ZNAČAJ I SIMPTOMATOLOGIJA VIRUSA ŠARKE ŠLJIVE

Teodora Mihaljfi, Renata Iličić, Goran Barać, Zagorka Savić, Ferenc Bagi

Univerzitet u Novom Sadu, Poljoprivredni fakultet, Novi Sad

E-mail: teodoramihaljfi1801@gmail.com

Izvod

Virus šarke šljive, prvi put je otkriven u Bugarskoj između 1915. i 1918. godine, otuda potiče i naziv „šarka šljive“. Uprkos strogim karantinskim merama, već do 1980. godine, ovaj virus je bio široko rasprostranjen u Evropi, ali je isto tako njegovo prisustvo potvrđeno u Južnoj i Severnoj Americi, Africi i Aziji. Jedini kontinent na čijoj teritoriji do sada nije opisana infekcija ovim virusom, jeste Australija. U Republici Srbiji je za sada potvrđeno prisustvo PPV-D, PPV-M i PPV-Rec sojeva. PPV-M soj se veoma brzo prenosi lisnim vašima, te se smatra veoma opasnim za zasade koštičavog voća. U Srbiji, infekcija ovim sojem još nije zabeležena, ali je registrovana u susednim državama – Mađarskoj i Rumuniji. Stabla koja su inficirana virusom šarke šljive ne propadaju, ali kod osetljivih sorti plodovi mogu biti lošijeg kvaliteta. Lošiji kvalitet plodova smanjuje njihovu tržišnu vrednost, pa samim tim nastaju i značajne ekonomske štete.

Ključne reči: virus šarke šljive, šljiva, kajsija, breskva, sojevi

UVOD

Virus šarke šljive (plum pox virus - PPV), pripadnik roda *Potyvirus*, jedan je od najznačajnijih prouzrokovaca bolesti koštičavih vrsta voćaka. Najznačajniji domaćini virusa šarke su breskva, kajsija, nektarina, badem, trešnja, višnja, kao i šljiva – na kojoj je virus prvi put i otkriven (Barba i sar., 2011). U Evropi je 1994. godine, PPV-om bilo zaraženo preko milion stabala koštičavog voća. Devedesetih godina u Srbiji je bilo inficirano preko 60% stabala, dok je 2014. godine procenat zaraženih stabala šljive bio 70-80% (Jevremović i Paunović, 2014). Smatra se da PPV u velikoj meri uništio zasade autohtone sorte Požegače (Bugarčić, 2013). Prilikom podizanja zasada koštičavih voćaka, veoma je važan izbor sorti. U uslovima visokog rizika od zaraze sorte treba da su tolerantne, a pritom da daju visok i kvalitetan rod. PPV ne predstavlja zdravstvenu opasnost po potrošače, ali usled infekcije biljaka

ovim virusom, dolazi do smanjenja prinosa i tržišne vrednosti voća koje se ogleda u promenama u hemijskom sastavu plodova, kao i u pojavi deformiteta i skraćenju reproduktivnog potencijala voćaka.

Prenošenje i patogeneza. PPV se najčešće prenosi vektorima na neperzistentan način. Vektori su lisne vaši (Slika 1), ali je jednako važno i prenošenje putem zaraženog biljnog materijala (podlogama i kalem pupoljcima uzetih sa zaraženih biljaka). Među biljnim vašima najefikasniji vektori PPV su: *Myzus persicae* (zeleni breskvina vaš), *Aphis craccivora* (crna lucerkina vaš), *A. spiraecola* (zeleni vaš spiree), *A. fabae* (crna repina vaš), *Brachycaudus helichrysi* (šljivina vaš kovrdžalica), *B. persicae* (kupušova lisna vaš), *Phorodon humuli* (hmeljova lisna vaš), *Hyalopterus pruni*, *Myzus varians* i druge (Levy i sar., 2000). Zaraza se putem lisnih vaši širi i na susedne zasade. Putem prometa sadnog materijala virus može dospeti na područja na kojima još nije utvrđen.

Slika 1. Kolonija lisnih vaši na listovima šljive (Foto: Bagi)

Izvor inokuluma. Biljke inficirane PPV-om, ne ispoljavaju uvek simptome, odnosno ne dolazi do ispoljavanja promena odmah nakon infekcije. Takođe, simptomi infekcije ovim virusom mogu da liče i na simptome prouzrokovane infekcijom od strane drugih patogenea. Virus zaražava ukrasne i divlje vrste roda *Prunus*,

koje služe kao izvor zaraze, a među njima se nalaze i vrste koje se koriste kao podloge, što otežava mere zaštite protiv ovog virusa. Llácer (2006) navodi prirodne i eksperimentalne domaćine PPV među zeljastim korovima, ali smatra da oni nemaju značaja u epidemiologiji virusa.

Fizičke i hemijske karakteristike virusnih čestica. Virus ima končaste čestice dužine 765 nm dužine i 15 nm širine (EPPO, 2015). Genom virusa je ss(+)RNK, koja na 3' kraju ima poliadenilni rep, a 5' kraj se završava proteinom koji se vezuje za genom (Šubr i Glasa, 2013; Sochor i sar., 2012; Slika 2.).

Slika 2. Model virusa šarke šljive (Sochor i sar., 2012)

SIMPTOMATOLOGIJA

Simptomi koji ukazuju na infekciju virusom šarke šljive su hlorotične promene na listovima, deformacije plodova, prevremeno opadanje plodova i smanjene rodnosti. Ispoljavanje simptoma u mnogome zavisi od osetljivosti inficirane vrste, osetljivosti sorte, soja virusa šarke šljive, agrotehničkih uslova, starosti biljaka kao i vremenskih uslova (Kensaku i sar., 2020).

Simptomi na šljivi. Prvi simptomi se javljaju u junu i ispoljavaju se u vidu šarenila površine listova. U zavisnosti od sorte, mogu se javiti i svetlije pege kao karakterističan simptom infekcije PPV. Pegе mogu biti u vidu zatvorenog ili otvorenog kruga, odnosno u vidu prstenova, pri čemu je centar pege zelen (Slika 3). Osim navedenog, infekcija se može manifestovati i u obliku mozaične obojenosti ili potpune požutelosti lista. Šarenilo se javlja i na plodovima i košticama šljive.

Slika 3. Prstenaste pege na listu šljive prouzrokovane virusom šarke šljive (Foto: Bagi)

Simptomi na breskvi. Za breskvu je karakteristično da nervatura listova posvetli, listovi postaju asimetrični i kovrdžaju se. Simptomi kod osetljivih sorti mogu da se pojave na cvetovima - u vidu šarenila kruničnih listića. Na plodovima se javljaju prstenaste pege (Slika 4) i dolazi do masovnog opadanja plodova.

Slika 4. Prstenaste pege na listu šljive prouzrokovane virusom šarke šljive (Foto: Bagi)

Simptomi na kajsiji. Simptomi PPV se na kajsiji mogu uočiti na listu, plodu i koštici (Slike 5-8). Na listovima kajsije se javljaju teže uočljive hlorotične pege i prstenovi. Na plodovima se javljaju prstenaste pege. Kako se plod razvija i dozreva, na mestu pege se stvara udubljenje. Zaraženi plodovi postaju sluzavi, neukusni i žilavi, a u nekim slučajevima i deformisani. Veoma su upadljive prstenaste pege na košticama zaraženih plodova.

Slike 5-8. Simptomi šarkle šljive na listu, plodovima i košticama kajsije (foto: Bagi)

Simptomi na trešnji i višnji. Usled infekcije PPV, nastaje smanjenje šećera i povećanje kiselina u plodu, plodovi menjaju oblik i težinu. Na listovima se javlja ju manje upadljive hlorotične pege. Mesec dana pre zrenja, dolazi do masovnog opadanja plodova sa zaraženih stabala. Ukoliko je sorta osetljivija, može doći i do pojave pega i pucanja tkiva. Virus takođe, umanjuje klijavost polena. Tokom vrelh i sušnih leta, simptomi infekcije virusom šarke šljive su slabije uočljivi.

Sojevi šarke šljive. Do sada je opisano više sojeva PPV. Prema novijim istraživanjima, sojevi PPV su klasifikovani na osnovu različitih karakteristika, baziranih na molekularnim istraživanjima, domaćinima, načinu prenošenja virusa – vektori-ma, simptomatologiji, serološkim osobinama, karakteristikama proteinskog omo-tača i geografskoj distribuciji (James i sar., 2013; Rimbaud i sar., 2015; Sihelska i sar., 2017). Do danas je obimnim istraživačkim radom, otkriveno najmanje 9 sojeva PPV: PPV-D, PPV-M, PPV-EA, PPV-C, PPV-Rec, PPV-W, PPV-T, PPV-CR, PPV-CV, PPV-An (Garcia i sar. 2014; Chirkov i sar., 2018).

Slika 9. Distribucija prisutnih sojeva PPV u Srbiji (Jevremović i Paunović, 2014)

PPV-D (Dideron). Najrasprostranjeni je soj ovog virusa. Ovaj soj je prvi put opisan 1979. godine u Francuskoj, na kajsiji (Kerlan i Dunez, 1979). Zastupljen je širom Evrope, otkriven je u Južnoj i Severnoj Americi, Africi, kao i u Aziji (EPPO, 2015; Chirkov i sar., 2013). Soj se često pominje kao manje agresivan u odnosu na PPV-M, što međutim zavisi od brojnih faktora, među kojima su poreklo izolata, prisutnost vektora i osetljivost domaćina. Javlja se na šljivi, breskvi, kajsiji.

PPV-M (Marcus). Ovaj soj je zabeležen na šljivi, breskvi, višnji, kajsiji, nektarini, bademu kao i na japanskoj šljivi. Prvi put u Grčkoj opisan je na breskvi. Filogenetskom analizom izolata prikupljenih sa različitih lokaliteta, utvrđeno je da postoje dva tipa ovog soja virusa šarke šljive – Ma i Mb. Tipom Ma okarakterisani su sojevi koji potiču iz zemalja Mediterana, dok je tip Mb zastupljen među sojevima koji potiču iz zemalja istočne i centralne Evrope (Dallot i sar., 2011).

PPV-EA (El Amar). Jedan od manje značajnih sojeva, izolovan je sa kajsije, i to samo u Egiptu. Na šljivi i breskvi prouzrokuje samo blage promene (Jevremović i Paunović, 2014). Razlikuje se od prethodnih sojeva samo zbog različite sekvence RNK (Wetzel i sar., 1994).

PPV-C (Cherry). Ovaj soj je opisan u svega nekoliko zemalja, među kojima su Italija, Mađarska, Moldavija i Bugarska. Jednako je zapažen kako na trešnji, tako i na višnji (Jevremović i Paunović, 2014). Postoji mogućnost da ovim sojem mogu biti inficirane i druge vrste iz roda *Prunus* (Bodin i sar., 2003).

PPV-Rec (Recombinant). Ovaj soj je nastao kao posledica prirodne rekombinacije sojeva PPV-M i PPV-D. Rekombinacija se ogleda u tome da je sačinjen od genoma soja PPV-D dok su C-terminalni deo gena N1b, CP gen i 3' - nekodirajući region tipa PPV-M (Glasa, 2004). Smatra se da je epidemiologija ovog soja veoma slična epidemiologiji soja PPV-D (Serçe i sar., 2009). Uspešno se prenosi lisnim vašima i zaražava šljivu i kajsiju. Smatra se da ne može prirodno da zarazi breskvu. Široko je rasprostranjen soj u centralnoj i istočnoj Evropi, Aziji i Severnoj Americi (Jevremović i Paunović, 2014).

PPV-W (Winona). Otkriven je 2005. godine u Kanadi. Takođe, opisan je u Ukrajini, Rusiji i Letoniji.

PPV-T (Turkey). Soj izolovan iz kajsije i šljive u Turskoj, u oblasti oko Ankare (Serçe i sar., 2009, Jevremović i Paunović 2014). Pored PPV-Rec soja, smatra se da je i PPV-T nastao rekombinacijom sojeva PPV-D i PPV-M (Serçe i sar., 2009).

PPV-CR (Cherry Russia). Jedan je od novije otkrivenih sojeva PPV. Otkriven je 2013. godine u Rusijina kiselim soratama višnje u oblastima Samara i Saratov, kao i na urbanim biljkama u Moskvi (Chirkov i sar., 2013).

PPV-CV (Cherry Volga). Soj je identifikovan na višnji u oblasti Tatarstan, Rusija. Sekvenciranjem genoma i filogenetskom analizom ovaj soj svrstan je u posebnu grupu kojoj se razlikuje od do sada poznatih C i CR sojeva (Chirkov i sar., 2017; 2018).

PPV-An (Ancestral). Ovaj soj PPV se smatra pretkom soja PPV-M (Palmisano i sar., 2012).

Prema istraživanju iz 2014. godine, tri prisutna soja PPV na teritoriji Republike Srbije su PPV-D, PPV-M i PPV-Rec. Regionalno se razlikuje njihova zastupljenost uslovljena prisutnim domaćinima i agroekološkim uslovima koji vladaju na posmatranim terenima (Slika 9).

Mere zaštite protiv PPV. Među merama kontrole širenja virusa značajno mesto zauzima uništavanje zaraženih stabala. Ova mera dovodi do značajnih ekonomskih gubitaka, ali je u slučaju pojave infekcije, često je jedino rešenje. Veoma bitna mera je i prostorna izolacija novih zasada od potencijalnih izvora infekcije čime se smanjuje mogućnost transmisije virusa. Za ovo oboljenje ne postoje efikasna sredstva koja bi izlečila zaraženu biljku. Veliku pažnju je potrebno usmeriti preventivnim merama poput sadnje sertifikovanih bezvirusnih sadnica i gajenja tolerantnih sorti (šljiva Stanley, Lana, Čačanska rana, Čačanska lepotica, Elena). Preporuka je da se oko zasada koštičavih voćnih vrsta zasade vrste koje virus ne može da zarazi (kruška, orah ili jabuka). Važno je redovno praćenje i suzbijanje lisnih vaši, iako hemijsko suzbijanje insekticidima usled neperzistentnog prenošenja virusa ne sprečava u potpunosti širenje virusa.

ZAKLJUČAK

PPV prouzrokuje značajne gubitke u proizvodnji koštičavog voća. Kontrola ovog virusa je izuzetno teška. Preporučuje se gajenje tolerantnih sorti kao i primena ostalih preventivnih mera. Veoma je važno sprovoditi karantinske mere i koristiti sertifikovane sadnice, voditi računa o zatupljenosti, prisustvu i brojnosti vektora. Činjenica da je PPV jedan od deset najispitivanijih biljnih virusa u svetu, govori nam koliko je ovaj patogen značajan u komercijalnoj proizvodnji šljive, ali i drugih koštičavih voćnih vrsta poput kajsije i breskve. Opisan je veći broj sojeva virusa koji su karakteristični za određene vrste koštičavog voća ili se javljaju samo na određenim geografskim područjima. Opisani su i sojevi koji su nastali rekombinacijom već postojećih.

Zahvalnica

Rad je finansiran od strane Ministarstva prosvete, nauke i tehnološkog razvoja broj 451-03-9/2021-14/200117.

LITERATURA

- Bagi, F., Jasnić, S., i Budakov, D., (2016): Viroze biljaka. Univerzitet u Novom Sadu, Poljoprivredni fakultet, Novi Sad.
- Barba, M., Hadidi, A., Candresse, T. & Cambra, M. (2011): *Plum pox virus*. In: A. Hadidi, M., Barba, T. Candresse & W. Jelkmann, eds. Virus and virus – like diseases of pome and stone fruits.
- Bodin, M., Glasa M., Verger, D., Costes, E., & Dosba, F. (2003): Distribution of the sour cherry isolate of *Plum pox virus* in infected *Prunus* rootstocks. Journal of Phytopathology, 151 (11 – 12), 625 – 630.
- Bugarčić, S., Dragojlović D. (2013): Požegača, sorta šljive koja nestaje. <http://www.zdravasrbija.com/lat/Zemlja/Vocarstvo/1108-POZEGACA,-SORTA-SLJIVE.php>
- CABI/EPPO, 2016. Plum pox virus. [Distribution map]. Distribution Maps of Plant Diseases, No. April. Wallingford, UK: CABI, Map 392 (Edition 5).
- Chirkov, S., Ivanov, P., Sheveleva, A. (2013): Detection and partial molecular characterization of atypical Plum pox virus isolates from naturally infected sour cherry. Archives of Virology, 158, 1383-1387.
- Chirkov, S., Ivanov, P., Sheveleva, A., Zakubanskiy, A., Osipov, G. (2017) New highly divergent Plum pox virus isolates infecting sour cherry in Russia. Virology, 502, 56-62.
- Chirkov S., Sheveleva A., Ivanov P., Zakubanskiy A., 2018. Analysis of genetic diversity of Russian sour cherry Plum pox virus isolates provides evidence of a new strain. Plant Disease 102(3), 569-575.
- Dallot, S., Glasa, M., Jevremović, D., Kamenova, I., Paunović, S., & Labonne, G. (2011): Mediterranean and centraleastern European countries host viruses of two different clades of *Plum pox virus* strain M. Archives of Virology, 156, p. 539–542.
- EPPO (2015): PQR - EPPO database on quarantine pests (available online)
- García, J. A., & Cambra, M. (2007): Plum pox virus and sharka disease. Plant Viruses, 1(1), 69-79.
- Glasa, M., Palkovics, L., Kominek, P., Labonne, G., Pittnerova, S., Kudela, O. i sar. (2004): Geographically and temporally distant natural recombinant isolates of *Plum pox virus* (PPV) are genetically very similar and form a unique PPV subgroup. Journal of General Virology, 85 (9), 2671-2681.
- James, D., Varga, A. and Sanderson, D. (2013): Genetic diversity of *Plum pox virus*: strains, disease and related challenges for control. Canadian Journal of Plant Pathology, Vol 35, (4), 431-434.
- Jevremović, D., Paunović, S., (2014): Plum pox virus strains: Diversity and geographical distribution in Serbia. Pestic. Phytomed. (Belgrade), 29 (2), 97–107.

- Kensaku, M., Masayoshi, H., Yuka, H., Akio, M., Masanobu, N. (2020): Intra strain biological and epidemiological characterization of *Plum pox virus*. *Molecular Plant Pathology*, 21(4), 475-488.
- Kerlan, C., Dunez, J. (1979): Differenciation biologique et serologique de souches du virus de la Sharka, *Annales de Phytopathologie*, 11, (2), 241-250.
- Levy, L., Damsteegt, V., Scorza, R. and Kolber, M. (2000): Plum pox potyvirus disease of stone fruits. *APSnet Features*. Online, doi: 10.1094/APSnetFeature-2000-0300.
- Llacer, G. (2006): Hosts and symptoms of Plum pox virus: Herbaceous hosts. *EPPO Bulletin*, 36, 227-228.
- Palmisano, F., Boscia, D., Minafra, A., Myrta, A. & Candresse, T. (2012): An atypical Albanian isolate of *Plum pox virus* could be the progenitor of the Marcus strain. *Proceedings of the 22nd International Conference on Virus and Other Transmissible Diseases of Fruit Crops* (ICVF) (Rome, 2012-06-03/08).
- Rimbaud, L., Dallot, S., Gottwald, T., Decroocq, V., Jacquot, E., Soubeyrand, S. i sar. (2015): Sharka epidemiology and worldwide management strategies: learning lessons to optimize disease control in perennial plants. *Annual Review of Phytopathology*, 53, 357-378.
- Serçe, Ç.U., Candresse, T., Svanella-Dumas, L., Krizbai, L., Gazel, M., Çağlayan, K. (2009): Further characterization of a new recombinant group of Plum pox virus isolates, PPV-T, found in orchards in the Ankara province of Turkey. *Virus Research*, 142, 121-126.
- Sihelska, N., Glasa, M. and Šubr, Z.W. (2017): Host preference of the major strains of *Plum pox virus* – Opinions based on regional and world-wide sequence data. *Journal of Integrative Agriculture*, 16 (3) 510-515.
- Sochor, J., Babula, P., Adam, V., Krska, B., Kizek, A. (2012): Sharka: The Past, The Present and The Future. *Viruses* 2012, 4, (11), 2853-2901.
- Šubr, Z., Glasa, M. (2013): Unfolding the secrets of Plum pox virus: from epidemiology to genomics. *Acta Virologica*, 57, 217-228.
- Wang, A., Sanfacon, H., Stobbs, L., James, D., (2006): *Plum pox virus* in Canada: Progress in research and future prospects for disease control. *Canadian Journal of Plant Pathology*, 28 (2), 182-196.
- Wetzel, T., Dietzgen, R.G. and Dale, J.L. (1994): Genomic organization of lettuce necrotic yellows rhabdovirus. *Virology*, 200, 401-412.

Abstract

IMPORTANCE AND SYMPTOMATOLOGY OF PLUM POX VIRUS

Teodora Mihaljfi, Renata Iličić, Goran Barać, Zagorka Savić, Ferenc Bagi

University of Novi Sad, Faculty of Agriculture, Novi Sad

E-mail: mihaljfiteodora1801@gmail.com

The plum pox virus was discovered in Bulgaria between 1915 and 1918, hence the name “plum pox”. Despite strict quarantine measures, as early as 1980s, this virus was widespread in whole Europe, but its presence was also confirmed in South and North America, Africa and Asia. The only continent where the infection with this virus has not been described yet is Australia. The presence of strains PPV-D, PPV-M and PPV-Rec has been confirmed in Serbia. The PPV-M strain spreads very quickly naturally, and it is considered as very dangerous for stone fruit trees. Trees infected with the plum pox virus do not decay, but bear fruit of poorer quality. Poorer quality of fruits reduces their market value, which leads to significant economic damage.

Keywords: plum pox virus, plum, apricot, peach, strains