ZNAČAJ I EPIDEMIOLOGIJA VIRUSA BRONZAVOSTI PARADAJZA

Marina Ćuk, Zagorka Savić, Renata Ilić, Ferenc Bagi

Univerzitet u Novom Sadu, Poljoprivredni fakultet, Novi Sad

E-mail: cuk.marinna@gmail.com

Izvod

Virus bronzavosti paradajza (tomato spotted wilt orthotospovirus, TSWV) je ekonomski najznačajniji predstavnik iz roda *Orthotospovirus*. Ima polifagni karakter i infektivan je za širok krug veoma značajnih poljoprivrednih useva. Prenosioci TSWV su insekti iz reda Thysanoptera (Thripidae) i do sada je opisano osam vrsta kao vektora ovog virusa, među kojima je ekonomski najvažnija vrsta, *Frankliniella occidentalis*. Odnos između TSWV i vektora je veoma specifičan, jer virus može da usvoji samo larva, dok imago igra ključnu ulogu u širenju virusa. TSWV prouzrokuje širok spektar simptoma u zavisnosti od biljne vrste, uslova sredine i soja virusa. Osim što utiče na kvalitet ploda gajenih useva, u velikoj meri smanjuje prinos. Paradajz je vrsta koju TSWV najčešće napada i po simptomima koji se ispoljavaju na listovima paradajza u vidu bronzane boje, virus je i dobio ime. Zaštita poljoprivrednih useva od infekcija ovim virusom je veoma teška usled široke rasprostranjenosti vektora, njihovog skrivenog načina života, kao i velikog broja domaćina.

Ključne reči: TSWV, *Orthotospovirus*, Thysanoptera, trips, *Frankliniella occidentalis*

UVOD

Virus bronzavosti paradajza (tomato spotted wilt orthotospovirus, TSWV) je tipičan predstavnik roda *Orthotospovirus*, familije *Tospoviridae* i ekonomski najštetniji virus ovog roda (EPPO, 2020). TSWV je prvi put otkriven 1915. godine u Australiji (Samuel et al., 1930). TSWV ima širok areal rasprostriranja i spektar domaćina, preko 1000 monokotiledonih i dikotiledonih biljnih vrsta iz većeg broja familija (Chatzivassiliou et al., 2001). Tospovirusi su RNK virusi koji se prenose vektorima i prouzrokuju štetna oboljenja na velikom broju poljoprivrednih useva i ukrasnih biljaka širom sveta (Murphy et al., 1995). Mnogi gajeni usevi u toplijim krajevima osetljivi su na viruse iz ovog roda, dok se u hladnijim područjima virusi iz roda *Orthotospovirus* najčešće javljaju u stakleničkoj-plasteničkoj proizvodnji. Do sada je opisano 30 vrsta

iz roda *Orthotospovirus* od kojih je TSWV ekonomski najznačajniji predstavnik zbog svoje široke rasprostranjenosti i širokog spektra domaćina, preko 1000 monokotiledonih i dikotiledonih biljnih vrsta iz većeg broja familija (Chatzivassiliou et al., 2001; Hassani-Mehraban et al., 2019). Prema OEPP/EPPO (1999) TSWV spada u ekonomski štetne viruse u proizvodnji paradajza, paprike, duvana, salate i ukrasnog bilja. TSWV se nalazi na EPPO A2 listi (OEPP/EPPO, 2016), a u Srbiji je na Listi IA deo II karantinskoj listi štetnih organizama („Službeni glasnik RS“ br. 57/15). Prvi podaci o prisustvu TSWV u Srbiji zabeleženi su 1969. na duvanu (Mickovski, 1969), a 1999. godine na paprici (Mijatović i sar., 1999.) Značajno prisustvo TSWV na duvanu uočeno je u i periodu od 2002. do 2005. (Krstić i sar., 2005; Dukić i sar., 2006; Đekić i sar., 2006). Ovaj virus je u periodu 2005-2007 identifikovan na većem broju lokaliteta u našoj zemlji i to na paprici, paradajzu, duvanu i ukrasnom bilju (Đekić i sar., 2007; Krstić i Bulajić, 2007; Krstić i sar., 2007; Petković i sar., 2007; Simić i sar., 2007). Osim na duvanu, paradajzu i paprici od 2002. do 2007. godine registrovan je i na soji, salati, mrkvi, crnom i belom luku i tikvama (Stanković et al. 2012; Krstić et al. 2012; Vučurović i sar., 2012). TSWV je kod nas utvrđen je i na većem broju ukrasnih biljaka iz rodova: *Impatiens*, *Petunia*, *Sinningia*, *Pelargonium*, *Lysimachia*, *Chrysanthemum*, *Begonia*, *Tagetes*, *Cyclamen*, *Gerbera*, *Salvia* i *Gazania* (Krstić i Bulajić, 2007; Petković i sar., 2007; Simić i sar., 2007).

Na zaraženim biljkama simptomi se ispoljavaju u vidu nekroze koja dovodi do uvenuća biljaka, neravnomernog sazrevanja plodova, zaostajanja u porastu, deformacije listova, mozaika, hloroze, šarenila i prstenastih pega, što zavisi od biljne vrste, fenofaze biljke, uslova sredine i soja virusa (German et al., 1992).

Grada virusa TSWV. Grada virusa TSWV predstavlja jednu od kompleksnijih u poređenju sa građom drugih biljnih virusa. Čestice su kvazi-izometrijskog oblika prečnika 80-120 nm, okružene lipoproteinskom membranom u koju su uronjena dva glikoproteina (Gc i Gn) u vidu ispuščenja na površini. Genom se sastoji od 3 linearne jednolančane (ss) RNK različite po veličini: L (-) ssRNK (large), M (+/-) ssRNK (middle) i S (+/-) ssRNK (short). Genom kodira 5 različitih proteina: (i) glikoproteini Gc i Gn, kodirani od strane komplementarnog lanca M RNK, (ii) NSs nestrukturani protein koji ima funkciju utišavanja gena (gene silencing) kodiran od strane S RNK; (iii) NSm protein koji je uključen u kretanje virusa od ćelije do ćelije (transportni protein) kodiran od strane M RNK; (iv) virusna RNK-zavisna RNK polimeraza (RdRp) od strane L RNK i (v) komplementarni lanac S RNK kodira N strukturalni protein (Olaya et al., 2019). Trodelni genom sa brojnim kopijama proteinskih subjedinica (N) formira kružne nukleokapside. U prirodi TSWV ispoljava veliku varijabilnost i prisutan je kao kompleks sojeva. Raznovrsnost sojeva uslovljena je pseudorekombinacijama postojećeg trodelnog genoma, kao i mutacijama i rekombinacijama (Qiu et al., 1998). Preraspodela segmenata doprinosi raznolikosti, posebno u pogledu ispoljavanja simptoma na različitim domaćinima, serološkim svojstvima kao i prilagođavanju TSWV novim domaćinima i novim regionima rasprostiranja (EPPO/CABI, 1997).

Simptomi TSWV. TSWV zaražava preko 1000 biljnih vrsta i nanosi značajne ekonomske štete poljoprivrednoj proizvodnji. Simptomi se u mnogome razlikuju između biljnih vrsta, a mogu biti različiti i unutar jednog domaćina.

Slika 1. Simptomi virusa bronzavosti paradajza na listovima (Foto: Bagi)

Zaostajanje biljaka u porastu najčešće se javlja kod mladih biljaka. Hlorotični i nekrotični prstenovi na listovima javljaju se kod velikog broja domaćina ovog virusa, a mogu se javiti i na plodovima (Krstić i sar., 2008; Nikolić, 2018). TSWV se ne prenosi semenom, ali na semenu zaraženih biljaka može doći do ispoljavanja simptoma u vidu promene boje semena (Reddy i Wightman, 1988). Takođe, prometom zaraženog biljnog materijala, virus se može uneti na nova područja. Osim na kvalitet plodova, TSWV u velikoj meri utiče i na smanjenje prinosa (Sherwood et al., 2009). Paradajz je vrsta koju TSWV u prirodi najčešće napada. Prvi simptomi koji se primećuju su zaostajanje u porastu, pege na mladim listovima. Mladi listovi imaju tendenciju da se uvijaju na dole i prema unutra ili se iskrivljuju, a takođe može doći i do nekroze vrha. Boja listova postepeno postaje bronzana (Slika 1) i na kraju tamnoljubičasta. Ova bronzana ili ljubičasta boja može u potpunosti prekriti ceo list. Na plodovima se javljaju zelene, žute ili svetlo crvene koncentrične pege (Nikolić, 2018). Povremeno simptomi mogu biti ograničeni samo na plodovima (Peters, 2003).

Vektor TSWV. Red Thysanoptera obuhvata 5000 vrsta, a najveći broj do sada identifikovanih jediniki spada u jednu od sledeće dve familije: Thripidae ili Phloeothripidae (Mound et al., 1980). Tripsi su sitni insekti, prečnika 0,5-2 mm, nazivaju se još i resičari ili resokrilci. Rasprostranjeni su širom sveta, a šume, bašte, travnjaci i gajene biljke su im staništa. Usni aparat služi za bodenje i sisanje, a štete pričinjavaju sisajući sokove iz biljaka domaćina (Kereši et al., 2018). Štete koje prouzrokuju ovi insekti mogu biti direktne i indirektne štete. Direktne štete nastaju prilikom ishrane na cvetovima, listovima ili plodovima gajenih biljaka. Indirektne štete nanose upravo kao vektori virusa, gde prilikom ishrane učestvuju u širenju ovog virusa. TSWV, se prenosi putem tripsa iz dva roda: *Thrips* i *Frankliniella* (familija Thripidae) (Jones, 2005). Do sada je utvrđeno više vrsta koji su prenosioci TSWV virusa: *Frankliniella occidentalis*, *F. bispinosa*, *F. fusca*, *F. intonsa*, *F. schultzei*, *F. tenuicornis*, *Trips setosus*, *T. tabaci*, *T. moultoni*, *Lithrips dorsalis* i *Scirtothrips dorsalis* (Amin et al., 1981; Daughtrey et al., 1997, Webb et al., 1997, Jacobson i Kennedy, 2013). Od kojih je se najvažnijim vektorom smatra zapadni ili kalifornijski cvetni trips - *F. occidentalis*. Ova vrsta se tokom prethodne dve decenije raširila širom sveta, ima širok spektar domaćina i sposobna je da prenese pet različitih vrsta tospovirusa, uključujući i TSWV (Daughtrey et al., 1997).

Epidemiologija. TSWV se prenosi na perzistentan način gde se virus umnožava u vektoru - tripsu. Odnos vektor - biljni virus se kod TSWV smatra veoma specifičnim, jer se virus usvaja samo tokom larvenog stadijuma, a imaga vektora su najčešći prenosioci i igraju glavnu epidemiološku ulogu u prenošenju virusa. Da bi virus mogao da se prenese, potrebno je da se vektor - larveni stadijumi (L1 i L2) ishranjuju na biljci koja je zaražena (Ullman et al., 1992). Nakon usvajanja virusa od strane vektora, potrebno je da prođe određeni inkubacioni period kako bi se virus preneo na nezaraženu biljku domaćina. Inkubacioni period traje 8-9 dana što je vreme potrebno da trips pređe iz larvenog stadijum u imaga (Wijkamp i Peters, 1993). Virus se zadržava kod odraslih jedinki tripsa tokom celog života. Životni ciklus tripsa, od jaja do imaga uključuje 4 stadijuma, od toga 2 stadijuma čine larve koje se intenzivno hrane, a ostala dva čine predlutka i lutka. Stadijum lutke se javlja u zemljištu ili na skrivenom mestu na kom su položena jaja, dok se stadijum larve i imaga najčešće nalazi na nadzemnim delovima biljaka. Oplođene ženke polažu jaja legalicom u listove, pupoljke, cvetove i plodove iz kojih se u zavisnosti od temperature pile prve larve, obično nakon 4-6 dana. Za razvoj L1 i L2 potrebno je 2, odnosno 4 dana. Drugi larveni stadijum prelazi u stadijum predlutke, iz koje nakon 1-2 dana nastaje lutka, a potom imago koji ima ključnu ulogu u daljem širenju virusa (Maris, 2004). Imajući u vidu da larveni stadijum tripsa ne poseduje krila, kretanje im je ograničeno i hrane se na biljci na kojoj su se izlegle. Čestice virusa usvojene ishranom vektora na zaraženim biljkama se prvobitno premeštaju u srednje crevo insekta, gde se virus replicira i stiže do pljuvačnih žlezda (Ullman et al., 1992). Nakon infekcije pljuvačnih žlezda, imaga tripsa tokom ishrane unose virus u biljne

ćelije preko usnog aparata za bodenje i sisanje i na taj način šire infekciju. Prema Kritzman et al. (2002) kontakt između pljuvačnih žlezda i srednjeg creva presudan je da tripsi postanu prenosioci virusa. Značaj u epidemiologiji TSWV imaju i zaražene korovske vrste kao rezervoari virusa i to uglavnom u zimskom periodu odakle se virus u proleće širi na osetljive biljne vrste putem tripsa (Groves et al., 2001).

Kontrola TSWV. Suzbijanje TSWV je komplikovano, pre svega zbog široke rasprostranjenosti virusa i vektora. Otpornost biljaka domaćina jedna je od najefikasnijih mera u borbi protiv TSWV. Usled velike varijabilnosti virusa dolazi do prevazilaženja otpornosti dobijene genetičkim inženjeringom ili konvencionalnim metodama (Vaira et al., 1995). Poslednjih decenija je rađeno na iznalaženju otpornih gena biljaka na TSWV, prvenstveno paradajza i paprika. Tako je iz divljeg peruanskog paradajza pronađen gen Sv-5b, koji je rezistentan na TSWV, i koristi se u programima oplemenjivanja paradajza s ciljem razvijanja sorti otpornih na ovaj virus. Klaster gena Sv-5 kodira proteinske receptore koji podstiču imunitet biljnih ćelija. Iako u genomu paradajza postoji nekoliko homologa Sv-5, najznačajniji je Sv-5b, zbog svoje funkcionalnosti protiv širokog spektra ortotospovirusa (prenosivih tripsima) (Oliveira et al., 2018). U Kaliforniji su otkriveni RB (resistance breaking) sojevi TSWV virusa, koji zaražavaju i prouzrokuju pegavo uvenuće na otpornim sortama paprike i paradajza na TSWV virus (Batuman et al., 2017; Macedo et al., 2019).

U slučaju osetljivih sorti, bezvirusni rasad biljaka je preduslov za efikasnu kontrolu TSWV. Važna mera kontrole TSWV je i rano otkrivanje virusa na poljima ili u staklenicima. Upotreba biljne vrste *Petunia* se pokazala kao veoma efikasan indikator za rano otkrivanje ovog virusa u plastenicima (Allen i Matteoni, 1991). Populacija tripsa se može pratiti pomoću lepljivih traka žute ili plave boje (Cho et al., 1987; 1988; Robb i Parella, 1989) ili lovni biljaka (mamaca) poput *Datura stramonium* ili *Phaseolus vulgaris*. Insekticidni tretmani mogu smanjiti broj tripsa, ali je njihovo potpuno uništavanje veoma teško zbog skrivenog načina života larvi u pupoljcima, lutki u zemljištu, larvi i odraslih insekata u cvetovima. Prilikom zaštite potrebno je voditi računa o kombinaciji insekticida kako bi se sprečio razvoj rezistentnosti u populacijama tripsa (Robb et al., 1995). Kontrola se uglavnom bazira na suzbijanju vektora primenom insekticida i svih ostalih preventivnih mera, kao što su proizvodnja zdravog rasada, plodored, suzbijanje korova, uklanjanje zaraženih i sadnja novih biljaka (Krstić i Bulajić, 2007).

ZAKLJUČAK

Za efikasnu kontrolu TSWV od suštinskog je značaja poznavanje biologije vektora. Imajući u vidu da tripsi žive i na skrivenim mestima, njihova kontrola primenom insekticida je dodatno otežana, a nekada i neefikasna. U proizvodnji je

potrebno dati prednost biljkama koje poseduju otpornost prema virusu. Međutim, ni to nije u potpunosti pouzdana mera sobzirom na pojavu takozvanih RB sojeva ovog virusa. U cilju efikasne zaštite i kontrole vektora TSWV, neophodno je kombinovati sve raspoložive metode uz pridržavanje integralnog koncepta zaštite bilja.

LITERATURA

- Allen, W.R., Matteoni, J.A (1991): *Petunia as an indicator plant for use by growers to monitor for thrips carrying the tomato spotted wilt virus in greenhouses*. Plant Disease, 75: 78-82
- Amin, P.W., Reddy, D.V.R., Ghanekar, A.M. (1981): *Transmission of Tomato spotted wilt virus, the causal agent of bud necrosis of peanut, by Scirtothrips dorsalis and Frankliniella schultzei*. Plant Disease, 65: 663-665.
- Batuman, O., Turini, T. A., Oliveira, P. V., Rojas, M. R., Macedo, M., Mellinger, H. C., Adkins, S., Gilbertson, R. L. (2017): *First Report of a Resistance-Breaking Strain of Tomato spotted wilt virus Infecting Tomatoes With the Sw-5 To-spovirus-Resistance Gene in California*. Plant Disease, 101: 4.
- Chatzivassiliou, E.K., Bourbourakas, I., Drossos, E., Eleftherohorinos, I., Jenser, G., Peters, D., Katis, N.I. (2001): *Weeds in greenhouses and tobacco fields are differentially infected by tomato spotted wilt virus and infested by its vector species*. Plant Disease, 85:40-46.
- Cho, J.J., Mitchell, W.C., Mau, R.F., Sakimura, K. (1987): *Epidemiology of tomato spotted wilt virus on crisphead lettuce in Hawaii*. Plant Disease, 71:505-508.
- Cho, J.J., Mau, R.F.L., Hamasaki, R.T., Gonsalves, D. (1988): *Detection of tomato spotted wilt virus in individual thrips by enzyme linked immunosorbent assay*. Phytopathology 78:1348-1352.
- Daughtrey, M.L., Jones, R.K., Moyer, J.W., Daub, M.E., Baker, J.R. (1997): *To-spoviruses strike the greenhouse industry; INSV has become a major pathogen on flower crops*. Plant Disease, 81:1220-1230.
- Đekić, I., Dukić, N., Bulajić, A., Berenji, J., Duduk, B. Antonijević, D., Krstić, B. (2006): *Karakterizacija virusa bronzavosti paradajza i nivo otpornosti nekih genotipova duvana u Srbiji. Zbornik rezimea VIII savetovanja o zaštiti bilja, Zlatibor, str. 69-70.*
- Đekić, I., Bulajić, A., Berenji, J., Krstić, B. (2007): *Neravnomerna distribucija Tomato spotted wilt virus u duvanu, paradajzu i paprici. Zbornik rezimea XIII simpozijuma sa savetovanjem o zaštiti bilja, Zlatibor, str. 117-118.*
- Dukić, N., Bulajić, A., Berenji, J., Đekić, I., Duduk, B., Krstić, B.(2006): *Prisustvo I rasprostranjenost virusa duvana u Srbiji. Pesticidi i fitomedicina, 21: 205-214.*

- EPPO/CABI (1997): Tomato spotted wilt tospovirus In: Quarantine pests for Europe (2nd ed), pp. 1379-1387. CAB International, Wallingford (GB).
- EPPO (2020): Tospoviruses (Genus *Orthotospovirus*), EPPO Bulletin vol. 50(2): 217-240.
- German, T.L., Ullman, D.E., Moyer, J.W. (1992): Tospoviruses: diagnosis, molecular biology, phylogeny and vector relationships. *Annual Review of Phytopathology*, 30:315-348.
- Groves, R.L., Sorenson, C.E., Walgenbach, J.F., Kennedy, G.G. (2001): Effects of imidacloprid on transmission of Tomato spotted wilt tospovirus to pepper, tomato, and tobacco by *Frankliniella fusca* Hinds (Thysanoptera: Thripidae). *Crop Protection*, 20: 439-445.
- Hassani-Mehraban, A., Dulleman, A.M., Verhoeven, J.T.J., Roenhorst J.W., Peters, D., Van der Vlugt, R. A. A., Kormelink, R. (2019): Alstroemeria yellow spot virus (AYSV): a new orthotospovirus species within a growing Eurasian clade. *Archives of Virology*, 164: 117–126.
- Jacobson, A.L., Kennedy, G.G. (2013): Specific insect-virus interactions are responsible for variation in competency of different Thrips tabaci isolines to transmit different Tomato Spotted Wilt Virus isolates PLOS One, 8(1):e54567.
- Jones, D.R. (2005): Plant Viruses Transmitted by Thrips. *European Journal of Plant Pathology*, 113: 119–157.
- Kereši, T., Sekulić, R., Konjević A. (2018): Posebna entomologija 1 (Deo – insekti u ratarstvu). Poljoprivredni fakultet. Novi Sad, str. 44-45.
- Kritzman, A., Gera, A., Raccach, B., van Lent, J.W.M., Peters, D. (2002): The route of tomato spotted wilt virus inside the thrips body in relation to transmission efficiency. *Archives of Virology*, 147:2143-2156.
- Krstić, B., Bulajić, A. (2007): Karantinski virusi povrća i ukrasnih biljaka u zaštićenom prostoru. Poljoprivredni fakultet, Beograd i Ministarstvo poljoprivrede, šumarstva i vodo-privrede RS, Beograd.
- Krstić, B., Bulajić, A., Dukić, N. (2005): Occurrence of *Tomato spotted wilt virus* and *Impatiens necrotic spot virus* in Serbia. Proceeding of Articles XXXth Meeting for Plant Protection in Republica Macedonia and Ist Congress of Plant Protection „Environmental Concern and Food Safety”, Ohrid, Macedonia, pp. 85-88.
- Krstić, B., Bulajić, A., Đekić, I. (2007): The Tospoviruses in greenhouse tomato and ornamental crops in Serbia. Abstracts book 5th Balkan Congress for Microbiology, Budva, Montenegro, p. 133 (P4.21).
- Krstić, B., Bulajić, A., Đekić, I., Berenji, J. (2008): Virus bronzavosti paradajza – jedan od najdestruktivnijih biljnih virusa, *Pesticidi i fitomedicina*, 23: 153-166.
- Krstić, B., Bulajić, A., Trkulja, V., Stanković, I., Vučurović, A., Mihić Salapura, J., Kovačić, D. (2012): Virusi lukovičastog povrća-značaj i mere kontrole. Zbornik rezimea IX Simpozijuma o zaštiti bilja u Bosni i Hercegovini, Teslić, BiH, str. 7-8.

- Macedo, M.A., Rojas, M.R., Gilbertson R.L. (2019): First Report of a Resistance-Breaking Strain of Tomato Spotted Wilt Orthotospovirus Infecting Sweet Pepper with the Tsw Resistance Gene in California, U.S.A. *Plant Disease*, 103: 5.
- Maris, P.C. (2004): Evaluation of thrips resistance in pepper to control Tomato spotted wilt virus infection. Thesis Wageningen University – with references – with summary in Dutch.
- Mickovski, J. (1969): Tomato spotted wilt virus na duvanu u Jugoslaviji (*Lycopersicon virus 3*–Smith). *Zaštita bilja*, 105:203-214.
- Mijatović, M., Obradović, A., Ivanović, M., Stevanović, D. (1999): Rasprostranjenost i intenzitet pojave nekih virusa parazita paprike u Srbiji. *Zaštita bilja*, 228: 151-159.
- Mound, L.A., Heming, B.S., Palmer, J.M. (1980): Phylogenetic relationships between the families of recent Thysanoptera. *Zoological Journal of the Linnean Society of London*, 69: 111-141.
- Murphy, F.A., Fauquet, C.M., Bishop, D.H.L., Ghabrial, S.A., Jarvis, A.W., Martelli, G.P., Mayo, M.A., Summers, M.D. (1995): Virus Taxonomy, Sixth report of the International Committee on Taxonomy of Viruses. *Archives of Virology*, 10:1-586.
- Nikolić, D. (2018): Diverzitet i karakterizacija virusa paradajza u Srbiji. Doktorska disertacija. Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni Fakultet.
- OEPP/EPPO (2016): EPPO A1 and A2 lists of pests recommended for regulations as quarantine pests. EPPO standard PM 1/2(25). <http://www.eppo.org/QUARANTINE/quarantine.htm>
- OEPP/EPPO (1999): Data sheets on quarantine pests. *Tomato spotted wilt virus*. Bulletin OEPP/EPPO Bulletin, 29: 465-472.
- Olaya, C., Adhikari, B., Raikhy, G., Cheng, J., Pappu, H.R. (2019): Identification and localization of *Tospovirus* genus-wide conserved residues in 3D models of the nucleocapsid and the silencing suppressor proteins. *Virology Journal*, 16: 7.
- Oliveira, A.S, Boiteux, L.S., Kormelink, R.O. (2018): The Sw-5 Gene Cluster: Tomato Breeding and Research Toward Orthotospovirus Disease Control. *Frontiers in Plant Science*, 9:1055.
- Peters, D. (2003): Tospoviruses. In: Loebenstein G., Thottappilly G. (eds), *Virus and Virus-like Diseases of Major Crops in Developing Countries*. Springer, Dordrecht, pp. 719-742.
- Petković, N., Jeremić, S., Simić, A., Tomić, Đ., Đekić, I., Bulajić, A., Krstić, B.(2007): Tomato spotted wilt virus prouzrokovatelj sistemične zaraze Petunia x hybrida. Zbornik rezimea XIII simpozijuma sa savetovanjem o zaštiti bilja, Zlatibor, str. 131-132.
- Qiu, W.P., Geske, S.M., Hickey, C.M., Moyer, J.W. (1998): Tomato spotted wilt Tospovirus genome reassortment and genome segment-specific adaptation. *Virology*, 244: 186-194.
- Reddy, D.V.R., Wightman, J.A. (1988): Tomato spotted wilt virus: Thrips transmission and control. *Adv. Dis. Vector Res.*, 5: 203-220.
- Robb, K., Parella, M. (1989): An integrated approach to preventing western flower thrips and TSWV in the greenhouse. *Grower Talks*, 53: 26-32.

- Robb, K.L., Newman, J, Virzi, J.K., Parrella, M.P. (1995): Insecticide resistance in western flower thrips. In: B.L. Parker, M. Skinner, T. Lewis (eds). *Thrips Biology and Management*. Plenum Press, New York, pp. 33-40.
- Samuel, G., Bald, J. G., Pitman, H. A. (1930): Spotted wilt of tomatoes. *Aust. Con. Sci. Ind. Res. Bull.*, 44.
- Sherwood, J.L., T.L. German, J.W. Moyer, Ullman, D.E. (2009): Tomato spotted wilt. *The Plant Health Instructor*. DOI: 10.1094/PHI-I-2003-0613-02.
- Simić, A., Jeremić, S., Tomić, Đ., Petković, N., Đekić, I., Bulajić, A., Krstić, B.(2007): Tomato spotted wilt virus na Dahlia vrstama u Srbiji. *Zbornik rezimea XIII simpozijuma sa savetovanjem o zaštiti bilja, Zlatibor*, str. 133-134.
- Službeni glasnik Republike Srbije (2015): Pravilnik o listama štetnih organizama i listama bilja, biljnih proizvoda i propisanih objekata, broj 57/15.
- Stanković, I., Bulajić, A., Vučurović, A., Ristić, D., Milojević, K., Nikolić, D., Krstić, B. (2012): First Report of Tomato spotted wilt virus Infecting Onion and Garlic in Serbia. *Plant Disease* 96: 918.
- Ullman, D.E., Cho, J.J., Mau, R.F.L., Hunter W.B., Westcot, D.M., Custer, D.M. (1992): *Advances in Disease Vector Research*, Springer-Verlag New York. Volume 9.
- Vaira, A.M., Semeria, L., Crespi, S., Lisa, V., Allavena, A., Accotto, G.P. (1995): Resistance to tospoviruses in *Nicotiana benthamiana* transformed with the N gene of Tomato spotted wilt virus: correlation between transgene expression and protection in primary transformants. *Molecular Plant-Microbe Interaction*, 8: 66-73.
- Vučurović, A., Stanković, I., Milojević, K., Nikolić, D., Berenji, J., Bulajić, A., Krstić, B. (2012): Tomato spotted wilt virus - novi patogen tikava u Srbiji. *Zbornik rezimea radova XIV Simpozijuma o zaštiti bilja i IX Kongresa o korovima, Zlatibor, Srbija*, str. 109-110.
- Webb, S.E., Kok-Yokomi, M.L., Tsai, J.H. (1997): Evaluation of *Frankliniella bispinosa* as a potential vector of Tomato spotted wilt virus. *Phytopathology*, 87: 102.
- Wijkamp, I., Peters, D. (1993): Determination of the median latent period of two tospoviruses in *Frankliniella occidentalis*, using a novel leaf disk assay. *Phytopathology*, 83:986-991.

Abstract

IMPORTANCE AND EPIDEMIOLOGY OF TOMATO SPOTTED WILT VIRUS

Marina Ćuk, Zagorka Savić, Renata Iličić, Ferenc Bagi

University of Novi Sad, Faculty of Agriculture, Novi Sad

E-mail: cuk.marinna@gmail.com

Tomato spotted wilt virus (TSWV) is the most economically important plant viruses from genus *Tospovirus*. It has a polyphagous character and infects a wide range of very significant agricultural crops. Vectors of viruses are insects from order Thysanoptera (Thripidae) and till now eight species are known to transmit tospoviruses of which *Frankliniella occidentalis* is considered to be economically most important vector. TSWV is transmitted by thrips in a persistent and propagative manner. Relationship between vector and TSWV is very specific because vectors acquire the virus in the larval stages, while imago plays a key role in transmission of the virus. TSWV causes wide range of symptoms depending on host plant, external environmental conditions and type of viruses. In addition to affecting the fruit quality of cultivated crops, greatly reduces the yield to agricultural producers. Tomato is the most commonly attacked by TSWV, and after the symptoms manifested on leaves in the form of a bronze color, the virus was named. Protection of agricultural crops is very challenging and difficult due to wide distribution of virus vectors, their hidden way of life as well as wide range of TSWV hosts.

Key words: TSWV, *Tospovirus*, Thysanoptera, thrips, *Frankliniella occidentalis*