Alınteri
31 (B) - 2016
98 - 106
ISSN:1307-3311

Süs Bitkilerinde Görülen Viroid Kaynaklı Hastalıklar

Mehmet Zeki KIZMAZ*, Semih ERKAN, İsmail Can PAYLAN
Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, İzmir
****e-posta:** mzekikizmaz@gmail.com*

Geliş Tarihi/Received:10.03.2016 Kabul Tarihi/Accepted:21.11.2016

Öz: Viroidler dairesel biçimli tek iplikçikli RNA molekülünden oluşan virüs benzeri hastalık etmenleridir. Günümüze kadar değişik konukçularda tanımlanmış 32 viroid türünün bulunduğu belirtilmektedir. Viroidler hücrede yerleştikleri bölge ve genom yapısına göre *Pospoviroidae* ve *Avsunviroidae* olmak üzere 2 familyaya ayrılmaktadırlar. Viroidler tek yıllıklardan çok yıllık bitkilere kadar değişen, süs bitkilerini de kapsayan geniş bir konukçu dizisine sahiptirler. Süs bitkilerinde hastalık oluşturmalarına ek olarak, bazı viroidler bir kısım süs bitkisinde latent enfeksiyonlar meydana getirmektedir. Bu durumda, viroidlerin süs bitkileri vasıtasıyla daha geniş alanlara yayılması ve diğer kültür bitkilerine taşınabilmesi bu konuyu önemli kılmaktadır. Bu makale ile günümüze kadar süs bitkilerinde belirlenmiş viroidler konusunda bilgiler verilmesi amaçlanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Viroid, süs bitkileri, bitki, hastalık

Viroid-Induced Diseases in Ornamental Plants

Abstract: Viroids are circular, single-stranded RNA molecules which are virus-like pathogen. Up to now, it is mentioned that there are 32 viroid species defined on different host plants. They are divided into two families, *Pospiviroidae* and *Avsunviroidae*, depending on the region where they settled in the cell and genome structure. They have a wide host range ranging from perennials to annuals including ornamental plants. Besides they infected ornamental plants, certain viroids can cause latent infections in some of them. In this case, it is possible that the viroids could be spread on larger of areas and transmission to other crops by ornamental plants. This article intends to give information about the viroids identified in the ornamental plants to the present day.

Keywords: Viroid, ornamentals, plant, disease

1. GİRİŞ

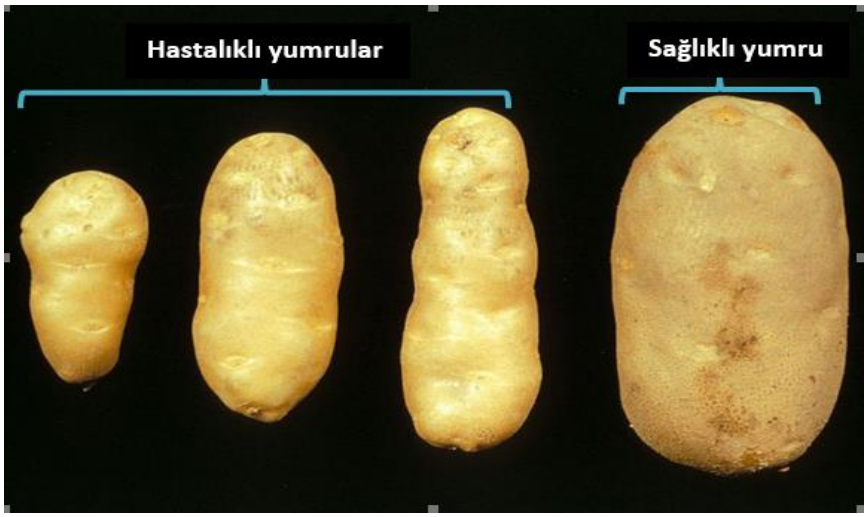
Viroidler 1970'lerin başlarında patates yumrularındaki belirtilerinden farkedilmiş ve daha sonra yeni bir patojen grubu oldukları anlaşılmıştır. Viroidler tek iplikçikli, dairesel biçimli bir RNA molekülünden oluştuğu bilinen en küçük bitki hastalık etmenleridirler. Basit yapılarına rağmen, viroidler kültür bitkilerinde ciddi ekonomik kayıplara neden olan hastalıklar meydana getirmektedirler. Viroidlerin moleküler yapısının bilinmesiyle, hastalık etmenlerinin teşhis ve tanısı için yeni ve güncel yöntemlere ihtiyaç duyulmuş ve sırasıyla PAGE (polyacrylamide gel electrophoresis), moleküler hibridizasyon ve RT-PCR (Reverse transcription-polymerase chain reaction) yöntemleri geliştirilmiştir. Günümüze kadar tarla bitkileri, bahçe bitkileri ve süs bitkilerini hastalandıran 32 viroid türünün olduğu saptanmıştır (ICTV, 2014). Teşhis ve tanı yöntemlerinin geliştirilmesiyle, viroid kaynaklı hastalıkların görüldüğü ülke sayısında artış görülmüştür. Süs bitkilerinde tespit edilen viroidlerin çoğu belirti meydana getirmeden latent olarak bulunsalar da, diğer kültür bitkilerine geçerek büyük zararlar meydana getirme potansiyeline sahip bulunmaktadır. Viroidlerin konukçusu olan süs bitkilerinin belirlenmesi ve hastalık epidemiyolojisindeki rollerinin anlaşılması etkili mücadele yöntemlerinin geliştirilmesi açısından büyük önem taşımaktadır.

Bitki Hastalık Etmeni Viroidler

Bitkilerde viroidlere ilk kez 1970-1971 yıllarında patateste virüslerden kaynaklandığı düşünülen bir hastalığın araştırılması sırasında rastlanmıştır. Araştırılan etmenin virüslerden farklı yapıya sahip olduğunun keşfedilmesiyle, bitki hastalık etmenlerine yeni bir grubun ilk üyesi olarak Potato spindle tuber viroid (PSTVd) eklenmiştir (Diener, 1972) (Şekil 1). Başlangıçta şüpheyle yaklaşılsa da, daha sonraki yıllarda *Citrus exocortis viroid* (CEVd)

Alinteri
31 (B) - 2016
98 - 106
ISSN:1307-3311

(Semancik ve Weathers, 1972) ve *Chrysanthemum stunt viroid* (CSVd) (Diener ve Lawson, 1973) adlı viroidlerin tespit edilmesi ve takiben yapılan diğer çalışmalar viroidlerin bitkilerde hastalık etmeni olma kanısını desteklemiştir.



Şekil 1. PSTVd'nin patates yumrularındaki belirtisi (Owens ve Verhoeven, 2009)

Viroidler 246-401 nükleotid uzunluğunda, protein kodlama özelliğinden yoksun, dairesel biçimli ve tek iplikçikli RNA molekülünden oluşan, süs bitkilerini de kapsayan çok sayıda bitkiyi hastalandırabilen en küçük bitki patojenleri olarak bilinmektedir (Flores ve ark., 2004). Virüslerle aralarında dikkat çeken en önemli fark, viroid genomlarının protein kodlama özelliğine sahip olmamasıdır. Viroidler kendi kendilerine kodlama yapamasalar da, konukçu tarafından tanınmalarına ve replike olmalarını sağlayan bir yapıya sahiptirler.

Şimdiye kadar yapılan çalışmalarda, bitkilerde hastalıklara neden olan *Pospiviroidae* (Temsili üyesi PSTVd) familyasına bağlı 5 cins içinde 28 ve *Avsunviroidae* (Temsili Üyesi *Avocado sunblotch Viroid*, ASBVd) familyasına bağlı 3 cins içinde ise 4 tür olmak üzere toplam 32 viroid türü olduğu belirlenmiştir (ICTV, 2014) (Çizelge 1). PSTVd genomu bir merkezi korunmuş bölge içermekte ve çubuk veya yarı çubuk biçimli bir yapıya sahipken (Gross ve ark., 1978); ASBVd genomu ise bir merkezi korunmuş bölge içermemekte ve çekiç başı biçiminde veya dallanmış ikincil yapılar bulundurmaktadır (Hutchins ve ark., 1986). PSTVd hücre çekirdeğine lokalize olup replike olurken, ASBVd ise kloroplastlarda yerleşmekte ve replike olmaktadır. Bu ölçüt her iki familya üyeleri arasında ayırıcı bir özellik olarak kullanılmaktadır. Cinslerin ayrımı, diğer ölçütlerle birlikte merkezi korunmuş bölgenin niteliği ve çekiç başı yapısının morfolojisi dikkate alınarak yapılmaktadır (Flores, 2011).

Alınteri
31 (B) - 2016
98 - 106
ISSN:1307-3311

Çizelge 1. Viroidlerin Sınıflandırması (ICTV, 2014)

Familya Adı	Cins Adı	Tür Adı	Kısa Adı
Pospiviroidae	*Apscaviroid*	*Apple dimple fruit viroid*	ADFVd
		Apple scar skin viroid	**ASSVd**
		Australian grapevine viroid	AGVd
		Citrus bent leaf viroid	CBLVd
		Citrus dwarfing viroid	CDVd
		Citrus viroid V	CVd-V
		Citrus viroid VI	CVd-VI
		Grapevine yellow speckle viroid 1	GYSVd-1
		Grapevine yellow speckle viroid 2	GYSVd-2
		Pear blister canker viroid	PBCVd
	Cocadviroid	*Citrus bark cracking viroid*	CBCVd
		Coconut cadang-cadang viroid	**CCCVd**
		Coconut tinangaja viroid	CTVd
		Hop latent viroid	HLVd
	Coleviroid	***Coleus blumei viroid 1***	**CbVd-1**
		Coleus blumei viroid 2	CbVd-2
		Coleus blumei viroid 3	CbVd-3
	Hostuviroid	*Dahlia latent viroid*	DLVd
		Hop stunt viroid	**HSVd**
	Pospiviroid	*Chrysanthemum stunt viroid*	CSVd
		Citrus exocortis viroid	CEVd
		Columnea latent viroid	CLVd
		Iresine viroid 1	IrVd
		Pepper chat fruit viroid	PCFVd
		Potato spindle tuber viroid	**PSTVd**
		Tomato apical stunt viroid	TASVd
		Tomato chlorotic dwarf viroid	TCDVd
		Tomato planta macho viroid	TPMVd
Avsunviroidae	*Avsunviroid*	***Avocado sunblotch viroid***	**ASBVd**
	Elaviroid	***Eggplant latent viroid***	**ELVd**
	Pelamoviroid	*Chrysanthemum chlorotic mottle viroid*	CCMVd
		Peach latent mosaic viroid	**PLMVd**

***Adları koyu yazılan viroidler bulunduğu cinsin temsili üyeleridirler.**

Moleküler yapıları bilinmeden ve nükleik asit temelli teknikler geliştirilmeden önce, viroidler görüldüğü doğal konukçularda ve uygun indikatör bitkilerinde meydana getirdiği belirtiler dikkate alınarak tanımlanmaktaydı. Ancak, bu yöntem çok fazla zaman ve işgücü gerektirmektedir. Viroidlerin küçük boyutlu, yoğun katlanabilen ve tek iplikçikli RNA'dan oluştukları gibi moleküler özelliklerinin bilinmesinden sonra, PAGE (Polyacrylamide gel electrophoresis) yöntemi kullanılmaya başlanmıştır. Bu yöntemde, izole edilen nükleik asitler iki aşamalı olarak %5'lik poliakrilamid jel içerisinde elektrostatik alandan geçirilerek ayrımı yapılmakta ve daha sonra etidyum bromidle boyanıp görüntülenmektedir. Böylece daha önce bilinen veya yeni viroidlerin varlığı ortaya konmaktadır. Viroidlerin invivo şartlarda düşük miktarda bulunması nedeniyle, duyarlılığı daha yüksek nükleik asit temelli yöntemler kullanılmaya başlanmıştır. Moleküler hibridizasyon, radyoaktif veya kimyasal maddeyle işaretli RNA veya DNA probları kullanılarak viroidlerin belirlenmesine dayanmaktadır. Nükleik asit izolasyonu yapılabileceği (dot-blot) gibi, doğrudan taze bitki dokusunun (tissue printing) membrana uygulanması yoluyla da yapılabilmektedir. RT-PCR diğer yöntemlere göre daha duyarlı olan bir yöntemdir. Viroid RNA'sından reverse transcriptase enzimi kullanılarak cDNA elde edilmekte ve daha sonra cDNA'ya özgü primerler yardımıyla çoğaltılarak agaroz jelde görüntülenmektedir.

Viroidlerin uzak mesafelere taşınma ve yayılmasında en etkili yol bulaşık/enfekteli vejetatif üretim materyalleri ve tohumlar ile gerçekleşmektedir. Yakın mesafelere ise dezenfekte olmayan budama aletleri ve uygun ekolojik şartlar altında bazı yaprak bitleri ile taşınma rol oynamaktadır.

Alınteri
31 (B) - 2016
98 - 106
ISSN:1307-3311

Süs Bitkilerinde Görülen Viroid Hastalıkları

Chrysanthemum stunt viroid (CSVd)'in tespit edilmesi (Diener ve Lawson, 1973) ilk zamanlardan beri viroidlerin süs bitkileri ile birlikte bulunduğunu ortaya çıkarmaktadır. Dünya'da şimdiye kadar yapılmış çalışmalarda süs bitkilerinde 10 viroid türü olduğu saptanmıştır (Çizelge 2). Türkiye'de ise farklı kültür bitkilerinde *Potato spindle tuber viroid* (PSTVd), *Chrysanthemum stunt viroid* (CSVd), *Citrus exocortis viroid* (CEVd), *Hop stunt viroid* (HSVd), *Citrus cachexia viroid* (CCaVd), *Citrus viroid*-III ve IV (CVd-III ve CVd-IV), *Grapevine yellow speckle viroid*-1 ve 2 (GYSVd-1 ve 2), *Avocado sunblotch viroid* (ASBVd) ve *Peach latent mosaic viroid* (PLMVd)'in varlığına rastlanmış olup (Şevik, 2015), bunlardan PSTVd, CSVd, CEVd ve HSVd'in süs bitkilerinde hastalık meydana getirdiği bilinmektedir (Çizelge 2).

Bitki hastalık etmeni viroidlerin konukçu sayıları familya ve türe göre değişkenlik göstermektedir. Genel olarak *Pospiviroidae* familyasına bağlı türlerin hastalandırabildiği bitki sayısının *Avsunviroidae* familyasına göre daha çok olduğunu söylemek mümkündür. Bunun yanında, aynı familya içerisindeki türlerin konukçu sayıları da değişkenlik gösterebilmektedir. Örneğin; *Pospoviroidae* familyasına mensup *Hop stunt viroid* (HSVd) tek yıllık otsu bitkilerden, süs bitkilerini de kapsayan odunsu bitkilere kadar olan geniş bir konukçu dizine sahipken, aynı familyadan Coleus blumei viroid 1-6 (CBVd 1-6)'in konukçu dizisi *Coleus spp.* ile sınırlıdır. Konukçu sayısını belirleyen esas faktörler bilinmese de, krizantemde olduğu gibi her iki familyadan CSVd (Diener ve Lawson, 1973; Haseloff ve Symons, 1981) ve *Chrysanthemum chlorotic mottle viroid* (CChMVd) (Navarro ve Flores, 1997; Romaine ve Horst, 1975)'in değişik viroidlerin konukçusu olduğu durumlar da olabilmektedir (Çizelge 2).

Viroidlerin enfeksiyonu sonucunda bitkilerin yaprak, sürgün, gövde, çiçek ve meyve gibi farklı kısımlarında değişik tipte belirtiler ortaya çıkmakta, ayrıca büyüme ve gelişme de etkilenmektedir (Şekil 2 ve 3). Bu durum, ekonomik değeri büyük oranda çiçek ve yaprak gibi organlarına bağlı olan süs bitkileri açısından daha büyük önem taşımaktadır. Süs bitkilerindeki viroidlerin çoğunun belirti meydana getirmeden bulunması, bu etmenlerin üretim materyali ile fark edilmeden uzak mesafelere yayılabilmesine neden olmaktadır. Bazı viroidler ise bir konukçusunda belirti meydana getirirken, diğer konukçularında herhangi bir belirti oluşturmayabilmektedir (Çizelge 2).



Şekil 2. *Coleus spp.* bitkisinde CBVd'nin belirtisi. A: Enfekteli bitki ve B: Sağlıklı bitki (Chung ve Choi, 2008).

Alınteri
31 (B) - 2016
98 - 106
ISSN:1307-3311



Şekil 3. Kasımpatı bitkisinde CSVd'nin belirtileri. A: Enfekteli bitki (sağda) ve sağlıklı bitki (solda). B: CSVd'nin yaprakta belirtisi. C: Zayıf kök gelişimi gösteren CSVd ile enfekteli bitki (solda) ve sağlıklı bitki (sağda) (Matsushita, 2013)

Çizelge 2. Süs Bitkilerinde Hastalık Meydana Getiren Viroidler, Konukçuları ve Belirtileri

Viroidin Adı	Konukçuları	Belirtileri	Kaynak
CSVd	*Chrysanthemum spp.*	Bodurlaşma; Yaş ağırlık, çiçek çapı ve bitki boyunda azalma; Erken çiçek açılması; Yapraklarda soluk beyaz lekeler	Dimock, 1947 Diener ve Lawson, 1973 Haseloff ve Symons, 1981
	Ageratum spp.	Latent enfeksiyon	Henkel ve Sanger, 1995 Nakashima ve ark., 2007
	Argyranthemum frutescens		Menzel ve Maiss, 2000
	Dahlia spp.		Nakashima ve ark., 2007
	Pericallis x hybrida		Verhoeven, 2010
	Petunia x hybrida		Brierley, 1953 Runia ve Peters, 1979 Verhoeven ve ark., 1998
	Solanum jasminoides		Verhoeven ve ark., 2006
	Verbena spp.		Bostan ve ark., 2004
	Vinca major		Bostan ve ark., 2004 Nie ve ark., 2005
CCMVd	*Chrysanthemum spp.*	Tüm bitkide kloroz ve bodurlaşma; Yapraklarda sarı-yeşil beneklenme; Çiçek gelişmesinde gecikme	Navarro ve Flores, 1997 Romaine ve Horst, 1975
CEVd	*Cestrum spp.*	Latent enfeksiyon	Luigi ve ark., 2011
	Glandularia pulchella		Singh ve ark., 2006
	Impatiens sp.		Bostan ve ark., 2004 Nie ve ark., 2005

Alinteri
31 (B) - 2016
98 - 106
ISSN:1307-3311

	Lycianthes rantonnetii		Luigi ve ark., 2011
	Petunia spp.		Van Brunschot ve ark., 2014
	Solanum jasminoides		Verhoeven ve ark., 2008c
	Verbena spp.		Nie ve ark., 2005 Singh ve ark., 2006 Verhoeven ve ark., 2008a
CBVd-1	*Coleus spp.*	Renk kaybı ve gelişme geriliği	Fonseca ve ark., 1989 Spieker ve ark., 1990
CBVd-2			Spieker, 1996b
CBVd-3			Spieker, 1991
CBVd-4			Spieker, 1996a,b Hou ve ark., 2009b
CBVd-5			Hou ve ark., 2009a,b
CBVd-6			Hou ve ark., 2009a,b
CLVd	*Brunfelsia undulata*	Latent enfeksiyon	Spieker, 1996a
	Columnea erythrophae		Hammond ve ark., 1989
	Gloxinia gymnostoma *G. nematanthodes* *G. purpurascens*		Nielsen ve Nicolaisen, 2010
	Nematanthus wettsteinii		Singh ve ark., 1992
HSVd	*Codiaeum spp.* *Hibiscus spp.*	Latent enfeksiyon	Hou ve ark., 2009a,b
IrVd	*Alternanthera sessilis*	Latent enfeksiyon	Hou ve ark., 2009a,b
	Celosia plumosa		Verhoeven, 2010
	Iresine herbstii		Spieker, 1996c
	Portulaca sp.		Verhoeven, 2010
	Verbena sp.		Bostan ve ark., 2004 Nie ve ark., 2005
	Vinca major		Bostan ve ark. 2004 Nie ve ark. 2005
PSTVd	*Brugmansia x candida* *Brugmansia x flava* *Brugmansia sanguinea* *Brugmansia suaveolens*	Latent enfeksiyon	Verhoeven ve ark., 2008a Mertelik ve ark., 2009 Verhoeven ve ark., 2010b
	Calibrachoa sp.		Verhoeven, 2010
	Cestrum spp.		Luigi ve ark., 2011
	Datura sp.		Verhoeven ve ark., 2010b
	Lycianthes rantonnetii		Di Serio, 2007
	Petunia spp.		Mertelik ve ark., 2009
TASVd	*Brugmansia sp.*	Latent enfeksiyon	Olivier ve ark., 2011
	Cestrum spp.		Verhoeven ve ark., 2008a
	Lycianthes rantonnetii		Verhoeven ve ark., 2010a
	Solanum psuedocapsicum		Spieker ve ark., 1996
	Solanum jasminoides		Verhoeven ve ark., 2008c
	Streptosolen jamesonii		Verhoeven ve ark., 2010a
TCDVd	*Brugmansia sanguinea*	Latent enfeksiyon	Verhoeven ve ark., 2010b
	Petunia x hybrida		Verhoeven ve ark., 2007
	Pittosporum tobira		Verhoeven, 2010
	Verbena x hybrida		Singh ve ark,. 2006
	Vinca minor		Singh ve Dilworth, 2009

2. SONUÇ VE ÖNERİLER

Viroidlerin tek yıllık otsu bitkilerden çok yıllık odunsu bitkilere kadar değişen ve süs bitkilerini kapsayan geniş bir konukçu dizisi bulunmaktadır. Hastalandırdıkları bitkilerde

Alınteri
31 (B) - 2016
98 - 106
ISSN:1307-3311

viroidin türü, konukçunun türü ve çevre şartlarına bağlı olarak değişik belirtiler meydana gelmekte veya ortaya çıkmamakta ve sonuçta ekonomik kayıplar ortaya çıkmaktadır.

Viroidlere karşı doğrudan mücadele yöntemleri bulunmadığından, daha çok sağlıklı bitki yetiştirilmesi ve viroidlerin bulaşmasını engelleyici tedbirler tercih edilmektedir. Süs bitkileri yetiştiriciliğinde kullanılacak üretim materyallerinin (tohum, soğan, kalem, çelik vb.) viroidlerden ari olmasına dikkat edilmelidir. Yüksek sıcaklıkların viroidlerin çoğalmasını ve belirti oluşumunu desteklediği bilinmektedir (Carbonell ve ark., 2008; Sänger ve Ramm, 1975). Bu nedenle, süs bitkileri yetiştiriciliğinin yapıldığı seraların iyi havalandırılması ihmal edilmemelidir. Viroidler düşük sıcaklık uygulaması ve meristem kültürü ile elimine edilebilmektedirler (Adams ve ark., 1996; Lizárraga ve ark., 1980). Bu özellikten faydalanarak viroidlerden ari bitkiler yetiştirilebilmesi mümkün olabilmektedir. Viroidlerin yıldan yıla veya aynı yıl içerisinde bitkiden bitkiye ve alandan alana taşınmasını engellemek için yabancı otlar ve vektörlere karşı etkili mücadele yapılmalıdır.

KAYNAKLAR

Adams, A.N., Barbara, D.J., Morton, A. and Darby, P. 1996. The experimental transmission of hop latent viroid and its elimination by low temperature treatment and meristem culture. Ann. Appl. Biol., 128, 37-44.

Bostan, H., Nie, X. and Singh, R.P. 2004. An RT-PCR primer pair for the detection of pospiviroid and its application in surveying ornamental plants for viroids. J. Virol. Methods, 166, 189-193.

Brierley, P. 1953. Some experimental hosts of the chrysanthemum stunt virus. Plant Dis. Reptr., 37, 343–345.

Carbonell, A., Martínez de Alba, A.E., Flores, R. and Gago, S. 2008. Double-stranded RNA interferes in a sequence-specific manner with infection of representative members of the two viroid families. Virology, 371, 44-53.

Chung, B.N. and Choi, G.S. 2008. Incidence of *Coleus blumei* viroid 1 in seeds of commercial *Coleus* in Korea. Plant Pathol. J., 24 (3), 305-308.

Diener, T.O. 1972. Potato spindle tuber viroid VIII. Correlation of infectivity with a UV absorbing component and thermal denaturation properties of the RNA. Virology, 50, 606-609.

Diener, T.O. and Lawson, R.H. 1973. Chrysanthemum stunt: a viroid disease. Virology, 51, 94-101.

Dimock, A.W. 1947. Chrysanthemum stunt. NY State Flower Growers Bull., 26, 2.

Di Serio, F. 2007. Identification and characterization of Potato spindle tuber viroid infecting *Solanum jasminoides* and *S. rantonneti* in Italy. J. Plant Pathol., 89, 297-300.

Flores, R. 2011. Viroids in Ornamentals. Acta Hortic., 901, 23-34.

Flores, R., Delgado, S., Gas, M.E., Carbonell, A., Molina, D., Gaco, S. and De la Pena, M., 2004. Viroids: the minimum noncoding RNAs with autonomous replication. FEBS Letters, 567, 42-48.

Fonseca, M.E.N., Boitteux, L.S., Singh, R.P. and Kitajima, E.W. 1989. A small viroid in *Coleus* species from Brazil. Fitopatol. Bras., 14, 94-96.

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

Haseloff, J. and Symons, R.H. 1981. Chrysanthemum stunt viroid: primary sequence and secondary structure. Nucl. Acids Res., 12, 2741-2752.

Hammond, R., Smith, D.R. and Diener, T.O. 1989. Nucleotide sequence and proposed secondary structure of *Columnea latent viroid*: a natural mosaic of viroid sequences. Nucl. Acids Res., 17: 10083-10094.

Henkel, J. and Sanger, H.L. 1995. GenBank Accession Z68201.

Hou, W.Y., Sano, T., Li, S.F., Li, F., Li, L. and Wu, Z.J. 2009a. Identification and characterization of a new *Coleviroid* (CbVd-5). Arch. Virol., 154, 315–320.

Hou, W.Y., Li, S.F., Wu, Z.J., Jiang, D.M. and Sano, T. 2009b. *Coleus blumei viroid* 6: a new tentative member of the genus *Coleviroid* derived from natural genome shuffling. Arch. Virol., 154, 993–997.

Hutchins, C., Rathjen, P.D., Forster, A.C. and Symons, R.H. 1986. Self-cleavage of plus and minus RNA transcripts of avocado sunblotch viroid. Nucl. Acids Res., 14, 3627-3640.

ICTV 2014. İnternational Committee on Taxonomy of Viruses. Virus Taxonomy: 2014 Release. Erişim: [http://www.ictvonline.org/virusTaxonomy.asp] Erişim Tarihi: 18.01.2016

Alınteri
31 (B) - 2016
98 - 106
ISSN:1307-3311

Lizárraga, R.E., Salazar, L.F., Roca, W.M. and Schilde-Rentschler, L. 1980. Elimination of potato spindle tuber viroid by low-temperature and meristem culture. Phytopathology, 70, 754-755.

Luigi, M., Luison, D., Tomassoli, L. and Faggioli, F. 2011. Short communication natural spread and molecular analysis of pospiviroids infecting ornamentals in Italy. J. Plant Pathol., 93(2), 1-5.

Matsushita, Y. 2013. Chrysanthemum Stunt Viroid. Japan Agric.Res.Quarterly, 47 (3), 237-242.

Menzel, W. and Maiss, E. 2000. Detection of Chrysanthemum stunt viroid (CSVd) in cultivars of *Argyranthemum frutescens* by RT-PCR-ELISA. J. Plant Disease Protect. 107, 548-522.

Mertelik, J., Kloudova, K., Cervena, G., Necekalova, J., Mikulkova, H., Levkanicova, Z., Dedic, P. and Ptacek, J. 2009. First report of *Potato spindle tuber viroid* (PSTVd) in *Brugmansia spp*., *Solanum jasminoides*, *Solanum muricatum* and *Petunia spp.* in the Czech Republic. New Disease Reports 19 (February-August).

Nakashima, A., Hosokawa, M., Maeda, S. and Yazawa, S. 2007. Natural infection of Chrysanthemum stunt viroid in dahlia plants. J. Gen Plant Pathol., 73, 225-227.

Navarro, B. and Flores, R. 1997. Chrysanthemum chlorotic mottle viroid: unusual structural properties of a subgroup of self-cleaving viroids with hammerhead ribozymes. Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A., 94, 11262-11267.

Nie, X., Singh, R.P. and Bostan, H. 2005. Molecular cloning, secondary structure, and phylogeny of three pospiviroids from ornamental plants. Can J. Plant Pathol., 27, 592-602.

Nielsen, S.L. and Nicolaisen, M. 2010. First report of Columnea latent viroid (CLVd) in Gloxinia gymnostoma, G. nematanthodes and G. purpurascens in a botanical garden in Denmark. New Disease Reports, 22, 4.

Olivier, T., Demonty, E., Govers, J., Belkheir, K. and Steyer, S. 2011. First report of a Brugmansia sp. infected by Tomato apical stunt viroid in Belgium. Plant Dis., 95, 495.

Owens, R.A. and Verhoeven, J.Th.J. 2009. Potato spindle tuber. The Plant Health Instructor, DOI:10.1094/PHI-I-2009-0804-01.

Romaine, C.P. and Horst, R.K. 1975. Suggested evidence for viroid etiology of chrysanthemum chlorotic mottle disease. Virology, 64, 86.

Runia, W.T. and Peters, D. 1979. The response of plant species used in agriculture and horticulture to viroid infections. J. Plant Pathol., 86, 135-146.

Sänger, H.L. and Ramm, K. 1975. Radioactive labeling of viroid RNA. "Alınmıştır: Modification of the Information Content of Plant Cells. (eds.) Markham R., Davies D.R., Hopwood D.A., and Horne R.W., North Holland, Amsterdam, The Netherlands, 299-252.

Semancik, J.S. and Weathers, L.G. 1972. Exocortis disease: evidence for a new species of "infectious" low molecular weight RNA in plants. Nature New Biol., 237, 242-244.

Singh, R.P. and Dilworth, A.D. 2009. Tomato chlorotic dwarf viroid in the ornamental plant Vinca minor and its transmission through tomato seed. Eur. J. Plant Pathol., 123, 111-116.

Singh, R.P., Lakshman, D.K., Boucher, A. and Tavantzis, S.M. 1992. A Viroid from Nematanthus wettsteinii plants closely related to Columnea latent viroid. J. Gen. Virol., 73, 2769-2774.

Singh, R.P., Dilworth, A.D., Baranwal, V.K. and Gupta, K.N. 2006. Detection of Citrus exocortis viroid, Iresine viroid and Tomato chlorotic dwarf viroid in new ornamental host plants in India. Plant Dis., 90, 1457.

Spieker, R.L. 1996a. A viroid from Brunfelsia undulata closely related to the Columnea latent viroid. Arch. Virol. 141, 1823–1832.

Spieker, R.L. 1996b. In vitro-generated 'inverse' chimeric Coleus blumei viroids evolve in vivo into infectious RNA replicons. J. Gen. Virol., 77, 2839-2846.

Spieker, R.L. 1996c. The molecular structure of Iresine viroid, a new viroid species from Iresine herbstii ('beefsteak plant'). J. Gen. Virol., 77, 2631-2635.

Spieker, R.L., Haas, B., Charng, Y.C., Freimuller, K. and Sanger, H.L. 1990. Primary and secondary structure of a new viroid 'species' (CbVd1) present in the Coleus blumei cultivar 'Bienvenue'. Nucl. Acids Res.. 18, 3998.

Spieker, R.L. 1991. A new class of viroids in Coleus blumei: sequencing, cloning, structure/function-analysis by site-directed mutagenesis and expression in Nicotiana tabacum. Karlsruhe Contr. Plant Physiol., 22, 1-226.

Spieker, R.L., Marinkovic, S. and Sänger H.L. 1996. A viroid from Solanum psuedocapsicum closely related to the Tomato apical stunt viroid. Arch. Virol., 141, 1387-1395.

Şevik, M.A. 2015. Viroidler ve Türkiye'de Saptanan Viroid Hastalık Etmenleri. Türkiye Tarımsal Araştırmalar Dergisi, 2, 63-68.

Alınteri
31 (B) - 2016
98 - 106
ISSN:1307-3311

Van Brunschot, S.L., Persley, D.M., Roberts A. and Thomas, J.E. 2014. First report of pospiviroids infecting ornamental plants in Australia: Potato spindle tuber viroid in Solanum laxum (synonym S. jasminoides) and Citrus exocortis viroid in Petunia spp. New Disease Reports 29, 3.

Verhoeven, J.T.J. 2010. Identification and epidemiology of pospiviroids. PhD thesis, Wageningen University, The Netherlands, 136 pp.

Verhoeven, J.T.J., Arts, M.S.J., Owens, R.A. and Roenhorst, J.W. 1998. Natural infection of petunia by chrysanthemum stunt viroid. Eur. J. Plant Pathol., 104:383-386.

Verhoeven, J.T.J., Jansen, C.C.C. and Roenhorst, J.W. 2006. First report of Potato virus M and Chrysantemum stunt Viroid in Solanum jasminoides. Plant Dis., 90, 1359.

Verhoeven, J.T.J., Jansen, C.C.C., Werkman, A.W. and Roenhorst, J.W. 2007. First report of Tomato chlorotic dwarf viroid in Petunia hybrida from the United States of America. Plant Dis., 91, 324.

Verhoeven, J.Th.J., Jansen, C.C.C. and Roenhorst, J.W. 2008a. First report of pospiviroids infecting ornamentals in the Netherlands: Citrus exocortis viroid in Verbena sp., Potato spindle tuber viroid in Brugmansia suaveolens and Solanum jasminoides and Tomato apical stunt viroid in Cestrum sp. Plant Pathol., 57, 399.

Verhoeven, J.Th.J., Jansen, C.C.C. and Roenhorst, J.W. 2008b. Streptosolen jamesonii 'Yellow', a new host plant of Potato spindle tuber viroid. Plant Pathol., 57, 399.

Verhoeven, J.Th.J., Jansen, C.C.C., Roenhorst, J.W., Steyer, S., Schwind, N. and Wassenegger, M. 2008c. First report of Solanum jasminoides infected by Citrus exocortis viroid in Germany and the Netherlands and Tomato apical stunt viroid in Belgium and Germany. Plant Dis., 92, 973

Verhoeven, J.Th.J., Botermans, M., Jansen, C.C.C. and Roenhorst, J.W. 2010a. First Report of Tomato apical stunt viroid in the symptomless hosts Lycianthes rantonnetii and Streptosolen jamesonii in the Netherlands. Plant Dis., 94, 791.

Verhoeven, J.Th.J., Jansen, C.C.C., Botermans, M. and Roenhorst, J.W. 2010b. Epidemiological evidence that vegetatively propagated, solanaceous plant species act as sources of Potato spindle tuber viroid inoculum for tomato. Plant Pathol., 59, 3-12.