

ŞEKER PANCARI (*Beta vulgaris* var. *saccharifera*)'NDA RHİZOMANİA HASTALIĞI

Nazlı Dide KUTLUK YILMAZ
Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, TOKAT

Semih ERKAN
Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, İZMİR

Geliş Tarihi: 14.01.2003

ÖZET: *Benyvirus* cinsi içerisinde yer alan *Beet necrotic yellow vein virus* (BNYVV), düzgün çubuk şeklinde partikül yapısında olup, toprak kökenli obligat parazit fungus *Polymyxa betae* Keskin tarafından taşınmaktadır. Bu virüs 1950'li yıllarda ilk kez İtalya'da belirlenmesini takiben dünyada şeker pancarı yetiştirilen alanlara kısa sürede yayılmıştır. Virüsün fungusun kalın duvarlı kışlama sporlarında 15 yıldan uzun bir süre canlı kalması, dayanıklı çeşitlerin kullanımı dışındaki mücadele yöntemlerini etkisiz kılmaktadır. Hastalık, şeker pancarında verimin büyük ölçüde düşmesine ve bu bitkinin tarımının ekonomik olmaktan çıkarak terkedilmesine neden olmaktadır.
Anahtar Kelimeler: Şeker pancarı, rhizomania, BNYVV, *Polymyxa betae*

RHIZOMANIA DISEASE OF SUGAR BEET (*Beta vulgaris* var. *saccharifera*)

ABSTRACT: *Beet necrotic yellow vein virus* (BNYVV) is a type species of *Benyvirus* genus. It has rod-shaped particles and transmitted by the soil borne obligate parasite fungus *Polymyxa betae* Keskin. The virus is first discovered in Italy in the 1950's, rhizomania has since been observed in sugar beet production areas almost throughout the world. The BNYVV can survive at least 15 years inside the soil borne fungus where viruses placed in thick-walled resting spores. Therefore, the only control method used is to grow tolerant sugar beet cultivars. The virus causes a significant crop yield reductions. For this reason, farmers could be left sugar beet cultivation.
Key Words: Sugar beet, rhizomania, BNYVV, *Polymyxa betae*

1. GİRİŞ

Şeker pancarı (*Beta vulgaris* var. *saccharifera*) üretiminde ekonomik düzeyde ürün kaybına neden olabilen en önemli virüslerden biri *Şeker pancarı nekrotik sarı damar virüsü* (BNYVV) olup, köklerde aşırı kılcal kök oluşumundan dolayı hastalığa kök azmanlığı anlamına gelen 'rhizomania' adı verilmiştir (Putz ve ark., 1990). Canova 1965 yılında ilk kez fungus ve virüs arasındaki ilgiyi hastalığa bağlamış, virüs A olarak belirlenen bu yeni virüsü hastalıklı şeker pancarlarından izole etmeyi başarmıştır (Canova, 1966). Daha sonra rhizomania belirtisi gösteren şeker pancarı yapraklarından çubuk şekilli virüs partikülleri izole edilmiş ve bunun mevcut bitkisel virüslerden farklı bir virüs olduğu belirlenerek ve '*Beet necrotic yellow vein virus*' (şeker pancarı nekrotik sarı damar virüsü) olarak adlandırılmıştır (Tamada ve Baba, 1973; Tamada, 1975). Bugün hastalık dünyada daha çok ılıman iklimin hüküm sürdüğü ülkelerde yaygın olarak görülmektedir.

2. COĞRAFİK DAĞILIMI

Hastalık ilk defa 1954 yılında İtalya'nın Po ovası ve Adige vadisinde Canova tarafından gözlenmiştir (Canova, 1959). Rhizomania'nın ilk belirlenmesini takiben dünyada hastalığın tespit

edildiği diğer ülkeler sırasıyla Çizelge 1'de görülmektedir. Çizelge 1 incelendiğinde, 1971 ile 1983 yılları arasında virüsün saptandığı Kuzey Avrupa ve Doğu Avrupa'nın orta ve güney kısmında yer alan ülkelerin sayısında bir artış olduğu dikkat çekmektedir. 1987 yılında ise BNYVV'nin, İngiltere ve Türkiye'de bulunduğu belirlenmiştir.

Çizelge 1. Rhizomania (BNYVV)'nin Ülke ve Yıl Bazında Belirlenme Dizini (Tamada, 1999)

Yıl	Ülke
1954	İtalya
1965	Japonya
1971	Yugoslavya
1972	Yunanistan
1973	Fransa
1974	Almanya
1978	Çekoslovakya, Çin
1979	Avusturya, Romanya, Eski USSR
1982	Macaristan
1983	USA, İsviçre, Bulgaristan, Hollanda
1984	Belçika, Polonya
1987	İngiltere, Türkiye
1988	İspanya
1989	Danimarka

Ülkemizde hastalığın varlığı ilk kez Dr. Koch tarafından Amasya Şeker Fabrikası'nın Erbaa ve Taşova bölgeleri ile Alpullu Şeker Fabrikası'nın Keşan ve Uzunköprü bölgelerinde tespit edilmiştir. Geniş kapsamlı Rhizomania tarama çalışmalarına ilk kez 1992 yılında Alpullu, Turhal, Adapazarı, Ilgın, Kastamonu, Susurluk ve Amasya Şeker Fabrika'larının ekim alanlarında başlatılmış olup; 1993 yılından itibaren Susurluk, Eskişehir, Ankara ve Çarşamba Şeker Fabrika'larının ekim alanlarında devam edilmiştir

(Özgör, 1995). Türkiye'nin rhizomania hastalığı ile bulaşık bölgeler ve bu bölgelere ait toplam ekim alanları Çizelge 2'de verilmiştir. Buna göre 1999 yılında Türkiye'de rhizomania ile enfekteli toplam alan 323.619 da olduğu görülmektedir.

Richard-Molard (1985), Avrupa'da rhizomania'nın toplam 14 ülkede en azından 50.000 ha'da yaygın olduğunu bildirmiştir. Hastalığın Almanya'da 2.400 ha (Koenig ve ark., 1984), İngiltere'de 1.440 ha (Henry, 1996)'ın üzerinde bir alanda bulunduğu rapor edilmiştir.

Çizelge 2. Türkiye Rhizomania Hastalığının Saptandığı Bölgeler ve Toplam Ekim Alanları (Özgör ve Kaya, 1998; Kutluk, 1999)

Fabrika	Bölge	Bölgeye Bağlı Köyler	Top. Ek.Al (da)
Adapazarı	Merkez	Göktepe yol ayrımı, Çaltıcak, İkizce, Acıemalılık, Osmaniye, Yazlık, Budaklar, Esence, Arifiye, Çökekler, Küçükesence, Akçakamış, Karakamış, Arslanlar, Beşdeğirmen	9.200
	İzmit	Uzunçiftlik, Uzunbey, Kirazoğlu, Ketenciler, Bayrakdar, Tevfikiye, İslamköy, Karaabdülbaki	
Ağrı	İğdir	Akyumak kantarı İğdir kantarı Karakoyun kantarı Yaycı kantarı	52.900
Alpullu	Merkez Keşan Pehlivan köyü Hayrabolu Edirne Kırklareli Uzunköprü Babaeski Lüleburgaz İpsala Muratlı Malkara Saray Çerkezköy Çatalca	Lahana, Engene Ovası, Sinanlı, Mandıra, Hedeyli Çamlıca, Mahmutköy, Bahçeköy, Kocadere Vadisi, Yaylagöne Akarca, Kocaorman, Katırkulu Çıkrıkçı, Alplu çıkışı, Çerkezmüsellim Kirişhane, Karaağaç-Ortayol, Döllük Hasköy, Musulca, Gerdelli, Merkez, Kavaklı, Taşağıl, Karahalil, İnece, Kaynarca Hamidiye, Türkobası, Merkez, Malkoç, Çöpköy, Küpdere, Dereköy, Balaban, Kadıgedren, Karapınar, Altınyazı Tilkipınar, Katranca, Çiğdemli, Kuleli, Taptkı, B. Karıştıran-K. Karıştıran arası, Ahmetbey, Turgutbey, Yancıklar, Sarıcaali-Ergene Ovası, Ceylanköy, Sofular, Kaynarca İbriktepe, Sultanköy, Tevfikiye İnanlı Kırıkali	77.500
Turhal	Turhal Niksar Merkez Pazar Zile Aydınca	Çengel-Kuruçay Vadisi, Yeşildere, Samurçay, Kızıoğlu, Tatlıcak, Şartoba, Ataköy, Kuşoturağı, Çaylı-Üzümören Yeşilhisar, Direkli, Buzköy, Günlüce, Korulu, Tamlar, Yeşilköy Bula, Kılıçlı, Çamağzı Dereköy (Yaka mevkii), Dereçaylı, Tapaçaylı, Bağlarbaşı, Büyükbağlar, Küçükbağlar Merkez (Sincardı mevkii), Emirören, İstasyon, Korucuk Uygur	34.570
Kastamonu	Taşköprü Fab. Merkez İlgaz Boyabat Tosya	Çaykirpi, Böcü, Kadı, Yazıhamit, Kırha, Ethem, Mahallesi, Aşağı Emerce, Yukarı Emerce, Aşağı Çayırıcık Eşen, Bük 1, Yukarı Batak, Aşağı Batak, Yukarı Ayvalı, Aşağı Ayvalı, Çavundur, Uzunkavak, Alatarla, Çoroğlu, Çetmi, Yeşilyurt, Kıran, Bük 2, Bükkarşı (sulu Daday Çayı kıyıları), Çaycevher, Abay, Hasköy-Emirli, Emirli, Halaçlı, Pehlivan, Kuşkara Merkez, Hacıhasan, Sarmaşık-Çiftlik (sulu Devrez kıyıları) İnköy, Ilıca, Bektaş, Tabaklı, Cuma, Kayalı Sofular, Akbük	31.849

Çizelge 2. (Devam) Türkiye *Rhizomania* Hastalığının Saptandığı Bölgeler ve Toplam Ekim Alanları (Özgör ve Kaya, 1998; Kutluk, 1999)

Eskişehir	Sivrihisar Beylikova Yunusemre Günyüzü	İlören, Biçer-Porsuk kıyıları, İlören-Demirci Ovası Yalınlı Çiftliği, Parsibey Belen, Adahisar Kayakent (Yılanlık, Topal, Elagöz, Gorlam), Gülpınar, Tüfekcioğlu, Çakmak, İma	19.800
Ankara	Polatlı Beypazarı Nallıhan Kalecik Ayaş	Sarıoba-Ankara Çayı kıyıları, Ömerler-Sazılar-Porsuk kıyıları, Sakarya kıyılarında Kıranharmanı-Çiftlik, Yassihöyük - Orman, Karacaahmet - Çağlayık, Başar – Beylikköprü Dümrek-Harmanaltı Sakarya kıyıları, Kirmir vadisi Şihlar Merkez kantarı Sinanlı, Uğurçayır, Balçıçek, Oltan	45.300
Ilgın	Çeltik	Merkez (Karayer-Akgöl suyu), Torunlar (Gökpinar Deresi mevki)	1.500
TÜRKŞEKER TOPLAM			272.619
Amasya	Erbaa, Taşova, Merzifon, Kayabaşı, Göyntücek, Merkez,	Suluova	50.000
Kayseri	Oymaağaç (Sarımsaklı Suyu Ovası)		1.000
TÜRKİYE TOPLAM			323.619

BNYVV, Japonya'da ilk kez 1965 yılında belirlenmiş ve Hokkaido'da şeker pancarı üretim alanlarında yayılmıştır. Çin'de 1978 yılında ilk tespitinden sonra Xinjiang Uygur ve Sarı Nehir boyunca tüm alanlarda gözlenmiştir. Amerika'da ise hastalık ilk kez 1983 yılında Kaliforniya ve 1987 yılında Teksas'da kayıt edilmiş olup 1992-1994 arasında Colorado, Idaho, Nebraska ve Wyoming'de belirlenmiştir (Tamada, 1999).

3. EKONOMİK ÖNEMİ

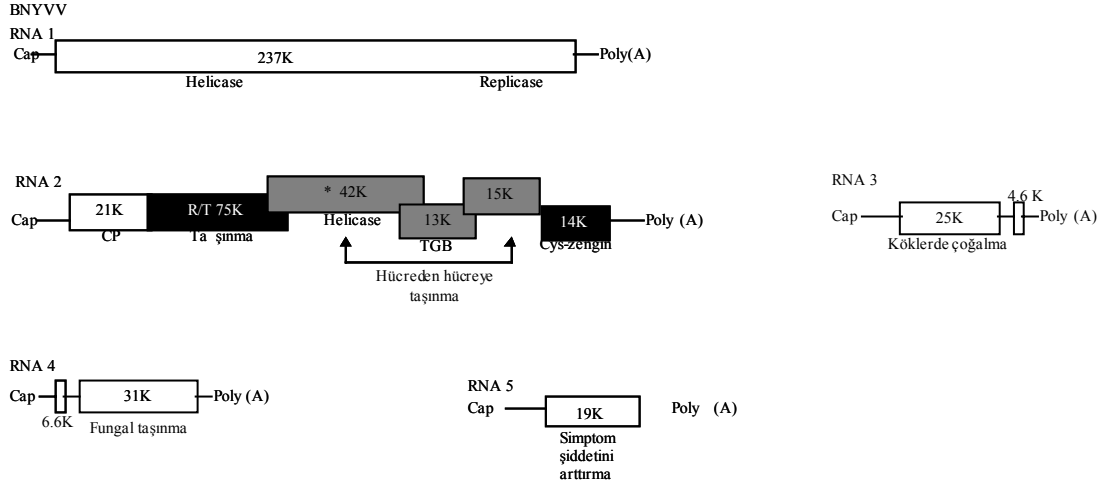
Rhizomania hastalığı şeker pancarı veriminin büyük ölçüde düşmesine ve bu bitkinin tarımının ekonomik olmaktan çıkarak terkedilmesine bile neden olabilmektedir. Winner (1984), hastalığın yaygın olduğu alanlarda şeker pancarında %30'dan fazla oranda verim kaybına neden olduğunu belirtirken, Whitney and Duffus (1995) ise bu zararın % 100'e kadar ulaşabileceğini bildirmişlerdir. Özgör (1995), hastalığın şiddetine bağlı olarak şeker pancarı veriminde % 30-90 oranında düşüş olmakla birlikte, ağır salgınlarda dekardan ancak 400-500 kg kadar kök verimi alınabileceğini vurgulamıştır. Putz ve ark. (1990) ise hektardan 8-10 ton ürün almak yerine ancak 2-3 ton ürün elde edileceğini belirtmiştir. BNYVV'nün kök ağırlığında, şeker içeriğinde ve genel olarak ürün miktarında belirli oranlarda azalmaya neden olduğu ortaya konmuştur (De Biaggi ve ark., 1986; Kajiyama ve ark., 1990; Burcky ve Buttner, 1991). Putz ve ark. (1990) ve Richard-Molard (1985) ile Asher ve Peck (1990)'de hastalığın %50 oranında şeker kaybına neden

olduğunu, Henry (1996) ise kök ağırlığının ve şeker içeriğinin sırasıyla %50 ve %8-48 oranında azaldığını saptamışlardır. Bazı araştırmacılar hastalıktan dolayı alpha-amino N ve K gibi bazı melas bileşiklerinin azaldığını ve Na'nın belirgin bir şekilde arttığını bulmuşlardır (De Biaggi ve ark., 1986; Rosso ve ark., 1988; Skribic, 1995). Hollosy (1991) ise şeker içeriğinin %5-15 ve alpha amino nitrojen oranının %20 oranında azalmasına karşın potasyumun %5.7 ve sodyumun ise %55 -152 arttığını belirlemişlerdir.

4. VİRÜSÜN YAPISI VE GENOM ORGANİZASYONU

BNYVV 1987 yılında virüslerin adlandırılması ve taksonomisi üzerinde çalışan uluslararası komite tarafından *Furovirus* cinsi içinde yer alırken; 2000 yılında yapılan yeni düzenlemeyle *Furovirus* cinsi; *Pomovirus*, *Pecluvirus*, *Furovirus* ve *Benyvirus* olmak üzere dört farklı cinse ayrılmış ve BNYVV *Benyvirus* cinsine dahil edilmiştir (Von Regenmortel ve ark., 2000). Virüs partikülleri içi boş, düz çubuk şeklinde ve 20 nm eninde olup 390, 270, 105, 90 ve 80 nm uzunluğundadır. Virionlar linear pozitif sense ssRNA içermekte olup membransızdır (Tamada, 1999).

BNYVV genomu genellikle değişen büyüklüklerde dört adet RNA içermektedir (RNA 1, RNA 2, RNA 3, RNA 4). RNA 1 ve RNA 2'ye viral replikasyon ve virüs taşınmasında ihtiyaç duyulurken, RNA 3 ve RNA 4 doğada virüsün yayılması ve hastalık gelişiminde gereklidir (Richards ve Tamada, 1992).



Şekil 1. Şeker pancarı nekrotik sarı damar virüsü'nün genom organizasyonu (Chen and Wilson, 1995).

Yapılan genetik çalışmalar, RNA-3'ün mekanik olarak enfekte edilen bitki yapraklarında simptom oluşumuna neden olduğunu ortaya koymuştur (Bouzoubaa ve ark., 1985; Richards ve Tamada, 1992). Aynı zamanda, RNA 3'ün doğal olarak meydana gelen enfeksiyonlarda kök belirtilerini oluşturduğu (Tamada ve ark., 1990) ve virüsün şeker pancarı kök dokularında yayılması ile çoğalmasında rol oynadığı saptanmıştır (Tamada ve ark., 1990; Jupin ve ark., 1991). Bununla birlikte, Japon, Fransız, Çin, Kazakistan ve İngiltere'ye ait bazı BNYVV izolatlarının RNA 3 ve RNA 4 ile birlikte RNA 5 içerdiği bildirilmektedir (Koenig ve ark., 1997; Koenig ve Lennefors, 2000; Harju ve ark., 2002). RNA 5'in ise şeker pancarı köklerinde görülen simptom şiddetini arttırdığı belirlenmiştir (Tamada ve ark., 1996) (Şekil 1).

5. IRKLARI

Rhizomania hastalığının etmeni olan BNYVV restriction fragment length polymorphism (RFLP), single-strand conformation polymorphism (SSCP) ve nükleotid dizisi analizi yöntemleri ile Avrupa'da üç ırk grubu içinde sınıflandırılmıştır (Kruse ve ark., 1994). A tipi güney ve kuzey batı Avrupa'da, B tipi ise Almanya ve Fransa'da belirlenmiştir. A ve B tipinden daha agresif görülen P tipi ise Fransa ve Kazakistan'da tespit edilmiştir (Koenig ve Lennefors, 2000). Ülkemizde yaygın olan ırk grubu A tipidir (Özgör, 1995).

6. KONUKÇULARI

BNYVV ıspanak (*Spinacia oleracea* L.), pazı (*Beta vulgaris* L. var. *cycla*), kırmızı pancar, *Chenopodiaceae*'nin birkaç türü, hayvan pancarı ve şeker pancarının tüm kültürlerini enfekte

edebilmektedir. Bu virüs *Tetragonia expansa* Murr. (*Aizoaceae*), *Gomphrena globosa* L. (*Amaranthaceae*) ve *Nicotiana clevelandii* Gray (*Solanaceae*) gibi 17 yabancı ot türüne mekanik olarak inokule edilebilmektedir (Tamada ve Baba, 1973; Kuszala ve Putz, 1977). Ayrıca şeker pancarı bitkilerinde BNYVV'nün mekanik inokulasyonu ile *P. betae* olmadan da aynı zarar ve belirtiler gözlenmiştir (Fujisawa ve Sugimoto, 1977; Lemaire ve ark., 1988). BNYVV'nün konukçu dağılımı oldukça dardır. Genellikle belirtiler damarlar boyunca yayılan nekrotik alanlar ya da sarı lekeler şeklinde olmaktadır. Virüs ıspanak ve *Beta macrocarpa* Guss'da genellikle sistemik bir şekilde yayılabilmektedir. Duyarlı türlerden *Chenopodium quinoa* iyi bir lokal lezyon konukçusu olarak bilinmektedir. Tamada (1975), *Chenopodium amaranticolor*'ın da iyi bir lokal lezyon konukçusu olduğunu bildirmektedir.

7. BELİRTİLERİ

BNYVV ile enfekteli bitkilerin yapraklarının renginin açılarak fıstık yeşili bir renk aldığı görülmektedir (Kaya, 1996). Tarla koşullarında rhizomania'nın yapraklara ait belirtilerinin anlaşılması oldukça güçtür ve kolaylıkla azot eksikliği belirtisi ile karıştırılmaktadır (Rush ve Heidel, 1995). Hastalık tarlanın içinde yer yer düzensiz olarak dağılmakta ve renk açılımı gösteren bitki adacıkları şeklinde göze çarpmaktadır. Bu görüntü, yalnızca aşırı azot uygulanan veya sulanmayan tarlalarda gözlenebilmektedir. Nemli koşullarda ise yapraklar yukarı doğru dik şekilde gelişmektedirler (Özgör, 1995). Şiddetli olarak enfeksiyona uğramış bitkilerdeki yapraklar, toprak nemi yeterli olsa bile gün boyu solmakta, fakat gece

turgorunu tekrar kazanmaktadırlar (Tamada, 1975; Rush ve Heidel, 1995). Hastalığa adını veren nekrotik sarı damar simptomsu doğal koşullarda ender olarak görülmektedir (Rush ve Heidel, 1995). Virüs köklerde yerleşmeyi tercih ettiğinden yaprağa az oranda taşınmaktadır (Putz ve ark., 1990). Bitkiler erken dönemde enfekte olduklarında karakteristik belirtiler gözlenmektedir. Ana kök ucu ölmekte ve lateral kökler aşırı derecede çoğalmaktadır. Yeni oluşan yan kökler de sonradan enfekte olmakta ve ölmektedirler. Mevsim boyunca sürekli yeni yan kökler oluştuğundan kök ucu bir sakal görünümü almaktadır (Rush ve Heidel, 1995). Toprak çok kuru olduğunda ya da yeterli sıcaklık oluşmadığında bitkilerde vektör tarafından oluşturulan BNYVV enfeksiyonu daha geç dönemde görülmektedir. Bu şekildeki enfeksiyonlar bitkiye daha az zarar vermektedir. Kökler tipik bir şekilde enfeksiyon noktasında daralmakta ve kök bir "kadeh" görüntüsünü almaktadır. Bu durumda ya hiç kök sakallanması görülmemekte ya da sadece kökün daralan kısmının en alt parçasında sakallanma oluşabilmektedir. Gerçi bu kısımda şeker içeriği azalsa dahi, toplam verim genellikle normale yakın olmaktadır. BNYVV ile enfekteli bitki yumruları eğik veya yukarıdan aşağıya dik olarak kesildiğinde iletim dokusu halkalarının portakal rengi ya da kırmızımsı kahverengi olduğu ve lifleşip odunsu bir yapıya dönüştüğü görülmektedir. Yumrudaki bu renk değişikliği *Fusarium oxysporium* f.sp. *betae* tarafından oluşturulan kök çürüklüğü belirtileri ile karıştırılabilmektedir. Bununla birlikte, rhizomania kökün merkezi kısmını etkilerken, *Fusarium* birçok iletim dokusunu etkileyerek renk bozulmasına ve bu alanlarda nekrotik bir durumun oluşmasına neden olabilmektedir. Ayrıca kök sakalları arasında kuyruk yüzeyinin iç kısmından dışarı doğru tümörçüklerin oluştuğu gözle çarpılmaktadır (Putz ve ark., 1990).

8. TAŞINMASI

Doğada BNYVV sadece vektörü olan *Polymyxa betae* adlı fungus aracılığıyla şeker pancarı bitkisine giriş yapmakta ve bitki köklerini enfekte etmektedir (Asher ve Thompson, 1987). Toprak kökenli obligat parazit olan vektör fungus *P. betae*, *Plasmodiophoromycetes* sınıfının bir üyesi olup ilk olarak Dr. Bahattin Keskin tarafından teşhis edilmiş ve *P. betae* olarak adlandırılmıştır (Keskin, 1964). Daha sonraki çalışmalarla fungusun BNYVV'ü de taşıyabildiği belirlenmiştir (İvanoviç, 1983). Payne and Asher (1990), *P. betae*'nin şeker pancarı yetiştirilen hemen her yerde bulunduğunu bildirmişlerdir. Yakın zamana kadar funguslar alemi içerisinde

Myxomycota bölümünde yer alan bu vektör fungus son taksonomik gruplandırma ile ayrı bir alem (Protozoa) içerisine yerleştirilmiştir (Kirk ve ark., 2001).

Tarla koşullarında sistosori olarak bulunan kistler zoosporları oluşturmaktadır. Zoosporlar kamçıları ile toprak suyunda hareket ederek konukçu bitkinin köklerine ulaşmakta ve kilcal köklerle temas ettiklerinde enkist (zoosporların kamçılarını kaybederek sist formuna dönüşmesi) halini almakta ve doku hücre içeriğini boşaltarak enfeksiyonu başlatmaktadırlar. Fungus hücre içinde gelişerek plasmodiumları oluşturarak ya içinde çok sayıda zoosporları barındıran zoosporangium şekline dönüşmekte veya toprak çözeltisinde çimlendiğinde, sadece bir adet zoospor oluşturan hareketsiz sporlardan oluşan sistosorileri meydana getirmektedirler (Ertunç, 1998). Eğer *P. betae* virüs taşıyorsa konukçu hücre BNYVV ile enfekte olmaktadır (Whitney ve Duffus, 1995).

Abe ve Tamada (1986) tarafından *P. betae* ve BNYVV ilişkisi detaylı olarak incelenmiş ve virüsün vektör fungus içinde uzun bir süre kaldığı fakat çoğalmadığı bildirilmiştir. Virüsün fungusun kalın duvarlı kışlama sporlarında (sistosori) toprakta en az 15 yıl canlı kaldığı ve fungusun virüsü bünyesine aldıktan sonra uzun süre taşıdığı saptanmıştır (Abe ve Tamada, 1986; Duffus, 1991; Rush ve Heidel, 1995). Virüs partiküllerinin genç sporangium ve plasmodiumun hücresel boşluklarında ve olgunlaşmamış zoosporların protoplazmalarında bulunduğu rapor edilmiştir (Rysanek ve ark., 1992). Bazı araştırmacılar, virüs partiküllerinin, zoosporların protoplazma ve vakuollerinde sürekli bulunduğunu, nadiren de sistosori içinde bulunduğunu belirlemişlerdir (Guinchedi ve Langenberg, 1982; Vuittenaz ve ark., 1984). Oluşan plasmodiumların %50'den fazlası virüs taşınmasına karşın, oluşan tüm zoosporların ve sistosorilerin bir kısmının virüs içermediği bildirilmiştir (Rysanek ve ark., 1992).

9. EPİDEMİYOLOJİSİ

BNYVV tohum ve polen ile taşınmamakla birlikte (Asher ve Thompson, 1987; Heijbroek, 1987), enfekteli alanlarda yetiştirilen tohumlara bulaşık toprakların kontaminasyonu yoluyla taşınabilmektedir. Enfekteli olan kurutulmuş köklerde ya da hava kurusu topraklarda virüs ve vektörün 15 yıldan daha fazla süre ile enfektivitesini koruduğu gözlenmiştir (Abe ve Tamada, 1986). BNYVV'ne özellikle doğal drenajı yetersiz kepir veya vertisoller gibi kil ağırlıklı topraklar ile taban suyunun yüksek olduğu topraklarda rastlanılmaktadır. Hastalığın yayılmasında etkili olan faktörlerden biri

topraktır. Enfekteli olan toprağın yayılmasında rüzgar, su, tarım alet ve makinalarının yanısıra patates, soğan, sarmısak gibi bitkilerin tarımı ve lahana, pırasa, domates, biber, marul ve kırmızı sofralık pancar gibi bitkilerin yetiştiriciliğinin yapılması etkili olmaktadır (Kaya, 1996). Hastalık yoğun olarak bulaşık olan çok az bir toprak parçası ile bile taşınabilmekte ve belli bir semptom oluşturmaksızın bitkilerde mevcut olabilmektedir (Asher ve Peck, 1990). Sulama suyunun yayılmada anahtar rolü oynadığı görülmektedir. Gerek virüs ve gerekse vektörü olan fungus, sulama kanallarının dibinde oluşan çamurda en az bir yıl etkilenmeden canlılıklarını muhafaza edebilmektedirler. Ayrıca, şeker fabrikalarındaki yan ürünler de risk oluşturmaktadır. Özellikle buralardan sağlanan kuyruk uçları ile beslenen sığırların gübreleri temiz arazileri bulaştırmaktadır (Asher ve Thompson, 1987). Yapılan denemelerde BNYVV ile hastalıklı bitkilerle beslenen koyunlardan elde edilen gübrelerde bu virüse rastlanmış ve hastalığın yayılmasında bu gübrelerin potansiyel tehlike olduğu saptanmıştır (Heijbroek, 1988).

Bulaşık alanlarda rhizomania enfeksiyonunu etkileyen ana faktörler; *P. betae*'nin inokulum seviyesi, toprak sıcaklığı, toprak nemi (Asher ve Blunt, 1987; Schlösser, 1988) ve pH'dır (Abe, 1987). Hastalıklı topraklarda düşük oranda seyreltme yapılsa dahi 6 haftalık bir inkübasyon periyodu *P. betae* enfeksiyonunu gözlemek için yeterli süreyi sağlamaktadır (Asher ve Blunt, 1987). Blunt ve ark. (1991), *P. betae* tarafından fide enfeksiyonunun oluşması için optimal toprak sıcaklığının 25°C olduğunu, 15°C'de enfeksiyonun azaldığını ve 10°C'de ise enfeksiyon oluşumunun görülmediğini belirtmişlerdir. Hastalık ile yüksek derecede bulaşık alanlarda, pH nötr'den alkaliye kadar değişirken, bulaşık olmayan alanlarda pH genellikle asit olarak bulunmuştur (Abe, 1987).

10. TANISI

Kök ve yaprak semptomlarından BNYVV'nün kesin olarak belirlenmesi zor olduğundan dolayı en kesin ve etkili yöntem ELISA testidir (Hecht, 1989). Bu amaçla genellikle şüpheli bitkilerin yan köklerinden ve kuyruk ucundan alınan özsu kullanılmaktadır. Virüsün yapraklara zor ve ender ulaşabilmesi nedeniyle, yaprak damarı özsuyunun serolojik testlerde kullanımı yaygın olmamaktadır (Özgür, 1995). BNYVV ve şeker pancarının diğer virüslerinin teşhisi için DAS-ELISA, dot-blot, nükleik asit hibridizasyon ve Reverse Transcriptase-Polymerase Chain Reaction (RT-PCR) teknikleri geliştirilmiştir (Rush ve ark. 1994; Wisler ve ark., 1994). DAS-ELISA çok

sayıda örneğin hızlı teşhisi için en iyi sonucu vermektedir. Dot-blot ve RT-PCR, ELISA'dan daha hassas ve daha spesifik olmakla birlikte, bu teknikler çok sayıda örneğin rutin olarak test edilmesi için uygun olmamaktadır (Rush ve Hiedel, 1995). Test edilen toprak infektivitesi için en yaygın tuzak bitki testi yöntemi olup, bu toprakta yetişen bitkilere serolojik testin uygulanması ile yapılmaktadır. Genellikle *P. betae* ve/veya BNYVV'nün varlığı veya yokluğu hakkında bilgi vermektedir (Tamada ve Baba, 1973; Kuszala ve Putz, 1977; Beemster ve De Heij, 1987).

11. KONTROLÜ

Hastalığın temiz sahalara girdikten sonra mücadelesi çok zor olmaktadır. Virüs *P. betae*'nin dinlenme sporlarında uzun süre yaşamakta ve çoğu *Chenopodiaceae* familyasına ait yabancı ot türleri; virüs ve vektörün alternatif konukçuları olduklarından üründe rotasyon uygulaması hastalığın kontrolü için etkili olmamaktadır (Barr, 1979; Hideo ve Tamada, 1986; Winner, 1984). Çünkü toprakta inokulum potansiyeli yavaş azaldığından rotasyon yetersiz kalmaktadır (Schlösser, 1988). Çok uzun süreli bir rotasyon uygulaması ise sadece bulaşıklık derecesindeki artışı azaltabilmektedir (Tuitert, 1994). Çeşitli tarımsal uygulamalar yoluyla rhizomania zararı kısmen azaltılabilmektedir. Şeker pancarının şaşırtılması (Abe, 1987) ve erken ekimi (Ahrens, 1986) gibi uygulamalar ile ilk enfeksiyon zamanı, bitkinin daha geç büyüme dönemine rastlamaktadır. Şaşırtma yöntemi Avrupa'da şeker pancarı yetiştiriciliğinde çok pahalıya mal olmasına karşın, Japonya'da uygulanmaktadır (Abe, 1987).

Toprak yapısı bozuk olan yerlerde alt kısımlardaki toprak sıkışıklığı veya yağmur ve sulama sularının göllenmesi, zirai mücadele ilaçlarının yanlış ve gereğinden fazla uygulanması gibi nedenlerle strese giren şeker pancarı bitkileri hastalığa karşı duyarlı olmakta ve enfeksiyona daha erken yakalanmaktadır. Bunları önlemek için sonbaharda toprağın derin işlenmesi ve dipkazan çekilmesi gerekmektedir. Sulamalarda mümkün olduğunca geç ve yeterince su verilmesi, tarla hazırlığında ise toprağın iyice tesviye edilerek suyun göllenmesinin önlenmesi hastalığın kontrolünde önem taşımaktadır (Kaya, 1996). Toprak fumigantları gibi bazı kimyasallar ürün kayıplarını azaltmada kısmen etkili olmakta fakat hastalığın kontrolü için gerek çevre yönünden ve gerekse ekonomik olarak olumlu bir seçenek olarak görülmemektedir (Hess ve Schlösser, 1984; Richart-Molard, 1985; Schaufele, 1987; Henry ve ark., 1992). Hastalığın biyolojik olarak kontrolünün üzerinde fazla

durulmamıştır. Nitekim, laboratuvar denemelerinde *Trichoderma harzianum*'un *P. betae*'nin dinlenme sporlarını bulaştırma yeteneğinde olduğu (D'Ambra ve Mutto, 1986) ve sera denemelerinde ise doğal olarak bulaşık olan topraklarda *P. betae* tarafından şeker pancarı köklerinde oluşturulan enfeksiyonun sınırlandığı görülmüştür (D'Ambra ve ark., 1987). Fakat, vektör inokulumunun azalmasını sağlayan önlemler fazla bir fayda sağlamamaktadır. Çünkü, kışlama sporları çok uzun süre canlı kalabildiği gibi, bunların ufak parçalarıyla bile virüs taşınabilmektedir (Tuitert, 1994). Günümüzde hastalığın en etkili, en ucuz ve pratik kontrolü dayanıklı çeşitlerin yetiştiriciliğinin yapılması yolu ile olmaktadır (Lewellen 1991 ve 1995). Virüs enfeksiyonlarına karşı dayanıklı çeşitler erken bir tepki oluşturmaya karşın, kortikal hücrelerin meristematik aktiviteleri, çoğalmaları ve saçak köklerdeki nekroz oluşumu hassas kültürvarlardaki gibi olmamaktadır (Pollini ve Giunchedi, 1989). Enfekteli doku hücreleri virüsün yayılımını engelleyecek bir bariyer tabakası oluşturmakta (Pollini ve Giunchedi, 1989) ve böylece viral partiküller sadece kortikal hücreler ve kılcal köklerde bulunmaktadır (Lapotishkina ve Vasileva, 1995). Virüse karşı tam dayanıklılık veya immunité *Beta vulgaris*'de saptanamamıştır (Cooper ve Jones, 1983). *B. vulgaris* genellikle *P. betae*'ya duyarlı olurken birçok yabancı *Beta* türlerinin değişik derecelerde fungusaya dayanıklılık gösterdiği bildirilmiştir (Asher ve Barr, 1990). Bazı *Beta maritima* toplulukları fungusaya kısmen dayanıklı olmasına rağmen, *Carollinae* ve *Patellares*'e ait üyelerinin tamamının dayanıklı olduğu belirlenmiştir (Fujisawa ve Sugimoto, 1979). Türkiye'de de şeker pancarı ekim alanlarında 1994 yılından itibaren toleranslı çeşit ekimine geçilmiş ve Gina, Gabriela, Rizor ve Roxane gibi çeşitlerin ekimine başlanmıştır (Kaya, 1996).

12. KAYNAKLAR

- Abe, H., Tamada, T., 1986. Association of Beet Necrotic Yellow Vein Virus with Isolates of *Polymyxa betae* Keskin. Annls. Phytopath. Soc. Jap., 52: 235-247.
- Abe, N., 1987. Studies of the Ecology and Control of *Polymyxa betae* Keskin as A Fungal Vector of the Causal Virus (Beet Necrotic Yellow Vein Virus) of Rhizomania Disease of Sugar Beet. Bull. Hokkaido Prefectural Agric. Exp. St., 60: 81.
- Ahrens, W., 1986. Efficacy of Breeding, Chemical and Cultural Measures against Rhizomania (BNYVV) in Sugar Beets. Mededelingen van de Faculteit Landbouwweten schappen Rijksuniversiteit Gent. 51: 835-844.
- Asher, M. J. C., Blunt, S. J., 1987. The Ecological Requirements of *Polymyxa betae*. Proc. 50th

- Winter Cong. Int. Inst. Sugar Beet Res., Brussels, p. 45-55.
- Asher, M. J. C., Thompson, K., 1987. Rhizomania in Europe. British Sugar Beet Review, 55, 24-28.
- Asher, M. J. C., Peck, B., 1990. Rhizomania. Recent Research and Its Implications. British Sugar Beet Review. 58: 3, 30-32.
- Asher, M. J. C., Barr, K. J., 1990. The host range of *Polymyxa betae* and resistance in *Beta* species. In: Proceedings of the First Symposium of the International Working Group on Plant Viruses With Fungal Vectors, Braunschweig. Stuttgart: Eugeh Ulmer and Co., 8-65.
- Barr, D. J. S., 1979. Morphology and Host Ranges of *Polymyxa graminis*, *Polymyxa betae* and *Ligniera pilorum* from Ontario and Some Other Areas. Can. J. Plant Pathol. 1: 85-94.
- Beemster, A. B. R., De Heij, A., 1987. A Method for Detecting *Polymyxa betae* and Beet Necrotic Yellow Vein Virus in Soil Using Sugar Beet as a Bait Plant. Neth. J. Pl. Path. 93, 91-93.
- Blunt, S. J., Asher, M. J. C., Gilligan, C. A., 1991. Infection of Sugar Beet by *Polymyxa betae* in relation to soil temperature. Plant Path. 40, 257-267.
- Bouzoubaa, S., Guilley, H., Jonard, G., Richards, K., Putz, C., 1985. Nucleotide Sequence Analysis of RNA-3 and RNA-4 of Beet Necrotic Yellow Vein Virus, Isolates F2 and G1. J. Gen. Virol. 66: 1553-1564.
- Burcky, K., Buttner, G., 1991. Content of Beet Necrotic Yellow Vein Virus (BNYVV) in the Tap Roots of sugarbeet Plants of Different Cultivars and Their Performance Under Rhizomania Infection in the Field. J. Phytopath., 131: 1-10.
- Canova, A., 1959. Appunti di Patologie Della Barbabietola. Informatore Fitopatologica 9: 390-396.
- Canova, A., 1966. Ricerche Virologiche Della Bietola. Annali Academia Nazionale de Agricoltura (Bologna), 72: 37-46.
- Chen, J., Wilson, T., 1995. Taxonomy of riji rod-shaped viruses transmitted by fungi. Agronomie 15, 421-426.
- Cooper, J. I., Jones, A. T., 1983. Responses of plants to Viruses: Proposals for the use of Terms. Phytopath. 73: 127-128.
- D'Ambra, V., Mutto, S., 1986. Parassitismo di *Trichoderma harzianum* su cistosori di *Polymyxa betae*. J. Phytopath. 115: 61-72.
- D'Ambra, V., Mutto, S., Causin, R., 1987. Attivita'di *Trichoderma harzianum* Contro *Polymyxa betae* in Prove di Serra. Rivista di Patologia Vegetale SIV, 23: 100-107.
- De Biaggi, M., Giunchedi, L., Polini, C. P., Dradi, D., Poggi Pollini, C., 1986. Impiego Della Taccina ELISA Per Determinare il Livello di Tolleranze al Virus Della Rhizomania in Genotipi di Bietole Allevate in Serra. Sementi Elette, 32: 11-13.
- Duffus, I.E., 1991. Rhizomania, in "Compendium of Beet Diseases and Insects". Edited by E.D. Whitney and C.E. Duffus, 29-30. Aps Press. 76pp.
- Ertunç, F., 1998. *Polymyxa betae* (Keskin)'nın Şeker Pancarı Kılcal Köklerindeki Biyolojik Dönemleri

- Üzerinde Araştırmalar. A. Ü. Ziraat Fak. No: 1495, 17s.
- Fujisawa, I., Sugimoto, T., 1977. Transmission of Beet Necrotic Yellow Vein Virus by *Polymyxa betae*. *Annls Phytopathol. Soc. Jap.*, 43, 583-586.
- Fujisawa, I., Sugimoto, T., 1979. Susceptibility of the Wilt Sugarbeet Species, *Beta patelleres*, *Beta coroliniae* and *Beta vulgaris* to beet necrotic Yellow vein Virus. *Proceedings of the Sugar Beet Research Association of Japon*, 21: 8-31.
- Guinchedi, L., Langenberg, W. G., 1982. Beet Necrotic Yellow Vein Virus by *Polymyxa betae* Keskin Zoospores. *Phytopath. Mediter.*, 21: 5-7.
- Harju, V. A., Mumford, R. A., Blockley, A., Boonham, N., Clovert, G. R. G., Weekes, R., Henry, C. M., 2002. Occurrence in the United Kingdom of Beet necrotic yellow vein virus isolates which contain RNA 5. *Plant Pathol.* 51: 811.
- Hecht, H., 1989. Rhizomania 'control' by Advances in Breeding of Tolerant Sugarbeet Cultivars and Their Performance Under Conditions of Zero, Weak and Strong Infection with Sugarbeet Necrotic Yellow Vein Virus. (Abs. R. P. P. 1990)
- Heijbroek, W., 1987. Dissemination of Rhizomania by Water, Soil and Manure. *Proc. 50th Winter Cong. Int. Inst. Sugar Beet Res. Brussels*, 11-12 February 1987, 11. BNYVV, IRB, Brussell, p. 35-43.
- Heijbroek, W., 1988. Dissemination of Rhizomania by Soil, Beet Seeds and Stable Manure. *Neth. J. Pl. Path.*, 94: 9-15.
- Henry, C. M., Bell, G. J., Hill, S. A., 1992. The Effect of Methyl Bromide Fumigation of Rhizomania Inoculum in the Field. *Pl. Path.* 41, 483-489.
- Henry, C., 1996. Rhizomania- Its Effect on Sugar Beet Yield in the UK. *British Sugar Beet Review*. Vol. 64, No: 2, 24-26.
- Hess, W., Schlosser, E., 1984. Rhizomania, VI: Befalls-Verlust-Relation und Bekämpfung mit Dichloropropen. *Meded. Fac. Landbouwwet. Rijksuniv. Gent*. 49: 473 – 480.
- Hideo, A., Tamada, U., 1986. Host Range of *Polymyxa betae* Keskin Strains in Rhizomania Infested Soils of Sugar Beet Fields in Japan. *Ann. Phytopathol. Soc. Japan*. 52: 394 – 403.
- Hollosy, I., 1991. The Effect of Rhizomania on Sugar Beet Inner Comhasition. *Cukoripar.* 44: 1, 14 ref., 5-10.
- Ivanoviç, M., 1983. Viruses of Sugarbeet Associated with *Polymyxa betae*. *Ann. Rep. Rothamsted Exp. St.* 1982, pp. 189-190.
- Jupin, I., Tamada, T., Richards, K., 1991. Pathogenesis of Beet necrotic yellow vein virus. *Semin. Virol.* 2: 121-129.
- Kajiyama, T., Yoshizawa, A., Yoshida, T., Yanagisawa, A., Yoshimura, Y., Ohtsuchi, K., Abe, H., Miura, T., 1990. Response of Sugarbeet Transmission by *Polymyxa betae*. *Virology* 162, 232-235.
- Lewellen, R. T., 1991. Registration of Rhizomania-Resistant Germplasm of *Beta vulgaris*. *Crop Science*, 31: 244– 245.
- Lewellen, R. T., 1995. Registration of Sugarbeet Germplasm Lines with multiple Disease Varieties to Rhizomania Disease of Sugarbeet. I. The Yield and Quality of Sugarbeet. *Proceedings of Japanese Society of Sugarbeet Technologist*, 32: 53-58.
- Kaya, R. 1996. Rhizomania Irkları ve Dünyadaki Yayılışı. A. Ü. Fen Bil. Enst. Btki Kor. Doktora Semineri, Ankara, 30s.
- Keskin, B., 1964. *Polmyxa betae* n.sp. ein parasit in den wurzeln von *Beta vulgaris* Tournefort, besonders während den jugendent wicklung den zuckerrübe. *Arch. Microbiol.*, 49: 348-374.
- Kirk, P. M., Cannon, P. F., David, J. C., 2001. *Ainsworth and Bisby's Dictionary of the Fungi*. 9th Edition CABI Bioscience, UK, 624p.
- Koenig, R., Lesemann, D.L.E., Bürcky, K., 1984. Beet Necrotic Yellow Vein Virüs: Purification, Preparation of Antisera and Detection by means of ELISA, Immunosorbent Electronmicroscopy and Electro-blot Immunoassay. *Phytopathologische Zeitschrift* 111, 244-250.
- Koenig, R., Lüdecke, P., Haerberle, A. M., 1997. Detection and characterization of a distinct type of Beet necrotic yellow vein virus RNA 5 in a sugar beet growing area in Europe. *Arc. Virol.* 142: 1499-1504.
- Koenig, R., Lennefors, B. L., 2000. Moleculer analyses of European A, B and P type sources of Beet necrotic yellow vein virus and detection of the rare P type in Kazakhstan. *Arc. Virol.* 145: 1561- 1570.
- Kruse, M., Koenig, R., Hoffmann, A., Kaufmann, A., Commandeur, U., Solovyev, A. G., Burgermeister, W., 1994. Restriction fragment lenght polymorphism analysis of reverse transcription-PCR products reveals the existence of two major strain groups of beet necrotic yellow vein virus. *J. Gen. Virol.*, 75: 1835-1842.
- Kuszala, M., Putz, C., 1977. La Rhizomanie de la Betterave Sucrie're en Alsace: Gamme d'hotes et Proprietes Biologiaques du "Beet Necrotic Yellow Vein Virus." *Ann. Phytopathologie*, 9: 435- 446.
- Kutluk, N. D., 1999. Kastamonu İlinde Şeker Pancarı Üretim Alanlarında Görülen Kök Sakallanması Hastalığının Yaygınlık Oranı, Etmen Tanısı, Bioekolojisi ve Çeşit Reaksiyonları Üzerinde Araştırmalar. *GOP Ziraat Fak. Bitki Kor. Böl. Doktora Tezi, Tokat*, 97s.
- Lapotishkina, A., Vasileva, I., 1995. Localization of Beet Necrotic Yellow Vein Virus in Sugar Beet Roots in Dependence on cultivar Susceptibility. *Rasteniev "dni-Nauki*, 32: 112 - 114.
- Lemaire, O., Merdinoğlu, D., Valentin, P., Putz, C., Ziegler-Graff, V., Guilley, H., Jonard, G., Richards, K., 1988. Effect of Beet Necrotic Yellow Vein Virus RNA Composition on Resistance: C 39, C39R, C39R-6, C-47, C-93 and C-94. *Crop Science*. 35: 2 (13), 597-598.
- Özgör, O. E., 1995. Türkiye Şeker Pancarı Hastalıkları. *Türkiye Şeker Fabrikaları A.Ş. Genel Müdürlüğü, Yayın No: 218*, 33-47.
- Özgör, O. E., Kaya, R., 1998. Önemli Şeker Pancarı Hastalıkları. *Türkiye Şeker Fabrikaları A. Ş. Şeker*

- Enstitüsü, Tarımsal Araştırma Bölümü, Fitopatoloji Şube Notları, Ankara, 30s.
- Payne, P. A., Asher, M. J. C., 1990. The incidence of *Polymyxa betae* and other fungal root parasites sugar beet in Britain. *Pl. Path.* 39: 443-451.
- Pollini, C. P., Giunchedi, L., 1989. Comparative histopathology of sugar beets that are susceptible and partially resistant to rhizomania. *Phytopatologia Mediterranea*, 28: 16-21.
- Putz, C., Merdinoğlu, O., Lemaire, O., Stocky, G., Valentin, P., Wiedemann, S., 1990. Beet Necrotic Yellow Vein Virus, Causal Agent of Sugar Beet Rhizomania. *R. P. P.*, 69 (5), 247-254.
- Richard-Molard, M., 1985. Beet Rhizomania Disease the Problem in Europe. Rep. 1984 British Crop Prot. Conf., Pests and Diseases, 837-845.
- Richards, K. E., Tamada, T., 1992. Mapping Functions on the Multipartite Genom of Beet Necrotic Yellow Vein Virus. *Ann. Rev. Phytopath.*, 30: 291-313.
- Rosso, F., Bimbatti, M., Meriggi, P., 1988. Effetti della rhizomania sulla evoluzione dei parametri tecnici della produzione. *Sementi Elette*, 34:41-49.
- Rush, C. M., French, R. C., Hiedel, G. B., 1994. Differentiation of Two Closely Related Furoviruses Using the Polymerase Chain Reaction. *Phytopath.* 84:1366-1369.
- Rush, C. M., Heidel, G. B., 1995. Furovirus Diseases of Sugar Beets in the United States. *Plant Dis.*, 79 (9): 868-875.
- Rysanek, P., Stocky, G., Haebek, A. M., Putz, C., 1992. Immunogold Labeling of Beet Necrotic Yellow Vein Virus Particle Inside its Fungal Vector, *Polymyxa betae* K. *Agronomie*, 12: 651 - 659.
- Schaufele, W. R., 1987. Rhizomania of Sugarbeet for Resistance Reduces the Problem. *Plant Path.*, 41: 4 (18), 129-136.
- Schlösser, E., 1988. Epidemiology and Management of *Polymyxa betae* and Beet Necrotic Yellow Vein Virus. In: Cooper, J. I., Asher, M. J. C., Develops in Applied Biology II. Viruses with Fungal Vectors, A. A. B., Wellesborne, 281-292.
- Skrabic, K., 1995. Influence of Additional Crop Space and Nitrogen on Yields and Quality of Sugarbeet Cultivars under Conditions of Rhizomania Infection. Review of Research Work at the Faculty of Agriculture, Belgrade, 40: 7-23.
- Tamada, T., Baba, T., 1973. Beet Necrotic Yellow Vein Virus from "Rhizomania" Affected Sugar Beet in Japan. *Annls. Phytopath. Soc. Japan*, 39: 325-352.
- Tamada, T., 1975. Beet Necrotic Yellow Vein Virus. CMI/ABB. Descriptions of Plant Viruses. No: 144.
- Tamada, T., Saito, M., Kiguchi, T., Kusume, T., 1990. Effect of Isolates of Beet Necrotic Yellow Vein Virus with Different of RNA Components on the Development of Rhizomania Symptoms. Pages 41-44 in: Proc. Symp. Int. Work. Group. Plant Viruses Fungal Vectors. 1st. Braunschweig, Germany.
- Tamada, T., Kusume, T., Uchino, H., Kiguchi, T., Saito, M., 1996. Evidence that Beet necrotic yellow vein virus RNA 5 is involved in symptom development of sugar beet roots. Proc. 3rd Symp. Int. Work. Group Plant Viruses Fungal Vectors, 49-52.
- Tamada, T., 1999. Benyviruses. In: Encyclopedia of Virology. Second Edition. R. G. Webster and A. Granoff, eds. Academic Press, London, pp. 154-160.
- Tuitert, G., 1994. Epidemiology of Rhizomania Disease of Sugarbeet. Instituut voor Rationele Suikerproductie. Nederland, p168.
- Von Regenmortel, M. H. V., Fauquet, C. M., Bishop, D. H. L., Carstens, E. B., Estes, M. K., Maniloff, J., Mayo, M. A., McGeoch, D. J., Pringle, C. R., Wickner, R. B., 2000. Virus Taxonomy. Classification and Nomenclature of Viruses, Seventh Report of the International Committee on Taxonomy of Viruses, Academic Press, p.904-922.
- Vuittenaz, A., Stocky, G., Allaham, A. W., 1984. Presentation of Photomicrographs Showing Association of Beet Necrotic Yellow Vein Virus (BNYVV) with Its Fungal Vector *Polymyxa betae* Keskin in Root Cells of Plant Inoculated from *Beta vulgaris* Tourn. Affected with 'Rhizomania'. Proc. 1st Int. Cong. On Rhizomania, INRA, Comlar, 53-69.
- Whitney, E. D., Duffus, I. E., 1995. Rhizomania (Beet Necrotic Yellow Vein Virus). Compendium of Beet Diseases and Insects. The American Phytopathological Society, St. Paul, Minnesota, 29-30.
- Winner, C., 1984. Viröse Wurzelbartigkeit (Rhizomania) der Beta-Rübe als Herausforderung Für Forschung und Resistenzzüchtung. *Zuckerindustrie* (Berlin) 109: 113-120.
- Wisler, G.C., Liu, H.Y., Duffus, J.E., 1994. Beet Necrotic Yellow Vein Virus and Its Relationship to Eight Sugar Beet Furo-Like Viruses from the United States. *Plant. Dis.* 78:995-1001.