

VIROZE VREŽASTIH KULTURA

**Ana Vučurović, Ivana Stanković, Katarina Zečević, Branka Petrović,
Branka Krstić**

Univerzitet u Beogradu-Poljoprivredni fakultet, Beograd

E-mail: branka.krstic@agrif.bg.ac.rs

Izvod

U usevu tikava širom sveta zabeleženo je preko 200 oboljenja različite etiologije. Virusi koji mogu da zaraze tikve su brojni i smatraju se najčešćim prouzrokovateljima oboljenja tikava izazivajući značajno smanjenje prinosa. U našoj zemlji na tikvama prisutna su tri ekonomski značajna virusa: virus žutog mozaika kukuruz (Zucchini yellow mosaic virus, ZYMV), virus mozaika krastavca (Cucumber mosaic virus, CMV) i virus mozaika lubenice (Watermelon mosaic virus, WMV). Najznačajniji virusi tikava izazivaju izražene i destruktivne simptome u vidu krhlosti biljaka, deformacije lišća i izražene malformacije tek formiranih plodova, zbog čega su štete ogromne. Ovi virusi se prenose vašima na neperzistentan način, smenjuju se u pogledu prevalencije ili se često javljaju zajedno u kompleksnim zarazama. Kompleksne zaraze su česte u usevu tikava i imaju za posledicu značajno izraženije simptome usled sinergističkog delovanja. Pored ovih virusa, u Srbiji su na pojedinim lokalitetima gajenja tikava otkriveni i *Tomato spotted wilt tospovirus* (TSWV) i *Cucurbit aphid-borne yellows virus* (CABYV), čija se učestalost po godinama menjala. Tokom poslednje dve decenije intenzivno širenje virusa tikava u našoj zemlji dovelo je do značajnih gubitaka u proizvodnji uljane tikve i drugih tikava u Srbiji.

Ključne reči: tikve, virus žutog mozaika kukuruz, virus mozaika krastavca, virus mozaika lubenice

UVOD

Različite biljne vrste koje pripadaju porodici Cucurbitaceae (vrežaste kulture) često se nazivaju zbirnim imenom „tikve“, a gaje se u svetu i kod nas kao povrtarske ili uljane biljke (Popović, 1991). Usevi vrežastih kultura, a pre svega dinje, lubenice, obične tikve i krastavaca, su sve više zastupljeni u strukturi proizvodnje kako u svetu tako i u našoj zemlji, jer donose zapažene ekonomske rezultate. Zbog toga postoji stalna potreba da se proizvođačima i stručnoj javnosti ukazuje na moguće ograničavajuće faktore proizvodnje ovih poljoprivrednih kultura. Jedan od najznačajnijih uzroka neuspešne proizvodnje vrežastih kultura su bolesti koje ugrožavaju prinos ili kvalitet. Do sada je opisano preko 200 bolesti različite etiologije, koje mogu biti izazvane gljivama, pseudogljivama, bakterijama,

virusima i drugim biotskim i abiotskim prouzrokovateljima. Neke bolesti mogu u potpunosti da unište proizvodnju vrežastih kultura i nanesu štete od 100% gubitaka.

Velike štete usevima vrežastih kultura koje se gaje u svetu, nanose biljni virusi od kojih se neki javljaju redovno izazivajući pojedinih godina oboljenja u epidemijskim razmerama, a neki se javljaju sporadično u vremenu i prostoru. Veliki broj fitopatogenih virusa može da zarazi vrste iz porodice Cucurbitaceae. Njihov broj se stalno povećava i trenutno se smatra da ih ima više od 50 (Kucharek and Purcifull, 1997). Raznovrsnost virusa vrežastih kultura velikim delom uslovljena je genetičkim i ekološkim diverzitetom njihovih domaćina. Virusni ovi biljaka predstavljaju kompleks prouzrokovatelja oboljenja čiji je patosistem u stalnoj promeni. Osim kontinuiranog javljanja novih virusa ili novih sojeva virusa, već ustanovljeni virusi koji obrazuju kompleks virusa tikava, stalno šire krug svojih domaćina u okviru ove biljne porodice poznate po brojnim vrstama. Osim *Zucchini yellow mosaic virus* (ZYMV) kao najdestruktivnijeg virusa tikava (Lisa et al., 1981), od 1980. godine opisani su i novi virusi koji su prouzrokovali velike epidemije u usevu tikava u različitim delovima sveta: *Zucchini yellow fleck virus* (ZYFV) (Vovlas et al., 1981), *Lettuce infectious yellows virus* (LIYV) (Duffus and Flock, 1982), *Cucurbit yellow stunting disorder virus* (CYSDV) (Hassan and Duffus, 1991) i *Cucurbit aphid-borne yellows virus* (CABYV) (Lecoq et al., 1992). U Francuskoj u periodu od samo pet godina otkriveno je čak pet novih virusa i niz specifičnih sojeva ranije registrovanih virusa, ali sa promenjenim epidemiološkim ili patogenim osobinama (Lecoq et al., 2009), zbog čega je potrebno redovno sprovesti inventarizaciju virusa infektivnih za vrežaste kulture. Ispitivanja sprovedena u Srbiji su pokazala prisustvo sledećih virusa: ZYMV, *Cucumber mosaic virus* (CMV), *Watermelon mosaic virus* (WMV) i *Tomato spotted wilt tospovirus* (TSWV), čija se učestalost po godinama i lokalitetima menjala (Vučurović et al., 2012). Međutim, 2009. godine otkriveno je prisustvo novog virusa, CABYV, u usevu uljane tikve u Vojvodini (Vučurović et al., 2011).

Za većinu opisanih virusa vrežastih kultura smatra se da su ekonomski štetni, mada se najčešće kao prevalentni za određene regione gajenja navode virusi koji se na neperzistentan način prenose vašima (ZYMV, CMV, WMV i *Papaya ringspot virus*, PRSV) ili semenom tikava (*Squash mosaic virus*, SqMV), a njihova kontrola je veoma složena. Međutim, pojava, učestalost i intenzitet viroza u usevu vrežastih kultura varira u zavisnosti od veoma složenih međudnosa između virusa, biljke domaćina, uslova spoljne sredine i lokaliteta u kome se javljaju. Zbog različite epidemiologije virusa, izuzetno je važna pravovremena identifikacija prouzrokovatelja virusnih oboljenja kako bi se na vreme i pravilno primenile odgovarajuće mere kontrole u cilju sprečavanja pojave ili daljeg širenja ako su već prisutni u određenom regionu gajenja. Razvoj osetljivih i pogodnih metoda za detekciju i identifikaciju biljnih virusa omogućio je, ne samo pravovremeno utvrđivanje prouzrokovatelja oboljenja, već i rasvetljavanje mnogih epidemioloških faktora, što sve doprinosi uspešnoj kontroli bolesti koje virusi izazivaju.

ŠTETNOST VIROZA VREŽASTIH KULTURA

Zabeležene štete, u svetu i u našoj zemlji, mogu da budu drastične i totalne. Prouzrokovaci ekonomski najvažnijih oboljenja tikava su: CMV, ZYMV, WMV, SqMV i PRSV (Zitter, 1996; Lecoq et al., 2003). Štetnost svakog od ovih virusa varira u zavisnosti od regiona, zemlje i naročito godine, ali se često smenjuju u pogledu prevalentnosti ili se javljaju zajedno u kompleksnim zarazama.

Brojni i raznoliki virusi vrežastih kultura imaju različitu epidemiologiju, naročito je značajan različit način širenja u prirodi i vektorska specifičnost. Mada se, na veća ili manja rastojanja mogu širiti pomoću različitih vektora, na osnovu stalnog praćenja prisustva i učestalosti pojave virusa u različitim regionama gajenja širom sveta, utvrđeno je da su virusi koji se prenose biljnim vašima na neperzistentan način najvažnija prepreka u proizvodnji tikava u svetu. Poslednje četiri decenije, najveće štete usevima tikava u Floridi nanosili su CMV, WMV, PRSV i ZYMV, epidemijska pojava mozaika na tikvama u Novom Zelandu bila je povezana sa ZYMV i WMV, a u Austriji, gde se uljana tikva golica tradicionalno gaji već više od 100 godina, epidemijska pojava virusnog oboljenja izazvanog sa ZYMV prvi put je zabeležena 1997. godine kada je nanela ogromne štete i prepolovila ukupan prinos uljane tikve (loc cit. Krstić i Bulajić, 2011). Zaraze koje WMV izaziva na gajenim biljkama familije Cucurbitaceae često su praćene izrazitim smanjenjem prinosa i ovaj virus se ubraja u grupu najzastupljenijih i ekonomski najznačajnijih virusa gajenih tikava, lubenice i dinje. U Mađarskoj su do 1995. godine, kad je prvi put otkriven ZYMV, najvažniji virusi tikava bili CMV i WMV. Međutim, za kratko vreme, ZYMV se raširio u sve delove zemlje izazivajući zastrašujuće epidemije u usevima različitih vrsta tikava, pa i uljane tikve (Tóbiás et al., 1996).

Istraživanja o pojavi, rasprostranjenosti, učestalosti i značaju virusa tikava u Srbiji započeta su 2000. godine. Te godine problem virusnih oboljenja obične tikve privukao je pažnju izuzetno velikim štetama na više lokaliteta gajenja. Kao prouzrokovaci oboljenja obične tikve identifikovani su CMV, WMV i ZYMV (Dukić i sar., 2001). Tada je pojava ZYMV prvi put zabeležena u našoj zemlji. Od tada počinju detaljna i kontinuirana ispitivanja rasprostranjenosti i učestalosti oboljenja koji ovi virusi izazivaju na svim vrstama tikava kod nas (Đekić i sar., 2007; Vučurović et al., 2012). S obzirom na rastući značaj uljane tikve kao kulture i povećanje površina na kojima se gaji u Srbiji, tokom 2007. i 2008. godine sprovedena su ispitivanja prisustva i rasprostranjenosti virusa odgovornih za velike štete nastale tokom 2007. i pojavu oboljenja u epidemijskim razmerama 2008. godine. U Srbiji u usevu uljane tikve prisutna su tri virusa, ZYMV, WMV i CMV, a njihova učestalost se po godinama i lokalitetima menja. Tako je 2007. godine zabeleženo dominantno prisustvo WMV kako u pojedinačnoj tako i u mešanim infekcijama sa ZYMV i CMV, a ZYMV je detektovan u više od polovine testiranih uzoraka. Međutim,

2008. godine, kada je broj zaraženih biljaka u svim pregledanim usevima uljane tikve često prelazio 80%, ZYMV je bio prevalentan virus. Na tikvama su se 2008. godine javili izraženi i destruktivni simptomi u vidu kržljivosti biljaka, deformacije lišća, neformiranja plodova, nekroza i izražene malformacije tek formiranih plodova, zbog čega su mnogi usevi preorani, tako da su štete bile ogromne.

U različitim uslovima procenat zaraženih biljaka u polju može značajno varirati u zavisnosti od lokaliteta i gajene vrste od 10% pa čak do 100%. U slučaju pojave virusnih zaraza obične tikve prouzrokovanih WMV, zabeleženo je smanjenje prinosa od 50 do 100% (Mansour and Al-Musa, 1982). Pri mešanim infekcijama sa dva ili više virusa na zaraženim biljkama često dolazi do sinergističkog dejstva, tako da se intenzitet bolesti povećava usled čega su i štete u usevu mnogo značajnije (Vučurović et al., 2012). Tako su mešane infekcije virusima ZYMV i CMV izazvale pojavu jakih simptoma bolesti na zaraženim biljkama dinje i cukinija.

Nivo štetnog efekta virusa u velikoj meri zavisi od vremena infekcije, odnosno starosti biljaka u momentu infekcije. Posebno velike štete nastaju prilikom ranih infekcija osetljivih biljaka pojedinačnim virusima, kao i u slučajevima mešanih infekcija. Utvrđeno je da rane prolećne i infekcije ostvarene sredinom vegetacije sa ZYMV smanjenju prinos *Cucurbita maxima* za 48%, odnosno za 26%, dok WMV značajno smanjuje prinos (38%) samo pri infekcijama ostvarenim u ranim fazama razvoja biljke (Fletcher et al., 2000). Pored prinosa, ustanovljeno je i drastično smanjenje kvaliteta plodova i semena. U slučaju ranih pojedinačnih ili mešanih infekcija sa oba virusa ustanovljeno je smanjenje prosečne tržišne vrednosti od 23-84%. Infekcije *C. maxima* ovim virusima, pre ili u toku perioda cvetanja, uticale su na smanjenje veličine i broja plodova. Usled pojave bradavičastih izraštaja, plodovi su izgledali neprivačno što je dovelo i do smanjenja tržišnog kvaliteta plodova.

U slučaju mešanih infekcija na zaraženim biljkama često dolazi do sinergističkog dejstva, usled čega se intenzitet bolesti povećava, a štete na zahvaćenim parcelama su mnogo veće. Tako je zabeleženo smanjenje prinosa obične tikve za 60-70% u slučaju mešanih infekcija sa tri virusa, CMV, PRSV i WMV (Desbiez and Lecoq, 1997).

Prema mnogim podacima, najagresivniji virus tikava je ZYMV. Destruktivni simptomi koje ovaj virus izaziva prvi put su uočeni u Severnoj Italiji u usevu cukinija (Lisa et al., 1981), a nekoliko godina kasnije virus je detektovan na dinji u Francuskoj (Lecoq and Pitrat, 1984). Posle toga, u vrlo kratkom vremenskom periodu, praktično se proširio na ceo svet i detektovan je na svim kontinentima u više od 50 zemalja sveta. Njegovo prisustvo uvek je povezano sa izraženim simptomima i značajnim smanjenjem prinosa, pa se smatra da je odgovoran za ogromne gubitke u proizvodnji svih vrsta tikava širom sveta.

NAJZNAČAJNIJI VIRUSI VREŽASTIH KULTURA ZA SRBIJU

VIRUS ŽUTOG MOZAIKA CUKINIJA (*Zucchini yellow mosaic virus, ZYMV*)

Rasprostranjenost i značaj. Smatra se da je ZYMV ekonomski najvažniji virus tikava. Prvi put je opisan 1981. godine u Italiji kao novi *Potyvirus* na cukiniju iako su simptomi oboljenja primećeni još 1973. godine (Lisa et al., 1981). U Francuskoj se 1979. godine na dinji javilo jedno novo veoma štetno oboljenje čiji je prouzročivač imenovan kao *Muskmelon yellow stunt virus* (MYSV) (Lecoq et al., 1981). Dve godine kasnije dokazano je da se radi o istom virusu koji je zadržao naziv ZYMV (Lecoq et al., 1983). ZYMV pripada grupi „*emerging*“ virusa, čija se raširenost i učestalost, od momenta pojave, stalno povećava. Prisutan je u više od 50 zemalja sa različitim klimatskim uslovima izuzev Antarktika, a ustanovljene su stalne dalje introdukcije ovog invazivnog virusa u nove delove sveta (Desbiez and Lecoq, 1997; Lecoq et al., 2009). Njegovo prisustvo u Srbiji je prvi put je dokazano 2000. godine (Dukić i sar., 2001), a danas je jedan od najraširenijih i najučestalijih virusa tikava koji se pojedinih godina javlja i u epidemijским razmerama (Vučurović et al., 2012).

Prisustvo ZYMV uvek je povezano sa izraženim simptomima i značajnim smanjenjem prinosa. Nivo gubitaka u velikoj meri zavisi od starosti biljaka u vreme infekcije. Najveće štete nastaju prilikom ranih infekcija u početnim fazama razvoja biljaka, kao i u slučaju mešanih infekcija sa CMV i/ili WMV usled sinergističkog delovanja virusa (Desbiez i Lecoq, 1997). Fletcher et al. (2000) su utvrdili da rane prolećne zaraze dovode do smanjenja prinosa *Cucurbita maxima* za 48%, dok infekcije ostvarene sredinom vegetacije smanjenju prinos za 26%. Osim toga, usled pojave bradavičastih izrastaja ili jamičastih udubljenja, plodovi izgledaju neprivlačno što dovodi i do smanjenja tržišne vrednosti plodova. U uslovima blagih zima i kišnog proleća dolazi do prenamnoženja vaši-vektora ovog virusa, a samim tim i pojave ZYMV u epidemijским razmerama. O ogromnom ekonomskom značaju ovog virusa govori i činjenica da su na teritoriji Vojvodine 2008. godine usled epidemijske pojave ZYMV u usevu uljane tikve mnoge parcele preorane (Vučurović et al., 2012). ZYMV se veoma brzo širi u usevu, tako da posle prvih infekcija detektovanih četiri nedelje po unošenju ZYMV u jedno ogledno polje, virus do kraja vegetacije zarazi čak na 75% biljaka (Tóbiás and Palkovics, 2003).

Osobine virusa. Čestice ZYMV su izdužene, filamentozne, dužine oko 750–800 nm x 11 nm. Genom, kao i kod ostalih članova *Potyvirus* roda, čini jednolančana infektivna ribonukleinska kiselina RNA, ss (+) RNA (Lisa et al., 1981).

ZYMV je veoma varijabilan virus. Pored izražene biološke varijabilnosti, ustanovljeno je postojanje serološke varijabilnosti. Analiza sekvenci pokazala je da postoje rekombinacije između različitih sojeva ZYMV (Revers et al., 1996) što predstavlja dodatni izvor varijabilnosti unutar ove značajne vrste virusa.

Domaćini. Prirodni krug domaćina ZYMV ograničen je uglavnom na biljke iz porodice Cucurbitaceae (Lisa and Lecoq, 1984; Desbriez and Lecoq, 1997). Više od 20 vrsta ove porodice osjetljive su prema ZYMV, a kao najvažnije gajene vrste domaćini ovog virusa navode se: obična tikva sa brojnim formama i varijetetima, muskatna tikva, dinja, krastavac i lubenica.

Simptomi. Simptomi koje ZYMV izaziva na zaraženim biljkama obično su izraženi, ali intenzitet simptoma varira zavisno od osjetljivosti vrste ili genotipa (Desbriez and Lecoq, 1997). Najosetljivije vrste su neke forme obične tikve, dinje i lubenice. Tipični simptomi koje ZYMV izaziva su kržljivost biljaka usled skraćivanja internodija, blagi do izraženi mozaik, mozaično šarenilo lišća i plodova, izražene deformacije i redukcija lisne površine do pojave nitavosti, bradavičasti izraštaji na površini plodova ili suprotno, jamice i pukotine koje mogu da budu površinske ili duboke, uzdužne ili radijalne. Za uljanu tikvu veoma su važne i promene u vidu formiranja smanjenog broja semena, deformacije semena, kao i smanjenje vitalnosti semena (Vučurović et al., 2012). Ukoliko do zaraze dođe u ranim fazama razvoja biljke, simptomi su izraženiji, a posledice na prinos drastičnije. Na stablu pojedinih vreža često se uočava uzdužna prugavost i prošaranje, a biljke mogu ispoljiti simptome samo na određenim delovima vreža ili samo na mlađem lišću. Simptomi koje ZYMV izaziva mogu da budu izraženiji u kompleksnoj infekciji sa drugim virusom ili virusima (Sl. 1A), posebno sa CMV (Sl. 1B) (Lecoq et al., 1981).

Na osnovu simptoma uglavnom je moguće samo potvrditi virusnu prirodu oboljenja, jer virusi tikava izazivaju veoma slične simptome koji zbog toga nemaju dijagnostički značaj.

Načini prenošenja i održavanja. ZYMV je relativno nov i veoma agresivan virus koji se, od 1981. godine kada je prvi put opisan, veoma brzo proširio u mnoge zemlje sveta na različitim kontinentima. Tako brzo i efikasno širenje objašnjava se efikasnim prenošenjem sa biljke na biljku vektorima–biljnim vašima na neperzistentan način (Lisa and Lecoq, 1984), kao i širenjem virusa na veliku udaljenost putem zaraženog semena (Fletcher et al., 2000). Osnovni način širenja ZYMV u toku vegetacije je prenošenje vašima na neperzistentan način. Kao vektori ZYMV, opisano je 26 vrsta vaši koje se međusobno razlikuju po efikasnosti, a najefikasniji vektori su *Myzus persicae* i *Aphis gossypii*, zatim slede *Aphis citricola* i *Macrosiphum euphorbiae* (Katis et al., 2006).

Dosadašnja proučavanja pokazala su da postoji veoma mali broj biljaka koje bi predstavljale prirodni rezervoar ovog virusa i da prenošenje semenom uljane, obične i muskatne tikve i bundeve obezbeđuje primarni inokulum dovoljan za iniciranje epidemijske pojave ZYMV. Većina istraživača je utvrdila prisustvo ZYMV u veoma niskom procentu (0,047%) i to samo egzogeno, na površini semenjače obične tikve. Međutim, procenat zaraženosti semena bundeve je bio nešto veći (1–7%), ali neki istraživači su utvrdili i visok prosečan procenat prenosivosti semenom bundeve (18,9%), pri čemu se procenat prenosivosti semenom individualnih plodova kretao od 0 do 80,7% (loc. cit. Krstić i Bulajić, 2011).

Kod nas je utvrđen visok procenat prenosivosti (12,5%) semenom muskatne tikve (Bulajić i sar., 2008). Nije potvrđeno prenošenje ZYMV semenom *Cucumis* vrsta, krastavca i dinje.

Suzbijanje. Teškoće u kontroli oboljenja koje izaziva ZYMV uslovljene su pre svega prenošenjem virusa semenom pojedinih domaćina i velikim brojem vektora–biljnih vaši koje virus prenose na neperzistentan način. Najznačajnije mere kontrole uglavnom su usmerene na smanjenje virusnog inokuluma u prirodi i sprečavanje vektorske uloge vaši. Kako primena insekticida ne može da spreči vektorsku ulogu vaši, potrebno je u kontroli vaši kao vektora virusa, primeniti višestruku strategiju koja podrazumeva primenu hemijskih mera (repelenti, alarm feromoni, mineralna ulja i insekticidi), fizičkih mera (malč, pokrivke za biljke, zaštitni pojasevi i združeni usev) i biološku kontrolu (predatori i paraziti) (loc. cit. Krstić i Bulajić, 2011).

Iako postoje oprečni podaci o prenošenju ovog virusa semenom pojedinih domaćina i najčešće je prenošenje u niskom procentu, proizvodnja i korišćenje zdravog semena je od naročitog značaja za sprečavanje unošenja virusa u područja gde ga nema kao i za rano unošenje virusa u usev jer i mali broj zaraženih sejanaca može da obezbedi dovoljnu količinu primarnog inokuluma (Fletcher et al., 2000). Zitter et al. (2004) preporučuju uništavanje zaraženih, kao i samoniklih biljaka kako bi se onemogućilo sekundarno širenje. Pored zaraženih biljaka, po mnogim autorima korovi domaćini virusa u samom usevu ili neposredno pored, predstavljaju osnovne izvore inokuluma odakle se virus prenosi u usev (Gallitelli, 2000; Kucharek and Purcifull, 1997). Tretiranje biljaka i populacije vaši mineralnim uljima (tečni parafin) inhibira prenošenje neperzistentnih virusa tikava kakav je i ZYMV (Kucharek and Purcifull, 1997). Korišćenje zaštitnih pojaseva biljaka koje nisu domaćini virusa tikava (sirka i kukuruza) može da posluži za presretanje krilatih vaši koje tokom probne ishrane na njima gube infektivnost (Damicone et al., 2007). Takođe, preporučuje se korišćenje pokrivki (malčiranje) u vidu polietilenskih folija sive, bele ili srebrnkaste boje koje imaju repelentno dejstvo na vaši i obezbeđuju delimičnu kontrolu oboljenja odlažući momenat infekcije (Conway et al., 1989). Ranijom prolećnom setvom može se izbeći prelet vaši sa korova i izbeći infekcija mladih biljaka kada su one najosetljivije. U mediteranskim zemljama, unakrsna zaštita već je više puta uspešno primenjivana, kao najpogodnija i najbrža mera u slučajevima periodičnog intenzivnog javljanja zaraza i sa ZYMV (Perring et al., 1995). Različiti gajeni genotipovi *C. pepo* uglavnom ne poseduju rezistentnost prema ovom virusu, kao ni drugim značajnijim virusima tikava (Provvidenti et al., 1984). Osnove rezistentosti identifikovane su u nekoliko drugih vrsta *Cucurbita* sp., kao što su neki genotipovi *C. moschata*, ali je prenošenje odgovarajućih gena često povezano sa velikim teškoćama. Otpornost prema ZYMV razvijena je prema određenim sojevima, prevalentnim u pojedinim delovima sveta, kao što su ZYMV–FL (prevalentan u Floridi) i ZYMV–CH (prevalentan u Kini) (loc. cit. Krstić i Bulajić, 2011).

VIRUS MOZAIKA KRASTAVCA (*Cucumber mosaic virus*, CMV)

Rasprostranjenost i značaj. CMV je otkriven 1919. godine kao prouzročivač bolesti krastavca i od tada je pronađen u svim delovima sveta, a jedan je od najvažnijih virusa nekih gajenih biljaka u Argentini, Kini, Francuskoj, Egiptu, Grčkoj, Italiji, Izraelu, Japanu, Poljskoj, Portugaliji, Španiji, Švedskoj i SAD (Tomlison, 1987). Njegovo dominantno rasprostranjenje vezuje se za umereno tople regione gde se javlja u pojedinačnim ili kompleksnim infekcijama sa drugim virusima širokog (virus mozaika lucerke, *Alfalfa mosaic virus*, AMV) ili ograničenog kruga domaćina (*Potyvirus*–i infektivni za Cucurbitaceae). U Srbiji, CMV je jedan od najraširenijih i najučestalijih virusa tikava (Vučurović et al., 2012). Kod nas je od biljaka familije Cucurbitaceae, osim na uljanoj tikvi, CMV opisan na bundevi, muskatnoj tikvi, ukrasnim tikvicama, dinji, vrgu, džinovskoj i bizonskoj tikvi (Krstić i Bulajić, 2011).

CMV je jedan od najdestruktivnijih virusa gajenih biljaka familije Cucurbitaceae (Gallitelli, 2000). U slučaju mešanih infekcija sa nekim *Potyvirus*–om na zaraženim biljkama često dolazi do sinergističkog dejstva, usled čega se intenzitet bolesti povećava, tako da su i štete na zahvaćenim parcelama mnogo veće.

Osobine virusa. Čestice CMV su izometrijske, prečnika oko 30 nm. Virus je multikomponentan i genom je višefragmentni. Genom čine tri linearne, infektivne jednolančane genomne, ss (+) RNA (RNA 1, RNA 2 i RNA 3) i dve subgenomne RNA 4 i RNA 4A. RNA 1 i RNA 2 nalaze se u posebnim česticama, a RNA 3 i subgenomne su zajedno u jednoj čestici (Francki et al., 1979).

CMV je vrlo varijabilan i opisan je veliki broj sojeva koji se međusobno razlikuju po krugu domaćina i simptomima koje izazivaju na biljkama (Gallitelli, 2000). U odnosu na biološke, serološke i molekularne osobine, svi sojevi CMV podeljeni su u dve podgrupe: podgrupa I i podgrupa II. Podgrupa I je najrasprostranjenija i obuhvata više od 80% svih do sada proučavanih izolata ovog virusa. Određen broj sojeva u okviru podgrupe I vode poreklo iz Azije, pa je predložena podela ove podgrupe na IA (svi drugi osim azijskih sojeva) i IB (azijski sojevi), ali se poslednjih godina beleži prisustvo IB podgrupe i van azijskog kontinenta. Raznovrsnost sojeva CMV uslovljena je ne samo mutacijama i rekombinacijama već i pseudorekombinacijama. Ovaj virus je multikomponentan i višedelan, odnosno ima genom koji se sastoji iz više segmenata, koji se mogu celi razmenjivati između različitih izolata i to se označava kao pseudorekombinacija.

Domaćini. CMV ima veoma širok krug domaćina, i ubraja se u grupu virusa sa najširim krugom prirodnih i eksperimentalnih domaćina. Zaražava preko 1300 vrsta iz 500 rodova koji su svrstani u 100 biljnih familija uključujući povrtarske, krmne, ukrasne, korovske, pa i neke drvenaste biljke (Palukaitis et al., 1992; García-Arenal and Palukaitis, 2008). Najvažniji domaćini ovog virusa od povrtarskih

biljaka su: krastavac, lubenica, dinja, tikve, paprika, salata, spanać, paradajz, celer, rotkva i grašak; od leptirnjača za stočnu ishranu: lucerka i crvena detelina; a od raznih vrsta cveća: begonija, žavornjak, gladiola, ljiljan, petunija i cinija. Ovaj virus zaražava i brojne botanički različite korove.

Simptomi. Na vreme, način i jačinu ispoljavanja simptoma utiču temperatura, svetlosni režim, vrsta i soj virusa, genotip biljke, vreme zaražavanja i bujnost biljke, kao i koncentracija virusnih čestica u tkivu zaraženih biljaka. Na krastavcu, dinji i različitim formama i varijetetima obične tikve CMV izaziva jaku kržljivost biljaka, praćenu blagim do izraženim mozaikom, malformacijama (Slika 1C) i jako izraženom redukcijom lisne površine i pojave nitavosti (Krstić i Bulajić, 2011; Vučurović et al., 2012). U ranijim fazama razvoja biljke zaraza se ispoljava uvijanjem lišća, mozaikom i smanjivanjem lisne površine. Na jako zaraženim biljkama cvetovi mogu biti deformisani i ponekad zelene boje. Intenzitet simptoma na lišću i plodovima zavisi od vrste, kultivara i starosti biljke, kao i uslova spoljašne sredine. Vrlo jaki simptomi ispoljavaju se na letnjim tikvicama, nekim bundevama i različitim kultivarima dinja. Simptomi su mnogo blaži na zimskim tikvama i lubenici. Na vrežama zaraženih biljaka prisutno je mozaično prošaravanje, dok su plodovi veoma deformisani, sa različitim bradavičastim izraštajima po površini. Usled veoma ranih infekcija, dolazi do nekroze tek zametnutih plodova ili do potpunog izostanka zametanja plodova. Plodovi zaraženi u kasnijim fazama razvoja ispoljavaju različite vidove mozaičnih prošaravanja. U jako zaraženim plodovima formira se mali broj semena, a seme koje se formira je sitno, deformisano i slabe klijavosti.

Načini prenošenja i održavanja. CMV se održava u brojnim višegodišnjim gajenim i korovskim vrstama, domaćinima virusa, a njegovo širenje u prirodi omogućavaju vektori. Efikasnost prenošenja CMV vašima zavisi od mnogih faktora, a jedan je biljna vrsta koja predstavlja izvor zaraze. Tako je ustanovljeno da se CMV vrlo brzo širi i javlja sa visokom učestalošću ukoliko se u blizini useva nalaze različite vrste *Commelina* (*C. communis*, *C. nudiflora* i *C. benghalensis*). Ove vrste, koje mogu da budu i višegodišnje, povezane su i sa epidemijom pojavom CMV u usevima tikava, duvana i paprike (Kucharek and Purcifull, 1997; Kucharek et al., 1998).

Virus se prenosi na neperzistentan način sa više od 80 vrsta vaši, a najefikasniji vektori su mu vrste *A. craccivora*, *A. fabae*, *A. pisum*, *Amphorophora rubi idaei*, *Brachycaudus* sp., *Macrosiphum euphorbiae*, *Aulacorthum solani*, ali se prvenstveno prenosi sa *A. gossypii* i *M. persicae* (Palukaitis et al., 1992). Efikasnost prenošenja virusa zavisi od soja virusa, biljne vrste izvora zaraze i biljke na kojoj se vektor hrani, kao i od vrste i biotipa vektora. Najveći broj sojeva ovog virusa se prenosi vašima, ali zabeleženi su i sojevi virusa koji nemaju ovu sposobnost.

CMV se prenosi semenom 19 različitih gajenih i korovskih biljaka u promenljivoj procentu, među kojima su: *Glycine max* (30-100%), *Echinocistis lobata* (9-55%), *Lupinus angustifolius* (12-34%), *Phaseolus vulgaris* (0,3-54%),

Spergula arvensis (1-40%), *Stellaria media* (1-40%) i *V. unguiculata* (4-28%) (Gallitelli, 2000; Zitter et al., 2004). Najčešće se prenošenje CMV semenom vezuje za gajene biljke iz familija Fabaceae i Brassicaceae, ali postoje podaci i za neke biljne vrste iz familije Cucurbitaceae. Iako je samo jednim ispitivanjem utvrđeno da se CMV prenosi semenom krastavca (1,4%), opšte prihvaćen stav je da se ne prenosi semenom krastavca, ali se prenosi semenom dinje (2,1%), *Cucurbita moshata* (0,7%) i obične tikve (18,5%) (Palukaitis et al., 1992; Gumus et al., 2004).

Suzbijanje. Kontrola oboljenja koje CMV izaziva na biljkama familije Cucurbitaceae veoma je slična merama kontrole preporučenim za ZYMV (Zitter, 1996; Krstić i Bulajić, 2011). Utvrđeno je da tretman salicilnom kiselinom dovodi do smanjene akumulacije CMV u direktno inokulisanim listovima *C. pepo*, najverovatnije kroz mehanizam ometanja kretanja virusa između ćelija (*cell-to-cell movement*). Izvori otpornosti prema CMV identifikovani su u genotipu *C. moschata* poreklom iz Nigerije, koji su kontrolisani jednim dominantnim genom za koji je predložena oznaka *Cmv*. Ovaj genotip se smatra izuzetno perspektivnim, jer u isto vreme poseduje genetičku osnovu rezistentnosti prema ZYMV, WMV i PRSV tako da ima velike perspektive u daljoj selekciji komercijalnih genotipova tikava.



Slika 1. Simptomi virusnih zaraza na biljkama familije Cucurbitaceae: (A) Izraženi mozaik i klobučavost lišća *Cucurbita pepo* 'Olinka' (ZYMV+CMV+WMV); (B) Šarenilo lišća i deformacije ploda *Cucurbita pepo* 'Horgoš' (ZYMV+CMV); (C) Deformacije i aboracija lisne površine *Cucurbita moschata* (CMV); Deformacije i bradavičasti izraštaji na plodu *Cucurbita maxima* (CMV+WMV)

VIRUS MOZAIKA LUBENICE (*Watermelon mosaic virus*, WMV)

Rasprostranjenost i značaj. WMV prvi put opisali su Webb and Scott (1965) u Floridi. Ovi istraživači su iz kompleksa virusa mozaika lubenice, na osnovu kruga domaćina, unakrsne zaštite i antigenih osobina, izdvojili dva virusa i označili ih kao WMV 1 (sadašnji naziv *Papaya ringspot virus*, PRSV) i WMV 2. U literaturi se za WMV 2 koriste i nazivi *Watermelon mosaic virus* (WMV) ili *General watermelon mosaic virus* (Purcifull et al., 1984). Prisutan je u mnogim delovima sveta (Australija, bivša Čehoslovačka, Čile, Francuska, Mađarska, Iran, Izrael, Italija, Japan, Meksiko, Novi Zeland, SAD, Venecuela i zemlje bivše Jugoslavije) i smatra se opšte rasprostranjenim virusom umereno toplih i tropskih regiona (Purcifull et al., 1984). Pristvo WMV zabeleženo je u većini zemalja gde se tikve gaje.

Osobine virusa. Virus mozaika lubenice je član *Potyvirus* roda familije *Potyviridae*, i ima fleksibilne, filamentozne čestice veličine 730-760 nm x 11 nm (Purcifull et al., 1984). Genom, koji po svojoj organizaciji u potpunosti odgovara građi genoma virusa roda *Potyvirus*, čini jednolančana infektivna RNK dužine oko 10035 nukleotida. Genom sadrži jedinstveni ORF za poliprotein dužine 3217 aminokiselina sa devet mesta enzيماتskog cepanja, dajući 10 funkcionalnih proteina koji imaju konzervativne nukleotidne motive u okviru homologih proteina sa drugim virusima *Potyvirus* roda (Desbiez and Lecoq, 2004).

WMV je nastao interspecijskom rekombinacijom u P1 regionu između *Bean common mosaic virus*- i *Soybean mosaic virus*- like *Potyvirus*-a (Desbiez and Lecoq, 2004). U svetu je opisan veliki broj sojeva WMV, što govori o izraženoj varijabilnosti virusa u odnosu na krug domaćina i tip simptoma koje izaziva, kao i u odnosu na prenosivost vašima. Iako se u usevu tikvice kukini u Francuskoj javlja sa visokom učestalošću, WMV je dugo smatran manje značajnim patogenom, jer prouzrokuje veoma blage simptome. Međutim, nakon pojave izolata WMV koji su izazvali pojavu izraženih simptoma na lišću i plodovima kukinija 1999. godine, sprovedena serološka i molekularna proučavanja ukazala su na postojanje varijabilnosti i česte intraspecijske rekombinacije (Desbiez et al., 2007). Iako je populacija WMV prilično homogena, između izolata ovog virusa postoje genetičke varijacije koje ih izdvajaju u dve, odnosno tri posebne filogenetičke grupe, a utvrđeno je i postojanje rekombinantnih izolata (Moreno et al., 2004). Ispitivanje varijabilnosti WMV u okviru NIB i CP gena predstavljalo je osnovu da Desbiez et al. (2007) grupišu sve ispitivane izolate virusa u tri grupe (1, 2 i 3). U Francuskoj je skoro 30 godina bio prisutan patotip ovog virusa koji izaziva veoma blage simptome i koji pripada Grupi 1 (CL, „classic“), ali introdukcijom izolata Grupe 3 (EM, „emerging“) osim izraženijih simptoma, uočena je i veoma brza promena u sastavu populacije i smena ova dva soja, tako da su EM izolati sve rašireniji (Desbiez et al., 2009).

Domaćini. Za razliku od drugih članova roda *Potyvirus* koji imaju uzak krug prirodnih domaćina, WMV se odlikuje mnogo širim krugom domaćina koji obuhvata i monokotiledone i dikotiledone biljke. Ovaj virus u prirodnim uslovima zaražava uglavnom biljke iz familije tikava, ali i određene vrste koje pripadaju drugim familijama, kao što su Chenopodiaceae, Malvaceae, Brassicaceae, Euphorbiaceae i Fabaceae (Purcifull et al., 1984), od kojih neke gajene ili korovske biljke predstavljaju važne izvore zaraze. WMV prouzrokuje ekonomski značajna oboljenja ne samo tikava, nego i nekih leguminoza, uključujući grašak, orhideje i vanilu.

U Srbiji je opisan, osim na uljanoj tikvi i na vrgu, bundevi, muskatnoj, džinovskoj i bizonskoj tikvi, ukrasnim tikvicama i lubenici (Vučurović i sar., 2009) i krastavcu (Tošić et al., 1996).

Simptomi. Simptomi koje WMV izaziva zavise od vrste i sorte biljke, soja virusa, vremena ostvarene zaraze i uslova spoljašnje sredine. Na lišću se javlja slabija hloroza, zeleni mozaik, prosvetljavanje nerava ili zadržavanje zelene boje oko nerava. Kad su zaraze rane biljke zaostaju u porastu i daju manje plodova. Na plodovima se može javiti promena boje i pojava zelenih pega. Pre dvadesetak godina u Evropi su uočeni simptomi u vidu izražene kržljivosti biljaka, deformacija lišća i plodova kao posledica pojave i brzog širenja virulentnog soja ovog virusa. Osim, toga WMV se često javlja i u mešanim infekcijama sa CMV i/ili ZYMV kada su i simptomi na lišću (Sl. 1A) i samim plodovima (Sl. 1D) izraženiji usled sinergističkog efekta.

Postavljanje dijagnoze i tačno određivanje virusa prouzrokovača bolesti tikava prilično je otežano. Razlikovanje pojedinih vrsta virusa koji zaražavaju tikve samo na osnovu simptoma gotovo je nemoguće. Čak ni stručnjaci dobro upućeni u ovu problematiku i sa puno iskustva, nisu u stanju da sa sigurnošću identifikuju virus koji prouzrokuje problem. Na osnovu simptoma uglavnom je moguće samo potvrditi virusnu prirodu oboljenja. Dijagnozu osim toga usložnjava činjenica da se virusi tikava u prirodi često javljaju u združenim, mešanim infekcijama. Simptomi pojedinačnih infekcija određenim virusom veoma su varijabilni. Jedan virus može da izazove različite simptome na jednoj biljnoj vrsti ili varijetetu, čak i na istoj biljci. Nasuprot tome, više različitih virusa može da izazove isti tip simptoma na određenom domaćinu. Takođe, mešana infekcija biljaka, koja je česta pojava u prirodi, može da utiče na modifikaciju simptoma. Upravo zbog tolike raznovrsnosti, simptomi nemaju praktični dijagnostički karakter.

Načini prenošenja i održavanja. Krug domaćina WMV nije ograničen samo na biljke iz familije Cucurbitaceae, što omogućava prezimljavanje i održavanje virusa u mnogim leguminozama, kao što su detelina i lupina (Purcifull et al., 1984). Iako je krug domaćina WMV širok, Kucharek i Purcifull (1997) ustanovili su da se virus najčešće održava i prenosi u usev dinje iz useva drugih tikava i okolnih korovskih biljaka. Sa ovih prirodnih rezervoara, biljne vaši prenose WMV u usev gajenih tikava na neperzistentan način. Od vrsta vaši poznatih da prenose WMV,

a ima ih više od 20, samo *A. gossypii* kolonizira tikve. *M. persicae* predstavlja posebnu opasnost za prenošenje neperzistentnih virusa, pa i WMV, zato što veoma retko kolonizira usev tikava, i radije isprobava pogodnost ishrane na mnogobrojnim biljkama u usevu, čime obezbeđuje visok stepen i primarnog i sekundarnog širenja virusa (Perring and Farrar, 1993). Interesantno je da sojevi ZYMV koji ne mogu biti preneti vašima, ponovo stiču tu sposobnost u mešanoj infekciji sa drugim pripadnikom *Potyvirus* roda, koji obezbeđuje funkcionalni komplementarni protein, što je čest slučaj u mešanim infekcijama sa WMV. WMV se ne prenosi semenom gajenih tikava. Jedini podatak o prenošenju WMV semenom zabeležen je na Novom Zelandu i to semenom tri različite sorte *C. maxima* sa procentom zaraze od 0,5-6% (Fletcher et al., 2000).

Suzbijanje. Za uspešnu kontrolu oboljenja koje WMV izaziva treba primenjivati mere borbe koje su preporučene za ZYMV i CMV. Komercijalni genotipovi *C. pepo* ne poseduju genetičku osnovu otpornosti prema WMV.

ZAKLJUČAK

Različite vrste tikava ugrožava veliki broj bolesti različite etiologije, ali one koje izazivaju biljni virusi su najčešće ekonomski najznačajnije. Učestalost i intenzitet viroza varira u zavisnosti od veoma složenih međuodnosa koji postoje između patogena, biljke domaćina, uslova spoljne sredine i lokaliteta na kome se javljaju. U proizvodnim područjima tikava u svetu nekoliko virusa nanosi ogromne štete uključujući viruse koji se na neperzistentan način prenose vašima (ZYMV, CMV, WMV), a koji su i najzastupljeniji i najrasprostranjeniji virusi tikava u Srbiji. Osim ovih virusa, na pojedinim lokalitetima gajenja tikava zabeleženo je i prisustvo TSWV i CABYV. Ekonomski značajan nivo zaraze tikava u Srbiji sa ZYMV, WMV i CMV, u pojedinačnim i mešanim zarazama, javlja se svake godine, a relativan značaj svakog od navedena tri virusa promenljiv je po godinama i lokalitetima. U kontroli virusnih oboljenja koje ovi virusi izazivaju preporučuje se istovremeno korišćenje većeg broja mera koje se međusobno dopunjuju i usmerene su na smanjenje virusnog inokuluma u prirodi i sprečavanje vektorske uloge vaši. Kako primena insekticida nije rešenje i ne može da spreči vektorsku ulogu vaši, potrebno je u kontroli vaši kao vektora virusa, primeniti višestruku strategiju koja podrazumeva započinjanje proizvodnje sa bezvirusnim, zdravim semenom uz primenu hemijskih i fizičkih mera i biološku kontrolu.

Zahvalnica

Ovaj rad realizovan je kao deo projekta III-43001 (Agrobiodiverzitet i korišćenje zemljišta u Srbiji: integrisana procena biodiverziteta ključnih grupa artropoda i biljnih patogena) koji finansira Ministarstvo prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije.

LITERATURA

- Bulajić A., Đekić I., Berenji J., Vučurović A., Ristić D. i Krstić B. (2008): Prenošenje *Zucchini yellow mosaic virus*-a semenom tikava. Zbornik rezimea IX Savetovanja o zaštiti bilja, Zlatibor, pp. 94-95.
- Conway K. E., McCraw B. D., Motes J. E. and Sherwood J. L. (1989): Evaluations of mulches and row covers to delay virus diseases and their effects on yield of yellow squash. *Appl. Agric. Res.* 4: 201-207.
- Damicone J. P., Edelson J. V., Sherwood J. L., Myers L. D. and Motes J. E. (2007): Effects of border crops and intercrops on control of cucurbit virus diseases. *Plant Dis.* 91: 509-516.
- Đekić I., Bulajić A., Berenji J. i Krstić B. (2007): Epidemijska pojava viroza tikava (*Cucurbita* spp.) u Srbiji. Zbornik rezimea XIII Simpozijuma sa savetovanjem o zaštiti bilja, Zlatibor, pp. 118-119.
- Desbiez C., Costa C., Wipf-Scheibel C., Girard M. and Lecoq H. (2007): Serological and molecular variability of watermelon mosaic virus (genus *Potyvirus*). *Arch. Virol.* 152: 775-781.
- Desbiez C., Joannon B., Wipf-Scheibel C., Chandeysson C. and Lecoq H. (2009): Emergence of new strains of Watermelon mosaic virus in South-eastern France: Evidence for limited spread but rapid local population shift. *Virus Res.* 141: 201-208.
- Desbiez C. and Lecoq H. (1997): *Zucchini yellow mosaic virus*. *Plant Pathol.* 46: 809-829.
- Desbiez C. and Lecoq H. (2004): The nucleotide sequence of *Watermelon mosaic virus* (WMV, *Potyvirus*) reveals interspecific recombination between two related potyviruses in the 50 part of the genome. *Arch. Virol.* 149: 1619-1632.
- Duffus J. E. and Flock R. A. (1982): Whitefly-transmitted disease complex of the desert southwest. *Calif Agric.* 36: 4-6.
- Dukić N., Krstić B., Katis N.I., Papavassiliou C., Berenji J. i Vico I. (2001): Etiologija propadanja tikvica (*Cucurbita pepo* L.) u Jugoslaviji. Zbornik rezimea V Jugoslovenskog savetovanja o zaštiti bilja, Zlatibor, pp. 85.
- Fletcher J. D., Wallace A. R. and Rogers B. T. (2000): Potyvirus in New Zealand buttercup squash (*Cucurbita maxima* Duch.): yield and quality effects of ZYMV and WMV2 virus infections. *New Zeal. J. Crop Hort.* 28: 17-26.
- Francki R. I. B., Mossop D. W. and Hatta T. (1979): Cucumber mosaic virus. CMI/AAB Description of Plant Viruses No. 213. Association of Applied Biologists, Wellesbourne, UK.
- Gallitelli D. (2000): The ecology of cucumber mosaic virus and sustainable agriculture. *Virus Res.* 71: 9-21.
- García-Arenal F. and Palukaitis P. (2008): Cucumber mosaic virus. In: García-Arenal F., Palukaitis P., Mahy B. W. J. and Van Regenmortel M. H. V. (eds.) *Encyclopedia of Virology*, 3th. Oxford, Academic Press, pp. 614-619.
- Gumus M., Erkan S. and Tok S. (2004): Studies on determination of virus diseases in the seeds of some cucurbitaceous species. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 41: 49-56.
- Hassan A. A. and Duffus J. E. (1991): A review of a yellowing stunting disorder of cucurbits in the United Arab Emirates. *Emir. J. Agric. Sci.* 2: 1-16.

- Katis N. I., Tsitsipis J. A., Lykouressis D. P., Papapanayotou A., Kokinis G. M., Perdakis D. C. and Manoussopoulos I. N. (2006): Transmission of *Zucchini yellow mosaic virus* by colonizing and non-colonizing aphids in Greece and new aphid vectors of the virus. *J. Phytopathol.* 154: 293-302.
- Krstić B. and Bulajić A. (2011): Bolesti uljane tikve. U: Berenji, J. (ed.) *Uljana tikva Cucurbita pepo* L. Institut za ratarstvo i povrtarstvo, Novi Sad, pp. 115-197.
- Kucharek T. A. and Purcifull D. E. (1997): Aphid-transmitted viruses of cucurbits in Florida. Florida Cooperative Extension Service Circular, No. 1184. University of Florida, Gainesville, pp. 11.
- Kucharek T. A., Purcifull D. E., Christie R. G. and Perkins K.D. (1998): The association of severe epidemics of cucumber mosaic in commercial fields of pepper and tobacco in North Florida with inoculum in *Commelina benghalensis* and *C. communis*. *Plant Dis.* 82: 1172.
- Kucharek T. A., Purcifull D. E. and Hiebert E. (1996): Viruses That Have Occurred Naturally in Agronomic and Vegetable Crops in Florida. University of Florida Plant Protection Pointers. Extension Plant Pathology Report No. 7. Florida Cooperative Extension Service, Institute of Food and Agricultural Sciences, University of Florida. Dostupno na adresi: <http://edis.ifas.ufl.edu/pg101>.
- Lecoq H., Bourdin D., Wipf-Scheibel C., Bon M., Lemaire O. and Herrbach F. (1992): A new yellowing disease of cucurbits caused by a luteovirus, cucurbit aphidborne yellows virus. *Plant Pathol.* 41: 749-61.
- Lecoq H., Desbiez S., Wipf-Schibel C., Girard M. (2003): Potential involvement of melon fruit in long distance dissemination of cucurbit potyviruses. *Plant Dis* 87: 955-959.
- Lecoq H., Lisa V. and Dallavalle G. (1983): Serological identity of muskmelon yellow stunt and zucchini yellow mosaic virus. *Plant Dis.* 67: 824-825.
- Lecoq H. and Pitrat M. (1984): Strains of ZYMV in muskmelon (*Cucumis melo* L.). *J. Phytopathol.* 111: 165-173.
- Lecoq H., Pitrat M. and Clement M. (1981): Identification et caracterisation d'un potyvims provoquant la maladie du rabougn.ssement jaune du melon. *Agronomie* 1: 827-834.
- Lecoq H., Wipf-Schibel C., Chandeysson C., Le Van A., Fabre F. and Desbiez C. (2009): Molecular epidemiology of *Zucchini yellow mosaic virus* in France: An historical overview. *Virus Res.* 141: 190-200.
- Lisa V., Boccardo G., D'Agostino G., Dellavalle G. and d'Aquilo M. (1981): Characterization of a potyvirus that causes zucchini yellow mosaic. *Phytopathology* 71: 667-672.
- Lisa V. and Lecoq H. (1984): Zucchini yellow mosaic virus. CMI/AAB Description of Plant Viruses No. 282. Association of Applied Biologists, Wellesbourne, UK.
- Mansour A. and Al-Musa A. (1982): Incidence, economic importance and prevention of watermelon mosaic virus-2 in squash (*Cucurbita pepo*) fields in Jordan. *Phytopath Z.* 103: 35-40.
- Moreno I. M., Malpica J. M., Diaz-Pendon J. A., Moriones E., Fraile A. and Garcia-Arenal F. (2004): Variability and genetic structure of the population of watermelon mosaic virus infecting melon in Spain. *Virology* 318: 451-460.
- Palukaitis P., Roossinck M. J., Dietzgen R. G. and Francki R. I. B. (1992): *Cucumber mosaic virus*. *Adv. Virus Res.* 41: 281-348.
- Perring T. M. and Farrar C. A. (1993): Simulation of growth and yield of virus-infected cantaloupe with pyrethroids. *Plant Dis.* 77: 1077-1080.

- Perring T. M., Farrar C. A., Blua M. J., Wang H. L. and Gonsalves D. (1995): Cross protection of cantaloupe with a mild strain of zucchini yellow mosaic virus: effectiveness and application. *Crop Prot.* 14: 601-606.
- Popović M. (1991): Povrtarstvo. Nolit, Beograd, pp. 1-431.
- Provvidenti R., Gonsalves D. and Humaydan H. S. (1984): Occurrence and of Zucchini yellow mosaic virus in cucurbits from Connecticut, New York, Florida, and California. *Plant Dis.* 68: 443-446.
- Purcifull D. E., Hiebert E. and Edwardson J. (1984): Watermelon mosaic virus 2. CMI/AAB Description of Plant Viruses No. 293. Association of Applied Biologists, Wellesbourne, UK.
- Revers F., LeGall O., Candresse T., le Romancer M. and Dunez J. (1996): Frequent occurrence of recombinant potyvirus isolates. *J. Gen. Virol.* 77: 1953-1965.
- Tóbiás I., Basky Zs. and Ruskó J. (1996): Zucchini yellow mosaic virus-potyvirus a new pathogen of cucurbit plants occurring in Hungary. *Növényvédelem* 32: 77-79.
- Tóbiás I. and Palkovics L. (2003): Characterization of Hungarian isolates of *Zucchini yellow mosaic virus* (ZYMV, *Potyvirus*) transmitted by seeds of *Cucurbita pepo* var *Styriaca*. *Pest Manag. Sci.* 59: 493-497.
- Tomlison J. A. (1987): Epidemiology and control of virus diseases of vegetables. *Ann. Appl. Biol.* 110: 661-681.
- Tošić M., Provvidenti R., Vujić S. and Krnjaja V. (1996): Contribution to the study of viral diseases of cucumber in Yugoslavia. *Zaštita bilja* 47: 343-349.
- Vovlas C., Hiebert E. and Russo M. (1981): Zucchini yellow fleck virus, a new potyvirus of zucchini squash. *Phytopathol. Medit.* 20: 123-128.
- Vučurović A., Bulajić A., Đekić I., Ristić D., Berenji J., Krstić B. (2009): Prisustvo i rasprostranjenost virusa uljane tikve i molekularna karakterizacija virusa žutog mozaika kukuruz. *Pestic. Fitomed.* 24: 85-94.
- Vučurović A., Bulajić A., Stanković I., Ristić D., Berenji J., Jović J. and Krstić B. (2012): Non-persistently aphid-borne viruses infecting pumpkin and squash in Serbia and partial characterization of *Zucchini yellow mosaic virus* isolates. *Eur. J. Plant Pathol.* 133: 935-947.
- Vučurović A., Bulajić A., Stanković I., Ristić D., Berenji J., Jović J. and Krstić, B. (2011): First report of the occurrence of *Cucurbit aphid-borne yellows virus* on oilseed pumpkin in Serbia. *Plant Dis.* 95: 1035.
- Webb R. E. and Scott H. A. (1965): Isolation and identification of watermelon mosaic virus 1 i 2. *Phytopathology* 55: 895-900.
- Zitter T. A. (1996): Cucurbit Diseases. In: Zitter T. A., Hopkins D. L. and Thomas C. E. (eds.), *Compendium of Cucurbit Diseases*. St. Paul, Minnesota, USA, APS Press.
- Zitter T. A., Hoffman M. P., McGrath M. T., Petzoldt C. H., Seaman A.J. and Pedersen L. H. (2004): 2004-Cucurbit IPM Scouting Procedures. IPM Bulletin No. 113. New York State Integrated Pest Management Program, Cornell University and New York State Department of Agriculture and Markets, Ithaca.

Abstract

VIRUS DISEASES OF CUCURBITS

**Ana Vučurović, Ivana Stanković, Katarina Zečević, Branka Petrović,
Branka Krstić**

University of Belgrade, Faculty of Agriculture, Belgrade

E-mail: branka.krstic@agrif.bg.ac.rs

There are over 200 known cucurbit diseases of diverse etiologies. Viruses are the most common causes of diseases affecting cucurbits, causing a significant yield reduction. A large number of viruses have been reported to infect cucurbits. In Serbia, three economically significant viruses are present on cucurbits: *Zucchini yellow mosaic* (ZYMV), *Cucumber mosaic* (CMV) and *Watermelon mosaic* (WMV). They cause very severe and destructive symptoms on the whole plants, leaves and fruit, leading to significant yield losses. The main symptoms are: plant stunting, leaf deformation and severe young fruit deformation. These viruses are transmitted by several aphid species in a nonpersistent manner with variation in the virus prevalence. They occurred in single or mixed infections. Mixed infection are common in cucurbits causing a notable symptom enhancement due to synergistic effects. In addition to these viruses, *Tomato spotted wilt tospovirus* (TSWV) and *Cucurbit aphid-borne yellows virus* (CABYV) have been detected in some pumpkin growing sites in Serbia, whose frequency has varied over the years. Over the last two decade, intensive spread of virus infection of oilseed pumpkin and other cucurbits has resulted in significant losses in their crop production in Serbia.

Key words: cucurbits, *Zucchini yellow mosaic virus*, *Cucumber mosaic virus*, *Watermelon mosaic virus*.