



## Viroidler ve Türkiye’de Saptanan Viroid Hastalık Etmenleri

Mehmet Ali ŞEVİK\*

Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Samsun, TÜRKİYE

Geliş Tarihi/Received: 12.02.2015

Kabul Tarihi/Accepted: 02.03.2015

\*Sorumlu Yazar/Correspondence: malis@omu.edu.tr

**Özet:** Viroidler dairesel, tek sarmallı RNA molekül yapısında bitki patojenleridir. Hastalık etmeni viroidler, çekirdekte çoğalanlar *Pospiviroidae*, kloroplasta çoğalanlar ise *Avsunviroidae* olmak üzere iki familya içerisinde yer almaktadır. Viroidlerin konukçuları arasında sebze, süs bitkileri ve çok yıllık odunsu bitkiler yer almaktadır. Viroidler bulaşık tarım aletleri ile mekanik olarak kolayca taşınabilmektedir. Ayrıca, tohum, polen, böcekler ve vejetatif üretim materyalleri ile yayılabilmektedirler. Taksonomik olarak 2 familya içinde yer alan 30’den fazla viroid hastalık etmeni bulunmaktadır. Ülkemizde de kültür bitkilerinde hastalığa neden olan birçok hastalık etmeni viroid saptanmıştır. Bu derlemede viroidler ve ülkemizde bitkilerde hastalığa yol açan viroid etmenleri (*Potato spindle tuber viroid*, *Chrysanthemum stunt viroid*, *Citrus exocortis viroid*, *Hop stunt viroid*, *Citrus cachexia viroid*, *Citrus viroid III-IV*, *Grapevine yellow speckle viroid 1-2*, *Avocado sunblotch viroid*, *Peach latent mosaic viroid*) hakkında derlenen bilgiler yer almaktadır.

**Anahtar Kelimeler:** Viroid, *Avsunviroidae*, *Pospiviroidae*

## Viroids and Viroid Disease Agents Detected in Turkey

**Abstract:** Viroids are circular, single-stranded RNAs that infect plants. Viroids belong to two families, *Pospiviroidae* and *Avsunviroidae*, whose members replicate in the nucleus and chloroplast of plant cells, respectively. The host range of viroids includes vegetable crops, ornamentals, and woody perennials, depending upon the viroid species. Viroids are easily transmitted mechanically through contaminated pruning tools. They can also be spread vegetatively by grafting, tuber propagation, infected seed, pollen, and insects. There are over 30 known viroid species that are taxonomically divided into two families. Viroids are also responsible for several cultivated plant diseases in Turkey. Viroids and viroid disease agents causing plant disease (*Potato spindle tuber viroid*, *Chrysanthemum stunt viroid*, *Citrus exocortis viroid*, *Hop stunt viroid*, *Citrus cachexia viroid*, *Citrus viroid III-IV*, *Grapevine yellow speckle viroid 1-2*, *Avocado sunblotch viroid*, *Peach latent mosaic viroid*) in Turkey were discussed in this review.

**Keywords:** Viroid, *Avsunviroidae*, *Pospiviroidae*

### 1. Giriş

Viroidler çok sayıda tarımsal üründe önemli düzeyde ürün kayıplarına neden olabilen küçük, dairesel, tek zincir şeklinde ribonükleik asit (RNA) molekül yapısındaki etmenlerdir (Daros ve ark., 2006). Viroidler yirminci yüzyılın ortalarına kadar bitki virüsleri olarak düşünülmüş, 1962 yılında patateslerde yapılan bir çalışmada patates iğ yumru hastalığına bir virüsün değil, farklı bir hastalık grubu olan viroidlerin neden olduğu saptanmıştır

(Diener ve Raymer, 1967). Bu araştırmacılar, patates hücrelerinde serbest olarak bulunan, düşük moleküler ağırlığa sahip RNA’ları izole etmişler ve protein kılıfına sahip olmayan bu yeni patojen grubuna “viroid” ismini vermişlerdir (Daros ve ark., 2006). Bazı viroidler mekaniksel olarak, tohumla, polenle, böcek vektörlerle taşınmakla birlikte en yaygın taşınma şekli vejetatif çoğaltım materyalleri ile gerçekleşmektedir (Cho ve ark., 2013).

Günümüzde dünya çapında yapılan çalışmalar ile 30 civarında viroid hastalık etmeni birçok kültür bitkisinde saptanmış durumdadır. Aynı şekilde ülkemizde bazı ürün gruplarında viroid hastalık etmenleri daha önce yapılan çalışmalarda belirlenmiş durumdadır (Önelge ve Bozan, 2005; Gümüş ve ark., 2007; Bostan ve ark., 2010). Bu derlemede ülkemizde bugüne kadar saptanan viroid hastalık etmenlerinin durumu hakkında kısa bilgilere yer verilmiştir.

## 2. Bitki Hastalık Etmeni Viroidler

Viroidler, protein kılıfı içermeyen, düşük moleküler ağırlıkta, dairesel, tek sarmallı patojenik RNA'lardır. Viroidler proteinleri kodlamaz veya değiştirmezler, bitkilerde büyüme ve gelişmeyi kontrol eden genlerin değişmesine neden olurlar. Şu ana kadar belirlenmiş en küçük patojen olan viroidler, 246 ile 399 arasında değişen baza sahip tek sarmal sirküler RNA molekülleri olup, biyolojik fonksiyonları için gerekli proteinleri kodlama yeteneklerinin bulunmayışından ötürü replikasyonları tamamen konukçu hücreye bağımlıdır (Bussiere ve ark., 1996).

Bugüne kadar saptanan viroidler genel olarak iki familya içerisinde yer almaktadır. Bunların ilki, temsili üyesi *Potato spindle tuber viroid* olan *Pospiviroidae* familyasıdır. Üyelerinin çoğu hücre içerisinde çubuk şeklinde ikincil yapı oluşturmaktadır. Diğeri ise, grubu temsil eden üyesi *Avocado sunblotch viroid* olan *Avsunviroidae* familyasıdır. Şimdiye kadar kültür bitkilerinde 30'un üzerinde viroid belirlenmiş ve nükleotid dizilişleri arasındaki benzerliğe, merkezi sağ ve sol korunmuş bitiş bölgelerine sahip olup olmadıklarına göre; sistematik olarak 2 familya ve 8 cinsle ayrılmıştır (Flores ve ark., 2005) (Tablo 1).

Viroidlerin tanılanmasında farklı yöntemler kullanılabilenekte, bu anlamda kullanılan en eski temel yöntemlerden birisi indikatör bitkilerin kullanımı olup, etmenin patojen olup olmadığının doğrulanmasında, taşınma şekli ve konukçu çevresinin belirlenmesinde mutlaka kullanılması gerekli olan bir yöntemdir. Ancak tek başına yeterli olmadığı için kesin tanı için diğer yöntemler ile desteklenmelidir (Palukaitis ve ark., 1981). Poliakrilamid jel elektroforez (PAGE) viroidlerin tanılanmasında mutlaka uygulanması

**Tablo 1.** *Pospiviroidae* ve *Avsunviroidae* familyasına ait viroidler (Flores ve ark., 2005)

Tür adı	Kısa adı	Nükleotid sayısı	Cins adı
<b>POSPIVIROIDAE</b>			
<i>Potato spindle tuber viroid</i>	PSTVd	356-360	
<i>Chrysanthemum stunt viroid</i>	CSVd	354,356	
<i>Citrus exocortis viroid</i>	CEVd	370-375,463	
<i>Columnea latent viroid</i>	CLVd	370,372	
<i>Iresine 1 viroid</i>	IrVd	370	Pospiviroid
<i>Mexican papita viroid</i>	MPVd	360	
<i>Tomato apical stunt viroid</i>	TASVd	360-363	
<i>Tomato chlorotic dwarf viroid</i>	TCDVd	360	
<i>Tomato planta macho viroid</i>	TPMVd	360	
<i>Hop stunt viroid</i>	HSVd	295-303	Hostuviroid
<i>Coconut cadang-cadang viroid</i>	CCCVd	246,287,301	
<i>Coconut tinangaja viroid</i>	CTVd	254	Cocadviroid
<i>Hop latent viroid</i>	HLVd	256	
<i>Citrus viroid IV</i>	CVd-IV	284	
<i>Apple scar skin viroid</i>	ASSVd	329-330	
<i>Apple dimple fruit viroid</i>	ADFVd	306-307	
<i>Australian grapevine viroid</i>	AGVd	369	
<i>Citrus bent leaf viroid</i>	CBLVd	318	Apscaviroid
<i>Citrus viroid III</i>	CVd-III	294,297	
<i>Grapevine yellow speckle viroid-1</i>	GYSVd-1	366-368	
<i>Grapevine yellow speckle viroid-2</i>	GYSVd-2	363	
<i>Pear blister canker viroid</i>	PBCV-d	315-316	
<i>Coleus blumei viroid-1</i>	CbVd-1	248,250-251	
<i>Coleus blumei viroid-2</i>	CbVd-2	301-302	Coleviroid
<i>Coleus blumei viroid-3</i>	CbVd-3	361-362,364	
<b>AVSUNVIROIDAE</b>			
<i>Avocado sunblotch viroid</i>	ASBVd	246-250	Avsunviroid
<i>Peach latent mosaic viroid</i>	PLMVd	337	Pelamoviroid
<i>Chrysanthemum chlorotic mottle viroid</i>	CChMVd	399	
<i>Eggplant latent viroid</i>	ELVd	333	Elaviroid

gereken temel bir teknik olup, yaygın olarak sertifikasyon programlarında, viroid ırklarının ayırımında diğer tekniklerle kombine olarak kullanılmaktadır (Singh ve ark., 1991). Yine nükleik asit hibridizasyon (Macquaire ve ark., 1994) ve polimerase zincir reaksiyonu (PCR) teşhis amacıyla kullanılan yöntemler arasında yer almaktadır (Hadidi ve ark., 2003). PCR tekniğinde primerlerin aynı cins içerisinde yer alan viroidlerin genomlarının mukayesesi ile korunmuş bölgelerinden seçilmesi, aynı cins içerisinde yer alan bütün viroidlerin tanısını sağlamaktadır. Değişken bölgelerin mukayesesi için seçilecek primerlerin kullanılması ile de spesifik olarak bir viroid ya da viroidin farklı ırkları belirlenebilmektedir (Bernard ve Duran-Vila, 2006).

### 3. Ülkemizde Saptanan Viroid Hastalık Etmenleri

#### 3.1. *Potato spindle tuber viroid (PSTVd)*

PSTVd, ilk olarak 1922 yılında ABD’de saptanmıştır. O dönemlerde hastalığın etmeni, virüs zannedilmişse de daha sonra yapılan çalışmalarda hastalık etmeninin viroid olduğu belirlenmiştir (Diener, 1987). PSTVd; a) vejetatif taşınma (yumru), b) bitkilerin teması ile mekaniksel taşınma, c) tohum ve polenle taşınma, d) aftiller ve diğer vektör böcek türleri ile olmak üzere 4 farklı şekilde taşınabilmektedir (Anonymous, 2004).

Viroidin esas konukçusu patates ve domates bitkileri dahil olmak üzere, *Solanaceae* familyası bitkilerini enfekte edebilmektedir (Verhoeven ve ark., 2010). Etmenin en önemli konukçusu olan patates bitkilerinde görülen genel semptomları; sürgünlerde dik büyüme, normalden daha küçük dallanmalar, sağlıklı bitkilere oranla daha küçük ve sivri yaprak oluşumu, bitkilerde cüceleşme şeklindedir. Enfekteli yumru uzar, şekli bozulur ve derin gözler oluşur (Şekil 1).

Ülkemizdeki bazı tohumluk patates yumrularında PSTVd enfeksiyonu, dot blot hibridizasyon ve RT-PCR yöntemleri ile belirlenmiştir. PSTVd, Önelge ve Bozan (2005) tarafından patates yumrularında % 1.2-1.8 gibi oranlarda belirlenirken; 2010 yılında yapılan başka bir çalışmada (Güner ve ark., 2012), Türkiye’de tohumluk patates üretimi yapan farklı firmalardan, 27 patates çeşidine ait toplam 168 patates yumru örneği temin edilmiş, yürütülen moleküler testlerde toplam 6 çeşitte (Innovator, Lady Jo, Russet Burbank, Agria, Provento ve Konsül) PSTVd enfeksiyonuna rastlanmıştır. Yine Erzurum’da 2006-2009 yılları arasında yapılan çalışmalarda RT-PCR yöntemi ile patates

yumrularında PSTVd tespit edilmiştir (Bostan ve ark., 2010).



Şekil 1. PSTVd ile enfekteli patates yumruları (Owens ve Verhoeven, 2009)

#### 3.2. *Chrysanthemum stunt viroid (CSVd)*

CSVd, ilk olarak 1945 yılında ABD’de tespit edilmiş, etmenin bir viroid olduğu ise 1973 yılında anlaşılmıştır (Hollings ve Stone, 1973). Ülkemizde ise 2006-2009 yılları arasında yapılan çalışmalarda Yalova ilinden toplanan krizantem bitkisinde RT-PCR yöntemi ile CSVd tespit edilmiştir (Bostan ve ark., 2010). Bitki çeşidi, çevre koşulları, özellikle sıcaklık ve ışık miktarı semptomların yoğunluğunu değiştirebilmektedir. Tohumla taşınabilen CSVd’nin enfekteli bitkilerde ana belirtileri, bitki yüksekliğinde % 30-50 arasında bir azalma ile, büyüme geriliğidir (Handley ve Horst, 1988).

#### 3.3. *Citrus exocortis viroid (CEVd)*

PSTVd’den sonra viroid olarak bildirilen ikinci bitki patojeni CEVd olup, 1948 yılında ilk kez keşfedilmiş, 1972 yılında hastalığın etmeninin viroid olduğu anlaşılmıştır (Semancik ve Weathers, 1972). Vejetatif çoğaltım materyalleri ile taşınabilen etmenin (Eiras ve ark., 2009), Türkiye’de varlığı ilk olarak Norman (1963) tarafından bildirilmiştir.

CEVd ile ilgili ülkemizde birçok çalışma yapılmıştır. 1964 yılında Antalya Narenciye Araştırma Enstitüsü’nde başlatılan çalışmada ağaçların % 72’sinin *exocortis* ile bulaşık olduğu belirlenmiştir (Hızal ve Göral, 1987). Ege Bölgesi’nde 1964-1965 yılları arasında yapılan çalışmada turunçgil ağaçlarının % 10’unun *exocortis* hastalığı ile bulaşık olduğu rapor edilmiştir (Özalp ve Azeri, 1967). Başka bir çalışmada Çınar ve ark. (1993), Çukurova Bölgesi’nde yaptıkları surveyler sırasında, Navel portakal ve mandarin ağaçlarının CEVd’i ile bulaşık olduğunu belirlemişlerdir. Hastalığın semptomları daha çok *Poncirus trifoliata* anacı üzerine aşılı turunçgil türlerinde yapraklarda büzüşme, bitkide bodurlaşma ve anaç kısmında

kabuk pullanması şeklinde görüldüğü bildirilmektedir.

### 3.4. *Hop stunt viroid (HSVd)*

HSVd, ilk olarak 1973 yılında tanımlanmış ve 1977 yılında ise hastalıklara sebep olan etmenin viroid olduğu anlaşılmıştır. HSVd bitkilerde % 50'lere ulaşan verim kayıplarına sebep olan bir hastalık etmenidir. Mekaniksel olarak taşınabilen hastalık etmeninin esas belirtileri boğumlar arasının kısılmasıdır. Yaprak kenarlarında nekrozlar ve beneklenmeler, bitkilerde bodurlaşma, geriye doğru ölüm diğer belirtileri arasındadır (Yamamoto ve ark., 1973). Türkiye'de ise HSVd, Doğu Akdeniz Bölgesi'nde 1999-2001 yılları arasında Tarsus beyazı, Yalova incisi, Antep karası, hatun parmağı, ergin çekirdeksiz, perlette ve cardinal çeşitlerinde yapılan sürveylerde toplanan bağ örneklerinde (Gazel ve Önelge, 2002); yine Ege (Gümüş ve ark., 2007) ve Doğu Akdeniz Bölgesi'nde (Gazel ve ark., 2008a) erik, kayısı, şeftali, kiraz, badem gibi bazı sert çekirdekli meyvelerde etmen tespit edilmiştir.

### 3.5. *Citrus cachexia viroid (CCaVd)*

*Xyloporosis* olarak da isimlendirilen hastalığın keşfi 1950 yılında yapılmış, 1988 yılında ise viroid olduğu bulunmuştur (Roistacher, 1988). Etmen aşı materyalleri, budama aletleri ve mekanik yollar ile taşınabilmektedir (Eiras ve ark., 2009). Bulaşık bitkinin aşı yerinde kabukta kahverengi lekeler ve şişlikler, yapraklarda ise küçülme ve sarı benek oluşumu meydana gelir. Türkiye'de bu viroidin varlığı Özalp ve Azeri (1967) tarafından İzmir ilinde Satsuma mandarini ağaçlarında tespit edilmiş, daha sonra diğer araştırmacılar bu konuda çok sayıda çalışma yapmıştır. Ege Bölgesi'nde 1964-1965 yılları arasında yapılan çalışmada, yaklaşık 2.5 milyon turuncgil ağacının bulunduğu bu bölgede ağaçların % 23'ünün *cachexia-xyloporosis* hastalığı ile bulaşık olduğu rapor edilmiştir (Özalp ve Azeri, 1967).

### 3.6. *Citrus viroid-III ve IV (CVd-III ve CVd-IV)*

*Citrus viroid-III* grubu 4 varyant (CVd-III a,b,c,d) içerirken (Rakowski ve ark., 1994), *Citrus viroid-IV* grubunun tek üyesi (CVd-IV) bulunmaktadır (Putcha ve ark., 1991). Vejetatif çoğaltım materyalleri ile taşınabilen viroid etmenlerinin turuncgillerde oluşturduğu genel belirtileri; yaprakta küçülme, halka şekilli yapılar ve nekrozların oluşması, nadir olarak bodurluk görülebilir. CVd-IV'nin varlığı Doğu Akdeniz Bölgesi'nde portakal ağaçlarında tespit edilmiştir (Önelge ve ark., 2000). Önelge (2007), turuncgil viroidlerini belirlemek amacıyla Çukurova'da yürüttüğü sürvey çalışmaları sonucu toplanan

örneklerin CEVd, CVd-I, CVd-II, CVd-III ve CVd-IV ile bulaşık olduğunu ve bu viroidlerin genellikle birlikte ortak enfeksiyon meydana getirdiğini tespit etmiştir.

### 3.7. *Grapevine yellow speckle viroid-1 ve 2 (GYSVd-1 ve 2)*

GYSVd-1-2 ilk kez Avustralya'da Taylor ve Woodham (1972) tarafından bağ sarı benek hastalığı olarak tanımlanmıştır. Sonradan bu hastalığa viroid etmenleri olarak GYSVd-1 ve GYSVd-2'nin neden olduğu bildirilmiştir (Koltunow ve ark., 1989). Ülkemizde 1999-2001 yılları arasında detaylı çalışmalar ile Doğu Akdeniz Bölgesi'nde Tarsus beyazı, Yalova incisi, Antep karası, hatun parmağı, ergin çekirdeksiz, perlette ve cardinal çeşitlerinde yapılan sürveylerde toplanan 184 asma örneğinin 23 tanesinde GYSVd-1, 4 tanesinde ise GYSVd-2 tespit edilmiştir (Gazel ve Önelge, 2002). Bağ viroidlerinin genel olarak gelişim geriliğine ve üretimde azalmaya neden olduğu bildirilmektedir. Hastalığın en karakteristik özelliği ise sarı beneklenmedir (Randles, 2003). Avustralya'da yapılan bir çalışmada 8 asma varyetesinde GYSVd-1'in asma tohumları ile taşındığı RT-PCR ve dot blot hibridizasyon yöntemleri ile belirlenmiştir (Wah ve Symons, 1999).

### 3.8. *Avocado sunblotch viroid (ASBVd)*

ASBVd, ilk olarak 1932 yılında Kaliforniya'da rapor edilmiştir (Semancik ve Szychowski, 1994). Türkiye'de ise Önelge ve Ertuğrul (1997) Alata Bahçe Kültürleri Araştırma Enstitüsü'nde yaptıkları çalışma ile ASBVd'i ilk kez rapor etmişlerdir. ASBVd, avokado meyvesinde kırmızı, sarı veya beyaz renk değişimleri meydana getirmektedir. Aşı materyalleri, tohum, polen ve mekanik olarak taşınabilen etmen ile enfekteli bitkilerde, yaprakta şekil bozukluğu, renk değişimleri, meyve üzerinde oluşan yara ve çöküntüler, enfekteli ağaçlarda bodurlaşma, meyve veriminde azalma görülebilmektedir (Acheampong ve ark., 2008).

### 3.9. *Peach latent mosaic viroid (PLMVd)*

PLMVd, ilk olarak Loreti ve ark. (1999) tarafından varlığı rapor edilmiştir. Türkiye'de Gümüş ve ark. (2007) tarafından Ege Bölgesi'nde yapılan bir çalışmada sert çekirdekli meyve türlerinde bulaşıklık oranı % 17 bulunmuştur. Akdeniz Bölgesi'nde yapılan çalışmada ise şeftali ve nektarinde PLMVd tespit edilmiştir (Gazel ve ark., 2008b). Etmen aşı materyalleri, budama aletleri, nadir olarak da afitler ve polen ile taşınabilmektedir (Barba ve ark., 2007). Hastalığın başlıca belirtileri arasında; meyvede düzensiz şekil

ve renkler, meyve veriminde azalma, sürgünlerde nekroz, geriye doğru ölüm ve ağaçlarda genel kuruma görülebilmektedir (Malfitano ve ark., 2003).

#### 4. Sonuçlar

Viroidler çok sayıda tarımsal üründe önemli düzeyde verim kayıplarına neden olabilmektedir. Viroidlerin verim ve kalite üzerine etkileri; viroid türü, yaygınlık oranı, yıldan yıla ve yıl içerisinde taşınma şekli, enfeksiyon zamanı, çevre şartları, diğer patojenlerle birlikte bulunup bulunmama durumu ve bitki türüne göre değişim göstermektedir (Hadidi ve ark., 2003).

Günümüzde dünya çapında yapılan çalışmalar ile 30'dan fazla viroid hastalık etmeni birçok kültür bitkisinde saptanmış durumdadır. Ülkemizde ise şu ana kadar saptanan viroid etmenleri arasında; *Potato spindle tuber viroid*, *Chrysanthemum stunt viroid*, *Citrus exocortis viroid*, *Hop stunt viroid*, *Citrus cachexia viroid*, *Citrus viroid III-IV*, *Grapevine yellow speckle viroid 1-2*, *Avocado sunblotch viroid*, *Peach latent mosaic viroid* yer almaktadır. Ülkemizde farklı ürün gruplarında saptanan çok sayıda viroid hastalık etmenlerinin üretim alanlarına bulaşma ve yayılmasının engellenmesi mücadele açısından son derece önemlidir.

Viroid hastalıklarının kontrolünde başlıca stratejilerden birisi hastalığın görüldüğü ülke ve bölgelerden diğer ülke ve bölgelere taşınmasının karantina ve sertifikasyon programları sayesinde engellenmesidir. Viroidlerin arazi içerisinde yayılışlarının engellenmesi amacıyla, viroidlerin taşınabilecekleri, konukçusu olabilecek yabancı otlar temizlenmelidir. Bitkisel üretim alanları ile bu üretim materyallerinin üretileceği alanlar birbirinden yeterince uzak şekilde tesis edilmelidir. Özellikle vejetatif olarak çoğaltılan kültür bitkilerinde viroidlerden arı üretim materyali kullanılmalıdır. Üretimde dayanıklı çeşitler kullanılmalıdır.

#### Kaynaklar

Acheampong, A.K., Akromah, R., Ofori, F.A., Takrama, J.F., Zeidan, M., 2008. Is there *Avocado sunblotch viroid* in Ghana. *African Journal of Biotechnology*, 7: 3540-3545.

Anonymous, 2004. EPPO Standard PM 7/33(1) Diagnostic protocol-Potato spindle tuber *pospiviroid*. *OEPP/EPPO Bulletin*, 34: 257-269.

Barba, M., Ragozzino, E., Faggioli, F., 2007. Pollen transmission of *Peach latent mosaic viroid*. *Journal of Plant Pathology*, 89: 287-289.

Bernard, L., Duran-Vila, N., 2006. A novel RT-PCR approach for detection and characterization of citrus viroids. *Molecular and Cellular Probes*, 20: 105-113.

Bostan, H., Gazel, M., Elibüyük, I.O., Çağlayan, K., 2010. Occurrence of *pospiviroid* in potato, tomato and ornamental plants in Turkey. *African Journal of Biotechnology*, 9: 2613-2617.

Bussiere, F., Lafontaine, D., Perreault, J.P., 1996. Compilation and analysis of viroid and viroid-like RNA sequences. *Nucleic Acids Research*, 24: 1793-1798.

Cho, W.K., Jo, Y., Jo, K.M., Kim, K.H., 2013. A current overview of two viroids that infect chrysanthemums: *Chrysanthemum stunt viroid* and *Chrysanthemum chlorotic mottle viroid*. *Viruses*, 5: 1099-1113.

Çınar, A., Kersting, U., Önelge, N., Korkmaz, S., Sas, G., 1993. Citrus virus and virus-like diseases in the Eastern Mediterranean Region of Turkey. In: Moreno, P., Graca, J.V. da, Timmer, dL.W., (eds.), *Proc. 12<sup>th</sup> Conf. IOCV*, Riverside, CA, USA, pp: 397-400.

Daròs, J.A., Elena, S.F., Flores, R., 2006. Viroids: An Ariadne's thread into the RNA labyrinth. *EMBO Reports*, 7(6): 593-598.

Diener, T.O., Raymer, W.B., 1967. Potato spindle tuber virus: A plant virus with properties of a free nucleic acid. *Science*, 158: 378-381.

Diener, T.O., 1987. The viroids. Plenum Press, New York, NY.

Eiras, M., Silva, S.R., Stuchi, E.S., Targon, M.L.P.N., Carvalho, S.A., 2009. Viroides em citros. *Tropical Plant Pathology*, 34: 275-296.

Flores, R., Hernandez, C., De Alba, M.A.E., Daròs, J.A., Di Serio, F., 2005. Viroids and viroid-host interactions. *Annual Review of Phytopathology*, 43: 117-139.

Gazel, M., Önelge, N., 2002. First report of grapevine viroids in the East Mediterranean region of Turkey. *New Disease Reports*, 6: 4-4.

Gazel, M., Ulubaş-Serçe, Ç., Çağlayan, K., Faggioli, F., 2008a. Sequence variability of *Hop stunt viroid* isolates from stone fruits in Turkey. *Journal of Plant Pathology*, 90: 23-28.

Gazel, M., Ulubaş-Serçe, Ç., Çağlayan, K., Luigi, M., Faggioli, F., 2008b. Incidence and genetic diversity of *Peach latent mosaic viroid* isolates in Turkey. *Journal of Plant Pathology*, 90: 495-503.

Gümüş, M., Paylan, I.C., Matic, S., Myrta, A., Sipahioğlu, H.M., Erkan, S., 2007. Occurrence and distribution of stone fruit viruses and viroids in commercial plantings of prunus species in Western Anatolia, Turkey. *Journal of Plant Pathology*, 89: 265-268.

Güner, Ü., Sipahioğlu, H.M., Usta, M., 2012. Incidence and genetic stability of *Potato spindle tuber pospiviroid* in potato in Turkey. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 36: 353-363.

Hadidi, A., Flores, R., Randles, J.W., Semancik, J.S., 2003. Viroids. Csiro Publishing, Australia.

- Handley, M.K., Horst, R.K., 1988. The effect of temperature and light on *Chrysanthemum stunt viroid* infection of florist's chrysanthemum. *Acta Horticulturae*, 234: 89-97.
- Hızal, A.Y., Göral, V.T., 1987. Türkiye turuncgil üretimi, ihracatı ve virüs hastalıkları yönünden durumu. *Derim*, 4: 32-42.
- Hollings, M., Stone, O.M., 1973. Some properties of chrysanthemum stunt, a virus with the characteristics of an uncoated ribonucleic acid. *Annals of Applied Biology*, 74: 333-348.
- Koltunow, A.M., Krake, L.R., Johnson, S.D., Rezaian, M.A., 1989. Two related viroids cause grapevine yellow speckle disease independently. *Journal of General Virology*, 70: 3411-3419.
- Loreti, S., Faggioli, F., Cardoni, M., Mordenti, G., Babini, A.R., Poggi-Pollini, C., Barba, M., 1999. Comparison of different diagnostic methods for detection of *Peach latent mosaic viroid*. *EPPO Bulletin*, 29: 433-438.
- Macquaire, G., Candresse, T., Dunez, J., 1994. Detection of plant viruses and viroids by molecular hybridization. *Handbook for Detection and Diagnosis*, Rome, pp. 217-231.
- Malfitano, M., Di Serio, F., Covelli, L., Ragozzino, A., Hernández, C., Flores, R., 2003. *Peach latent mosaic viroid* variants inducing peach calico contain a characteristic insertion that is responsible for this symptomatology. *Virology*, 313: 492-501.
- Norman, P.A., 1963. Report to the government of Turkey on citrus virus diseases. FAO Report No: 1641.
- Owens, R.A., Verhoeven, J.Th.J., 2009. Potato spindle tuber. *The Plant Health Instructor*, DOI: 10.1094/PHI-I-2009-0804-01.
- Önelge, N., Ertuğrul, B., 1997. Detection of *Avocado sunblotch viroid* (ASBVd) in Turkish avocado introduction material by Polyacrylamide Gel Electrophoresis. *Journal of Turkish Phytopathology*, 26: 97-101.
- Önelge, N., Kersting, U., Guang, Y., Bar-Joseph, M., Bozan, O., 2000. Nucleotide sequence of citrus viroids CVd-IIIa and CVd-IV obtained from dwarfed Meyer trees grafted on sour orange. *Journal of Plant Disease and Protection*, 107: 387-391.
- Önelge, N., Bozan, O., 2005. Patates tohumlarında patates iğ yumru viroidinin araştırılması. II. *Türkiye Tohumculuk Kongresi*, Bildiriler Kitabı, 9-11 Kasım, Adana, s. 378-378.
- Önelge, N., 2007. Citrus viroids in Turkey. *XVII. Conference of the International Organization of Citrus Virologists*, 22-26 October, Adana, Turkey, pp. 225-226.
- Özalp, O., Azeri, T., 1967. Ege Bölgesi turuncgil virüs hastalıkları sürveyi. *Bitki Koruma Bülteni*, 7: 167-187.
- Palukailis, P., Rakowski, A.G., Alexander, D.McE., Symons, R.H., 1981. Rapid indexing of the sunblotch disease of avacods using a complementary DNA probe to avacodo sunblotch viroid. *Annals of Applied Biology*, 98: 439-449.
- Putcha, H., Ramm, K., Luckinger, R., Haddas, R., Bar-Joseph, M., Sanger, H.L., 1991. Primary and secondary structure of *Citrus viroid IV*, a new chimeric viroid present in dwarfed grapefruit in Israel. *Nucleic Acids Research*, 19: 6640.
- Rakowski, A.G., Szychowski, J.A., Avena, Z.S., Semancik, J.S., 1994. Nucleotide sequence and structural features of the Group III citrus viroids. *Journal of General Virology*, 75: 3581-3584.
- Randles, J.W., 2003. Economic impact of viroid diseases. In: *Viroids*. Hadidi, A., Flores, R., Randles, J.W., Semancik J.S., (Eds.), Csiro Publishing: Australia, pp: 3-15.
- Roistacher, C.N., 1988. Cachexia and xyloporosis diseases: A review. *Proceedings of the International Organization of Citrus Virologists*, 10: 116-124.
- Semancik, J.S., Weathers, L.G., 1972. Exocortis disease an infectious free-nucleic acid plant virus with unusual properties. *Virology*, 47: 456-566.
- Semancik, J.S., Szychowski, J.A., 1994. Avocado sunblotch disease: A persistent viroid infection in which variants are associated with differential symptoms. *Journal of General Virology*, 75: 1543-1549.
- Singh, R.P., Boucher, A., Haas, B., Sanger, H.L., 1991. Differential migration during polyacrylamide gel electrophoresis suggests conformational difference among strains of *Potato spindle tuber viroid*. *Canadian Journal of Plant Pathology*, 13: 202-211.
- Taylor, R.H., Woodham, R.C., 1972. Grapevine yellow speckle a newly recognized graft-transmissible disease of vitis. *Australian Journal of Agricultural Research*, 23: 447-452.
- Verhoeven, J.Th.J., Jansen, C.C.C., Botermans, M., Roenhorst, J.W., 2010. Epidemiological evidence that vegetatively-propagated, solanaceous plant species act as sources of *Potato spindle tuber viroid* inoculum for tomato. *Plant Pathology*, 59: 3-12.
- Wah, Y.F.W.C., Symons, R.H., 1999. Transmission of viroids via grape seeds. *Journal of Phytopathology*, 147: 285-291.
- Yamamoto, H., Kagami, Y., Kurokawa, M., Nishimura, S., Kubo, S., 1973. Studies on hop stunt disease in Japan. Reports of the Research Laboratory of the Kirin Brewery Comp., 16: 49-62.