

## EKONOMSKI ZNAČAJNI VIRUSI PAPRIKE UTVRĐENI NA PODRUČJU REPUBLIKE SRPSKE

**Gordana Babić<sup>1</sup>, Vojislav Trkulja<sup>1</sup>, Dragana Budakov<sup>2</sup>, Renata Iličić<sup>2</sup>,  
Rade Mališević<sup>3</sup>, Ferenc Bagi<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> JU Poljoprivredni institut Republike Srpske, Banja Luka

<sup>2</sup> Univerzitet u Novom Sadu, Poljoprivredni fakultet, Novi Sad

<sup>3</sup> Opštinska uprava opštine Vlasenica, Republika Srpska

E-mail: brkljacg@hotmail.com

### Izvod

Papriku napadaju brojne biljne bolesti izazavane fitopatogenim gljivama, bakterijama i virusima ometajući normalan rast i razvoj, umanjujući prinos i kvalitet plodova. Među navedenim grupama patogena, fitopatogeni virusi svake godine umanjuju rod paprike. Kao najzastupljeniji i ekonomski značajniji virusi paprike utvrđeni na području Republike Srpske izdvajaju se: Cucumber mosaic virus (CMV) - prouzrokovatelj mozaika krastavca, Alfalfa mosaic virus (AMV) - prouzrokovatelj mozaika lucerke, Tobacco mosaic virus (TMV) - prouzrokovatelj mozaika duvana i Tomato spotted wilt virus (TSWV) - prouzrokovatelj bronzavosti paradajza.

U radu su opisani rasprostranjenost, ekonomski značaj, domaćini, simptomi, način prenošenja, kao i mjere kontrole navedenih virusa.

**Ključne riječi:** paprika, virusi paprike, CMV, AMV, TMV, TSWV, Republika Srpska.

### UVOD

Na području Republike Srpske, među povrtarskim biljnim vrstama, paprika (*Capsicum annum* L.) je jedna od najznačajnijih gajenih vrsta iz porodice *Solanaceae*, bilo da se radi o proizvodnji u zaštićenom prostoru i/ili na otvorenom polju. Visoka vrijednost bioloških važnih materija u paprici, kao i njen značaj u ishrani i preradi, kao i mogućnost ostvarivanja visokog dohodka po jedinici površine, utiče na povećanje proizvodnje ove povrtarske biljke i na području Republike Srpske. Ipak, bez obzira na povećanje proizvodnih površina, uspješna proizvodnja često je ograničena prisustvom raznih vrsta štetnih organizama. Osim prouzrokovatelja mikoza, bakterioza i viroza, značajnu ulogu imaju i insekti, te korovske vrste, koje uz oduzimanje životnog prostora, hranljivih materija i svjetlosti, predstavljaju i zeleni most između insekata kao vektora oboljenja i paprike kao biljke domaćina. Imajući u vidu da se paprika gaji prvenstveno radi ploda, prisu-

stvo navedenih ograničavajućih faktora ometa normalan rast i razvoj, umanjujući i prinos i kvalitet plodova.

Među štetnim organizmima prema navodima Pernezny i sar. (2003) na paprici se javlja više od 60 različitih virusa, od kojih je samo nekoliko vrsta od ekonomskog značaja (Green i Kim, 1991). Krstić i sar. (2017) navode da su upravo ekonomski značajni virusi paprike, i po brojnosti i učestalosti, u porastu u poslednjih trideset godina. Ipak pojava i rasprostranjenost virusa prema Miloševiću (2013) zavise od niza faktora, kao što su biologija štetnih organizama, klimatski uslovi za njihov razvoj i geografska distribucija, veličina proizvodnih usjeva i sortiment biljaka domaćina. Niz autora, među brojnim virusima paprike u svijetu, ali i na području Republike Srpske, sa širokim arealom rasprostranjenosti i od ekonomskog značaja, navode: Cucumber mosaic virus (CMV) - prouzrokovala mozaika krastavca, Alfalfa mosaic virus (AMV) - prouzrokovala mozaika lucerke, Tobacco mosaic virus (TMV) - prouzrokovala mozaika duvana, Tomato spotted wilt virus (TSWV) - prouzrokovala bronzavosti paradajza i Potato virus Y (PVY) - prouzrokovala crtičastog mozaika krompira (Arli-Sokmen i sar., 2005; Choi i sar., 2005; Ozaslan i sar., 2006; Tomić i sar., 2007; Mališević i sar., 2015, 2016a,b; Mališević, 2016).

Osim virusa, veliki problem pri proizvodnji paprike predstavljaju i lisne vaši i tripsi kao vektori mnogih virusa patogenih za papriku. U pogodnim vremenskim prilikama biljne vaši i tripsi koloniziraju biljke paprike i na taj način prenose viruse na neperzistentan način (Bessin, 2004). Dosadašnja proučavanja pokazuju da su među vašima, vrste *Myzis persicae* Solzer i *Aphis gossypii* Glover, najaktivnije kao vektori virusa paprike (Fajinmi i sar., 2011). Takođe i kalifornijski trips (*Frankliniella occidentalis* Pergande) predstavlja jedan od najčešćih vektora TSWV - prouzrokovala bronzavosti paradajza. Naime, prema Goldbach i Peters (1994) iz godine u godinu javlja se sve veća populacija ovog tripsa, zbog čega je i povećana učestalost TSWV u usjevima paprike. Međutim, prema Šutiću (1995), kao prenosioци TSWV virusa, osim pomenutog, navode se i ostale vrste tripsa, i to: *Thrips tabaci* Lindeman, *Frankliniella schultzei* Trybom i *F. fusca* Hinds. Osim toga i Milošević (2013) ističe pojavu sve većih populacija vaši i tripsa, ukazujući na njihov značaj kao vektora virusa, dok Krstić i sar. (2017) ističu da su od najvećeg značaja za papriku, grupe virusa čiji su vektori upravo lisne ili leptirastie vaši ili tripsi, s osnovnom karakteristikom brzog razvoja rezistentnosti prema insekticidima.

## **OSNOVNE KARAKTERISTIKE EKONOMSKI ZNAČAJNIJIH VIRUSA PAPIRIKE UTVRĐENIH NA PODRUČJU REPUBLIKE SRPSKE**

Zbog ekonomskih gubitaka koje prouzrokuju, a koji se u pojedinim godinama i na pojedinim proizvodnim parcelama paprike mogu kretati i do 90%, prema navodima Krstić i Bulajić (2008; *loc. cit.* Petrović i sar., 2010a), prouzrokovali

viroza svake godine dovode do smanjenja prinosa paprika. Milošević (2013) ističe da do posebno velikih šteta, zbog međusobnog djelovanja, dolazi u slučaju sinergije dva ili više virusa u usjevu paprike. Na području Republike Srpske kao najznačajniji virusi paprike do sada su utvrđeni i eksperimentalno proučavani CMV, AMV, TMV i TSWV (Mališević, i sar., 2015, 2016a,b; Mališević, 2016).

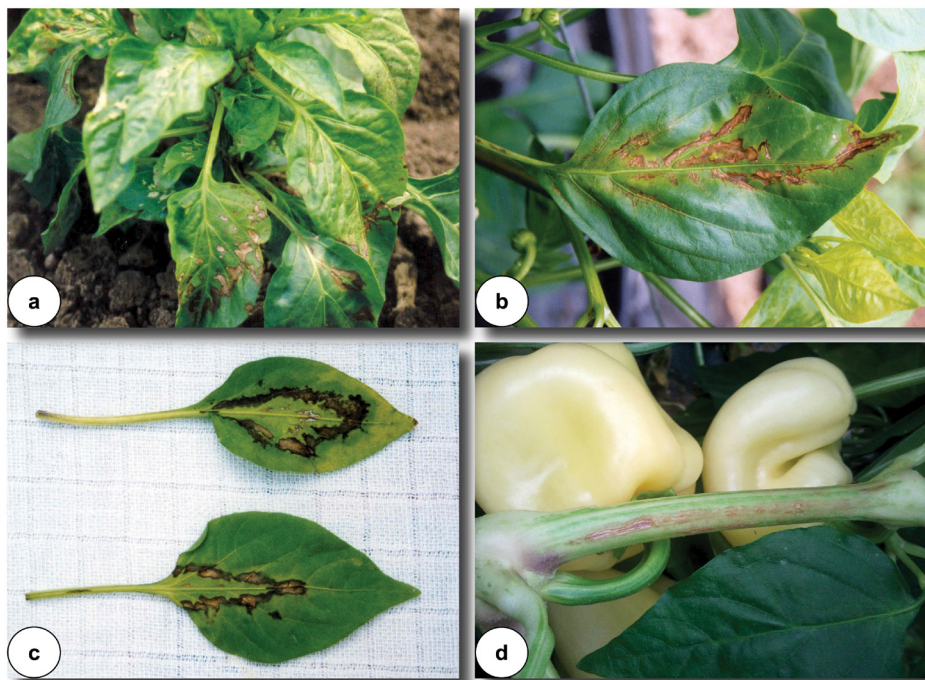
### 1. Cucumber mosaic virus (CMV) - prouzrokovatelj mozaika krastavca.

**Rasprostranjenost.** Prouzrokovatelj mozaika krastavca (CMV) je otkriven 1916. godine od strane Dolittle i Jagger na krastavcu (Zitter i Murphy, 2009). Geografski je široko rasprostranjen i zabilježen u Evropi, Australiji i Sjevernoj Americi (Zitnikaitè i Samuitienè, 2008), odnosno širom svijeta u područjima uzgoja paprike, bilo da se radi o pojedinačnim ili mješanim zarazama. Ovaj virus pripada rodu *Cucumovirus*, familiji Bromoviridae (Moury, 2004).

**Ekonomski značaj.** Prema Krstić i sar. (2018) u uslovima ranih infekcija paprike s CMV gubici u prinosu mogu iznositi od 60–100%.

**Domaćini.** CMV može zaraziti preko 1.200 vrsta biljaka iz 101 botaničke familije (Zitter *et* Murphy, 2009), te se zbog širokog kruga domaćina prema Krstić i sar. (2002a) ubraja u fitoaptogenu grupu virusa s najširim krugom prirodnih i eksperimentalnih domaćina. Samim tim, imajući u vidu širok krug biljaka domaćina, veliki broj njih se smatra potencijalnim izvorom zaraze. Tako osim paprike, CMV napada i druge gajene biljne vrste, kao što su: duvan, paradajz, pasulj, običnu tikvu i tikvicu, dinju, lucerku i dr. (Dukić i sar., 2002; Krstić i sar., 2002a, 2002b, 2006; Jovičević i sar., 2006; Zindović i sar., 2007; Đekić i sar., 2008; Petrović i sar., 2010b). Šutić (1995) kao prirodne domaćine navodi brojne monokotiledone i dikotiledone biljke, te ukrasne i korovske biljne vrste, ali i drvenaste.

**Simptomi oboljenja.** Kod zaraze sa CMV prvi simptomi na lišću se ispoljavaju u vidu hlorotičnog mozaika. Sa razvojem oboljenja uočavaju se žute pjege, nepravilno okrugle, ponekad u vidu štita (Šutić, 1995), odnosno prstenastih ili hrastolikih nekrotičnih šara na starijem lišću (Tablo Ia-c) (Krstić i sar., 2018). Promjene u razvoju liski zaraženih biljaka karakterišu se njegovim deformacijama različitog oblika, pri čemu neke liske poprimaju sužen i izdužen oblik, postaju veće s izraženim nervima, a druge liske ostaju kraće i sitnije. Ako se biljka zarazi u ranoj fazi razvoja, tada su simptomi najuočljiviji. Biljka ostaje krzljava, liske su sitne, te usljed skraćivanja internodija biljka poprima žbunast oblik. Zbog sterilnosti polena plodovi se vrlo rijetko obrazuju, a ukoliko se i obrazuju oni su obično sitni i krzljavi (Stojanović, 2004). U slučaju ranih infekcija, na plodovima, te duž stabla i peteljki ploda se uočava karakteristična nekroza površinskog tkiva (Tablo Id). Tipični primjeri navedenih simptoma CMV na paprici registrovani su na području Republike Srpske (Mališević i sar., 2015; 2016a).



**Tablo I.** *Cucumber mosaic virus*. a) izgled oboljele biljke paprike u polju (foto: *Trkulja, V.*); b,c) izgled karakterističnih simptoma ispoljenih na listovima paprike (foto: *Trkulja V.*; d) nekroza tkiva duž stabla i deformacija plodova paprika (foto: *Mališević, R.*)

**Način prenošenja.** Iz zaraženih biljaka, putem velikog broja raznih vrsta biljnih vaši, CMV se prenosi na neperzistentan način, i to sa više od 80 vrsta, pri čemu se prema navodima Palukaitis i sar. (1992) i Palukaitis i García-Arenal (2003) kao najaktivniji vektori izdvajaju vrste *Myzus persicae* i *Aphis gossypii*. Širok krug domaćina i veliki broj vektorskih vrsta biljnih vaši (*Acyrtosiphon pisum*, *Amphorophora rubi idaei*, *Aphis craccivora*, *A. fabae*, *Brachycaudus cardui*, *Brevicoryne brassicae*, *Hyalopterus pruni*, *Myzus cerasi*, *M. persicae*, *Phorodon humuti*, *Rhopalosiphum maidis*, *R padi* i dr.) jedni su od glavnih faktora opšte rasprostranjenosti CMV u svijetu (Šutić, 1995). Takođe, Palukaitis i sar. (1992) navode da se CMV osim prenošenja vašima, može prenijeti i sjemenom oko dva-desetak različitih biljaka (gajenih i spontanih), od kojih se prema Šutiću (1995) ne prenosi sjemenom krastavca, ali se može prenijeti sjemenom dinje (*Cucumis melo*), divljeg krastavca (*Micrampelis lobata*), mišjakinje (*Stellaria media*) i drugih biljaka. Novija istraživanja pokazala su da se CMV može prenijeti i sjemenom paprike (Ali i Kobayashi, 2010), dok posebnu opasnost u prenošenju virusa,

naročito u rasadničkoj proizvodnji, može predstavljati sok zaraženih biljaka, koji mehaničkim putem zbog sklopa rasada, njege i presađivanja može doprinijeti širenju virusa na druge zdrave biljke. Osim toga, u prirodnim uslovima CMV se može prenijeti i sa približno 10-tak vrsta roda *Cuscuta* (Šutić, 1995).

**Mjere kontrole.** Zbog načina prenošenja, te širokog kruga domaćina, u sprečavanju pojave i širenja prouzrokovača mozaika krastavca u proizvodnji paprike, kao najvažnija mjera izdvaja se upotreba manje osjetljivih sorti. Ipak, osim toga, ključnu ulogu ima i proizvodnja zdravstveno ispravnog rasada, te uništavanje zaraženih biljaka po pojavi oboljenja i biljnih ostataka, primjena plodoređa posebno s predkultutama koje pokazuju nisku osjetljivosti prema CMV, kao što su žitarice, izbjegavanje upotrebe zemljišta na kojima su gajene biljke domaćini, radi potencijalnog izvora zaraze, te suzbijanje korovskih vrsta kao mogućeg izvora zaraze i vektora kao prenosioca oboljenja.

## 2. Alfalfa mozaic virus, AMV - prouzrokovač mozaika lucerke

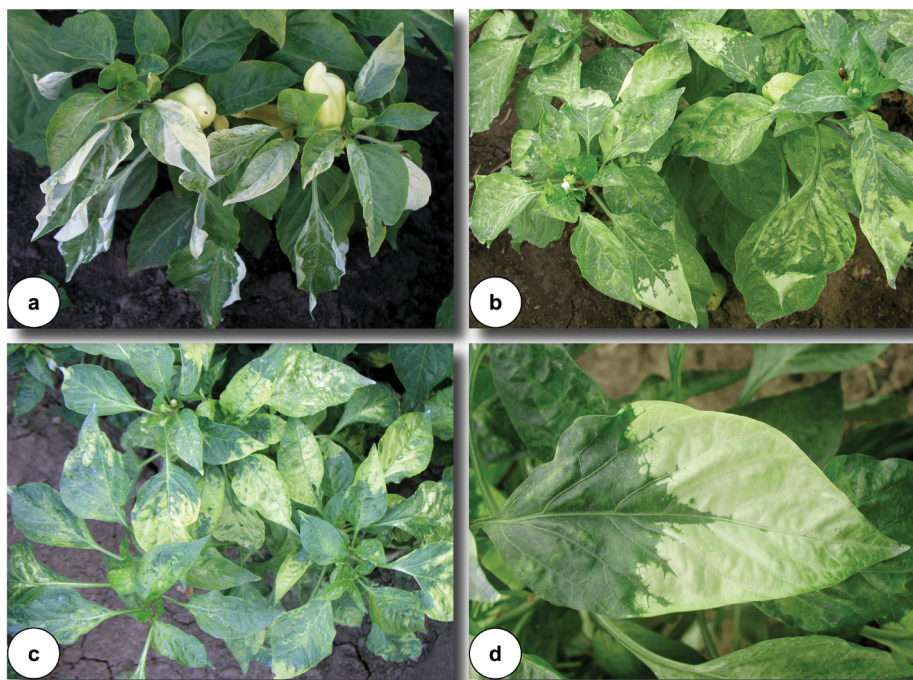
**Rasprostranjenost.** AMV je veoma rasprostranjen virus u svijetu, te je kao takav proučavan širom svijeta od strane mnogih autora (Abdalla i Ali, 2012; Al-Saleh i Amer., 2013; Bergua i sar., 2014). AMV predstavlja opšte rasprostranjen virus i do danas je jedini virus roda *Alfamovirus*, familije Bromoviridae (Zitikaitè i Samuitienè, 2008; Krstić i sar., 2018). Na području Evrope prema Šutiću (1995) zbog velikih šteta u proizvodnji paprike, posebno je značajan u istočnim zemljama (zemlje bivše Jugoslavije, Bugarska i Mađarska).

**Ekonomski značaj.** Prinos paprike u slučaju jačeg napada AMV može biti smanjen 50–65% (Krstić i sar., 2018).

**Domaćini.** Virus mozaika lucerke ima širok krug domaćina, te uglavnom inficira zeljaste biljke, iako je i nekoliko drvenastih vrsta uključeno u prirodni krug domaćina ovog virusa. Eksperimentalni i prirodni domaćini obuhvataju preko 600 vrsta iz 70 familija (Bol, 2003). Prisustvo virusa mozaika lucerke u Srbiji je osim paprike dokazano i na drugim gajenim vrstama, kao što su lucerka (*Medicago sativa*) i duvan (*Nicotiana tabacum*) (Šutić, 1995; Stanković i sar., 2011), razne vrste djetelina (*Trifolium hybridum*, *T. incarnatum*, *T. pratense*, *T. repens*), grašak (*Pisum sativum*) (Šutić, 1995) i pasulj (*Phaseolus vulgaris*) (Petrović i sar., 2010a). Prema Zitikaitè i Samuitienè (2008) kao najznačajnije biljke domaćini, među povrtarskim biljnim vrstama, navode se vrste iz familija *Solanaceae* (paprika, paradajz i plavi patlidžan), *Fabaceae* (pasulj i grašak), *Amaryllidaceae* (luk), te *Asteraceae* (salata). Osim domaćina iz grupe povrtarskih biljaka, javlja se i na ukrasnom bilju, kao što je karanfil (*Dianthus caryophyllus*), zatim od industrijskog bilja na lanu (*Linum usitatissimum*), bobičastim vrstama, kao što je crvena ribizla (*Ribes rubrum*), te drvenastim vrstama kao što je bagrem (*Robinia pseudoacacia*) i

dr. Takođe, kao značaj izvor zaraze navode se i korovske vrste: *Atropa belladonna*, *Carthamus tinctorius*, *Chenopodium album*, *Lamium amplexicaule*, *Portulaca oleracea*, *Solanum dulcamara*, *Sonchus oleraceus*, *Stellaria media*, *Trifolium repens* i dr. (Šutić, 1995).

**Simptomi oboljenja.** Simptomi oboljenja uzrokovanog zarazom s AMV se pojavljuju vrlo rano, još na kotiledonim listićima, kada zaraze biljaka potiču iz zaraženog sjemena (Šutić, 1995). U tom slučaju, biljke znatno zaostaju u porastu, slabo cvjetaju, a zametanje plodova je umanjeno. Na stalnim listovima pojavljuju se karakteristične žučkasto-bjeličaste pjege različitog oblika i veličine (Tablo IIa-d), koje se šire od osnove prema vrhu liske. Listovi se deformišu i kovrdžaju, dok plodovi zaraženih biljaka postaju deformisani i kržljavi, sa pojavom linija ili traka bjeličaste ili žučkaste boje (Šutić, 1995). Navedeni simptomi koje prouzrokuje AMV na paprici takođe su registrovani na području Republike Srpske (Mališević, 2016).



**Tablo II.** *Alfalfa mosaic virus*. a-d) izgled karakterističnih simptoma ispoljenih na listovima oboljelih biljaka paprike (foto: *Trkulja, V.*)

**Način prenošenja.** Iz zaraženih biljaka AMV se prenosi na neperzistentan način, putem većeg broja raznih vrsta vaši, i to sa više od 15 vrsta, a prema navodima Duduk i Duduk (2013) i Šutić (1995) neke od njih su: *Acyrtosiphon pisum*, *A. solani*, *Aphis craccivora*, *A. fabae*, *A. medicaginis*, *Macrosiphum euphor-*

*biae*, *Myzus ligustri*, *M. persicae* i *Phorodon cannabis*. Osim prenošenja vašima, Zitikaitè i Samuitienè (2008) navode da AMV ostaje infektivan i do nekoliko godina u sjemenu gajenih biljaka (lucierka, paprika), ali i spontanijih biljaka (*Datura stramonium* L., *Solanum nigrum* L., *Chenopodium quinoa* Willd i *Melilotus* sp.). Stalni izvor zaraze za papriku i druge osjetljive biljne vrste predstavljaju zaražena lucerišta, te usjevi drugih biljaka domaćina, dok kod proizvodnje rasada, mehaničko prenošenje virusa sokom zaraženih biljaka lako doprinosi prenošenju virusa na zdrave biljke.

**Mjere kontrole.** Zbog infektivnosti virusa u sjemenu i do nekoliko godina, kao najvažnija mjera u sprečavanju pojave i širenja prouzrokača mozaika lucerke u proizvodnji paprike ističe se upotreba sertifikovanog sjemena, bez virusa i korištenje manje osjetljivih sorti. S druge strane zbog širokog kruga domaćina, te načina prenošenja, nezaobilazne mjere su upotreba zdravstveno ispravnog rasada, kao i uništavanje zaraženih biljaka po pojavi oboljenja i biljnih ostataka, pravovremeno rasađivanje, izolacija paprike u polju od starih lucerišta, te izbor biljnih vrsta niske osjetljivosti (žitarice) kao pretkultura u sistemu plodoređa, te hemijsko uništavanje korova i vektora ovog virusa.

### 3. Tobacco mosaic virus, TMV - prouzrokač mozaika duvana

**Rasprostranjenost.** Dugogodišnja proučavanja TMV-a, od prvih, koja je sproveo Adolf Mayer 1886. godine (Milošević, 2013) do danas (Dawson, 1999; Stoimenova i Yordanova, 2005; Silva i sar., 2008; Pazarlar i sar., 2013) ukazala su na opštu rasprostranjenost i ekonomski značaj u usjevu paprike navedenog predstavnika roda *Tobamovirus*, fam. *Virgaviridae* (Krstić i sar., 2017).

**Ekonomski značaj.** Smanjenje prinosa paprika u slučaju napada ovog virusa se prema Šutić-u (1995) kreće od 37-80% do čak potpunog propadanja usjeva, u zavisnosti od osjetljivosti sortimenta paprike, vremena ostvarivanja zaraze i prisutnih virulentnih sojeva virusa. Krstić i sar. (2017) navode da zbog simptoma koja nastaju kao rezultat oboljenja, odnosno deformisanosti, oboljeli plodovi paprike značajno gube na tržišnoj vrijednosti.

**Domaćini.** Prouzrokač mozaika duvana inficira velik broj raznih biljaka, prema navodima Shew i Lucas-a (1991) više od 190 iz 30 familija. Među prirodnim domaćinima osim duvana, paprike, paradajza i krompira prema Šutiću (1995) izdvajaju se i neke vrste cvijeća (*Petunia hybrida*, *Gerbera* sp. i dr.). Takođe, TMV u prirodi može zaraziti i drvenaste biljne vrste kao što su divlja jabuka (*Malus sylvestris*), tresnja (*Prunus avium*), šljiva (*P. domestica*) i vinova loza (*Vitis vinifera*), dok se među korovskim vrstama kao domaćini navode *Chenopodium murale*, *Melandrium album*, *Plantago lanceolata*, *Digitalis lanata*, *Erigeron canadensis* itd.

**Simptomi oboljenja.** U zavisnosti od virulentnosti soja virusa i osjetljivosti

sortimenta paprike, dolazi do pojave niza različitih simptoma, u različitom intenzitetu. U slučaju infekcije s jače virulentnim sojem, prvobitni simptomi se mogu manifestovati u vidu slabog porasta, žućenja listova duž nerava, koje ostaje sitnije i izdeformisano (Tablo IIIa-d), te na kraju opada. Razvojem oboljenja, simptomi se mogu javiti i na stablu u vidu nekroze, koja često dovodi do izumiranja zaraženih biljaka. U kasnijim fazama vegetacije, biljka se oporavlja, ali zaostaje u porastu i razvoju, te obrazuje sitne i nekvalitetne plodove, koji gube tržišnu vrijednost. U slučaju zaraze s niže virulentnim sojem, simptomi su izraženi u vidu prošaranosti, odnosno mozaika, posebno na mlađim listovima, dok stariji listovi poprimaju žutu boju (Šutić, 1995; Krstić i Bulajić, 2009).



**Tablo III.** *Tobacco mosaic virus*. a-d) simptomi na listovima oboljelih biljaka paprike (foto: *Trkulja, V.*)

**Način prenošenja.** Prema Šutiću (1995) primarne zaraze započinju od sjemena, bilo da se radi o površinskim ili unutrašnjim infekcijama, što predstavlja glavni način širenja virusa. Ipak, osim sjemenom, TMV se veoma brzo i lako širi i mehaničkim putem, sokom zaraženih biljaka, posebno tokom operativnih agrotehničkih mjera (pljevljenje, čupanje rasada, rasađivanje, okopavanje, zalamanje cvasti, povremene berbe i dr.). U prirodnim uslovima održava se u raznim vrstama zeljastih, ali i drvenastih biljaka, a u odgovarajućim uslovima opstaje u



korjenu inficiranih biljaka i na taj način predstavlja značajan izvor zaraze. U prirodi nisu utvrđeni insekti kao vektori, mada se smatra da je prenošenje mehaničkim putem moguće dodiranjem nekih životinjskih organizama (skakavci, gusjenice leptira, puževi i dr.). Prirodni prenosioci virusa su i vrste viline kosice *Cuscuta campestris*, *C. subinclusa* i *C. japonica*. Veliki značaj kao izvor zaraza predstavlja fermentisani duvan, u kome virus ostaje infektivan duži vremenski period, mjesecima ili godinama. Pušači virus prenose na prste s kojima ga dalje lako šire na osjetljive biljke u toku rada, što predstavlja jedinstven način prenošenja među biljnim virozama.

**Mjere kontrole.** Zbog glavnog načina širenja virusa, upotreba zdravog sjemena predstavlja jednu od osnovnih, uz primjenu ostalih preventivnih fitosanitarnih mjera kontrole (Pernezny i sar., 2003). Bilo da se radi o površinskim ili unutrašnjim infekcijama sjemena sa TMV, osnovna preporuka, kako bi se virus inaktivirao, prema Krstić i sar. (2017) je dezinfekcija sjemena 10 % rastvorom  $\text{Na}_3\text{PO}_4$  (trinatrijum fosfat) nakon čega se pristupa ispiranju radi izbjegavanja pojave fitotoksičnosti i sušenju sjemena. Osim navedenog, dezinfekcija sjemena može se izvršiti zagrijavanjem tri dana na 70 °C. Tokom operativnih agrotehničkih mjera prilikom njege zasada, rasađivanja, zalamanja biljaka, zakidanja zaperaka, okopavanja, berbe itd. potrebno je pridržavati se principa dobre prakse, što podrazumijeva pranje ruku i alata odnosno vršenje dezinfekcije (rastvor  $\text{Na}_3\text{PO}_4$  ili 70% alkohol). U ostale preventivne mjere prema Šutiću (1995) ističu se upotreba zdravstveno ispravnog rasada i nezaraženog zemljišta, zabrana pušenja pri operativnim zahvatima u rasadu ili usjevu paprike, te uništavanje i uklanjanje zaraženih biljaka, ostataka i korovskih vrsta kao nezaobilazne mjere kontrole, a po eventualno već ostvarenoj infekciji u cilju sprečavanja sekundarnih zaraza, osnovna preporuka je da se aktivnosti svedu na minimum.

#### **4. Tomato spotted wilt virus, TSWV - prouzrokovatelj bronzavosti paradajza**

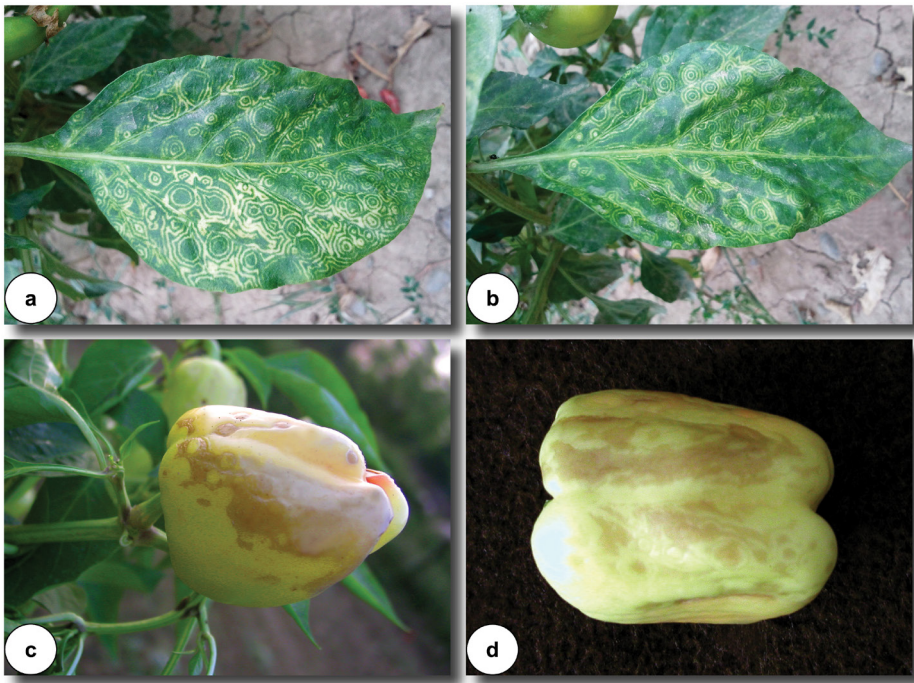
**Aktuelni status.** BiH lista: I/B i II/A2; EU lista: I/B i II/A2; EPPO lista: A2

**Rasprostranjenost.** TSWV je zastupljen u umjerenim, subtropskim i tropskim regionima, a prvi put je uočen i opisan na paradajzu u Australiji 1919. godine (Kucharek i sar., 2000). Prema Trkulja i sar. (2012) TSWV je široko rasprostranjen i do danas je prema EPPO (2023) registrovan širom EU, te na području EPPO regiona u svim zemljama, kao i na području ostalih kontinenata. Bio je klasifikovan kao tipični predstavnik roda *Tospovirus*, familije Bunyaviridae (Adkins i sar., 2005), dok je prema izvještaju X Internacionalnog komiteta za taksonomiju virusa (*X International Committee on Taxonomy of Viruses*, ICTV) reklasifikovan kao predstavnik roda *Orthotospovirus*, fam. Tospoviridae, reda Bunyaviriales (Krstić i sar., 2018).

**Ekonomski značaj.** TSWV je ekonomski veoma štetan virus, koji na paprici izaziva velike gubitke koji mogu doseći i do 100% (Gitaitis i sar., 1998).

**Domaćini.** TSWV je izrazito polifagan sa veoma širokim krugom biljaka domaćina koji obuhvata oko 1.300 različitih monokotiledonih i dikotiledonih biljnih vrsta iz 95 familija (Krstić i sar., 2018), uključujući i jednu familiju paprati (Parrella i sar., 2003). Kao najznačajnije domaćine osim paprike, Šutić (1995) među povrtarskim biljkama, od pomoćnica, navodi paradajz (*Solanum lycopersicum*) i plavi patlidžan (*S. melonoenga*), zatim salatu (*Lactuca sativa*), pasulj (*Phaseolus vulgaris*), grašak (*Pisum sativum*), bob (*Vicia faba*). Imajući u vidu da je duvan (*Nicotiana tabacum*) posebno osjetljiv prema TSWV, proizvodnja često biva veoma ugrožena. Od ukrasnih biljaka kao prirodni domaćini izdvajaju se: *Begonia* sp., *Chrysanthemum* sp., *Dahlia* sp., *Pelargonium zonale*, *Petunia hybrida*, *Tropaeolum majus*, *Zinnia elegans* i dr., a od korovskih vrsta *Datura stramonium*, *Plantago major*, *Polygonum convolvulus*, i dr.

**Simptomi oboljenja.** Simptome koje virus bronzavosti paradajza izaziva zavise od više faktora, kao što su: vrijeme infekcije, starost biljke, različiti faktori spoljašnje sredine (temperatura, svjetlost i dr.), te od prisutnih sojeva virusa (Milošević, 2013).



**Tablo IV.** *Tomato spotted wilt virus*. a,b) karakteristični simptomi bolesti ispoljeni na listu paprike (foto: Mališević, R.); c,d) izgled karakterističnih simptoma ispoljenih na plodu paprike (foto: Trkulja, V.)

Simptomi se kod zaraženih biljaka paprike manifestuju pojavom kržljivosti, zatim žutih, te sitnih i deformisanih mladih listova sa zadeljalim nervima, uz razvoj mozaika i karakterističnih koncentričnih prstenastih pjega (Tablo IVa-b) ili hloroze, te pojavom bronzane boje. Pojava nekrotičnih pruga duž stabla rezultira savijanjem i skraćivanjem internodija, usljed čega cijela oboljela biljka poprima žbunast izgled (Cho i sar., 2009). Virus bronzavosti paradajza ometa zametanje cvjetova. Po formiranju, plodovi su sitni, zakržljali, nepravilnog oblika, izobličeni, sa smeđim ili nekrotičnim, te nepravilnim i prstenastim pjegama i prugama (Tablo IIIc-d). Navedeni simptomi TSWV na paprici registrovani su i na području Republike Srpske (Mališević i sar., 2016b).

**Način prenošenja.** Korovske vrste mogu biti značajan izvor inokuluma TSWV za gajene biljke. Na manje udaljenosti se TSWV širi vektorima, među kojima su glavni tripsi iz porodice Thripidae (Thysanoptera) i to sljedeće vrste: *Frankliniella occidentalis*, *F. schultzei*, *F. fusca*, *F. intonsa* Trybom, *F. bispinosa* Morgan, *Trips tabaci* i *T. setosus* Moulton (Whitfield i sar., 2005). Kako Šutić (1995) navodi virus može biti unijet u organizam insekata samo u stadijumu larve, dok se prenošenje u prirodi vrši jedino preko stadijuma imaga. Da bi virus dospio u tijelo vektora, potrebna je ishrana larve *T. tabaci* na zaraženoj biljci najmanje 10 minuta, pri čemu period inkubacije traje 10 dana, a najinfektivniji je nakon 20-30 dana od unošenja u tijelo vektora, s tim da se povremeno infektivnost proteže i kroz cijeli život insekta. Na ovaj način virus se održava i u prezimjelim zaraženim tripsima, a aktivacijom na proljeće postaju sposobni za prenošenje virusa.

**Mjere kontrole.** Uz najvažniju mjeru, odnosno upotrebu manje osjetljivih sorti i hibrida paprike, ostale mjere kao što su proizvodnja zdravstveno ispravnog rasada, uz izolovan uzgoj rasada paprike od duvana, i nakon rasađivanja u polju, te uništavanje zaraženih biljaka i biljnih ostataka doprinose sprečavanju pojave i širenja prouzrokovala bronzavosti paradajza. Osim navedenih, prema Trkulja i Milunović (2017) hemijsko suzbijanje tripsa je vrlo korisna mjera za sprječavanje njihove vektorske uloge. U usjevima i njihovoj okolini treba uništavati ostale osjetljive, posebno korovske biljke, kao moguće nosioce i izvore zaraze.

## ZAKLJUČAK

Uzimajući u obzir povećanje površina pod paprikom na području Republike Srpske, kao i prisustvo virusa svake godine, samih ili u sinergiji s drugim virusima, te izraženu polifagnu prirodu utvrđenih virusa, kao i pojavu rezistentnih formi vektora, te ograničenja upotrebe pojedinih aktivnih materija insekticida za njihovo suzbijanje, od suštinskog značaja je sprovođenje svih raspoloživih preventivnih mjera radi sprječavanja pojave i širenja CMV, AMV, TMV i TSWV kao ekonomsko značajnih virusa u proizvodnji paprike na području Republike Srpske, a s ciljem umanjavanja šteta koji oni prouzrokuju na usjevima paprika gajene na

otvorenom ili u zaštićenom prostoru. Među njima su najznačajnije proizvodnja zdravog rasada, određivanje vremena rasađivanja, prostorna izolacija, redovna inspekcija gajenih biljaka na prisustvo i vektora i virusa, uništavanje zaraženih i dosađivanje zdravih biljaka, uništavanje korovskih biljnih vrsta, te plodored i malčiranje kao dodatna mjera, ali i upotreba aktivatora otpornosti biljaka.

## LITERATURA

- Abdalla, O. A., Ali, A. (2012): First report of *Alfalfa mosaic virus* associated with severe mosaic and mottling of pepper (*Capsicum annuum*) and white clover (*Trifolium repens*) in Oklahoma. *Plant Disease*, 96, 1705.
- Adkins, S., Zitter, T., Momol, T. (2005): *Tospoviruses* (Family Bunyaviridae, Genus Tospovirus). University of Florida, IFAS extension PP-212.
- Ali, A., Kobayashi, M. (2010): Seed transmission of *Cucumber mosaic virus* in pepper. *Journal of Virological Methods*, 163(2), 234–237.
- Al-Saleh, M. A., Amer, M. A. (2013): Biological and molecular variability of *Alfalfa mosaic virus* affecting alfalfa crop in Riyadh region. *The Plant Pathology Journal*, 29(4), 410–417.
- Arli-Sokmen, M., Mennan, H., Sevik, M. A., Ecevit, O. (2005): Occurrence of viruses in field-grown pepper crops and some of their reservoir weed hosts in Samsun, Turkey. *Phytoparasitica*, 33(4), 347–358.
- Bergua, M., Luis-Arteaga, M., Escriu, F. (2014): Genetic diversity, reassortment, and recombination in *Alfalfa mosaic virus* population in Spain. *Phytopathology*, 104, 1241–1250.
- Bessin, R. (2004): Common insects attacking peppers. University of Kentucky–College of Agriculture, <https://entomology.ca.uky.edu/files/efpdf2/ef301.pdf>.
- Bol, J. F. (2003): *Alfalfa mosaic virus*: coat protein–dependent initiation of infection. *Molecular Plant Pathology*, 4, 1–8.
- Cho, J. D., Kim, J. S., Kim, J. Y., Choi, G. S., Chung, B. N. (2009): Biological characteristics and nucleotide relationships in Korean *Tomato spotted wilt virus* isolates. *The Plant Pathology Journal*, 25, 26–37.
- Choi, G. S., Kim, J. H., Lee, D. H., Kim, J. S., Ryu, K. H. (2005): Occurrence and distribution of viruses infecting pepper in Korea. *The Journal of Plant Pathology*, 21, 258–261.
- Dawson, W. O. (1999): *Tobacco mosaic virus* virulence and avirulence. *Philosophical Transactions of the Royal Society B*, 342, 645–651.
- Duduk, N., Duduk, B. (2013): Važnije viroze i fitoplazmoze paprike u Srbiji. *Biljni lekar*, 41(3), 328–340.
- Dukić, N., Finetti Sialer, M. M., Gallitelli, D., Duduk, B. (2002): Molekularna identifikacija izolata virusa mozaika krastavca u Jugoslaviji-podgrupe IA. *Zbornik rezimea XII simpozijuma o zaštiti bilja i savetovanja o primeni pesticida*, Zlatibor: 75.
- Đekić, I., Bulajić, A., Jović, J., Krnjajić, S., Vučurović, A., Berenji, J., Krstić, B. (2008): Zastupljenost i molekularna detekcija virusa mozaika krastavca u usevu duvana. *Bilten za hmelj, sirak i lekovito bilje*, 81.

- EPPO (2023): EPPO Global Database (available online). Dostupno na: <https://gd.eppo.int>. Pristupljeno: 10. mart 2023.
- Fajinmi, A. A., Odebode, C. A., Fajinmi, O. B. (2011): The effect of agro-ecological zones on the incidence and distribution of aphid vectors of Pepper veinal mottle virus, on cultivated pepper (*Capsicum annuum* L.) in Nigeria. *Journal of Central European Agriculture*, 12(3), 528–542.
- Gitaitis, R. D., Dowler, C. C., Chalfant, R. B. (1998): Epidemiology of *Tomato spotted wilt virus* in pepper and tomato in Southern Georgia. *Plant Disease*, 82, 752–756.
- Goldbach, R., Peters, D. (1994): Possible causes of the emergence of tospovirus diseases. *Seminars in virology*, 5, 113–120.
- Green, S. K., Kim, J. S. (1991): Characteristics and control of viruses infecting peppers: a literature review. Asian Vegetable Research and Development Center, Taipei.
- Jovičević, D., Gvozdenović, Đ., Bugarski, D. (2006): Bolesti paprike i paradajza. Naučni institut za ratarstvo i povrtarstvo Novi Sad, „Zbornik radova“, Sveska 42.
- Krstić, B., Stanković, I., Bulajić, A. (2018): Viroze ratarskog, povrtarskog i ukrasnog bilja. Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni fakultet, ISBN:978-86-7834-302-5.
- Krstić, B., Stanković, I., Milošević, D., Vučurović, A., Zečević, K. (2017): Ekonomski značajne viroze paprike u Srbiji. *Biljni lekar*, 45(6), 587–605.
- Krstić, B., Bulajić, A. (2009): Biljni virusi u zaštićenom prostoru. *Biljni lekar*, 37, 493–512.
- 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., Berenji, J., Dukić, N., Vico, I. M., Katis, N. I., Papavasiliou, C. C. (2002a): Identifikacija virusa infektivnih za običnu tikvu (*Cucurbita pepo*) u Srbiji. *Zbornik Matice srpske za prirodne nauke*, Novi Sad, 103, 67–79.
- Krstić, B., Vico, I., Dovas, C., Eythimiou, C., Katis, N. I., Berenji, J. (2002b): Molekularna detekcija i delimična karakterizacija jugoslovenskih izolata virusa mozaika krastavca. *Zbornik rezimea XII simpozijuma o zaštiti bilja i savetovanja o primeni pesticida*, Zlatibor, 74.
- Krstić, B., Vico, I., Berenji, J., Dukić, N., Bulajić, A. (2006): General principles of tobacco virus diseases management with special reference to *Tobacco mosaic virus*. *Zbornik radova Instituta za ratarstvo i povrtarstvo*, 42, 401–412.
- Kucharek, T., Brown, L., Johnson, F. and Funderburk, J. (2000): *Tomato spotted wilt virus* of agronomic, vegetable and ornamental crops. *Plant Pathology Fact Sheet*. Florida Cooperative Extension Service, Institute of Food and Agricultural Science, University of Florida. [http://plantpath.ifos.ufl.edu/takextpub/Fact Sheet/circ0914.pdf](http://plantpath.ifos.ufl.edu/takextpub/Fact%20Sheet/circ0914.pdf)
- Mališević, R., Trkulja, V., Ćurković Bojana, Vasić Jelena, Kovačić Jošić Dragana (2015): Pojava virusa mozaika krastavca (*Cucumber mosaic virus*) na paprici na području istočnog dijela Republike Srpske. XIII Savjetovanje o zaštiti bilja, Zlatibor, *Zbornik rezimea radova*, 30, Zlatibor.
- Mališević, R., Trkulja, V., Krstić Branka, Bulajić Aleksandra, Ćurković Bojana, Milojević Katarina, Vuković Bojana (2016a): Detekcija, identifikacija i molekularna karakterizacija virusa mozaika krastavca (*Cucumber mosaic virus*) na paprici na području istočnog dijela Republike Srpske. XIII Simpozijum o zaštiti bilja u Bosni i Hercegovini, *Zbornik rezimea*, 21–22, Teslić.

- Mališević, R. (2016): Detekcija, identifikacija i molekularna karakterizacija važnijih virusa paprike na području istočnog dijela Republike Srpske. Magistarski rad. Poljoprivredni fakultet Univerziteta u Banjoj Luci.
- Mališević, R., Trkulja, V., Krstić Branka, Bulajić Aleksandra, Ćurković Bojana, Milojević Katarina, Vuković Bojana (2016b): Pojava virusa bronzavosti paradajza (*Tomato spotted wilt virus*) na paprici na području istočnog dijela Republike Srpske. XV Simpozijum o zaštiti bilja, Zlatibor. Zbornik rezimea radova, 98–99.
- Milošević, D. (2013): Diverzitet i karakterizacija virusa paprike u Srbiji. Doktorska disertacija, Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni fakultet.
- Moury, B. (2004): Differential selection of genes of *Cucumber mosaic virus* subgroups. *Molecular Biology and Evolution*, 21, 1602–1611.
- Ozaslan, M., Bas, B., Aytakin, T., Sıgırcı, Z. (2006): Identification of pepper viruses by DAS-ELISA assays in Gaziantep-Turkey. *Journal of Plant Pathology*, 5, 11–14.
- Palukaitis, P., García-Arenal, F. (2003): Cucumoviruses. *Advances in Virus Research*, 62: 242–323.
- Palukaitis, P., Roossinck, M. J., Dietzgen, R. G., Francki, R. I. B. (1992): *Cucumber mosaic virus*. *Advances in Virus Research*, 41, 281–349.
- Parrella, G., Gognalons, P., Gebre-Selassie, K., Vovlas C., Marchoux, G. (2003): An update of the host range of Tomato spotted wilt virus. *Journal of Plant Pathology*, 85, 227–264.
- Pazarlar, S., Gümüş, M., Özetkin, G. B. (2013): The effects of *Tobacco mosaic virus* infection on growth and physiological parameters in some pepper varieties (*Capsicum annum* L.). *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*, 41(2), 427–433.
- Pernezny, K., Roberts, P. D., Murphy, J. F., Goldberg, N. P. (2003): Compendium of pepper diseases. APS Press, St. Paul, Minnesota, USA.
- Petrović, D., Bulajić, A., Stanković, I., Ignjatov, M., Vujaković, M., Krstić, B. (2010a): Prisustvo i rasprostranjenost virusa paprika u Srbiji. *Ratarstvo i povrtarstvo*, 47(2), 567–576.
- Petrović, D., Ignjatov, M., Nikolić, Z., Vujaković, M., Vasić, M., Milošević, M., Taški-Ajduković, K. (2010b): Occurrence and distribution of viruses infecting the bean in Serbia. *Archives of Biological Sciences*, 62 (3), 595–601.
- Shew H. D., Lucas G. B. (1991): Compendium of Tobacco Diseases. American Phytopathological Society Press, St. Paul, Minnesota, USA.
- Silva, R. M., Souto, E. R., Pedroso, J. C., Arakava, R., Almeida, Á. M. R., Barboza, A. A. L., Vida, J. B. (2008): Detection and identification of TMV infecting tomato under protected cultivation in Paraná State. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, 51(5), 903–909.
- Stanković, I., Vučurović, A., Bulajić, A., Ristić, D., Berenji, J., Krstić, B. (2011): Prisustvo i molekularna karakterizacija virusa mozaika lucerke u usjevu duvana u Srbiji. *Pesticidi i fitomedicina*, 26(3), 229–243.
- Stoimenova, E., Yordanova, A. (2005): Tobamovirus strain P101 isolated from pepper in Bulgaria. *Biotechnology & Biotechnological Equipment*, 19, 30–35.
- Stojanović, S. (2004): Poljoprivredna fitopatologija. Srpsko biološko društvo „Stevan Jakovljević“, Kragujevac.

- Šutić, D. (1995): Viroze biljaka. Institut za zaštitu bilja i životnu sredinu, Beograd.
- Tomić, Đ., Jeremić, S., Simić, A., Petković, N., Đekić, I., Bulajić, A., Krstić, B. (2007): Status viroza paprike u Srbiji. Zbornik rezimea XIII simpozijuma sa savetovanja o zaštiti bilja, Zlatibor, 114–115.
- Trkulja, V., Milunović, I. (2017): Karantinski patogeni paradajza i paprike. Biljni lekar, 45(6), 636–669.
- Trkulja, V., Karić, N., Ostojić, I., Treštić, T., Dautbašić, M., Mujezinović, O. (2012): Atlas karantinskih štetnih organizama. Uprava Bosne i Hercegovine za zaštitu zdravlja bilja, Sarajevo.
- Whitfield, A. E., Ullman, D. E., German, T. L. (2005): Annual Review of Phytopathology 43(1), 459–489.
- Zindović, J., Dukić, N., Bulajić, A., Latinović, J., Đekić, I., Duduk, B., Krstić, B. (2007): Prisustvo i rasprostranjenost virusa duvana u Crnoj Gori. Pesticidi i fitomedicina, 22, 39–44.
- Zitter, T. A., Murphy, J. F. (2009): *Cucumber mosaic virus*. The Plant Health Instructor. DOI: 10.1094/PHII-2009-0518-01.
- Zitikaitė, I., Samuaitienė, M. (2008): Identification and some properties of *Alfalfa mosaic alfamovirus* isolated from naturally infected tomato crop. Biologija, 54 (2), 83–88.

### Abstract

## ECONOMICLY IMPORTANT VIRUSES OF PEPPER IDENTIFIED IN THE AREA OF THE REPUBLIC OF SRPSKA

Gordana Babić<sup>1</sup>, Vojislav Trkulja<sup>1</sup>, Dragana Budakov<sup>2</sup>, Renata Iličić<sup>2</sup>,  
Rade Mališević<sup>3</sup>, Ferenc Bagi<sup>2</sup>

<sup>1</sup>PI Agricultural Institute of Republic of Srpska, Banja Luka

<sup>2</sup>University of Novi Sad, Faculty of Agriculture

<sup>3</sup> Municipal administration of the Municipality of Vlasenica, Republic of Srpska  
E-mail: brkljacg@hotmail.com

Pepper is attacked by numerous plant diseases caused by phytopathogenic fungi, bacteria and viruses, interfering normal growth and development, reducing the yield and quality of fruits. Among the mentioned groups of pathogens, phytopathogenic viruses reduce the yield of pepper every year. The most common and economically important, identified in Republic of Srpska, are: Cucumber mosaic virus (CMV), Alfalfa mosaic virus (AMV), Tobacco mosaic virus (TMV) and Tomato spotted wilt virus (TSWV).

The paper describes the distribution, economic importance, hosts, transmission, symptoms, as well as control measures for mentioned viruses.

**Keywords:** pepper, viruses, CMV, AMV, TMV, TSWV, Republic of Srpska.