

NAJZNAČAJNIJE VIROZE PASULJA I BORANIJE

Dragana Milošević¹, Maja Ignjatov¹, Ivana Stanković², Zorica Nikolić¹,
Sanja Vasiljević¹, Gordana Tamindžić¹, Branka Krstić²

¹Institut za ratarstvo i povrtarstvo, Novi Sad

²Univerzitet u Beogradu-Poljoprivredni fakultet, Beograd

E-mail: dragana.milosevic@ifvcns.ns.ac.rs

Izvod

U usevu pasulja i boranije širom sveta zabeleženo je preko 200 oboljenja različite etiologije, međutim u mnogim delovima sveta najznačajnije štete u proizvodnji mahunarki izazivaju upravo biljni virusi. Pasulj je domaćin 44 različita virusa među kojima su najvažniji virus običnog mozika pasulja (*Bean common mosaic virus*, BCMV), virus običnog nekrotičnog mozaika pasulja (*Bean common mosaic necrosis virus*, BCMNV), virus žutog mozaika pasulja (*Bean yellow mosaic virus*, BYMV) i virus mozaika krastavca (*Cucumber mosaic virus*, CMV). Virus pasulja se prenose semenom i/ili vašima na neperzistentan način, što je jedan od glavnih uzroka široke rasprostranjenosti ovih virusa u svetu. Virusna oboljenja na pasulju i boraniji se ispoljavaju u vidu različitih tipova simptoma, a najčešći su mozaik, šarenilo, deformacija lišća i promene na mahunama, koji imaju za posledicu smanjenje porasta biljaka i prinosa.

Ključne reči: pasulj, boranija, virus običnog mozika pasulja, virus običnog nekrotičnog mozaika pasulja, virus žutog mozaika pasulja, virus mozaika krastavca.

UVOD

Pasulj ili boranija (*Phaseolus vulgaris* L.) je jednogodišnja zeljasta biljka iz porodice Fabaceae. Pasulj se gaji radi upotrebe zrelog zrna, a boranija se gaji radi mlade mahune. U svetu imaju veliki značaj kako sa gledišta ishrane stanovništva tako i sa gledišta poljoprivredne proizvodnje i međunarodne trgovine. Značaj pasulja proističe iz hemijskog sastava zrna koje sadrži u proseku 20-30% belančevina, 55% skroba, 2,8% celuloze, dok je sadržaj mineralnih materija 5% (Vasić, 2004; Tepić i sar., 2007).

Smanjeni prinosi ove biljne vrste mogu nastati kao posledica grešaka u agrotehnici, koji su još veći kada su vremenski uslovi nepovoljni za rast i razvoj biljaka (Vasić, 2003). Mogući uzročnici smanjenog prinosa i to veoma bitni, jesu i brojni patogeni mikroorganizmi. Do sada je opisano preko 200 bolesti različite etiologije, koje mogu biti izazvane gljivama, bakterijama, virusima i drugim biotskim i abiotiskim prouzrokovateljima. Neke bolesti mogu u potpunosti da unište proizvodnju mahunarki i nanesu štete od 100%.

Velike štete na usevima pasulja i boranije nanose i biljni virusi od kojih se neki javljaju redovno izazivajući pojedinih godina oboljenja u epidemijским razmerama, a neki se javljaju sporadično u vremenu i prostoru. Širom sveta, na pasulju i boraniji zabeleženo je prisustvo 44 različite vrste virusa (Morales and Boss, 1988), među kojima su najvažniji virus običnog mozika pasulja (*Bean common mosaic virus*, BCMV), virus običnog nekrotičnog mozaika pasulja (*Bean common mosaic necrosis virus*, BCMNV), virus žutog mozaika pasulja (*Bean yellow mosaic virus*, BYMV) i virus mozaika krastavca (*Cucumber mosaic virus*, CMV). Kao manje značajni virusi pasulja navode se: virus mozaika lucerke (*Alfalfa mosaic virus*, AMV), virus žutila nerava deteline (*Clover yellow vein virus*, CIYVV), virus prstenaste pegavosti duvana (*Tobacco ringspot virus*, TRSV), virus prstenaste pegavosti paradajza (*Tomato ringspot virus*, ToRSV), virus mozaika soje (*Soybean mosaic virus*, SMV), virus mozaika lubenice (*Watermelon mosaic virus*, WMV), virus južnog mozaika pasulja (*Southern bean mosaic virus*, SBMV) i virus uvijenost lišća pasulja (*Bean leafroll virus*, BLRV) (Mwaipopo i sar., 2017). Ranija istraživanja prisustva i rasprostranjenosti virusa pasulja u našoj zemlji ukazala su na prisustvo BCMV, BCMNV, CMV, AMV i BYMV. Međutim, istraživanja sprovedena 2006. godine ukazala su na prevalentno prisustvo BCMV koji je detektovan u najvećem broju testiranih uzoraka, dok prisustvo BYMV nije potvrđeno (Petrović i sar., 2008, 2010a).

Jedan od veoma bitnih razloga zašto su virusi pasulja tako široko rasprostranjeni u svetu je to što se neki od njih mogu preneti zaraženim semenom u visokom procentu (čak do 83%) (Mavrić i Šuštar-Vozlič, 2004), ali i vaši iz familije *Aphididae* predstavljaju jedan od bitnih faktora za širenje virusa u polju (Spence and Walkey, 1995). To znači da u regionima u kojima je vektorska aktivnost tokom vegetacije visoka, virusne epidemije će se verovatno javiti i kada je stopa semena zaraženog virusima niska.

Štetne posledice nastale napadom fitopatogenih virusa se manifestuju pre svega u smanjenom prinosu obolelih biljaka, prevremenom propadanju i izumiranju obolelih biljaka, kao i lošijem kvalitetu proizvoda takvih biljaka (Agrios, 2005). Međutim, pojava, učestalost i intenzitet viroza u usevu pasulja i boranije varira u zavisnosti od veoma složenih međuodnosa između virusa, biljke domaćina, uslova spoljašnje sredine i lokaliteta u kome se javljaju.

Zbog različite epidemiologije virusa, izuzetno je važna pravovremena identifikacija prouzrokovaca virusnih oboljenja kako bi se na vreme i pravilno primenile

odgovarajuće mere kontrole u cilju sprečavanja pojave ili daljeg širenja ako su virusi već prisutni u određenom regionu gajenja. Danas su dostupne osjetljive, pouzdane i vrlo pogodne metode za detekciju i identifikaciju biljnih virusa u velikom broju uzoraka, što omogućava periodično istraživanje u cilju praćenja pojave i intenziteta postojećih i novih vrsta virusa čime bi se omogućilo ne samo pravovremeno utvrđivanje prouzrokovaca oboljenja, već i rasvetljavanje mnogih epidemioloških faktora, što sve doprinosi uspešnoj kontroli bolesti koje virusi izazivaju.

VIRUS OBIČNOG MOZAIKA PASULJA I VIRUS OBIČNOG NEKROTIČNOG MOZAIKA PASULJA

Rasprostranjenost i značaj. Virus običnog mozaika pasulja (*Bean common mosaic virus*, BCMV) i virus običnog nekrotičnog mozaika pasulja (*Bean common mosaic necrosis virus*, BCMNV), koji pripadaju rodu *Potyvirus* i familiji *Potyviriidae*, predstavljaju ekonomski najznačajnije viruse pasulja i boranije (Florez-Estevez i sar., 2003). Dok je BCMV prisutan širom sveta u svim oblastima gajenja mahunarki (Makkouk i sar., 2012), BCMNV je uglavnom ograničen na Afriku, Evropu, Severnu i Južnu Ameriku (Sengooba i sar., 1997; Flores-Estevez i sar., 2003). Kod nas BCMV je prvi put zabeležen 1959. godine (Delević, 1959), kada je izazvao vrlo jake zaraze u mnogim lokalitetima Srbije. I poslednja istraživanja virusa pasulja sprovedena 2006. godine ukazuju da je BCMV dominantan virus u većini ispitivanih lokaliteta u Srbiji (Petrović i sar., 2008, 2010a).

U početku su BCMNV i BCMV smatrani kao jedan virus, ali je kasnije na osnovu seroloških karakteristika razdvojen na dva serotipa, serotip A i serotip B. Na osnovu molekularnih analiza i stepena sličnosti sekvenci ova dva virusa, danas je utvrđeno da se radi o različitim virusima (Mink i sar., 1994, Berger i sar., 1997).

Ekonomska štetnost ova dva virusa je promenljiva i zavisi od osjetljivosti sorte pasulja, od faze razvoja biljaka u kojoj zaraze nastaju i od ekoloških uslova koji utiču na aktivnost vektorskih vaši (Petrović i sar., 2008). Gubici prinosa mogu da variraju između 6 i 98% (Hagedorn and Inglis, 1986; Worrall i sar., 2015; Galvez and Morales, 1989; Morales 2003). U Americi je pre uvođenja otpornih sorti u proizvodnju, BCMV smanjio prinos pasulja za 15% (Nelson, 1932), dok su Bhagawati i Bhagabati (1994) zabeležili smanjenje prinosa i do 70%. BCMNV takođe može da nanese velike štete naročito ako se infekcija dogodi u ranijem stadijumu razvića kada dolazi do izumiranja biljaka. Međutim, ako se zaraza ostvari u kasnijem stadijumu razvića, biljke mogu da prežive, ali može doći do promene boje mahuna čime se smanjuje njihova tržišna vrednost (Drijfhout, 1978; Morales and Bos, 1988).

Osobine, simptomi i epidemiologija ovih virusa su isti, zbog čega su dugo i smatrani sojevima jednog istog virusa.

Osobine virusa. Oba virusa imaju čestice izduženog oblika dužine oko 750 nm i širine 12-15 nm. Sadrže jednolančanu RNK [ss(+)]RNK] koja na 5' kraju ima kovalentno povezan protein koji se označava kao VPg (*viral protein genome-linked*), a na 3' kraju polyA region sastavljen od više adenina (Hull, 2014). Nukleinska kiselina čini oko 5% mase čestice. Proteinski omotač je sačinjen od jednog tipa polipeptida.

BCMV ima više sojeva (patotipova) opisanih u Evropi i Americi, koji se razlikuju po osetljivosti domaćina i ispoljenim simptomima, među kojima su najrasprostranjeniji "bean strain -1" BV-1 i "New York strain "NY-15. U mnogim delovima sveta postignut je napredak u borbi protiv BCMV s obzirom na to da je dokazano da otpornost biljaka na različite sojeve kontroliše dominantni gen *I* i/ili kombinacija nekoliko recesivnih gena (*bc-u*, *bc-1*, *bc-12*, *bc-2*, *bc-22* i *bc-3*) (Kelly i sar., 1995; Strausbaugh i sar., 1999). Međutim, u centralnoj i istočnoj Africi, BCMNV je endemičan i to predstavlja ozbiljan problem za primenu *I* gena jer ovaj virus pokreće sistemsku nekrozu (bolest crnog korena) kod biljaka koje poseduju ovaj gen rezistencije (Worrall i sar., 2015). Budući da ovaj gen takođe sprečava prenos virusa putem semena, pružio je dragocena sredstva za uklanjanje rizika od karantina (Hema i sar., 2014).

Domaćini. BCMV i BCMNV imaju relativno mali broj prirodnih domaćina. Pored pasulja i boranije javljaju se i na biljkama iz roda *Vigna* i *Vicia*, a takođe su infektivni i za biljke iz roda *Gladiolus*. BCMV se eksperimentalno može preneti na nešto više od 40 leguminoznih biljaka, a biljka *Chenopodium quinoa* koja na zarazu ovim virusom reaguje pojavom difuznih hlorotičnih lokalnih pega, predstavlja najpogodniju test biljku za dokazivanje prisustva BCMV u biljkama (Šutić, 1995; Krstić i sar. 2018).

Simpomi. Na osetljivim sortama pasulja i boranije, BCMV i BCMNV izazivaju vrlo slične simptome, a intenzitet i ozbiljnost simptoma zavise od različitih parametara, uključujući soj virusa, sortu pasulja kao i starost biljke u vreme infekcije (Flores-Estevez i sar., 2003). Tipični simptomi koje ovi virusi izazivaju na pasulju su svetli i tamni tip mozaika i uvijenost lišća ka naličju duž glavnog nerva, zadržavanje zelene boje oko nerava, deformacija liske kao i nekrotične pege (Morales and Boss, 1988; Krstić i sar., 2018). Jaka deformacija listova uočava se kod listova formiranih nakon ostvarene infekcije. Opadanje cvetova, zakržljale i deformisane mahune takođe se javljaju kao posledica infekcije biljaka ovim virusom. Na površini mahuna zabeležena je pojava tamnih sitnih pega, a sazrevanje ovakvih mahuna je kasnije od neinficiranih (Mangeni i sar., 2020). Druga vrsta simptoma je sistemična nekroza koja se naziva "black root" (crni koren) (Cooper and Jones, 1983). Sistemična nekroza nastaje usled nekrotične reakcije koncentrisane na vaskularnom tkivu stabla, a rezultat je hipersenzibilna reakcija biljke, kada dolazi do njenog odumiranja. Ako sorta pasulja zaražena BCMV-nekrotičnim sojem poseduje dominantni gen *I*, do pojave sistemične nekroze će doći pri temperaturi od 30°C ili višoj, međutim ukoliko je ista biljka zaražena BCMNV, sistemična nekroza će se javiti pri svim temperaturama (Kelly, 1997). Zbog toga je moguće simptomatski razlikovati BCMV i BCMNV koristeći biljke koje poseduju dominantni gen *I* gajenjem na temperaturi od 30°C ili višoj (Gilbertson i sar., 2001).

Način prenošenja i održavanja. BCMV i BCMNV se održavaju i prenose zaraženim semenom pasulja i boranije, i to ukoliko je infekcija ostvarena pre cvetanja. Zaraza semena može da bude oko 35% i veoma je važan faktor za početnu infekciju useva (Morales, 2003). Stepenn uspešnosti prenošenja semenom zavisi od soja virusa, fenofaze biljke u kojoj je došlo do infekcije, kao i osetljivosti sorte pasulja. Međutim, prenos BCMNV putem semena nije moguć kod biljaka pasulja koje imaju dominantan gen *I* zbog simptoma crnog korena, iz razloga što takve biljke izumiru, a time i nema semena za sledeću sezonu setve (Grogan and Walker, 1948).

Tokom vegetacije virus se sa bolesnih na zdrave biljke prenosi većim brojem (oko 20) različitih vrsta biljnih vaši na neperzistentan način, a kao najefikasniji vektori navode se: *Aphis fabae*, *A. pisum* i *Myzus persicae* (Kennedy i sar., 1962; Worrall i sar., 2015). Kod nas najkritičniji period za prenošenje BCMV i BCMNV su maj i jun mesec, a već kasnije u julu i avgustu vektorska aktivnost se, usled suše, znatno smanjuje (Krstić i sar., 2018). Takođe, virus se lako prenosi i mehanički, dodirrom, biljnim sokovima, što se najčešće dešava kod osetljivih sorti pri gustom setvi.

Kontrola. S obzirom da je osnovni način prenošenja BCMV i BCMNV putem semena, upotreba bezvirusnog semena je prva i osnovna mera kontrole ova dva virusa. Semenski usev treba gajiti izolovano od drugih domaćina ovih virusa. U usevu, zaražene biljke je neophodno ukloniti, a s obzirom na vektorsku ulogu vaši, vršiti redovan pregled useva na prisustvo vaši i obavezno ih suzbijati ukoliko se uoče. U komercijalnoj proizvodnji pasulja treba gajiti otporne sorte.

VIRUS ŽUTOG MOZAIKA PASULJA

Rasprostranjenost i značaj. *Bean yellow mosaic virus* (BYMV) pripada rodu *Potyvirus*, familiji *Potyviridae* (Fauquet i sar., 2005). Takođe, opšte je rasprostranjen virus širom sveta i javlja se u svim delovima sveta gde se gaje leguminoze. Prvi put je otkriven na pasulju 1931. godine u Americi, dok prvi podaci o prisustvu ovog virusa na prostoru bivše Jugoslavije potiču iz 1965. godine (Aleksić, 1965) kada je ustanovljeno da je ovaj virus prisutan u mnogim lokalitetima gajenja. Novija proučavanja iz 2006. godine nisu potvrdila prisustvo ovog virusa u usevima pasulja u Srbiji (Petrović i sar., 2008).

BYMV može izazivati velike štete u proizvodnji osetljivih sorti koje reaguju nekrozom temenog pupoljka što može da dovede do izumiranja biljaka (Sharma i sar., 2015). Biljke zaražene u ranim stadijumima razvija zaostaju u porastu i razvoju tako da i prinos zrna i mahuna može biti drastično smanjen. Zabeleženi gubici prinosa kreću se i do 30-40% (Swenson, 1968). Stepenn šteta u polju zavisi od nekoliko faktora: osetljivih sorti, od faze razvoja biljaka u momentu infekcije, soja virusa i uslova spoljašnje sredine.

Osobine virusa. Čestica virusa je izduženog oblika dužine oko 750 nm i širine 12-15 nm (Makkouk i sar., 2012). Genom je u vidu jednolančane infektivne RNA [ss(+)RNK] koja se prevodi u jedan veliki poliprotein, koji se naknadno virusno kodiranim proteazama seče na manje funkcionalne proteine (ICTV, 2017).

Postoji nekoliko sojeva BYMV: soj nekroze vrha pasulja, soj mozaika graška, soj vigne, soj nekroze crvene deteline i dr. (Bos, 1970).

Domaćini. BYMV ima veliki broj prirodnih i eksperimentalnih domaćina i po tome se bitno razlikuje od virusa običnog mozaika pasulja. Najveći broj prirodnih domaćina BYMV pripada porodici Fabaceae, a među njima su pored pasulja najznačajniji detelina, lucerka, grašak i bob (Petrović, 2008). Neke ukrasne biljke kao što su gladiola i frezija takođe predstavljaju domaćine ovog virusa. Među prirodnim domaćinima pominje se i bagrem (*Robinia pseudoacacia*), koji kao višegodišnja drvenasta biljka, može imati određeni značaj u ciklusu održavanja virusa.

Simptomi. Poznato je da BYMV proizvodi različite tipove simptoma u zavisnosti od sorte domaćina i soja virusa. Najčešći simptomi koje izaziva ovaj virus jesu jasne žute mozaične šare ili pege na zaraženom lišću, a takođe naboranost i deformacije liski predstavljaju karakteristične simptome ovog virusa. Neki od sojeva BYMV mogu reagovati nekrozom temenog pupoljka što dovodi do propadanja biljaka naročito ako su u pitanju rane zaraze (Jones and McLean 1989; Sharama i sar., 2015). Ukoliko su zaraze u kasnijim fazama razvoja biljaka, iz biljnih pupoljaka se razvijaju izdanci sa simptomima žutog mozaika i znacima teških oštećenja (Bos, 1970). Na mahunama virus izaziva svetlozeleno šarenilo i blage deformacije, što razlikuje zarazu biljaka ovim virusom od zaraze izazvane virusom žutila nerava deteline (ranije poznat kao soj BYMV).

Način prenošenja i održavanja. BYMV se održava u biljkama odakle se prenosi na druge biljke vašima. Među njima je, veliki broj leptirnjača, zatim neke vrste cveća i korovskih biljaka. Bagrem i palamida imaju posebnu ulogu u dugogodišnjem održavanju virusa, jer su istovremeno vrlo podesni domaćini za biljne vaši koje su glavni vektori virusa. Viruse ovih biljaka u toku vegeacije na neperzistentan način najčešće prenose: *Acyrtosiphon pisum*, *Macrosiphum euforbiae*, *Myzus persicae*, *Aphis fabae* i dr. (Bos, 1970; Maling i sar., 2008). Za razliku od BCMV, BYMV se ne prenosi semenom pasulja, ali se u niskom procentu prenosi semenom lupine, graška, boba i crvene deteline (Bos, 1970; Neergaard, 1977). Lako se prenosi sokom zaraženih biljaka, pa bi i ovaj način prenošenja mogao imati izvesnog značaja u širenju virusa između biljaka koje se gaje u gustom sklopu.

Mere suzbijanja. S obzirom da se BYMV iz godine u godinu održava u mnogim svojim višegodišnjim gajenim i divljim domaćinima, osnovna mera kontrole oboljenja je gajenje pasulja i boranije dalje od osetljivih domaćina pre svega deteline, lucerke i osetljivih ukrasnih biljaka. Redovno uništavanje korova u usevu i oko useva, kao i praćenje populacije i uništavanje biljnih vaši takođe, spadaju u osnovne mere kontrole ovog oboljenja.

VIRUS MOZAIKA KRSTAVCA

Rasprostranjenost i značaj. Virus mozaika krastavca (*Cucumber mosaic virus*, CMV) pripada rodu *Cucumovirus* i familiji *Bromoviridae*. CMV je široko rasprostranjen, a poslednjih godina javlja se kao uzročnik brojnih epidemija širom sveta i to kako u pojedinačnim tako i u mešanim infekcijama na velikom broju različitih biljnih vrsta, uključujući pasulj i boraniju (Palukaitis i sar., 1992). Veoma je raširen u našoj zemlji i pojedinih godina može da izazove značajne štete u usevu pasulja (Petrović i sar., 2008). Gubici prinosa variraju od 5% do 75% u zavisnosti od sorte, fenofaze razvoja biljaka i vremenskih uslova u vreme ostvarivanja infekcije (Bird i sar., 1974).

Osobine virusa. Čestice CMV su izometrijske, prečnika oko 30 nm. 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 (Palukaitis i sar., 1992; Garcia-Arenal and Palukaitis, 2008). Da bi se ostvarila infekcija potrebno je prisustvo sve tri vrste čestica.

CMV je vrlo varijabilan što je uzrok pojave velikog broja sojeva koji se međusobno razlikuju kako po krugu domaćina tako i prema simptomima koje izazivaju (Gallitelli, 2000; Garcia-Arenal and Palukaitis, 2008). Prema opšte prihvaćenim literaturnim podacima na osnovu bioloških, seroloških i molekularnih osobina svi sojevi CMV svrstani su u dve podgrupe: podgrupa I i podgrupa II (Gallietti, 2000). Podgrupa I je najrasprostranjenija i obuhvata više od 80% svih do sada proučavanih izolata ovog virusa. Određeni broj sojeva u okviru podgrupe I vodi poreklo iz Azije, pa su Palukaitis and Zaitlin (1997) predložili podelu ove podgrupe na IA (svi drugi osim azijskih sojeva) i IB (azijski sojevi). Poslednjih godina beleži se prisustvo sojeva IB podgrupe i van azijskog kontinenta (Sclavounos i sar., 2006; Kayode i sar., 2014).

Domaćini. CMV predstavlja virus sa najširim krugom domaćina, a broj biljnih vrsta koje su identifikovane kao domaćini ovog virusa veoma se brzo povećava (Palukaitis i sar., 1992). Prema najnovijim podacima broj domaćina CMV veći je čak od 1300 vrsta iz preko 500 rodova i više od 100 familija među kojima su veoma značajni povrtarski usevi i ukrasne biljke (Garcia-Arenal and Palukaitis, 2008; Davino i sar., 2012). U našoj zemlji, pored zaraze pasulja, prisustvo virusa dokazano je i na paprici, duvanu, paradajzu, vrežastim kulturama, lucerki i crvenoj detelini (Petrović, 2008, 2010a; Stanković i sar., 2011; Vučurović i sar., 2012, Petrović i sar., 2010b).

Simptomi. Oboljenje se ispoljava u vidu uvijenosti liski, klobučavosti, zadržavanja zelene boje duž nerava i izduživanju liski. Često, usled skraćivanja internodija, biljke postaju patuljaste, i dolazi do redukovanja broja mahuna. Infekcije za vreme cvetanja biljaka dovode do ispoljavanja simptoma na vršnom lišću dok mahune postaju šarene, savijene ili kraće (Bird i sar., 1974; Gildow i sar., 2008).

Način prenošenja i održavanja. CMV se održava na brojnim višegodišnjim gajenim i korovskim vrstama, a njihovo širenje u prirodi omogućavaju vektori virusa. CMV se prenosi na neperzistentan način sa više od 80 vrsta vaši, a najefikasniji vektori su vrste *Myzus persicae* i *Aphis gossypii* (Garcia-Arenal and Palukaitis, 2008). Sojevi virusa se razlikuju po uspešnosti prenošenja lisnim vašima, što je uslovljeno razlikama u aminokiselinskom sastavu proteina omotača ovih sojeva (Gera i sar., 1979). Pored prenošenja vašima, CMV može da se prenese i semenom najmanje 20 biljnih vrsta, kako gajenih tako i biljaka iz spontane flore (Sacristán, 2004). Prenosenje semenom gajenih biljaka uglavnom je vezano za biljke iz familije *Fabaceae* i *Brassicaceae*, ali i za neke predstavnike familije *Cucurbitaceae* (Gallitelli, 2000). Osim toga, CMV se prenosi i mehanički i zaraženim biljnim ostacima.

Kontrola. Velika varijabilnost virusa, velika polifagnost, kao i prisusvo velikog broja vektora-vaši koje virus prenose na neperzistentan način, dovodi do velikih teškoća u kontroli oboljenja koje izaziva CMV. Osnovu kontrole čine preventivne mere (Krstić i Vico, 2004; Krstić i Bulajić, 2008). Kao najznačajnije mere kontrole su pre svega: upotreba bezvirusnog semena, izbegavanje gajenja pasulja i boranije na parcelama na kojima su gajene biljne vrste osetljive prema ovom virusu, kao i izbegavanje gajenja pasulja i boranije u blizini biljnih vrsta koje predstavljaju domaćine ovog virusa. Uništavanje zaraženih biljaka, biljnih ostataka i korova, gajenje otpornih sorti, kao i praćenje populacije i uništavanje biljnih vaši predstavljaju takođe osnovne mere u kontroli ovog virusa.

ZAKLJUČAK

Veliki broj bolesti različite etiologije ugrožava pasulj i boraniju, ali one koje izazivaju biljni virusi su najčešće ekonomski najznačajnije, a neki čak predstavljaju i ograničavajući faktor proizvodnje ove kod nas značajne gajene biljke. Brojnost virusa infektivnih za pasulj i boraniju se stalno povećava, a do sada je opisano oko 40 različitih vrsta virusa koji mogu da zaraze pasulj i boraniju. Pojava, učestalost i intenzitet viroza su različiti i zavise od veoma složenih međuodnosa koji postoje između patogena, biljke domaćina, uslova spoljašnje sredine i lokaliteta na kome se javljaju. Virus koji se najčešće navode kao široko rasprostranjeni i koji izazivaju značajne gubitke u proizvodnji u većini regiona gajenja pasulja i boranije su: virus običnog mozika pasulja (*Bean common mosaic virus*), virus običnog nekrotičnog mozaika pasulja (*Bean common mosaic necrosis virus*), virus žutog mozaika pasulja (*Bean yellow mosaic virus*) i virus mozaika krastavca (*Cucumber mosaic virus*) dok su drugi još uvek vezani samo za određena geografska područja. Poslednja istraživanja u našoj zemlji ukazala su na prisustvo: BCMV, BCMNV, CMV i virus mozaika lucerke (*Alfalfa mosaic virus*), sa dominantnim prisustvom BCMV u mnogim lokalitetima gajenja pasulja. Kontrola virusa na ovim biljnim vrstama

uglavnom se bazira na korišćenju većeg broja mera, pre svega preventivnih, a sve u cilju smanjenja 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 zdravim, bezvirusnim semenom, uz primenu hemijske kontrole vektora.

Zahvalnica

Rad je nastao kao rezultat istraživanja u okviru “Ugovora o realizaciji i finansiranju naučnoistraživačkog rada u 2021. godini između Ministarstva prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije i Instituta za ratarstvo i povrtarstvo”, evidencioni broj ugovora: 451-03-9/2021-14/200032 i “Ugovora o realizaciji i finansiranju naučnih istraživanja tokom 2021. godine između Ministarstva obrazovanja, nauke i tehnološkog razvoja Srbije i Univerziteta u Beogradu-Poljoprivrednog fakulteta”, evidencioni broj ugovor: 451-03-9/2021-14/200116). Autori se zahvaljuju Centru izuzetnih vrednosti za leguminoze Instituta za ratarstvo i povrtarstvo, koji je pomogao ovom istraživanju.

LITERATURA

- Agrios, G.N. (2005): Plant Pathology. Academic Press, Inc, San Diego/Toronto.
- Aleksić, Ž. (1965): Proučavanje viroza pasulja sa naročitim osvrtom na potrebe selekcije na otpornost. Doktorska disertacija, Poljoprivredni fakultet, Zemun.
- Bird, J., Sanchez, J., Rodrigues, R. L., Cortes-Monllor, A., Kaiser, W. J. (1974): A mosaic of beans (*Phaseolus vulgaris* L.) caused by a stain of common cucumber mosaic virus. J. Agric. Univ. P.R. 58, 151-161.
- Berger, P. H., Wyatt, S. D., Shiel, P. J., Silbernagel, M. J., Druffel, K., Mink, G. I. (1997): Phylogenetic analysis of the Potyviridae with emphasis on legume-infecting potyviruses. Archives of Virology, 142: 1979-1999.
- Bos, L. (1970): Bean yellow mosaic virus. Wageningen: Institute of Phytopathological Research.
- Cooper, L. I and Jones, A. T. (1983): Responses of plants to viruses: Proposals for the use of terms. Phytopathology, 73: 127-128.
- Davino, S., Panno, S., Rangel, E.A., Davino, M., Bellardi, M. G., Rubio, L. (2012): Population genetics of cucumber mosaic virus infecting medicinal, aromatic and ornamental plants from northern Italy. Archives of Virology 157(4): 739-745.
- Delević, B. (1959): Mozaik pasulja. Biljni lekar, 6: 91-92.

- Drijfhout, E., Silbernagel, M. J., Burke, D. W. (1978): Differentiation of strains of bean common mosaic virus. *Netherlands Journal of Plant Pathology*, 84: 13-26.
- Fauquet, C. M., Mayo, M. A., Maniloff, J., Desselberger, U., Ball, L. A. (2005): Virus taxonomy: classification and nomenclature of viruses. Eighth Report of the International Committee on Taxonomy of Viruses. London: Elsevier Academic Press, 1259.
- Flores-Estevez, N., Acosta-Gallegos, J., Silva-Rosales, L. (2003): Bean common mosaic virus and Bean common mosaic necrosis virus in Mexico, *Plant Diseases*, 87: 21-25.
- Gallitelli, D. (2000): The ecology of cucumber mosaic virus and sustainable agriculture. *Virus Res.* 71: 9-21.
- Galvez, G.W., Morales, F. J. (1989): Aphid-transmitted viruses. In "Bean Production Problems in the Tropics" (H. F. Schwartz and M. A. Pastor-Corrales, eds.), pp. 333-362.
- Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, Colombia.
- García-Arenal, F., 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.
- Gera, A., Loebenstein, G., Raccach, B. (1979): Protein coats of 2 strains of Cucumber mosaic virus affect transmission by *Aphis gossypii*. *Phytopathology*, 69: 396-399.
- Gilbertson, R. L., Guzman, P., Rojas, M., Crnov, R. Mkandawire, A. (2001): Detection of bean-infecting viruses in California with an emphasis on the CRSP-facilitated work. *Bean/Cowpea Collaborative Research Support Program-East Africa Proceedings: Bean Seed Workshop Arusha, Tanzania.* pp. 4.
- Gildow, F. E., Shah, D. A., Sackett, W. M., Butzler, T., Nault, B. A., Fleischer, S. J. (2008): Transmission efficiency of *Cucumber mosaic virus* by aphids associated with virus epidemics in snap bean. *Phytopathology*, 98: 1233-1241.
- Grogan, R. G., Walker, J. C. (1948): The relation of common mosaic to black root of bean. *Journal of Agricultural Research*, 77: 315-331.
- Hagedorn, D. J., Inglis, D.A. (1986): *Handbook of bean diseases*. University of Wisconsin.
- Hema, M., Sreenivasulu, P., Patil, B. L., Kumar, P. L., Reddy, D. V. R. (2014): Chapter Nine-Tropical Food Legumes: Virus Diseases of Economic Importance and Their Control *Advances in Virus Research*, 90: 431-505.
- Hull, R. (2014): *Plant virology* (5th ed.). New York: Academic Press.
- ICTV (2017): *Virus Taxonomy: The Classification and Nomenclature of Viruses*, The Online (10th) Report of the ICTV. https://talk.ictvonline.org/ictv-reports/ictv_online_report/
- Jones, R. A. C., and Mc Lean, G. D. (1989): Virus diseases of lupin. *Annals of Applied Biology*, 114: 609-637.

- Kayode, A. B., Odu, B. O., Ako-Nai, K. A., Alabi, O. J. (2014): Occurrence of Cucumber mosaic virus subgroups IA and IB Isolates in tomatoes in Nigeria. *Plant Dis.*, 98 (12): 1750.
- Kelly, J.D., Afanador, L., Haley, S.D. (1995): Pyramiding genes for resistance to *Bean common mosaic virus*. *Euphytica*, 82: 207-212.
- Kelly, J. D. (1997): A review of varietal response to *Bean common mosaic potyvirus* in *Phaseolus vulgaris*. *Plant Var. Seeds*, 10: 1-6.
- Kennedy, J.S., Day, M.F., Eastop, V.F. (1962): A Conspectus of Aphids as Vectors of Plant Viruses. Commonwealth Institute of Entomology, London, p. 114.
- Krstić, B., Vico, I. (2004): Kontrola virusa mozaika krastavca u okvirima održive poljoprivrede. *Biljni lekar* 5: 359-363.
- Krstić, B., Bulajić, A. (2008): Ekonomski značajni i karantinski virusi paprike u Srbiji. Zbornik radova IX savetovanja „Savremena proizvodnja povrća”, Novi Sad, pp. 24-28.
- Krstić, B., Stanković, I., Vučurović, A. (2018): Viroze ratarstskog, povrtarskog i ukranog bilja. Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni fakultet, Beograd, 1-320.
- Makkouk, K., Pappu, H., Kumari, S. G. (2012): Virus diseases of peas, beans, and faba bean in the Mediterranean region. *Advances in Virus Research*, 84: 367-402.
- Maling, T., Diggle, A. J., Thackray, D. J., Siddique, K. H. M., Jones, R. A. C. (2008): An epidemiological model for externally sourced vector-borne viruses applied to *Bean yellow mosaic virus* in lupin crops in a Mediterranean-type environment. *Phytopathology*, 98(12):1280-90.
- Mangeni, B. C., Were, H. K., Ndong'a, M., Mukoye, B. (2020): Incidence and severity of bean common mosaic disease and resistance of popular bean cultivars to the disease in western Kenya. *Journal of Phytopathology*, 168(9): 501-515.
- Mavrič, I., Šuštar-Vozlič, J. (2004): Virus diseases and resistance to *Bean common mosaic* and *Bean common mosaic necrosis potyvirus* in common bean. *Acta agriculturae slovenica*, 83-1.
- Mink, G. I., Vetten, J., Ward, C. W., Berger, P. H., Morales, F., Myers, J. R., Silbernagel, M. J., Barnett, O. W. (1994): Taxonomy and classification of legume-infecting potyviruses: A proposal from the Potyviridae Study Group of the Plant Virus Subcommittee of ICTV. *Archives of Virology*, 139: 231-235.
- Morales, F.J. (2003): Common Bean, In: Loebenstein G, Thottappily G, editors. *Virus and Virus-Like Diseases of Major Crops in Developing Countries*. Kluwer Academic Publisher, London, UK., 425-445.
- Morales, F. J., Bos, L. (1988): *Bean common mosaic virus*. Association of Applied Biologists (AAB). *Descriptions of Plant Viruses*, 337, p 6.
- Mwaipopo, B., Nchimbi-Msolla, S., Njau, P., Tairo, F., William, M., Binagwa, P., Kweka, E., Kilango, M., Mbanzibwa, D. (2017): Viruses infecting common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) in Tanzania: A review on molecular characterization, detection and disease management options. *African Journal of Agricultural Research*, 12(18), 10.5897/AJAR2017.12236.

- Neergaard P. (1977): Seed Pathology, vol. 1. London: Macmillan Press Ltd., p. 839.
- Nelson, R. (1932): Investigations in the mosaic disease of bean. Michigan Agricultural Experiment Station, Technical Bulletin, 118.
- Palukaitis, P., Roossinck, M. J., Dietzgen, R. G., Francki, R. I. B. (1992): Cucumber mosaic virus. *Advances in Virus Research*, 41: 281-349.
- Palukaitis, P., Zaitlin, M. (1997): Replicase-mediate resistance to plant virus disease. *Advance in Virus Research* 48: 349-377.
- Petrović, D., Bagi, F., Milošević, M., Vasić, M. (2008): Identifikacija najznačajnijih virusa pasulja u Vojvodini. *Biljni lekar*, 1: 30-36.
- Petrović, D., Ignjatov, M., Nikolić, Z., Vujaković, M., Vasić, M., Milošević, M., Taški-Ajduković, K. (2010a): Occurrence and distribution of viruses infecting bean in Serbia. *Archives of Biological Sciences*, 62 (3): 595-601.
- Petrović, D., Bulajić, A., Stanković, I., Ignjatov, M., Vujaković, M., Krstić B. (2010b): Prisustvo i rasprostranjenost virusa paprike u Srbiji. *Ratarstvo i povrtarstvo*, 47: 567-576.
- Sacristan, S., Fraile, A., Garcia-Arenal, F. (2004): Population dynamics of Cucumber mosaic virus in melon crops and in weeds in Central Spain. *Phytopathology*, 94: 992-998.
- Sclavounos, A. P., Voloudakis, A. E., Arabatzis, Ch., Kyriakopoulou, P. R. (2006): A severe Hellenic CMV tomato isolate: Symptom variability in tobacco, characterization and discrimination of variants. *European Journal of Plant Pathology*, 15:163-172.
- Sengooba, T. N., Spence, N. J., Walkey D. G. A., Allen D. J., Femi Lana, A. (1997): The occurrence of *Bean common mosaic necrosis virus* in wild and foragelegumes in Uganda. *Plant Pathology*, 46: 95-103.
- Sharma, P. N., Sharma, V., Sharma, A., Rajput, K., Sharma, S. K. (2015): Identification and molecular characterization of *Bean yellow mosaic virus* infecting French bean in Himachal Pradesh. *Virus disease*, 26(4): 315-318.
- Spence, N. J., Walkey, D. G. A. (1995): Variation for pathogenicity among isolates of *Bean common mosaic virus* in Africa and a reinterpretation of the genetic relationship between cultivars of *Phaseolus vulgaris* and pathotypes of BCMV. *Plant Pathology*, 44: 527-546.
- Stanković, I., Bulajić, A., Vučurović, A., Ristić, D., Milojević, K., Berenji, J., Krstić, B. (2011): Status of tobacco viruses in Serbia and molecular characterization of Tomato spotted wilt virus isolates. *Acta virologica*, 55: 337-347.
- Strausbaugh, C. A., Myers, J. R., Forster, R. L., Mc Clean, P. E. (1999): Bc-1 and Bc-u two loci controlling *Bean common mosaic virus* resistance in common bean are linked. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 124: 644-648.
- Swenson, K. (1968): Relation of environment and nutrition to plant susceptibility to Bean yellow mosaic virus by aphid transmission, *Oregon Agr. Exp. Sta. Tech. Bull.* 106, 23.

- Šutić, D. (1995): Viroze biljaka. Institut za zaštitu bilja i životnu sredinu, Beograd.
- Tepić, A., Vujičić, B., Vasić, M., Lučić, A. (2007): Amino acids and phytic acid in some Serbian varieties of dry beans (*Phaseolus vulgaris*); 2nd International-Congress on Food and Nutrition, Istanbul, Turkey.
- Vasić, M. (2003): Razlozi smanjenja prinosa u proizvodnji pasulja, Zbornik referata 37. seminara agronoma, 59-71.
- Vasić, M. (2004): Genetička divergentnost pasulja; Genetic divergence in a bean collection. Zadužbina Andrejević, Beograd, 94.
- Vučurović, A., Bulajić, A., Stanković, I., Ristić, D., Berenji, J., Jović, J., Krstić, B. (2012): Non-persistently aphid-borne viruses infecting pumpkin and squash in Serbia and partial characterization of *Zucchini yellow mosaic virus* isolates. European Journal of Plant Pathology, 133: 935-947.
- Worrall, E. A., Wamonde, F. O., Mukeshimana, G., Harvey, J. J. W., Carr, J. P., Mitter N. (2015): *Bean common mosaic virus* and *Bean common mosaic necrosis virus*: relationships, biology, and prospects for control. Advances in Virus Research, 93: 1-46.

Abstract

THE MOST IMPORTANT VIRUSES OF BEANS

Dragana Milošević¹, Maja Ignjatov¹, Ivana Stanković², Zorica Nikolić¹, Sanja Vasiljević¹, Gordana Tamindžić¹, Branka Krstić²

¹ Institute of Field and Vegetable Crops, Novi Sad

²University of Belgrade-Faculty of Agriculture, Belgrade

E-mail: dragana.milosevic@ifvcns.ns.ac.rs

Over 200 diseases with different etiologies have been determined in dry beans and green beans. However, viral diseases seem to cause the greatest economic damage to legume production in most parts of the world. Dry beans can be infected by 44 different viruses including *Bean common mosaic virus* (BCMV), *Bean common mosaic necrosis virus* (BCMNV), *Bean yellow mosaic virus* (BYMV) and *Cucumber mosaic virus* (CMV). Transmission through seeds and/or spread by aphids in non-persistent manner play important role in worldwide distribution of bean viruses. Viral diseases on dry and green beans can have an array of symptoms. The most common symptoms are the mosaic pattern, variegation or deformation of leaves and pods, resulting in reduced plant growth and yield.

Key words: Beans, *Cucumber mosaic virus*, *Bean common mosaic necrosis virus*, *Bean yellow mosaic virus*, *Bean common mosaic virus*.