

POSPIVIROIDI NA OKRASNIH RASTLINAH V SLOVENIJI

Mojca VIRŠČEK MARN¹, Irena MAVRIČ PLEŠKO²

^{1,2}Kmetijski inštitut Slovenije, Ljubljana

IZVLEČEK

V rod *Pospiviroid* je uvrščenih deset viroidov. Značilni predstavnik je *Potato spindle tuber viroid* (PSTVd), ki povzroča bolezen vretenatost krompirjevih gomoljev. Uvrščen je med karantenske organizme na seznam I.A.1 direktive 2000/29/ES, saj lahko že v letu, ko okuži krompir ali paradižnik, povzroči izgubo polovice pridelka. Paradižnik okužujejo tudi *Citrus exocortis viroid* (CEVd), *Columnea latent viroid* (CLVd), *Mexican papita viroid* (MPVd), *Tomato apical stunt viroid* (TASVd), *Tomato chlorotic dwarf viroid* (TCDVd) in *Tomato planta macho viroid* (TPMVd) in lahko povzročajo podobna znamenja in izgube kot PSTVd. Razen tega povzročajo posamezni viroidi iz rodu *Pospiviroid* škode tudi pri drugih pomembnih kmetijskih rastlinah. Okužbe z viroidi so lahko tudi latentne ali mile, posebno na nekaterih gostiteljskih rastlinah. Takšne okužbe so nevarne, ker jih ne opazimo, okužbe pa se lahko prenesejo na bolj občutljive rastline. Viroidi se namreč prenašajo tudi z dotiki, delovnim orodjem in stroji. V letu 2006 so na Nizozemskem prvič v svetu potrdili PSTVd na okrasnih rastlinah iz rodov *Brugmansia* in *Solanum*, v naslednjih letih pa so bile okužbe s tem viroidom odkrite še na drugih okrasnih rastlinah. V vseh primerih so bile okužbe latentne. Komisija Evropskih skupnosti je zato predpisala tudi raziskavo o pojavu ali stalni nezastopanosti PSTVd v državah članicah. V Sloveniji smo od konca leta 2006 pa do konca leta 2010 opravili 400 analiz različnih okrasnih gostiteljskih rastlin, krompirja, paradižnika in paprike. Skupno je bilo s PSTVd okuženih 100 vzorcev, njegov pojav smo potrdili pri *Brugmansia suaveolens*, *Solanum jasminoides*, *S. rantonnetti*, *S. muricatum* in *Petunia* spp. V letu 2010 smo v Sloveniji na okrasnih rastlinah prvič potrdili tudi druge viroide, in sicer CEVd na *S. jasminoides* in TCDVd na *Petunia* spp. O okužbah s CEVd na *S. jasminoides* so pred tem poročali že iz Nizozemke in Avstrije, o okužbah s TCDVd na petunijah pa iz Nizozemske in Anglije.

Ključne besede: viroidi, znaki okužbe, prenos, gostiteljske rastline, posebni nadzor PSTVd

ABSTRACT

POSPIVIROIDS ON ORNAMENTAL PLANTS IN SLOVENIA

Potato spindle tuber viroid (PSTVd) is the type species of genus *Pospiviroid*, which includes 10 different viroids. PSTVd is a quarantine organism and is listed in Section 1 of Part A of Annex I to Directive 2000/29/EC. It can cause a 50% yield reduction of potato and tomato already in the year of infection. *Citrus exocortis viroid* (CEVd), *Columnea latent viroid* (CLVd), *Mexican papita viroid* (MPVd), *Tomato apical stunt viroid* (TASVd), *Tomato chlorotic dwarf viroid* (TCDVd) and *Tomato planta macho viroid* (TPMVd) also infect tomato and can cause similar symptoms and damages as PSTVd. Additionally, several pospiviroids can cause severe damages on other important agricultural crops. On the other hand a lot of

¹ doc. dr., Hacquetova 17, SI-1000 Ljubljana

² dr., prav tam

infections, especially on certain hosts, are latent or mild and therefore not detected and can present danger for transmission of infection to susceptible crops. Viroids are easily mechanically transmitted also by hands, tools and machinery. In 2006 PSTVd was discovered on new ornamental hosts *Brugmansia* spp. and *Solanum jasminoides* in the Netherlands. In the following years other new PSTVd hosts were identified. All infections of new ornamental hosts were symptomless. The commission of the European Communities therefore prescribed surveys for the presence or continued absence of PSTVd. In Slovenia 400 samples taken from ornamental species, potato, tomato and sweet pepper were tested from the end of 2006 to the end of 2010. The infection with PSTVd was confirmed in 100 samples. Infection was detected on *Brugmansia suaveolens*, *Solanum jasminoides*, *S. rantonnetii*, *S. muricatum* and *Petunia* spp. In 2010 CEVd was detected on one sample of *S. jasminoides* and TCDVd on 4 samples of *Petunia* spp. for the first time in Slovenia. Infection of *S. jasminoides* with CEVd was already reported by Dutch and Austrian researchers. Infection of TCDVd on petunias was reported from The Netherlands.

Key words: viroids, symptoms, transmission, host plants, PSTVd survey

1 UVOD

Viroidi so najmanjši patogeni rastlin. So kovalentno zaprte krožne molekule RNA velikosti od 246 do 401 nukleotidov (Flores *et al.*, 2005). Ker ne kodirajo beljakovin, uporabljajo za razmnoževanje in premikanje beljakovine gostitelja. Glede na način razmnoževanja jih delimo v dve družini, *Pospiviroidae* in *Avsunviroidae*. Družina *Pospiviroidae* ima pet rodov, družina *Avsunviroidae* pa le dva. V rod *Pospiviroid* je uvrščenih deset viroidov: *Chrysanthemum stunt viroid* (CSVd), *Citrus exocortis viroid* (CEVd), *Columnea latent viroid* (CLVd), *Iresine viroid 1* (IrVd 1), *Mexican papita viroid* (MPVd), *Potato spindle tuber viroid* (PSTVd), *Tomato apical stunt viroid* (TASVd), *Tomato chlorotic dwarf viroid* (TCDVd), *Tomato planta macho viroid* (TPMVd) in *Pepper chat fruit viroid* (PCFVd). Značilni predstavnik je *Potato spindle tuber viroid* (PSTVd), ki povzroča bolezen vretenatost krompirjevih gomoljev. Z izjemo IrVd 1 vsi viroidi iz rodu *Pospiviroid* povzročajo škode na pomembnih kmetijskih rastlinah in sicer PSTVd predvsem na krompirju in paradižniku, CEVd na paradižniku in citrusih, CLVd, MPVd, TASVd, TCDVd in TPMVd na paradižniku, PCFVd na papriki in CSVd na krizantemah, vendar sta v Evropski skupnosti le dva uvrščena med karantenske organizme. PSTVd je uvrščen je na seznam I.A.1, CSVd pa na seznam II.A.2 direktive 2000/29/ES in je karantenski škodljivi organizem za rastline iz rodu *Dendranthema* (*Chrysanthemum*) za saditev, razen semena. Leta 2007 je EU sprejela še Odločbo Komisije 2007/410/ES o ukrepih za preprečevanje vnosa viroida vretenatosti krompirjevih gomoljev v Skupnost in njegovega širjenja v Skupnosti, zahteve katere se nanašajo na rastline *Brugmansia* spp. in *Solanum jasminoides*. V letu 2006 so na Nizozemskem namreč prvič v svetu potrdili PSTVd na okrasnih rastlinah iz rodov *Brugmansia* in *Solanum* (Verhoeven *et al.*, 2008a). Po tem so odkrili še več novih okrasnih gostiteljskih rastlin PSTVd in sicer *Solanum rantonnetii* (Di Serio, 2007), *Streptosolen jamesonii* (Verhoeven *et al.*, 2008b), *Physalis peruviana* (Verhoeven *et al.*, 2009a), *Petunia* spp. (Mertelik *et al.*, 2010), *Calibrachoa* sp. in *Datura* sp. (Verhoeven, 2010) ter *Cestrum* spp. (Luigi *et al.*, 2011). Okužbe teh okrasnih gostiteljskih rastlin so latentne ali mile. Takšne okužbe so nevarne, ker jih ne opazimo, okužbe pa se lahko prenesejo na bolj občutljive in gospodarsko zelo pomembne rastline, pri katerih lahko povzročijo velike izgube. V prispevku predstavljamo pregled podatkov iz literature o znamenjih in škodah, ki jih povzročajo okužbe z različnimi pospiviroidi, njihovih gostiteljskih rastlinah in načinih prenosa. Na kratko so predstavljeni tudi rezultati posebnega nadzora PSTVd v Sloveniji.

2 ZNAKI IN POŠKODBE ZARADI OKUŽB S POSPIVIROIDI

Okužbe okrasnih gostiteljskih rastlin so latentne, le občasno se ob okužbi z nekaterimi viroidi pojavljajo blaga znamenja. Znamenja so začasna oz. se pojavljajo le nekaj časa. Na petunijah lahko okužba s TCDVd povzroča kloroze glavnih žil ter gubanje in mehurjavost listov (Matthews-Berry, 2010). Če se posamezni viroidi prenesejo na nekatere pomembne gostiteljske rastline kot so krompir, paradižnik in/ali paprika, so škode lahko zelo velike. Obseg okužbe je odvisen od vrste in sorte gostiteljske rastline, različka viroida, razmer v času gojenja ter velikosti in razvojnega stadija rastline, ko se je okužba zgodila (Viršček Marn *et al.*, 2010).

PSTVd lahko že v letu, ko se okužba zgodi, povzroči izgubo polovice pridelka krompirja in prav tako paradižnika. Znamenja okužbe s PSTVd na paradižniku so naslednja: rastline so zakrnele, njihov vrh je šopast, ker se medčlenki skrajšajo. Včasih se pojavijo tudi vretenasti poganjki. Listje porumeni ali pordeči, listi pa so deformirani in se zvijajo navzdol. Spodnji in srednji listi odmirajo. Odmiranje se začne na listnih žilah. Mlajši listi na vrhu rastlin ne propadejo, a ostanejo majhni. Cvetovi pogosto abortirajo. Zorenje plodov je neredno. Plodovi so majhni, trdi in pogosto temno zeleni. Če se okužba zgodi šele po cvetenju, plodovi dozoriijo in tvorijo seme, s katerim se okužba prenaša na potomce (Viršček Marn *et al.*, 2010).

Najbolj značilna so znamenja okužbe s PSTVd na gomoljih krompirja. Le-ti so majhni in deformirani: vretenasti, bolj podolgovati ali bolj okrogli od neokuženih. Pogosto so tudi zašiljeni, lahko tudi grčasti. Na večjih gomoljih se lahko pojavijo razpoke. Očesa so pogosto bolj izražena in počasneje odganjajo. Nadzemni del okuženega krompirja je zakrnel in bolj pokončne rasti ter pogosto bolj razvejan od zdravega, koti med stranskimi poganjki in stebлом pa so ostri. Listi lahko spremenijo barvo in postanejo svetlejši ali temnejši od normalnih ter imajo manjše in deformirane lističe (Viršček Marn *et al.*, 2010).

Razen paradižnika in krompirja lahko PSTVd okuži tudi pepino (*Solanum muricatum*, Puchta *et al.*, 1990), avokado (Querci *et al.*, 1995) in papriko (Lebas *et al.*, 2005) ter številne okrasne rastline. Na paprikah lahko na listih v bližini vrha rastline opazimo valujoče listne robove (Lebas *et al.*, 2005). Okužbe s PSTVd na avokadu so večinoma latentne, ob hkratni okužbi s *Avocado sunblotch viroid*-om pa so opazili šopasta socvetja, zmanjšanje števila in velikosti plodov in propad dreves (Querci *et al.*, 1995). Puhta in sodelavci (1990) na s PSTVd okuženem pepinu niso opazili znamenj. PSTVd je edini viroid, ki so ga za zdaj odkrili na krompirju. Umetna inokulacija krompirja sorte Nicole s CEVd in CLVd pa je na polju povzročila enaka ali še bolj izražena bolezenska znamenja kot okužba s PSTVd (Werkman *et al.*, 2004).

CEVd povzroča na paradižniku zelo podobna znamenja kot PSTVd. V Indiji (Mishra *et al.*, 1991) so opazili razvejanost vršičkov rastlin, zakrnelo rast, epinastijo, različne deformacije listov in kloroze žil. Na občutljivih citrusih (predvsem podlagah) povzroča razbrazdanja debel pri tleh. Viroid uničuje lubje, ki se suši, poka in lupi. V zgodnji fazi se lahko pojavi smoljenje. Okužena drevesa redko propadejo, a so zakrnela in slabše rodijo (http://www.plantprotection.hu/modulok/angol/citrus/exocortis_cit.htm). CEVd razen citrusov in paradižnika okužuje tudi nekatere okrasne rastline, vinsko trto, bob, jajčevce, korenje in repo. Pri slednjih gostiteljskih rastlinah so okužbe latentne. CLVd na paradižniku prav tako povzroča podobna znamenja kot PSTVd, torej zakrnelo rast, deformacije listov in klorozo. Pri okužbi v veliki Britaniji (Matthews-Berry, 2010) so opazili tudi močno rdečenje oz. pojav bronaste barve in nekroze. Kakovost plodov se ni spremenila, zmanjšal pa se je pridelek. Opazili so tudi zelo hitro širjenje okužbe znotraj okuženih lokacij. MPVd so potrdili na paradižnikih nedolgo tega v Kanadi. Rastline kažejo zakrnelo rast in ne rodijo ali pa so plodovi majhni, listi porumenijo oz. pordečijo (Matthews-Berry, 2010). TASVd je uvrščen v

EPPO »alert« listo. Povzročča zakrnelo rast, deformacije, rumenenje ter krhkost listov, zmanjšanje velikosti plodov in povzročča slabšo obarvanost teh močno zmanjšanje pridelka. Poročajo tudi o 100 % okužbah (Matthews-Berry, 2010). Tudi TCDVd na paradižniku povzročča podobna znamenja kot PSTVd (Matthews-Berry, 2010). TPMVd je zaenkrat razširjen le v Mehiki, kjer povzročča resne izgube. Plodovi okuženih rastlin imajo velikost frnikole (Matthews-Berry, 2010). PCFVd povzročča hude škode na papriki. Nastavek plodov paprike je zmanjšan in zakasnel. Velikost plodov se zmanjša na polovico. Nekoliko se zmanjša tudi velikost listov in celotne rastline. Podobna znamenja so opazili tudi pri umetni okužbi paprike s PSTVd (Verhoeven *et al.*, 2009b). Pri krizantemah je lahko okrog 30% rastlin okuženih s CSVd brez vidnih znamenj (latentna okužba). Okužene rastline navadno cvetijo prej in neizenačeno, imajo manjše število cvetov, barva cveta pa je svetlejša od običajne. Rast je slabša tudi do 50%. Listov je manj in so manjši. Stebla postanejo krhka in lomljiva. Pri sortah Blache in Yellow Garza so listi zgubani in imajo rumeno-zelene lise (EPPO/CABI, 1997).

3 GOSTITELJSKE RASTLINE POSPIVIROIDOV IZ VRST OKRASNIH IN PLEVELNIH RASTLIN

Gostiteljske rastline pospiviroidov iz vrst okrasnih in plevelnih rastlin so predstavljene v preglednici 1.

Preglednica 1: Seznam okrasnih in plevelnih rastlin, pri katerih so odkrili okužbe z različnimi viroidi iz rodu *Pospiviroid*.

| Gostitelj | Okužba z (referenca) |
|-----------------------------------|---|
| <i>Ageratum</i> sp. | CSVd (Bouwen in van Zaayen, 2003) |
| <i>Altemanthera sessilis</i> | IrVd (Singh <i>et al.</i> , 2006) |
| <i>Argyranthemum frutescens</i> | CSVd (Bouwen in van Zaayen, 2003) |
| <i>Brugmansia x candida</i> | PSTVd (Verhoeven <i>et al.</i> , 2010a) |
| <i>Brugmansia x flava</i> | PSTVd (Verhoeven <i>et al.</i> , 2010a) |
| <i>Brugmansia x sanguinea</i> | PSTVd (Verhoeven <i>et al.</i> , 2010a), TCDVd (Verhoeven <i>et al.</i> , 2010a) |
| <i>Brugmansia x suaveolens</i> | PSTVd (Verhoeven <i>et al.</i> , 2010a) |
| <i>Brunfelsia undulata</i> | CLVd (Spieker, 1996a) |
| <i>Calibrachoa</i> sp. | PSTVd (Verhoeven, 2010); TCDVd (DEP Final report) |
| <i>Celosia plumosa</i> | IrVd (Verhoeven <i>et al.</i> , 2010b) |
| <i>Cestrum</i> sp. | CEVd (Luigi, <i>et al.</i> , 2011), PSTVd (Luigi, <i>et al.</i> , 2011); TASVd (Verhoeven <i>et al.</i> , 2008a) |
| <i>Chrysanthemum x morifolium</i> | CSVd (EPPO/CABI, 1997) |
| <i>Chrysanthemum indicum</i> | CSVd (EPPO/CABI, 1997) |
| <i>Chrysanthemum prealtum</i> | CSVd (EPPO/CABI, 1997) |
| <i>Columnnea erythrophye</i> | CLVd (Hammond, 1989) |
| <i>Dahlia</i> sp. | CSVd (Nakashima <i>et al.</i> , 2007) |
| <i>Datura</i> sp. | PSTVd (Verhoeven, 2010) |
| <i>Glandularia pulchella</i> | CEVd (Singh <i>et al.</i> , 2006) |
| <i>Gloxinia gymnostoma</i> | CLVd (Nielsen in Nicolaisen, 2010) |
| <i>Gloxinia nematanthodes</i> | CLVd (Nielsen in Nicolaisen, 2010) |
| <i>Gloxinia purpurascens</i> | CLVd (Nielsen in Nicolaisen, 2010) |
| <i>Impatiens walleriana</i> | CEVd (Singh <i>et al.</i> , 2009) |
| <i>Iresine herbstii</i> | IrVd (Spieker, 1996b) |
| <i>Nematanthus wettsteinii</i> | CLVd (Singh <i>et al.</i> , 1992a) |
| <i>Pericallis x hybrida</i> | CSVd (Verhoeven, 2010) |
| <i>Petunia</i> sp. | CSVd (Verhoeven <i>et al.</i> , 1998); CEVd (Duran-Vila in Semancik, 2003); PSTVd (Mertelik <i>et al.</i> , 2010); TCDVd (Verhoeven <i>et al.</i> , 2007) |
| <i>Physalis peruviana</i> | PSTVd (Verhoeven <i>et al.</i> , 2009a) |
| <i>Pittosporum tobira</i> | TCDVd (Verhoeven, 2010) |

| | |
|---|---|
| <i>Portulaca</i> sp. | IrVd (Verhoeven, 2010) |
| <i>Solanum jasminoides</i> | CSVd (Verhoeven <i>et al.</i> , 2006); CEVd (Verhoeven <i>et al.</i> , 2008c); PSTVd (Verhoeven <i>et al.</i> , 2008a); TASVd (Verhoeven <i>et al.</i> , 2008c) |
| <i>Solanum pseudocapsicum</i> | TASVd (Spieker, 1996c) |
| <i>Solanum rantonnetii</i> = <i>Lyciantes rantonnetii</i> | PSTVd (Di Serio, 2007) TASVd (Verhoeven <i>et al.</i> , 2010c) |
| <i>Solanum stramonifolium</i> | CLVd (Verhoeven, 2010) |
| <i>Streptosolen jamesonii</i> | PSTVd (Verhoeven, 2008b); TASVd (Verhoeven <i>et al.</i> , 2010c) |
| <i>Verbena</i> sp. | CSVd (Bostan <i>et al.</i> , 2004); CEVd (Singh <i>et al.</i> , 2009); IrVd (Bostan <i>et al.</i> , 2004); TCDVd (Singh <i>et al.</i> , 2006) |
| <i>Vinca major</i> | CSVd (Bostan <i>et al.</i> , 2004); IrVd (Bostan <i>et al.</i> , 2004) |
| <i>Vinca minor</i> | TCDVd (Singh in Dilworth, 2009) |

4 POTI PRENOSA

Vsi viroidi iz rodu *Pospiviroid* se znotraj rastlinske vrste prenašajo z vegetativnim razmnoževanjem okuženih rastlin in z dotiki, okuženim orodjem in stroji ter z medsebojnim kontaktom rastlin. Raziskave kažejo (Seigner *et al.*, 2008; Verhoeven *et al.*, 2010d), da je prenos z dotiki in delovnim orodjem mogoč tudi med gostiteljskimi rastlinami različnih vrst. Seigner in sod. (2008) in Verhoeven in sod. (2010d) so s poskusi dokazali, da se PSTVd zelo učinkovito prenaša iz okuženih okrasnih rastlin na paradižnik in na krompir s prsti in z orodjem. Prenos s semeni nekaterih gostiteljskih rastlin so dokazali za CEVd (Singh *et al.*, 2009), PCFVd (Verhoeven *et al.*, 2009b), TCDVd (Singh in Dilworth, 2009), PSTVd, CSVd in TASVd (Antignus *et al.*, 2006, Antignus *et al.*, 2007). Prenos PSTVd je možen tudi z okuženim cvetnim prahom (Singh, 1992b). Antignus in sod. (2006, 2007) so ugotovili, da čmrlji iz rodu *Bombus terrestris* prenašajo *Tomato apical stunt viroid* (TASVd), Matsuura in sodelavci (2010) pa so poročali o prenosu *Tomato chlorotic dwarf viroida* (TCDVd) z vrsto *Bombus ignitus*. V nobenem primeru mehanizem prenosa ni znan. Obstajajo tudi navedbe o prenosu nekaterih drugih viroidov iz rodu *Pospiviroid* z insekti predvsem ušmi, vendar le-te potrebujejo dodatne potrditve. Viroidi iz rodu *Pospiviroid* so si med seboj precej podobni. Možnost za prenos posameznih pospiviroidov med različnimi gostiteljskimi rastlinami je torej, glede na ugotovitve pri PSTVd, velika.

5 REZULTATI POSEBNEGA NADZORA PSTVD V SLOVENIJI

V Sloveniji smo z nadzorom PSTVd začeli že konec leta 2006, takoj po potrjeni okužbi rastline *B. suaveolens* nizozemskega izvora. Na možno okuženost pošiljke rastlin *B. cordata* in *B. suaveolens* je Fitosanitarno upravo Republike Slovenije (FURS) opozorila nizozemska služba za varstvo rastlin. Fitosanitarna inšpekcija je uspela izslediti le eno lončnico, vse ostale so bile že prodane v maloprodaji. Na Kmetijskem inštitutu Slovenije smo poslani vzorec analizirali z že uvedeno metodo za določanje PSTVd, naše rezultate pa so potrdili še na Nizozemskem.

Do konca leta 2010 smo na Kmetijskem inštitutu Slovenije opravili 400 analiz različnih okrasnih gostiteljskih rastlin, krompirja, paradižnika in paprike (Preglednica 2). Skupno je bilo s PSTVd okuženih 100 vzorcev, njegov pojav smo potrdili pri *Brugmansia suaveolens*, *Solanum jasminoides*, *S. rantonnetii*, *S. muricatum* in *Petunia* spp. V letih 2009 in 2010 smo v Sloveniji na okrasnih rastlinah prvič potrdili tudi pojav drugih viroidov. Leta 2009 so na Nacionalnem inštitutu za biologijo potrdili okužbo krizantem s CSVd (Mehle *et al.*, 2010), leta 2010 pa na Kmetijskem inštitutu Slovenije okužbo petunij s TCDVd (Viršček Marn in Mavrič Pleško, 2010) in *S. jasminoides* s CEVd.

Preglednica 2: Rezultati laboratorijskega testiranja PSTVd v letih 2006 – 2010.

| Rastlinska vrsta | Št. PSTVd pozitivnih vzorcev/ št. analiziranih vzorcev 2006 -2010 |
|--|--|
| <i>Brugmansia</i> sp.+ <i>Datura</i> sp. | 1/44 |
| <i>Solanum jasminoides</i> | 88/152 |
| <i>Solanum rantonnetii</i> | 5/34 |
| <i>Solanum</i> sp. | 0/1 |
| petunija oz. surfinija | 3/104 |
| paprika | 0/13 |
| paradižnik | 0/15 |
| <i>Solanum muricatum</i> | 3/7 |
| <i>Solanum.pseudocapsicum</i> | 0/3 |
| pasje zelišče = <i>S. nigrum</i> | 0/2 |
| krompir | 0/23 |
| <i>Jasminum polyanthum</i> * | 0/2 |
| SKUPAJ vzorcev = analiz | 100/400 |

* ne spada v družino *Solanaceae*

Vse s PSTVd okužene partije so bile uničena. O nevarnosti prenosa okužbe s PSTVd iz okrasnih rastlin na krompir smo opozorili javnost z poljudnim člankom v Kmečkem glasu in na internetni strani FURS. Glede na nove najdbe in najnovejša spoznanja smo pripravili oceno tveganja za Slovenijo za vse viroide iz rodu *Pospiviroid*, ki je potrdila naša predvidevanja, da so tudi nekarantenski pospiviroidi nevarni predvsem za pridelavo paradižnika in paprike. Rezultati ocene tveganja bodo osnova za pripravo dokumentov, ki bodo omogočili primerno ukrepanje ob ugotovljenih okužbah s katerikoli viroidom iz rodu *Pospiviroid*.

6 LITERATURA

- Antignus, Y., Pearlsman, M., Lachman, O., Feigelson, F. 2006. *Tomato apical stunt viroid* (TASVd), a pathogen of greenhouse tomatoes in Israel is seedborne and transmitted by bumble bees. *Phytoparasitica*, 34, 3: 306-307.
- Antignus, Y., Lachman, O., Pearlsman, M. 2007. Spread of *Tomato apical stunt viroid* (TASVd) in greenhouse tomato crops is associated with seed transmission and bumble bee activity. *Plant Dis.*, 91, 1: 47-50.
- Bostan, H., Nie, X., 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.
- Bouwen, I., van Zaayen, A. 2003. *Chrysanthemum stunt viroid*. V: Hadidi, A., Flores, R., Randles, J. W., Semancik, J. S. (ur.) *Viroids*. Collingwood, Australia, CSIRO Publishing: 218-223.
- DEP Final report. <http://www.euphresco.org/downloadFile.cfm?id=509>
- Di Serio, F. 2007. Identification and characterization of *Potato spindle tuber viroid* infecting *Solanum jasminoides* and *S. rantonnetii* in Italy. *J. Plant Pathol.*, 89: 297-300.
- Duran-Vila, N., Semancik, J. S. 2003. Citrus viroids. V: Hadidi, A., Flores, R., Randles, J. W., Semancik, J. S. (ur.) *Viroids*. Collingwood, Australia, CSIRO Publishing: 178-194.
- EPPO/CABI 1997. Data Sheets on Quarantine Pests. *Chrysanthemum stunt viroid*. V: Smith, I. M., McNamara, D.G., Scott, P.R., Holderness, M. (ur.) *Quarantine Pests for Europe*. 2nd edition. CABI International, Wallingford, UK
http://www.eppo.org/QUARANTINE/virus/Chrysanthemum_stunt/CSVD00_ds.pdf
- Flores, R., Hernandez, C., Martínez, De Alba, A.E., Darós, J.A., Di Serio, F. 2005. Viroids and viroid-host interactions. *Annual Review of Phytopathology*, 43. 117-139.
- Hammond, R., Smith, D.R., Diener, T.O. 1989. Nucleotide sequence and proposed secondary structure of *Columnea latent viroid*: a natural mosaic of viroid sequence. *Nucleic Acids Res.*, 17. 10083-10094.

- Lebas, B. S. M., Clover, G. R. G., Ochoa-Corona, F. M., Elliott, D. R., Tang, Z., Alexander, B. J. R. 2005. Distribution of *Potato spindle tuber viroid* in New Zealand glasshouse crops of capsicum and tomato. *Australasian Plant Pathology*, 34: 129 -133.
- Luigi, M., Luison, D., Tomassoli, L., Faggioli, F. 2011. First report of *Potato spindle tuber* and *Citrus exocortis viroids* in *Cestrum* spp. in Italy. *New Disease Reports*, 23, 4. [doi:10.5197/j.2044-0588.2011.023.004]
- Matsuura, S., Matsushita, Y., Kozuka, R., Shimizu, S., Tsuda, S. 2010. Transmission of *Tomato chlorotic dwarf viroid* (TCDVd) in tomato plants. *Eur. J. Plant Pathol.*, 126:111–115. DOI 10.1007/s10658-009-9515-2
- Matthews-Berry, S. 2010. Emerging viroid threats to UK tomato production. Plant disease factsheet, FERA.
<http://www.fera.defra.gov.uk/plants/publications/documents/factsheets/emergingViroidThreatsTomato.pdf>
- Mehle, N., Seljak, G., Verhoeven J. Th. J., Jansen, C. C. C., Prezelj, N. Ravnikar, M. 2010. *Chrysanthemum stunt viroid* newly reported in Slovenia. *Plant Pathol.*, 59: 1159. doi: 10.1111/j.1365-3059.2010.02293.x.
- Mertelik, J., Kloudova, K., Cervena, G., Necekalova, J., Mikulkova, H., Levkanicova, Z., Dedic, P. J., Ptacek, J. 2010. First report of Potato spindle tuber viroid (PSTVd) in *Brugmansia* spp., *Solanum jasminoides*, *Solanum muricatum* and *Petunia* spp. in the Czech Republic. *Plant Pathol.*, 59: 392.
<http://www.bspp.org.uk/publications/new-disease-reports/ndr.php?id=019027J>
- Mishra, M. D., Hammond, R. W., Owens, R. A., Smith, D. R., Diener, T. O. 1991. Indian bunchy top disease of tomato plants is caused by a distinct strain of *Citrus exocortis viroid*. *Journal of General Virology*, 72: 1781 – 1785.
- Nakashima, A., Hosokawa, M., Maeda, S., Yazawa, S. 2007. Natural infection of *Chrysanthemum stunt viroid* in dahlia plants. *J. Gen. Plant Pathol.*, 73: 225-227.
- Nielsen, S. L., 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. [doi:10.5197/j.2044-0588.2010.022.004]
- Puchta, H., Herold, T., Verhoeven, K., Roenhorst, A., Ramm, K., Schmidt-Puchta, W., Sanger, H. L. 1990. A new strain of *Potato spindle tuber viroid* (PSTVd-N) exhibits major sequence differences as compared to all other strains sequenced so far. *Plant Molecular Biology*, 15: 509-511.
- Querci, M., Owens, R.A., Vargas, C., Salazar, L. F. 1995. Detection of *Potato spindle tuber viroid* in avocado growing in Peru. *Plant Dis.*, 79 196-202.
- Seigner, L., Kappen, M., Huber, C., Kistler, M., Köhler, D. 2008. First trials for transmission of *Potato spindle tuber viroid* from ornamental *Solanaceae* to tomato using RT-PCR and an mRNA based internal positive control for detection. *J. Plant Dis. Protect.*, 115, 3: 97-101.
- Singh, R. P., Lakshman, D. K. Boucher, A., Tavantzis, S. 1992a. A viroid from *Nematanthus wettsteinii* plants closely related to *Columnea latent viroid*. *J. Gen. Virol.*, 73: 2769-2774.
- Singh, R.P., Boucher A., Somerville T. H. 1992b. Detection of *Potato spindle tuber viroid* in the pollen and various parts of potato plant pollinated with viroid-infected pollen. *Plant Dis.*, 76, 9: 951-953.
- Singh, R.P., Dilworth, A. D., Baranwal, V.K., Gupta, K. N. 2006. Detection of *Citrus exocortis viroid*, *Iresine viroid* and *Tomato chlorotic dwarf viroid* in new ornamental hosts in India. *Plant Dis.*, 90: 1457.
- Singh, R. P., Dilworth, A. D., Ao, X., Singh, M., Baranwal, V. K. 2009. *Citrus exocortis viroid* transmission through commercially-distributed seeds of *Impatiens* and *Verbena* plants. *Eur. J. Plant Pathol.*, 124:691–694.
- Singh, R. P., 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.
- Spieker, R. L. 1996a. A viroid from *Brunfelsia undulate* closely related to the *Columnea latent viroid*. *Arch. Virol.*, 141: 1823-1832.
- Spieker, R. L. 1996b. The molecular structure of *Iresine viroid*, a new viroid species from *Iresine herbstii* ("beefsteak plant"). *J. Gen. Virol.*, 77: 2631-2635.
- Spieker, R. L., Marinkovic, S., Sanger, H. L. 1996c. A viroid from *Solanum pseudocapsicum* closely related to the tomato apical stunt viroid. *Arch. Virol.*, 141, 8: 1387-1395.
- Verhoeven, J. Th. J., Arts, M. S. J., Owens, R. A., Roenhorst, J. W. 1998. Natural infection of *Petunia* by *Chrysanthemum stunt viroid*. *Eur. J. Plant Pathol.*, 104: 383-386.
- Verhoeven, J. Th. J., Jansen, C. C. C., Roenhorst, J. W. 2006. First report of *Potato virus M* and *Chrysanthemum stunt viroid* in *Solanum jasminoides*. *Plant Dis.*, 90: 1359.

- Verhoeven, J. Th. J., Jansen, C.C.C., Werkman, A. W., Roenhorst, J. W. 2007. First report of *Tomato chlorotic dwarf viroid* in *Petunia hybrida* from the United States of America. *Plant Dis.*, 91: 1055.
- Verhoeven, J. Th. J., Jansen, C.C.C., 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.*, 5: 399.
- Verhoeven, J. Th. J., Jansen, C. C. C., 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., 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, 6: 973.
- Verhoeven, J. Th. J., Botermans, M., Roenhorst, J. W., Westerhof, J., Meekes, E. T. M. 2009a. First Report of *Potato spindle tuber viroid* in Cape Gooseberry (*Physalis peruviana*) from Turkey and Germany. *Plant Dis.*, 93: 316.
- Verhoeven, J. Th. J. , Jansen, C. C. C , Roenhorst, J. W., Flores R., de la Peña M. 2009b. *Pepper chat fruit viroid*: biological and molecular properties of a proposed new species of the genus Pospiviroid. *Virus Res.*, 144, 1-2: 209-214.
- Verhoeven, J. Th. J. 2010. Identification and epidemiology of pospiviroids. Thesis. Wageningen, Wageningen University: 136 str. <http://edepot.wur.nl/137571>
- Verhoeven, J. Th. J., Jansen C. C. C., Roenhorst, J. W. 2010a. Epidemiological evidence that vegetatively propagated solanaceous plant species act as sources of *Potato spindle tuber viroid* inoculum for tomato. *Plant Pathol.*, 59: 3-12.
- Verhoeven, J. Th. J., Jansen, C. C. C., Botermans, M., Roenhorst, J. W. 2010b. First Report of *Iresine viroid 1* in *Celosia plumosa* in the Netherlands. *Plant Dis.*, 94: 920.
- Verhoeven, J. Th. J., Botermans, M., Jansen, C. C. C., Roenhorst, J. W. 2010c. 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., Hüner, L., Virscek Marn, M., Mavric Plesko, I., Roenhorst, J.W. 2010d. Mechanical transmission of *Potato spindle tuber viroid* between plants of *Brugmansia suaveoles*, *Solanum jasminoides*, potato and tomato. *European journal of Plant Pathology*, 128: 417-421.
- Viršček Marn, M., Mavrič Pleško, I., Cvelbar, J., Potočnik, A., Knapič, V. 2010. Viroid *Potato spindle tuber* - grožnja za pridelavo krompirja in paradižnika. *Kmeč. glas*, 67, 24: 8.
- Viršček Marn, M., Mavrič Pleško, I. 2010. First report of *Tomato chlorotic dwarf viroid* in *Petunia* spp. in Slovenia. *Plant dis.*, 94: 1171. <http://dx.doi.org/10.1094/PDIS-94-9-1171B>
- Werkman, A.W., Verhoeven, J. Th. J., Jansen, C. C. C., Roenhorst, J. W. 2004. Identification of viroids occurring in potato and tomato, and possible consequences for future testing. 12th EAPR Virology Section Meeting – Abstracts, Rennes, France, p. 63. <http://www.eapr.net/wp-content/uploads/2008/11/2004-12th-eapr-virology-section-meeting-abstracts-fr.pdf>