في خلايا النباتات المصابة بهذا الفيروس الذي يتبع لجنس *Potyvirus* (Edwardson, 1974). يمكن الكشف عن الحمض النووي الريبي للفيروس بواسطة تقنية RT-PCR (Abdel-Ghaffar *et al.*, 2003).

الوقاية من الفيروس والحد من انتشاره – يمكن بسهولة الحد من انتشار هذا الفيروس وذلك بعزل حقول إنتاج البذور عن حقول إنتاج جذور الشوندر السكري/البنجر وترك 8–16 كم مسافة عازلة (Shepherd & Hills, 1970)، مع إزالة الأعشاب العائلة للفيروس، وتعد هذه الإستراتيجية في المكافحة أفضل الطرائق التي لاقت نجاحاً كبيراً في غربي أوروبا والولايات المتحدة الأمريكية للحد من انتشار الفيروس.

7.3. فيروس موزاييك الخيار

***Cucumber mosaic virus* (CMV، جنس *Cucumovirus*، عائلة *Bromoviridae*)**

سجل هذا الفيروس في مصر على الشوندر السكري/البنجر في ثلاثة محافظات (بني سويف والدقهليه والفيوم) وقد سببت الإصابة به زيادة في محتوى الجذور من السكريات المختزله (التي تثبط عملية تبلور السكر اثناء التصنيع) وانخفاض تركيز الكلوروفيل في الأوراق (Soliman, 2003). كما سجل مؤخراً في مناطق زراعة الشوندر السكري/البنجر في سورية وأحتل المرتبة الأولى بين الفيروسات المختبرة (حاج قاسم، 2002). وقد سجل هذا الفيروس على الشوندر السكري/البنجر في الأراضي الفلسطينية (Nitzany, 1975). تتمثل أعراض الفيروس على الشوندر السكري/البنجر بموزاييك وتكرمش واصفرار النباتات المصابة.

بالنسبة للصفات العامة لفيروس CMV، الأعراض والمدى العوائلي وطرائق الانتقال والكشف والوقاية من الفيروس، يمكن للقارئ مراجعة الفصل السابع.

8.3. فيروسات أخرى

هناك بعض الفيروسات القليلة الأهمية في الوقت الحاضر وأشير إلى وجودها في بلد عربي واحد وبدون دراسات مفصلة. في مصر تم تسجيل فيروس تجعد قمة الشوندر السكري/البنجر (BCTV) (Abdel-Salam, 1990)، فيروس موزاييك الشوندر السكري/البنجر المنقول بالتربة

(BSBMV) (Abdel-Salam & El-Shazly, 2002) وفيروس البقع الحلقية الميتة للخوخ/للبرقوق (PNRSV) (Abdel-Salam *et al.*, 2006). أما في سورية، فقد تم تسجيل فيروس الاصفرار الخفيف للشوندر السكري/البنجر (BMYV) (Mouhanna *et al.*, 2002) وفيروس الحلقة السوداء في البندورة/الطماطم (TBRV) (حاج قاسم، 2002).

4. أهم الفيروسات التي تصيب قصب السكر في المنطقة العربية

1.4. فيروس موزاييك قصب السكر

***Sugarcane mosaic virus* (SCMV)، جنس *Potyvirus*، عائلة *Potyviridae*)**

الصفات العامة – وصف لأول مرة من قبل Brands (1919، 1920) في أمريكا وقد استطاع نقل المرض للنباتات السليمة باستخدام حشرة منّ الذرة *Rhopalosiphum maidis* وميكانيكا بواسطة العصارة من النبات المصاب. يعتبر من أكثر أمراض قصب السكر انتشاراً في مناطق انتاج قصب السكر على مستوى العالم. جسيمات الفيروس خيطية الشكل مرنة يبلغ طولها 750 نانومتراً ويصل قطرها إلى 13 نانومتراً وتتكون من 5–6% حمض نووي ريبي أحادي السلسلة وزنه الجزيئي 2.7–10x3.1^{6} دالتون ويشكل الادينين 33.5%، اليوراسيل 30%، الجوانين 20.3% والسيتوزين 16.2%. ويتراوح الوزن الجزيئي لوحدة الغطاء البروتيني مابين 28,500–36,500 دالتون. يوجد لهذا الفيروس العديد من السلالات التي تربطها علاقة سيرولوجية وقد تم حصر 17 سلالة للفيروس والتي تنتمي لأربع مجموعات منفصلة (Rao *et al.*, 2003 ؛Abbott, 1961).

تتراوح درجة الحرارة المثبطة للفيروس مابين 50–58 ^{o}س وتتراوح درجة التخفيف القصوى ما بين 10^{2} و 10^{5} في حين كانت فترة ثبات الفيروس في درجة حرارة الغرفة 1–2 يوم.

أمكن تنقية الفيروس حسب الطريقة الموصوفة من قبل Thomas وآخرون (1997) فبعد معاملة الأوراق بالآزوت السائل تطحن بمحلول الأستخلاص والمكون من بورات وميركابتوايثانول وبعدها يروق الراشح ويضاف له Triton X-100. يرسب الفيروس ثم يمرر على سكروز متدرج الكثافة باستخدام الطرد المركزي عالي السرعة. يعاد تمرير المحلول الفيروسي على كلوريد السيزيوم المتدرج الكثافة ويجمع بعدها الفيروس النقي.

الأعراض والمدى العوائلي – تتباين درجة وضوح الأعراض تبعاً للصنف والظروف البيئية وسلالة الفيروس. وتكون الأعراض على شكل جزر خضراء محاطة بمناطق خضراء باهته أو

صفراء على نصل الورقة. يبدأ ظهور أعراض الموزاييك على الأوراق الفتية والتي بتقدمها في العمر تختفي وتبدو وكأنها طبيعية (شكل 2) في بعض الأصناف يحدث موت داخلي للساق فيتوقف نموها من حيث الثخانة فتصبح رفيعة وهشة. تتكون اجسام محتواة داخلية في خلايا النبات المصاب في المناطق الشاحبة حيث تتكون أجسام أبرية. وبشكل عام غالباً ما تستخدم بادرات الذرة الصفراء كنباتات مفرقة يسهل نقل الفيروس اليها ميكانيكياً وتبدو الأعراض في صورة نقط شاحبة مرتبة طولياً في خطوط في وسط الورقة أو قرب القاعدة.

يصيب هذا الفيروس عدداً كبيراً من نباتات الفصيلة النجيلية فبالأضافة لقصب السكر يصيب نباتات الذرة الشامية والذرة العويجة وذرة المكانس والقمح والشعير والأرز والعديد من الأعشاب النجيلية. يعتبر عموماً النوع *Saccharum officinarum* L. من أكثر أنواع الجنس *Saccharum* قابليه للإصابة، أما النوعان *S. barberi* Jesw.t و *S. robustum* Brandes & Jesw. فهما متوسطا القابلية للإصابة في حين أن النوعين *S. spontaneum* L. و *S. sinense* Roxb. ذات مقاومة أو مناعة للإصابة بالفيروس وذلك حسب نوع السلالة المستخدمة.

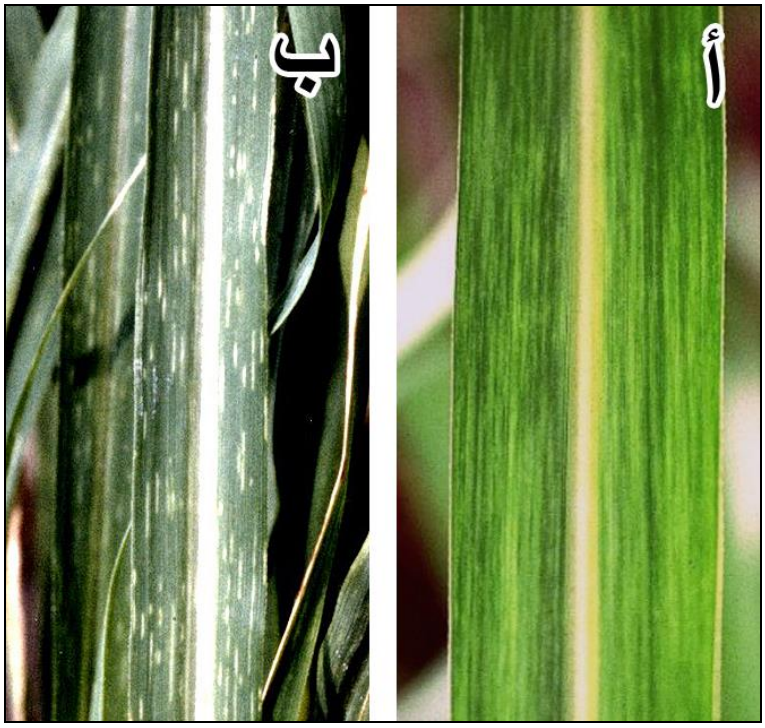
طرائق الإنتقال – يمكن لهذا للفيروس أن ينتقل من النباتات المصابة إلى السليمة بعدة طرق، وجدبأنه ينتقل بواسطة 7 أنواع من حشرات المنّ بالطريقة غير المثابرة/غير الباقية كمنّ الذرة (*Rhopalosiphum maidis* Fitch)، منّ الخوخ (*Hysteroneura setariae* Thomas)، منّ النجيليات الصغيرة (*Schizaphis graminum* Rondani)، منّ البازلاء الأخضر، منّ الدراق الأخضر، منّ القطن، *Amphorophora sonchi* Oestlund و *Longuinguis sacchari* Zhnt. يعتبر منّ الذرة أكثر هذه الأنواع كفاءة. تحتاج الحشرة بعد تجويعها عموماً إلى فترة تغذية قصيرة 1–2 دقيقة وتظل الحشرة قادرة على نقل الفيروس من 2–6 ساعات ولا توجد فترة حضانة داخل جسم الحشرة.

كما وينتقل عن طريق العقل المصابة وهي إحدى الوسائل الهامة لنقل الفيروس وكذلك ميكانيكياً بواسطة العصارة النباتية المصابة بالفيروس وعن طريق السكاكين التي تتلوث بالفيروس أثناء استخدامها في تقطيع نباتات القصب اثناء الحصاد أو الزراعة. إن نجاح عملية النقل الميكانيكي لفيروس موزاييك قصب السرك تعتمد على عدة عوامل أهمها: فعالية العصارة النباتية المصابة بالفيروس على إحداث الإصابة، قابلية العائل للإصابة، الطريقة المستخدمة في العدوى والظروف البيئية المحيطة بالنباتات بعد عملية العدوى. ولقد وجد أن إضافة بعض المستخلصات النباتية Plant latex (Joshi & Prakash, 1978) أو الحليب (Anzalone, 1962) إلى العصارة النباتية المصابة بالفيروس أدت إلى تثبيط فاعلية الفيروس بشكل كبير. وقد ذكر Anzalone (1962) أن رش النباتات القابله للإصابة بالحليب قبل الإلقاح بمدة 24 ساعة أدت إلى تثبيط حدوث الإصابة.

التوزع الجغرافي والأهمية الإقتصادية في المنطقة العربية – يسبب هذا الفيروس خسارة في محصول قصب السكر تصل إلى 40% (Croft *et al.*, 2000). وقد أدت الإصابة بالفيروس لحدوث خسائر فادحة لمحصول قصب السكر في لويزيانا والارجنتين وبورتريكو في بداية القرن العشرين، وتراوحت الخسائر من 30–40% ووصلت في بعض الاحيان إلى 60–80%. كما سبب هذا الفيروس خسائر في محصول القصب وفي ناتج السكر في مناطق أخرى من العالم (Abbott, 1961؛ Ahmed *et al.*, 1990؛ Farrag 1978؛ Higgy, 1966). وقد ذكر Anwar وآخرون (1992) أن فيروس موزاييك قصب السكر أدى في الباكستان إلى اختزال التفريع بنسبة 16.4% وطول العيدان بنسبة 19.59% وسمك العود بنسبة 7.58% ونقص المحصول الكلي بنسبة 18.71% وخسارة في السكر الناتج بنسبة 13.1%. هناك ما يشير إلى وجود هذا الفيروس في مصر والسودان. ففي مصر تم تسجيل تسعة سلالات من فيروس موزاييك قصب السكر SCMV-A، B-، C-، D-، E-، F-، H-، I-، N- على الذرة الرفيعة *Sorghum bicolor* cv. Co18. (Farrag & Nour, 1983؛ Abd El-Fattah *et al.*, 2004)، وسبعة سلالات على قصب السكر (Abd El-Fattah *et al.*, 2005).

طرائق الكشف – يمكن الكشف عن هذا الفيروس باستخدام الأمصال المضادة متعددة ووحيدة الكلون بواسطة اختبارات إليزا (Jiang *et al.*, 2003)، والتفاعل المتسلسل للبوليمراز مع النسخ العكسي (RT-PCR) (Putra *et al.*, 2003).

الوقاية من الفيروس والحد من انتشاره – إن استخدام الاصناف المقاومة للفيروس هو أفضل طرق الوقاية. كما أن معاملة العقل والبراعم المصابة بالماء الساخن (53– 57.3 °س) ولمدة تراوحت من عدة دقائق إلى نصف ساعة أعطت فعالية في التخلص من الفيروس، وقد وجد أن هناك علاقة عكسية ما بين درجة الحرارة المستخدمة ومدة تعرض العقل للحرارة للتخلص من الفيروس (Benda & Ricaud, 1978). اذ أن تعرض البراعم للحرارة العالية لمدة طويلة لها تأثير سلبي على حيوية البرعم. يمكن إزالة الفيروس من الأجزاء الحاملة له بالمعاملة الحرارية أو بزراعة المرستيم القمي أو باستخدام المعاملة الحرارية وزراعة الانسجة معاً. كما أن اتباع الطرق الزراعية السليمة كإزالة الحشائش النجيلية المصابة والقابلة للإصابة إضافة لمكافحة حشرات المنّ تقلل من الإصابة ومدى انتشار هذا الفيروس.



شكل 2. الأعراض المرضية على أوراق قصب السكر الناتجة من الإصابة بفيروس موزاييك قصب السكر (SCMV) (أ) وفيروس تخطط قصب السكر (SSV) (ب).

2.4. فيروس تخطط قصب السكر

Sugarcane streak Virus **(SSV، جنس *Mastrevirus*، عائلة *Geminiviridae*)**

الصفات العامة– وصف المرض لاول مرة على قصب السكر في ناتال في جنوب أفريقيا (Storey, 1925)، وكان قد سجل الفيروس على الذرة في ناتال بجنوب أفريقيا قبل ذلك بكثير (Fuller, 1901) وسمي بفيرس تخطط الذرة Maize streak virus (MSV) واعتبر فيروس SSV أحد سلالاته (Bock *et al.*, 1974). إلاّ أن الدراسات الحديثة المبينة على تتابع النيوكليوتيدات في مجين الفيروس تؤكد بأن فيروسSSV هو نوع منفصل عن فيروس MSV. يعتقد أن سبب انتشار هذا المرض على قصب السكر في منطقة ناتال هو الإعتماد على صنف واحد (يوبا) حساس. في عام 1920 كانت جميع حقول منطقة ناتال مصابة بفيروس تخطط قصب السكر إذ تراوحت نسبة الإصابة من 30–75% (Storey, 1924). تم تقدير الخسارة بحوالي 2.5 مليون طن بسبب هذا

الفيروس في الفتره من 1920–1945. ينتشر هذا الفيروس في عدد كبير من دول القارة الأفريقية، الهند وباكستان.

جسيمات الفيروس متساوية الأبعاد تتواجد عادة في أزواج تتراوح أبعادها 30×20 نانومتراً وتحتوي الحمض النووي الريبي المنزوع الأوكسجين أحادي السلسلة، دائري وزنه الجزيئي 0.7×10^6 دالتون يحتوي على 2.76 ألف قاعدة ويشكل الثايمين 28.1%، الغوانين 27.7%، السيتوزين 23.1% والآدنين 23.1%؛ أما الغطاء البروتيني فوزن وحدته الجزيئي 28,000 دالتون (Hayes *et al*., 1988). وقد وجد أن درجة الحرارة المثبطة للفيروس هي 60 °س ودرجة التخفيف القصوى 1000/1 في حين كانت فترة بقاء الفيروس في درجة حرارة الغرفه 24 ساعة. أظهرت الدراسات السيتولوجية لنباتات قصب السكر المصابة بهذا الفيروس أن أنوية الخلايا المصابة تضخمت وفي بعض الخلايا لوحظ تحطم للغلاف النووي (Ammar, 1994).

سجل على قصب السكر سبعة سلالات لفيروس التخطط على مستوى العالم حتى الآن وهي سلالة نتال [Nat]-SSV وسلالة موريشيوس [Mauritius]-SSV واربعة سلالات في مصر هي سلالة أسوان [Asw]-SSEV وسلالة بني سويف [Ben]-SSEV وسلالة الجيزة [Giza]-SSEV وسلالة المنصورة [Man]-SSEV وسلالة نجع حمادي [Naga]-SSEV وأخيراً سلالة رينيون SSREV (Fauquet & Stanley, 2003).

أمكن تنقية الفيروس باستخلاصه مباشرة من أوراق قصب السكر المصابة، بطحن الأوراق المصابه في محلول منظم فوسفاتي يحتوي على حمض ثيوجليكول، ومن ثم الترويق بإضافة البيوتانول ثم الترسيب بالطرد المركزي فائق السرعة، يليه جمع الراسب وحله في منظم فوسفاتي (Bock & Bailey, 1989).

الأعراض والمدى العوائلي – تظهر أعراض الإصابة بفيروس تخطط قصب السكر على شكل بقع صغيرة مستطيله شبه شفافة أو خطوط موازية لاتجاه عروق الورقة، وغالباً ما يتداخل اثنان أو أكثر من الخطوط جزئياً أو كلياً (شكل 2). تتفاوت أطوال الخطوط من بقع صغيرة أصغر من 1 مم إلى أكبر من 2 سم وتكون الأعراض المميزة للمرض أكثر وضوحاً في الأوراق الحديثة عنه في الأوراق القديمة حيث تكون الخطوط متداخلة وغير واضحة. إن أعراض مرض تخطط القصب سهل التعرف عليها من بين أعراض الأمراض الأخرى التي تصيب القصب إلاّ أن بعض سلالات فيروس موزاييك قصب السكر تنتج عنها أعراض قد تتشابه مع أعراض فيروس تخطط قصب السكر وذلك على بعض من أصناف قصب السكر (Bock & Bailey, 1989).

ينحصر المدى العوائلي لهذا الفيروس في نباتات الفصيلة النجيلية وتعتبر الذرة الصفراء أهم العوائل الحساسة لهذا الفيروس (Pinner *et al.*, 1988).

طرائق الإنتقال – لا ينتقل الفيروس ميكانيكياً بواسطة العصارة، ولا بالتطعيم أو باحتكاك النباتات ببعضها البعض، أو بواسطة البذور، أوعن طريق حبوب اللقاح. إن طريقة الإنتقال الوحيدة للفيروس هي بواسطة نطاطات الأوراق *Cicadulina* sp. بالطريقة غير الباقية/ غير المثابرة أو شبه الباقية/شبه المثابرة. ومن أهم الأنواع الناقلة *Cicadulina mbila* Naud، *C. bipunctata* (Melichar) و *C. Bipunctella* (Matsumura) يؤثر انسلاخ الحشرة على نقلها للفيروس، كما أنه لا يتضاعف داخل الحشرة ولاينتقل الفيروس عبرها إلى أجيالها اللاحقة (Ammar *et al.*, 1980؛ Bock & Bailey, 1989).

التوزع الجغرافي والأهمية الإقتصادية في المنطقة العربية – هناك ما يشير إلى وجود هذا الفيروس في مصر والسودان (Plant Viruses online). انتشر هذا الفيروس في مصر بشكل واسع في سنة 1930 على الصنف POJ 105 (Bock & Bailey, 1989). وقد تم تقييم تأثير الإصابة بهذا الفيروس على ثلاثة اصناف من قصب السكر (جيزة 85/37، جيزة 98/47 وجيزة 98/25)، ووجد بأن هناك فقد في نسبة الرطوبه والسكريات المختزلة والغير مختزلة والمحتوى الكلي للكلوروفيل ووزن وطول العيدان ومساحة الورقة ووزن العصير ونسبة السكر في نباتات الأصناف المصابة مقارنة بنباتات نفس الأصناف السليمة وكان هذا الفقد معنوياً (Esh & El-Kholi, 2005). وكذلك أظهرت النباتات المصابة بفيروس SSV زيادة معنوية في نسبة المادة الجافة والنيتروجين والبروتين والفينولات الكلية وكذلك نشاط انزيمي البيروكسيديز والبولي فينول اكسيديز مقارنة بالأصناف السليمة. وكانت أعلى نسبة فقد في نسبة السكر هي في الصنف جيزة 85/37 (48.88%) يليها الصنف جيزة 98/25 (42.8%) ثم الصنف جيزة 98/47 (40.44%) وذلك عند الحصاد مقارنة بالأصناف غير مصابة.

طرائق الكشف – من الممكن الكشف عن الفيروس بنقله بواسطة نطاطات الأوراق *Cicadulina* sp. إلى بادرات الذرة أو أصناف قصب السكر الحساسة، على أن لا تقل فترة تغذية الحشرة على أوراق النبات المصابه لاكتساب الفيروس عن 48 ساعة. يمكن الكشف عن الفيروس بواسطة اختبارات إليزا (Pinner *et al.*, 1988). كما يمكن الكشف عن الفيروس باستخدام طرائق تهجين الحمض النووي وتفاعل PCR وكذلك باستخدام طريقة PCR-ELISA (Shamloul *et al.*, 2001).

الوقاية من الفيروس والحد من انتشاره – إن استخدام الأصناف المقاومة للفيروس وكذلك تقاوي قصب السكر الخالية من الفيروس هي أفضل الوسائل للحد من انتشار مرض تخطط قصب السكر (Storey, 1924)، فقد كان لاستخدام الأصناف المقاومة (POJ2725، Co281، Co290

و Co310) في ناتال في فترة مابعد 1934 دوراً كبيراً في حل المشاكل التي سببها فيروس تخطط قصب السكر هناك.

5. استنتاجات عامة

تعتبر المحاصيل السكرية من المحاصيل الإستراتيجية في البلدان العربية إلا أنها تعاني من العديد من الأمراض الفيروسية التي اختلفت فيما بينها بنسبة انتشارها والأضرار التي تسببها. فكان فيروس اصفرار وموت عروق الشوندر السكري/البنجر (BNYVV) (ريزومانيا) أكثر هذه الأمراض انتشاراً على الشوندر السكري/البنجر. إذ تواجد بكثافة في كل من سورية، لبنان، مصر والمغرب وعلى الأغلب في العراق وكان له تأثيراً سلبياً على إنتاجية الشوندر السكري/البنجر ويعد من أكثر هذه الأمراض الفيروسية صعوبة في التخلص منه ومكافحته إذ فشلت كل المعاملات الزراعية والكيميائية في التأثير على الفيروس والفطر الناقل.

صحيح أن التقدم العلمي في مجال الهندسة الوراثية نجح في انتاج اصناف متحملة وأخرى شبه مقاومة للفيروس إلا أن الخطر ما زال موجودا. والسبب أن للفطر الناقل *P. betae* القدرة على البقاء في التربة بغياب العائل المناسب لمدة تزيد عن 15 عاماً محافظا على حيويته وقدرته على نقل الفيروس، كما له المقدرة على نقل العديد من الأمراض الفيروسية إلى الشوندر السكري/البنجر وغيره من المحاصيل الإستراتيجية مثل فيروسات BSBV، BSBMV و BYV. أضف لذلك الفيروسات الأخرى التي لها مدى عوائلي واسع في المحاصيل الإقتصادية (كالبقوليات والخضروات) الهامة كفيروسات BWYV، CMV و AMV. أما الخطر الكامن فهو احتمال انتشار فيروس BCTV في المستقبل، وهو فيروس ذو مدى عوائلي كبير ينتقل بواسطة حشرة النطاط الموجودة في أغلب البلدان العربية، وهناك العديد من المناطق في العالم تخلت عن زراعة الشوندر السكري/البنجر لعدة سنوات بسبب انتشار هذا الفيروس.

بالرغم ما تمثله هذه الأمراض من خطر يهدد إنتاج محاصيلنا الزراعية فإن برامج المكافحة أو الوقاية من هذه الأمراض أو الحد من أثرها في المنطقة العربية تبدو ضئيلة مقارنة مع حجم الخطر. إذ اقتصرت في أغلبها على تجريب أصناف مدخلة لمعرفة مدى مقاومتها أو تحملها لفيروس ما معتمدين وبشكل كامل على ما توصلت إليه الدول المتقدمة زراعياً من نتائج.

اقتصرت أغلب الدراسات في البلدان العربية على الكشف، عن وجود الفيروسات، إلا أنه لم يتوفر دراسات محلية متعمقة في توصيف هذه الفيروسات المنتشرة في المنطقة العربية إلا في حالات قليلة. لذلك اعتمدنا إلى حد كبير في هذا الفصل على الدراسات المرجعية التي أنجزت خارج البلدان العربية. لذا لابد للأخصائيين في هذا المجال من العمل المشترك لتعميق الأبحاث ولتبادل الخبرات كي يتم في الفترات القادمة سد أغلب هذه الثغرات.

6. المراجع

التقرير السنوي للمحاصيل السكرية في مصر 2002. مجلس المحاصيل السكرية، وزارة الزراعة واستصلاح الأراضي، القاهرة، جمهورية مصر العربية.

حاج قاسم أمين عامر.2002. أهم الأمراض الفيروسية المنتشرة على الشوندر السكري في سورية. قبل للنشر في مجلة بحوث حلب. العدد 40.

رقية، نزيه. 1982. إنتاج المحاصيل الحقلية، الجزء الثاني المحاصيل الصناعية، مديرية الكتب والمطبوعات الجامعية، جامعة تشرين، 314 ص.

الشعبي، صلاح، فايز اسماعيل، عبد الرحمن درويش، محمد جمال مندو، سناء نعمان، لينا مطرود وصبحية العربي. 2000. تقصي مسبب مرض الريزومانيا (BNYVV) على الشوندر السكري وأداء أصناف وحيدة الجنين تجاه هذا المرض في سورية. مجلة وقاية النبات العربية، 18: 1-8.

طرابيشي، زكوان؛ غريبو غريبو؛ سائد عرب، ومحمد العساني. 2005. إنتاج المحاصيل الحقلية، مديرية الكتب والمطبوعات الجامعية، جامعة حلب.

قاسم، نبيل عزيز. 1981. دراسات على مرض موزاييك البنجر السكري والسلق والشوندر في محافظة نينوى، رسالة ماجستير، قسم وقاية النبات، كلية الزراعة والغابات، جامعة الموصل، العراق.

الكتاب السنوي للإحصاءات الزراعية العربية.2005. المنظمة العربية للتنمية الزراعية، الإنتاج النباتي، مجلد 25، جدول 41.

مهنا، أحمد محمد، كريكور لانكن وإيكارت شلوسير. 2007. بعض الأعشاب كعائل مناوب لفيروس الشوندر المنقول بالتربة (BSBV) وفيروس نكرزة واصفرار عروق الشوندر (BNYVV) وللناقل *Polymyxa betae*. مجلة وقاية النبات العربية، 25: 66-67.

Abbott, E.V. 1961. Mosaic. Pages 407-430. In: Sugarcane diseases of the world. J.P. Martin, E.V. Abbott and C.G. Hughes (eds.). Vol. 1 Elsevier, Amsterdam.

Abd El-Fattah, A.I., A.S. Sadik, M.M. El-Kholi and M.A. Madkour. 2005. Identification of Sugarcane Mosaic Potyvirus Strains in Egypt. International Journal of Virology, 1: 21.

Abd El-Fattah, A.I., A.S. Sadik, M.M. El-Kholi, I.A. Abdel-Hamid and M.A. Madkour. 2004. Identification of Sugarcane Mosaic Potyvirus Strains in Egypt. Egyptain Journal of Virology, 1: 195-214

Abdel-Ghaffar, M.H., M.L. Salama and S.Y.M. Mahmoud. 2003. Electron microscopy, serological and molecular studies on an Egyptian isolate of beet mosaic Potyvirus. Annals Agriculture Sciences, Ain Shams University, Cairo, 48(2).

Abdel-Salam, A.M. 1990. Mechanical transmission of two Egyptian isolates of beet curly top and tomato leaf curl viruses. Bulletin Faculty of Agriculture, University of Cairo, 41: 825-842.

Abdel-Salam, A.M. and M.A. El-Shazly. 2002. Occurence of rhizomania of sugar beet in Egypt associated with beet necrotic yellow vein benyvirus infection. Arab Journal of Biotechnology, 5: 135-150.

Abdel-Salam, A.M., M.A. El-Shazly, A. Manal, A.M. Abdelkader and S. Hyam. 2006. Beet necrotic ringspot virus, a new ilarvirus infecting sugarbeet in Egypt. Biological, biochemical, serological, and genomic studies. Arab Journal of Biotechnology, 9: 395-414.

Abdel-Salam, A.M., S. El-Nagar and A.H. Amin. 1991. Characterization of three aphids transmitted viruses infecting sugarbeet plants in Egypt. In: Abstract book of the 4th Conference Pests and Vegetable, Fruit Disease in Egypt, October 1991, Ismailia, Egypt.

Abe, H. 1987. Studies on the ecology and control of *Polymyxa betae* Keskin, as fungal vector of the causal virus BNYVV of rhizomania disease of sugar beet. Report of the Hokkaido. Prefectural Agricultural Experiment station No 60.

Abe, H., and T. Tamada. 1986. Association of beet necrotic yellow vein virus with isolates of *Polymyxa betae* Keskin. Annals of the Phytopathoogical Society of Japan, 52: 253-247.

Agranovsky, A., A. Boyko and N. Lumina. 1991. Nucleotide sequence of beet yellows closterovirus RNA genome. Journal of General Virology, 72: 15-23.

Ahmed, M., M.B. Liyas and M.A.R. Bahatti. 1990. Effect of sugarcane mosaic virus on yield and quality of planted and ratoon crop of sugarcane. Pakistan Journal of Phytopathology, 2: 63-67.

Al Musa, A.M. and G.I. Mink. 1981. Beet necrotic yellow vein virus in North America. Phytopathology, 71: 773-776.

Ammar, E.D. 1994. Cytopathology and Ultrastructure of some African Isolates of Maize Streak and Sugarcane Streak Viruses. Journal of Phytopathology, 141: 153-158.

Ammar, E.D., M.T. Kira and A.E. Abul-Ata. 1980. Natural Occurrence of Steak and Mosaic Diseases on Sugarcane Cultivars at Upper Egypt and Transmission of Sugarcane Streak by *Cicadulina. bipunctella-zeae* China. Egypt Journal of Phytopathology, 12: 21-26.

Anwar, M.S., M.S. Mirza, M. Ahmed and F. Muhammad. 1992. Effect of sugarcane mosaic virus on cane and yield. Journal of Agricultural Research Lahore, 30: 513-516.

Anzalone, L. 1962. Inhibition of sugarcane mosaic virus by milk. Plant Disease Reporter, 46: 213-215.

Asher, M.J.C. 1993. Rhizomania. Pages 311-346. In: The Sugar Beet Crop: Science into Practice. D.A. Cooke and R.K. Scott (eds.). London, UK: Chapmann and Hall.

Ayala, A. and M.W. Allen. 1968. Transmission of the California tobacco rattle virus, CTRV by three species of the nematode genus Trichodorus. Journal of Agriculture, University of Puerto Rico, 52: 101-125.

Badr, A.E. 1986. Studies on some sugar beet virus diseases. PhD. Thesis in Plant Pathology Department, Cairo University. 137 pp.

Bailiss K.W. and V.N Okonkwo. 1979. Isolation of sap-transmissible viruses from spinach (*Spinacia oleracea* L.). Phytopathologische Zeitschrift, 96: 146-155,

Barbarossa, L., H.J. Vetten, A. Kaufmann, D.-E. Lesemann and R. Koenig. 1992. Monoclonal antibodies to beet soil-borne virus. Annals of Applied Biology, 121: 143-150.

Benda, G.T.A. and C. Ricaud. 1978. The use of heat treatment for sugarcane disease control Proceeding of International Society Sugarcane Technologists, 16: 483-496.

Bennett, C.W. 1949. Some unreported host plants of sugar beet mosaic virus. Phytopathology, 39: 669-672.

Blunt, S.J., M.J.C. Asher and C.A. Gilligan. 1991. Infection of sugar beet by *Polymyxa betae* in relation to soil temperature. Plant Pathology, 40: 257-267.

Bock K.R., E.J. Guthrie and R.D. Woods 1974. Purification of Maize Streak Virus and its Relationship to Viruses Associated with Streak Diseases of Sugarcane and Panicum Maximum. Annals Applied Biology, 77: 289-296

Bock, K.R. and R.A. Bailey 1989. Streak in diseases of sugarcane. Pages 323–332. In: Major diseases C. Ricaud, B.T. Egan, A.G. Gillaspie Jr., and C.G. Hughes (eds.). Elsevier Science Publishers BV, Amsterdam, The Netherlands.

Brands, E.W. 1919. The mosaic disease if sugarcane and other grasses. U.S. Department Bulletin, 829-855.

Brands, E.W. 1920. Artificial and insect transmission of sugarcane mosaic. Journal Agriculture Research, 19: 131-138.

Bremer, K., L. Hiltunen and J. Valkonen. 1990. Survey of soil-borne virus diseases of sugar beet in finland and Estonia. Pages 17-20. Schriftenreihe der Deutschen Phytomedizinischen Gesellschaft (Germany, F.R.), Stuttgart (Germany, F.R.), Ulmer, 1990.

Brown, D.F., A.T. Ploeg and D.J. Robinson. 1989. The associaton between serotypes of tobraviruses and Trichodorus and Paratrichodorus species. OEPP/EPPO Bulletein, 19: 611-617.

Burckhardt, F. 1960. Untersuchungen über eine viröse Vergilbung der Stoppelrübe. Mitteilungen aus der Biologischen Bundesanstalt Berlin-Dahlem, 99: 84-96.

Canova, A. 1959. Appunti di patologie della barbabietola. Informatore Fitopatologico, 9: 390-396.

Chod, J. and Z. Polak. 1969. Investigation of the inhibitory ability of the sap of various tulip varieties to Tulipa virus. Biologia Plantarum, 11: 324327

Choueiri, E., H. Younis, A. Saad, S. Issa, L. Hanna, S. Hajj Hassan and T. El Tackach. 2001. Occurrence and distribution of sugar beet viruses in Lebanon. Phytopathologia Mediterranea, 40: 260-264.

Choueiri, E., S. Haj Hassan, S. Issa and T. El Tackach. 1999. Inventaire des maladies virales de la betterave sucrière au Liban, resultants preliminaries. Syrian Lebanese Scientific Meeting, Damascus, Syria, 1999.

Croft, B., R. Magarey and B. Whittle. 2000. Disease Management. Pages 263-289. In: Mannual of cane growing, Hogarth and. Allsopp. Brisbane.

Dewar, A.L., L. Haylock and P. Ecclestone. 1996. Strategies for controlling virus yellows in sugar beet. British Sugar Beet Review, 64: 44-48.

Duffus, J.E. 1960. Radish yellows, a disease of radish, sugar beet, and other crops. Phytopathology, 50: 389-394.

Duffus, J.E. 1961. Economic significance of beet western yellows (radish yellows) on sugar beet. Phytopathology, 51: 605-607.

Duffus, J.E. 1972. Beet western yellows virus. Descriptions of plant viruses. No. 89. CMI/AAB, Kew, Surrey, England.

Duffus, J.E. 1973. The yellowing virus diseases of beet. Advances in Virus Research, 18: 347-382.

Duffus, J.E. 1988. Soil-borne viruses of the rhizomania complex. Vth International Congress of Phytopathology, Kyoto, Abstract. S. 452

Edwardson, J.R., 1974. Some proprties of potato virus Y-group. Florida Agricultural Experiment Stations Monograph Series, 4: 398.

Esh, A.M.H. and M.M.A. El-Kholi 2005. Influence of Sugarcane Streak Mastrevirus"SSV" on Metabolic Activity, Yield and Sucrose in cane. Egypt Journal Agriculture Research, 83: 1415-1430.

Farrag, S. H. 1978. Studies on mosaic disease of sugarcane (*Saccharum officinarum* L.). Ph.D Thesis, Tamil Nadu Agriculture University, Combator, India, 105 pp.

Farrag, S. H. and A. H. Nour. 1983. Studies on sugarcane mosaic virus. 1. Strains of Sugarcane mosaic virus in Egypt. International Society of Sugar Cane Technologists. 18: 836-843.

Fauquet, C. M. and J. Stanley. 2003. Geminivirus classification and nomenclature: progress and problems. Annals Applied Biology, 142: 165-189.

Fortass, M., F. Van der Wilk, J.F.J.M. van den Heuvel and R.W. Goldbachm. 1997. Molecular evidence for the occurrence of beet western yellows virus on chichpea in Morocco. European Journal of Plant Pathology, 103: 481-484.

Friedt, W., F. Ordon and R. Götz. 1990. Genetics of resistance to the "barley yellow mosaic virus complex" and present status of breeding. Pages 117-120. In: Proceedings of the 1st Symposium of International Working Group Plant Viruses with Fungal Vectors, Braunschweig, Germany, August 21-24.

Fujisawa, I. and T. Sugimoto. 1976. Transmission of beet necrotic yellow vein virus by *Polymyxa betae*. Annals of the Phytopayhological Society of Japan, 43: 583-586.

Fuller, C. 1901. Mealie variegation. In: 1st Report of the Government Entomologist, Natal, 1899-1900.

Glasa, M., Z. Subr, F. Ciampor and O. Kudela. 2000. Some properties of a beet mosaic virus isolate from western Slovakia. Biologia, Bratislava, 55: 85-89.

Gold, A.H. and J.E. Duffus. 1967. Infectivity neutralization – a serological method as applied to persistent viruses of beets. Virology, 31: 308-313.

Grüntzig, M. and E. Fuchs. 1979. Comparison of isolates of beet mosaic virus. Archiv für Phytopathologie und Pflanzenschutz, 15: 225-232.

Gugerli, P. 1977. Investigations on a serological test for tobacco rattle virus in potato. Phytopathologische Zeitschrift, 89: 317-329

Gupta, V.P., I.D. Garg and Q.A. Naqvi. 1994. Immunosorbent electron microscopic studies on a tobamovirus causing brinjal necrotic mosaic. Acta Virologica, 38: 43-45.

Harrison, B.D. 1973. Tobacco rattle virus. CMI/AAB Descriptions of Plant Viruses. No. 12.

Harveson, R.M., C.M. Rush and T.A. Wheeler. 1996. The spread of beet necrotic yellow vein virus from point of source inoculations as influenced by irrigation and tillage. Phytopathology, 86: 1242-1247.

Hayes, R.J., H. MacDonald, R.H.A. Coutts and K.W. Buck. 1988. Priming of complementary DNA synthesis in vitro by small DNA molecules tightly bound to virion DNA of wheat dwarf virus. Journal of General Virology, 69: 1345-1350.

Heathcote, G.D. 1978. Review of losses caused by virus yellows in English sugar beet crops and the cost of partial control with insecticides. Plant Pathology, 27: 12-17.

Heidel, G.B., C.M. Rush, T.L. Kendall, S.A. Lommel and R.C. French. 1997. Characterization of beet soilborne mosaic virus, a furo-like virus infecting sugar beet. Plant Disease, 81: 1070-1076.

Heijbroek, W. 1989. The development of rhizomania in two areas of the Netherlands and its effect on sugar beet growth and quality. Netherlands Journal Plant Pathology, 95: 27-35.

Henry, C.M. and L.M. Hutchinson. 1989. Beet soil-borne virus and other beet viruses. Aspects of Applied Biology, 22: 109-116.

Henry, C.M., R.A.C. Jones and R.H.A. Coutts. 1986. Occurence of a soil-borne virus of sugar beet in England. Plant Pathology, 35: 585-591.

Higgy, A.H. 1966. Studies on streak and mosaic disease of sugarcane. M.Sc. Thesis, Faculty of Agriculture, Assiut University, Egypt. 103 pp.

Hill, S.A. 1989. Sugarbeet rhizomania in England. Bulletin OEPP/EPPO Bulletin, 19: 501-508.

Hill, S.A., A. Lane and N.V. Hardwick. 1989. The incidence and importance of beet western yellows virus in oilseed rape. Aspects of Applied Biology, 23: 311-318.

Hillman, U. 1984. Neue Erkenntnise uber die Rizomania an Zuckerruben mit besonderer Berucksichtigung Bayerischer Angaugebiete. Diss. Univ. Giessen; 56-60.

Hollings, M. and A.A. Brunt. 1981. Potyviruses. Pages 731-807. In: Handbook of Plant Virus Infections and Comparative Diagnosis. E. Kurstak (ed.). Amsterdam, North Holland: Elsevier.

Horvath, J. 1978. New artificial hosts and non-hosts of plant viruses and their role in the identification and separation of viruses III. Tobravirus group: tobacco rattle virus. Acta Phytopathologica Academiae Scientiarum Hungaricae, 13: 51-55.

Horvath, J. 1996. Ornamental Physalis species as perennial virus hosts. Acta Horticulturae, 432: 204-210

Hull, R. 1950. Assessment of losses in sugar beet due viruses yellows in Great Britain Bulletin of the Ministry of Agriculture and Fisheriesng, London 142, 52 pp.

Ivanoviç, M. and I. Macfarlane. 1982. A tubular virus associated with infection of sugar beet by *Polymyxa betae*. Annals report of Rothamsted Experimental Station for 1981, 190-191.

Jiang, J. X., Z.X. Chen and X.P. Zhou. 2003. Production of a Monoclonal Antibody to *Sugarcane mosaic virus* and its Application for Virus Detection in China Journal of Phytopathology, 151: 361–364.

Jones, T.D., K.W. Buck and R.T. Plumb. 1991. The detection of beet western yellows virus and beet mild yellowing virus in crop plants using the polymerase chain reaction. Journal of Virological Methods, 35: 287-296.

Joshi, R.D. and J. Prakash. 1978. Screening latex from some plants for there suitability as sugarcane mosaic virus inhibitor. Sugarcane Pathology. Newsletter l., 9A: 6-8.

Kassanis, N.A., J.M. Carpenter, R.F. White and R.D. Woods. 1977. Purification and some properties of beet yellowsvirus. Virology, 77: 95-100.

Kassim, N.A., M.K. Al-Mallah and N.A. Ramadan. 1993. Susceptility of some varieties of sugar beet to Beet Mosaic Virus, Arab Univ. Journal Agriculture, Ain Shams University, Gairo, 1: 89-95.

Kennedy, J.S., M.F. Day and V.F. Eastop. 1962. A conspectus of aphids as vectors of plant viruses, London, Commonwealth Institute of Entomology, 53 pp.

Koenig, R., D.-E. Lesemann and W. Burgermeister. 1984. Beet necrotic yellow vein virus: Purification, preparation of antisera and detection by means of ELISA, Immunosorbent Electronmicroscopy and Electro–Blot immunoassay. Phytopathology Zeitschrift, 111: 244 – 250.

Koenig, R., W. Burgermeister, H. Weich, W. Sebald and C. Kothe. 1986. Uniform RNA patterns of beet necrotic yellow vein virus in sugar beet roots, but not in leaves from several plant species. Journal of General Virology, 67: 2043-2046.

Koot, P.A.C. and L.P.G. Molendijk. 1997. Granulates in light marine loamy soils are not effective against Trichodorus. Damage is only slightly diminished. PAV Bulletin Vollegrondsgroenteteelt, No. Februari: 20-23.

Kyriakou, A., R.C. Close and J.W. Ashby. 1983. A strain of beet western yellows virus in Canterbury, New Zealand. New Zealand Journal of Agricultural Research, 26: 271-277.

Lecoq, H. 1977. Caractérisation d'une nouvelle maladie de la laitue en France due à un virus du groupe du Beet western yellows virus. Annals of Phytopathology, 9: 98.

Lemaire, O., E. Herrbach, M. Stevens, Y. Bouchery and H.G. Smith. 1995. Detection of sugar beet-infecting beet mild yellowing luteovirus isolates with a specific RNA probe. Phytopathology, 85: 1513-1518.

Lesemann, D.E. and R. Koenig. 1988. Bodenbürtige Viren von Zuckerrüben mit ähnlicher Partikellänge wie das Rizomaniavirus, aber fehlender serologischer Verwandtschaft. Mitt. BBA 245, 469

Lesemann, D-E, R. Koeing, K. Lindesten and C. Henry. 1989. Serotypes of beet soil-borne furovirus from FRG and Sweden. Bulletin EPPO/EPPO Bulletin, 19: 539-540.

Li, Y., A. Kaufmann, R. Koenig, E. Breyel, E. Maiss, P. Lueddecke, U. Commandeur and D.E. Lesemann. 1990. Beet Soil-Borne Virus: Electrophoretic patterns of ssRNAs and ds RNAs and Preparation of cDNA clones. Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft, BBA, Germany Proceeding of the First Symposium of the International Working Group on Plant Viruses with Fungal Vectors, Germany August 21-24. (156 p)

Lindsten, K. 1989. Investigations concerning soil-borne viruses in sugarbeet in Sweden. Bulletin OEPP/EPPO Bulletin, 19: 531-537.

Mahmoud, S.Y.M. and M. Hashem. 2005. Occurrence and spread of sugar beet Rhizomania caused by Beet Necrotic Yellow Vein Benyvirus in some governorates of Egypt. International Journal of Virology, 1: 223-238.

Moseley, J. and R. Hull. 1991. Comparison of eight isolates of beet yellows virus by filter hybridization and enzyme–linked immunosorbent assay. Annals of Applied Biology, 118: 605-613.

Mouhanna, A.M. 2001. Rizomania: Untersuchungen zur Epidemiologie und zur Systemisch Aktivierten Resistenz (SAR) bei der Zuckerrübe. Diss. Fachverlag Koehler, Giessen. (236 S.) ISBN 3-934229-91-3.

Mouhanna, A.M. and E. Schlösser. 1998. Effect of BION® on the viruses and their vector in rizomania of sugar beets. Mededelingen Faculteit Landbouwkundige en Toegepaste Biologische Wetenschappen, University of Gent 63 (3b), 977-982

Mouhanna, A.M., A. Nasrallah, G. Langen and E. Schlösser. 2002. Surveys for Beet Necrotic Yellow Vein Virus (the cause of Rhizomania), other Viruses, and Soil-borne Fungi Infecting Sugar Beet in Syria. Journal of Phytopathology, 150: 657-662.

Mouhanna, A.M., K.M. Makkouk and I. Ismail. 1994. Survey of virus diseases on wild and cultivated legumes in the coastal region of Syria. Arab Journal Plant Protection, 12: 12-19.

Murphy, F.A., C.A. Fauquet, D.H.L. Bishop, S.A. Ghabrial, A.W. Jarvis, G.P. Martelli, M.A. Mayo and M.D. Summers. 1995. Virus taxonomy: classification and nomenclature of viruses. Sixth report of the International Committee on Taxonomy of Viruses. Virus taxonomy: classification and nomenclature of viruses. Sixth report of the International Committee on Taxonomy of Viruses., viii + 586 pp.; [Archives of Virology, Supplement 10]

Mutasa, S.E., D.M. Chwarszczynska and M.J.C. Asher. 1996. Single-tube, nested PCR for the diagnosis of *Polymyxa betae* infection in sugar beet roots and colorimetric analysis of amplified products. Phytopathology, 86: 493-497.

Mutasa, S.E., D.M. Chwarszczynska, M.J. Adams, E. Ward and M.J.C. Asher. 1995. Development of PCR for the detection of Polymyxa betae in sugar beet and its application in field studies. Physiological and Molecular Plant Pathology, 47: 303-313.

Mutasa, S.E., E. Ward, M.J. Adams, C.R. Collier, D.M. Chwarszczynska and M.J.C. Asher. 1993. A sensitive DNA probe for the detection of Polymyxa betae in sugar beet roots. Physiological and Molecular Plant Pathology 43: 379-390.

Nitzany, F.E. 1975. Cucumber mosaic virus. Phatopathologia Mediterranea, 14: 16-20.

Omar, R.A., S.A. Sidaros, S.A. El-Kewey, Hayam S. Abd El-Kader, A.A. Deif and J.M. Abass. 2005. Biological and Serological Studies on Beet Mosaic Potyvirus (BtMV) in Egypt. International Journal of Virology, 1: 17.

Payne, P.A. and M.J.C. Asher. 1990. The incidence of *Polymyxa betae* and other fungal root parasites of sugar beet in Britain. Plant Pathology, 39: 443-451.

Pinner, M.S., P G. Markham, R.H. Markham and E. L. Dekker. 1988. Characterisation of maize streak virus: description of strains, symptoms. Plant Pathology, 47: 74-87.

Ploeg, A.T. and W. Decraemer. 1997. The occurrence and distribution of trichodorid nematodes and their associated tobraviruses in Europe and the former Soviet Union. Nematologica, 43: 228-251.

Ploeg, A.T., D.J. Robinson and D.J.F. Brown. 1993. RNA-2 of tobacco rattle virus encodes the determinants of transmissibility by trichodorid vector nematodes. Journal of General Virology, 74: 1463-1466.

Ploeg, A.T., F.C. Zoon, J.de. Bree and C.J. Asjes. 1996. Analysis of the occurrence and distribution of tobacco rattle virus in field soil and disease in a subsequent tulip crop. Annals of Applied Biology, 129: 461-469.

Porth, A., D.E. Lesemann and H.J. Vetten. 1987. Characterization of potyvirus isolates from West African yams (*Dioscorea* spp.). Journal of Phytopathology, 120: 166-183.

Prillwitz, H. 1993. Untersuchungen zur Rizomania an Zuckerrüben, mit besonderer Berücksichtigung des beet soil-borne virus (BSBV). Dissertation, Univ. Gießen. 167 pp.

Putra, L.K., H.J. Ogle, A.P. James and P.J.L. Whittle. 2003. Distribution of Sugarcane mosaic virus in sugarcane plants. Australasian Plant Pathology, 32: 305-307.

Putz, C., D. Merdinoglu, O. Lemaire, G. Stocky, P. Valentin and S. Wiedemann. 1990. Beet necrotic yellow vein virus, causal agent of sugar beet rhizomania. Review of Plant Pathology, 69: 247-254.

Putz, C., M. Pinck, C. Fritsch and L. Pinck. 1983. Identification of the 3́ - and 5́ - ends of beet necrotic yellow vein virus RNAs. FEBS Letters, 156: 41-46.

Putz, C., M. Wurtz, D. Merdinoglu, O. Lemaire and P. Valentin. 1988. Physical and biological properties of beet necrotic yellow vein virus isolates. Pages 83-97. In: Viruses with Fungal Vectors. J.I. Cooper and M.J.C. Asher (eds.). Developments in Applied Biology 2, Association of Applied Biologists, Wellesborne.

Rao, G.P., R.K. Gaur and M. Singh. 2003. Distribution and serological diagnosis of sugarcane mosaic potyvirus in India. Sugarcane International, 1: 6-11.

Read, M.A. and R.T. Hewson. 1988. Prevention of beet western yellows virus (BWYV) in winter oilseed rape by control of aphid vectors with deltamethrin. Brighton Crop Protection Conference. Pests and Diseases, 989-997.

Richards, K.S. and T. Tamada. 1992. Mapping functions on the multipartite genome of Beet necrotic yellow vein virus. Annals Review of Phytopathology, 30: 291-313.

Robbins, W.W. 1921. Mosaic disease of sugar beet. Phytopathology, II: 349-365.

Robinson, D.J. 1983. RNA species of tobacco rattle virus strains and their nucleotide sequence relationships. Journal of General Virology, 64: 657-665.

Rogov, V.V., A.F. Bobkova, A.V. Karasev, A.A. Agranovsky and N.I. Gorbunova. 1989. Diagnosis of sugar beet mosaic virus by immunosorbent assay. Doklady Vsesoyuznoi Ordena Lenina i Ordena Trudovogo Krasnogo Znameni Akademii Sel'skokhozyaistvennykh Nauk im. V.I. Lenina, 8: 7-10.

Rogov, V.V., A.V. Karasev and A.A. Agranavsky. 1993. Purification and some properties of an isolate of beet yellows Virus from Ukraine. Phythopathology, 137: 79-88.

Rogov, V.V., A.V. Karasev, A.A. Agranovsky and N.I. Gorbunova. 1991. Characterization of an isolate of beet mosaic virus from South Kazakhstan. Plant Pathology, 40: 515-523.

Russell, G.E. 1965. The host range of English isolates of beet yellowing viruses. Annals of Applied Biology, 55: 245-252.

Russell, G.E. 1970. Serological and host range evidence for the occurrence of beet western yellows virus in Europe CMI/AAB Descriptions of Plant Viruses

Russell, G.E. 1971. Beet mosaic virus. CMI/AAB Descriptions of Plant Viruses. No. 53.

Rysanek, P., G. Stocky, A. Haeberlé and C. Putz. 1992. Immunogold labeling of beet necrotic yellow vein virus particles inside its fungal vector, *P. betae* K. Agronomie, 12: 651-659.

Saito, M., T. Kiguchi and T. Tamada. 1997. Nonradioactive, digoxigenin-labelled DNA probes for the detection of five RNA species present in beet necrotic yellow vein virus. Bulletin of the Research Institute for Bioresources, Okayama University, 5: 79-96.

Schlösser, E. 1971. The Beet yellow virus in Lebanon. PhytoPathology Mediterranea, 10: 213-214.

Schmelzer, K. 1956. Beitraege zur Kenntnis der Uebertragbarkeit von Viren durch Cuscuta-Arten. Phytopathologische Zeitschrift 28: 1-56.

Schmelzer, K. 1957. Untersuchungen ueber den Wirtspflanzen des Tabakmauche-virus. Phytopathologische Zeitschrift 30: 281-314.

Schröder, M. 1994. Investigations on the susceptibility of oilseed rape (*Brassica napus* L., ssp. napus) to different virus diseases. Journal of Plant Diseses and Protection, 101: 576-589.

Seinhorst, J.W. 1963. A redescription of the male of *Trichodorus primitivus* (De Man), and the description of a new species *T. similis*. Nematologica, 9: 125–130

Shamloul A.M., N.A. Abdallah, M.A. Madkour and A. Hadidi. 2001. Sensitive detection of the Egyptian species of sugarcane streak virus by PCR-probe capture hybridization (PCR-ELISA) and its complete nucleotide sequence. Journal of Virological Methods, 92: 45–54.

Shepherd, R.J. and B.B. Till. 1965. Effect of strains of the beet mosaic virus on the yield of sugarbeets. Plant Disease Reporter, 49: 961-963.

Shepherd, R.J. and F.J. Hills 1970. Dispersal of beet yellows and beet mosaic viruses in the inland valleys of California. Phytopathology, 60: 798-804.

Smith, H.G. and J.A. Hinckes. 1985. Studies on beet western yellows virus in oilseed rape (Brassica napus ssp. oleifera) and sugar beet. Annals of Applied Biology, 107: 473-484.

Smith, H.G. and P.B. Hallsworth. 1990. The effects of yellowing viruses on yield on sugar beet in field trials, 1985-1987. Annals of Applied Biology, 116: 503-511.

Smith, I.M., D.G. McNamara, P.R. Scott and M. Holderness. 1996. Quarantine Pests for Europe. 2nd edition, vii-1425 pp. Wallingford, UK: CAB International in association with EPPO.

Smith, K.M. 1937. A Textbook of Plant Virus Diseases. London, UK: J & A Churchill, Ltd. Pages 37-38.

Soliman, M.S.M. 2003. Effect of interaction between viral infection and fungal root rot diseases on sugar beet plants. M.Sc. thesis, Faculty of Agriculture, Cairo University 153 pp.

Stevens, M., H.G. Smith and P.B. Hallsworth. 1994. The host range of beet yellowing viruses among common arable weed species. Plant Pathology, 43: 579-588.

Storey, H.H. 1924. The transmission of a new plant virus disease by insects. Nature, 144: 245.

Storey, H.H. 1925. The transmission of streak virus of maize by the leafhopper Balclutha mbila Naude. Annals of Applied Biology 12: 422–439

Sylvester, E.S. 1952. Comparative transmission of beet-mosaic virus by four aphid species. Phytopathology, 42: 252- 254.

Sylvester, E.S. 1980. Circulative and Propagative virus transmission by aphids. Annals Revue of Entomology, 25: 257-286.

Tamada, T. and T. Baba. 1973. Beet necrotic yellow vein virus from rhizomania affected sugar beet in Japan. Annals Phytopathology Society Japan, 39: 325-332.

Tamada, T., H. Abe and T. Baba. 1971. A virus isolated from sugar beet showing rhizomania like symptoms and its transmission in Soil. Bulletin Sugar Beet Research, 13: 179-186.

Tamada, T., Y. Shirako, H. Abe, M. Saito, T. Kiguchi and T. Harada. 1989. Production and pathogenicity of isolates of beet necrotic yellow vein virus with different numbers of RNA components. Journal of General Virology, 70: 3399-3409.

Tanne, E., Y. Antignus. 1983. Beet wetern yellows virus. Phtoparasitica, 11: 235.

Taylor, C.E. and W.M. Robertson. 1970. Location of Tobacco Rattle Virus in the Nematode Vector, *Trichodorus pachydermus* Seinhorst. Journal of General Virology 6: 179-182.

Thomas, J.E., A.D.W. Geering, C.F. Gambley, A.F. Kessling and M. White. 1997. Purification, Properties, and Diagnosis of Banana Bract Mosaic Potyvirus and Its Distinction from Abaca Mosaic Potyvirus. Phytopathology, 87: 698-705.

Thomas, P.E., D.W. Evans, L. Fox and K.D. Biever. 1990. Resistance to beet western yellows virus among forage brassicas. Plant Disease, 74: 327-330.

Thomsen, A. 1986. Soil-borne viruses in flower bulbs. Vaxtskyddsnotiser, 50: 126-129.

Tosic, M., D. Sutic and M. Milovanovic. 1985. Investigations of sugar beet rhizomania in Yugoslavia. Pages 432-445. In: Proceedings of the 48th winter congress of the Internatonial Institute for sugar beet Research, Brussels.

van Regenmortel, M.H.V., C.M. Fauquet, D.H.L. Bishop, E.B. Carstens, M.K. Estes, S.M. Lemon, J. Maniloff, M.A. Mayo, D.J. McGeoch, C.R. Pringle and R.B. Wickner. 2000. Virus Taxonomy: The Classification and Nomenclature of Viruses. The Seventh Report of the ICTV. Academic Press. San Diego, 1167 pp.

Verhoyen, M., M. van den Bossche and L. Van Steyvoort. 1987. Identification de nouveaux virus de la betterave en Belgique. Revue de l'Agriculture, 40: 1463-1468.

Walsh, J.A., R.M. Perrin, A. Miller and D.S. Laycock. 1989. Studies on beet western yellows virus in winter oilseed rape (*Brassica napus* ssp. *oleifera*) and the effect of insecticidal treatment on its spread. Crop Protection, 8: 137-143.

Watson, M.A. 1946. The transmission of beet mosaic and beet yellows viruses by aphids; a comparative study of a non-persistent and a persistent virus having host plants and vectors in common. Proceedings of the Royal Society of London, Series B, Biological Sciences, 133(871): 200-219.

Watson, M.A. 1963. Turnip mild yellows virus. Report of Rothamsted Experimental Station for 1962.

Whitney, E.D. and J.E. Duffus. 1995. Compendium of Beet Diseases and Insects. APS, Minnesota, USA. 76 pp.

Wisler, G.C., R.T. Lewellen, J.L. Sears, H.Y. Liu and J.E. Duffus. 1999. Specificity of TAS-ELISA for beet necrotic yellow vein virus and its application for determining rhizomania resistance in field-grown sugar beets. Plant Disease, 83: 864-870.

Zhang, Z.K., Y.G. Li, Q. Fang, W.Q. Mei and Y.H. Li. 1992. Using technique of electron microscopy detecting the pathogens of Yunnan tobacco virus diseases. Journal of South China Agricultural University, SUPPL: 27-29.

Ziegler-Graff, V., P.J. Guilford and D.C. Baulcombe. 1991. Tobacco rattle virus RNA-1 29K gene product potentiates viral movement and also affects symptom induction in tobacco. Virology (New York), 182: 145-155.