VIRUSI BILJAKA FAMILIJE ŠTITONOŠA

Ivana Stanković, Branka Krstić

Univerzitet u Beogradu-Poljoprivredni fakultet, Beograd

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

Izvod

Štitonoše pripadaju velikoj biljnoj porodici Apiaceae sa oko 250 rodova i preko 3000 vrsta koje se gaje širom sveta. Najznačajnije vrste ove porodice su mrkva, peršun, paštrnak i celer, kao i neke začinske biljke kao što su komorač, anis, kim, mirođija i korijander. Gajenje biljaka ove porodice je ugroženo brojnim patogenima, među kojima virusi zauzimaju značajno mesto. Poznato je više od 30 virusa koji su infektivni za mrkvu ili druge biljne vrste ove porodice. Najvažniji virusi su: virus mozaika celera (*Celery mosaic virus*, CeMV), virus žute flekavosti paštrnaka (*Parsnip yellow fleck virus*, PYFV), virus crvenila lista mrkve (*Carrot red leaf virus*, CtRLV) i virus šarenila mrkve (*Carrot mottle virus*, CMoV). U našoj zemlji na štitonošama prisutna su tri ekonomski značajna virusa: CeMV, virus mozaika krastavca (*Cucumber mosaic virus*, CMV) i virus bronzavosti paradajza (*Tomato spotted wilt tospovirus*, TSWV). Ekonomska važnost virusa infektivnih za štitonoše je prepoznata odavno na osnovu simptoma na lišću ili propadanja tek izniklih biljaka. Ovi virusi se obično javljaju u usevu štitonoša sporadično, ali kad se pojave mogu da izazovu veoma destruktivna oboljenja i time čine veoma štetne posledice po prinos useva.

Ključne reči: porodica štitonoša, virus mozaika celera, virus žute flekavosti paštrnaka, virus crvenila lista mrkve, virus šarenila mrkve

UVOD

Štitonoše (porodica Apiaceae; sinonim Umbelliferae) su velika biljna porodica sa približno 250 rodova i preko 3000 vrsta koje rastu ili se gaje širom sveta. Ovo je prva porodica cvetnica koja je uočena od strane botaničara krajem XVI veka i prva grupa biljaka koja je podvrgnuta klasifikaciji i sistematici. Uprkos svojoj dugoj taksonomskoj istoriji, ova porodica i dalje čeka modernu klasifikaciju. Najnovija istraživanja porodice, kao i adaptacije vekovima starog sistema pokazala su da taksonomija i klasifikacija nisu bile dobro postavljene zbog upotrebe loše definisanih dijagnostičkih karaktera. Molekularni pristup analiza, pre svega DNA sekvence iz hloroplasta različitih biljnih vrsta ove porodice, mnogo je doprineo razumevanju evolucionih odnosa vrsta u okviru porodice Apiaceae (Nicolas and Plunkett, 2009).

Zbog jedinstvenog aromatičnog ukusa, vrste koje pripadaju ovoj porodici se koriste u ishrani kao povrće (mrkva, paštnak i celer) ili kao začini (korijander, anis, kim, peršun i mirođija) ili u obe svrhe. Karakterističan ukus i miris ovih biljaka potiče od isparljivih jedinjenja koja se nalaze u plodovima i listovima, što im omogućava široku primenu kako u kulinarsvu, tako i u medicinske svrhe. Komercijalna proizvodnja biljaka ove porodice je svuda u svetu ekonomski značajna. Porodica takođe obuhvata široko rasprostranjene korovske, kao i otrovne vrste, uključujući ozloglašeni otrov kukute koji se koristio još u staroj Grčkoj („pehar kukute“ koji su Sokratu dali da ispije).

Najznačajnije vrste ove porodice su mrkva, peršun i celer. Mrkva (*Daucus carota* subsp. *sativus*) je jedno od najpopularnijeg i najčešće korišćenog povrća. Mrkva je dvogodišnja biljka, koja se gaji kao jednogodišnja, zbog sočnog i zadebljalog korena. Dijetetske vrednosti i hemijski sastav korena mrkve omogućavaju široku i raznoliku primenu u svezem ili obrađenom stanju. Najveći proizvođači su Kina, SAD i Rusija, a površine na kojima se gaji mrkva, kao i ekonomska vrednost u stalnom su porastu u celom svetu. Za vrednost proizvodnje ili površine pod mrkvom u našoj zemlji nema preciznih podataka, ali su popularnost i korišćenje ovog povrća u stalnom porastu. Pored tradicionalne proizvodnje, mrkva u poslednje vreme privlači pažnju zbog sve više primenjivanog sistema organske proizvodnje. Organski proizvedena mrkva je jedno od najpopularnijeg i najprofitabilnijeg povrća koje se nudi evropskim potrošačima, tako da su površine kao i vrednost proizvodnje u stalnom i naglom godišnjem porastu. Kada je organska proizvodnja mrkve u pitanju, naročitu zabrinutost izazivaju bolesti čiji prouzrokovatori luče mikotoksine.

Peršun (*Petroselinum crispum* var. *foliosum* i *P. crispum* var. *tuberosum*) predstavlja takođe veoma popularnu biljku iz porodice štitonoša. Peršun je dvogodišnja biljka koja se takođe gaji kao jednogodišnja, zbog zadebljalog korena ili lišća i koristi se najčešće kao začim, sveža ili prerađena. Statistički podaci o površinama ili vrednosti proizvodnje peršuna u našoj zemlji ne postoje, dok se u SAD ova biljka navodi kao značajna i visoko profitabilna za manja farmerska gazdinstva.

Celer (*Apium graveolens* var. *rapacearum*, *A. graveolens* var. *secalinum* i *A. graveolens* var. *dulce*) je sledeća značajna biljka iz porodice Apiaceae koja se gaji zbog lista, zadebljelih lisnih drški ili zadebljalog korena koji se koriste u svezem ili prerađenom stanju. Mada u našoj zemlji ne zauzima značajne površine, prosečna proizvodnja u SAD dostiže 300 miliona US dolara.

Porodici štitonoša pripadaju i različite začinske biljke koje se redovno koriste u ishrani i koje mogu da budu veoma profitabilne. Među njima se ističe paštnak (*Pastinaca sativa*) koji se gaji kao jednogodišnja biljka zbog zadebljalog aromatičnog korena i uglavnom se koristi u svezem stanju. Paštnak se gaji na relativno malim površinama u našoj zemlji. Mirođija (*Anethum graveolens*) je

jednogodišnja biljka koja se u našoj zemlji gaji na malim površinama, a koriste se zeleni listovi kao začín. Od ostalih pripadnika familije Apiaceae kao začinske biljke proizvode se komorač (*Foeniculum vulgare*), anis (*Pimpinella anisum*), kim (*Carum carvi*), korijander (*Coriandrum sativum*) i druge. Za sve ove vrste navodi se da donose visoku ekonomsku dobit po jedinici površine.

Uspešno gajenje biljaka ove familije zavisi od povoljnih uslova spoljašnje sredine, a značajan faktor predstavljaju i biljne bolesti izazvane različitim patogenima, među kojima su i virusi. Ekonomska štetnost najvažnijih virusa štitonoša, među kojima su virus mozaika celera, virus crvenila lista mrkve i virus žute flekavosti paštrnaka prepoznata je još pre 30 godina (Dijk and Bos, 1989) na osnovu izraženih simptoma na lišću, kržljivosti biljaka ili preranom propadanju klijanaca. Virus se pojavljuje sporadično u usevu štitonoša, ali kad se pojave mogu da izazovu veoma destruktivna oboljenja i time čine veoma štetne posledice po prinos useva.

OPŠTE O VIRUSIMA BILJAKA FAMILIJE ŠTITONOŠA

Na povrtarskim i začinskim biljkama iz familije Apiaceae (štitonoše) opisano je širom sveta preko 30 vrsta virusa (Davis and Raid, 2002; Koike et al., 2007; Adams et al., 2014), a najčešće detektovani su:

Alfalfa mosaic virus (AMV), virus mozaika lucerke
Arabidopsis mosaic virus (ArMV), virus mozaika gušarke
Beet curly top virus (BCTV), virus kovrdžavosti vrha repe
Carrot latent virus (CtLV), latentni virus mrkve
Carrot mottle virus (CMoV), virus šarenila mrkve
Carrot red leaf virus (CtRLV), virus crvenila lista mrkve
Carrot thin leaf virus (CTLV), virus nitavosti lista mrkve
Carrot yellow leaf virus (CYLV), virus žutila lišća mrkve
Carrot virus Y (CarVY), Y virus mrkve
Celery mosaic virus (CeMV), virus mozaika celera
Cucumber mosaic virus (CMV), virus mozaika krastavca (prouzrokovaoč južnog mozaika štitonoša)
Parsnip yellow fleck virus (PYFV), virus žute flekavosti paštrnaka
Parsnip mosaic virus (ParMV), virus mozaika paštrnaka
Carrot necrotic dieback virus (ranije *Parsnip yellow fleck virus*- Anthriscus strain)
Tobacco necrosis virus (TNV), virus nekroze duvana
Tomato spotted wilt virus (TSWV), virus bronzavosti paradajza.

Virusi štitonoša izazivaju veoma različite simptome, koji zavise od mnogih faktora, pa i od sorte određene biljne vrste. Simptomi se javljaju na lišću u

vidu mozaičnih promena, žutila ili crvenila, kao i u vidu deformacija liski, a na korenu zakržljalosti i različitih deformacija i nekroza spoljašnjih i unutrašnjih delova korena. Tako, AMV je prouzrokovatelj kaliko mozaika, žute mrežavosti i patuljavosti mrkve, BCTV izaziva uvijanja lišća celera na gore i peteljki na dole, CtRLV izaziva šarenilo ili crvenilo lišća i deformaciju korena mrkve, CYLV osim izrazitog žutila lišća izaziva i unutrašnju nekrozu korena, a TSWV ulegnute pege i nekrozu celera.

Još uvek nije razjašnjena etiologija nekih virusnih bolesti štitonoša, kao što nije ni utvrđena uloga svih detektovanih virusa u nekim kompleksnim infekcijama. Sindrom poznat kao šarenolika kržljavost mrkve (*Carrot motley dwarf*, CMD) se javlja na mrkvi drugim biljkama iz familije štitonša (Murant, 1974; Gungoosingh-Bunwaree et al., 2009). Iako je ovo oboljenje opisano odavno, još uvek se radi na rasvetljavanju virusa koji su umešani u njegovu etiologiju. Ovo oboljenje je posledica infekcije sa najmanje dva nesrodna virusa *Carrot red leaf virus* (CtRLV) koji pripada rodu *Polerovirus* i *Carrot mottle virus* (CMoV) ili *Carrot mottle mimic virus* (CMoMV), koji pripadaju rodu *Umbravirus*. Kao treća komponenta ovog kompleksa koji izaziva šarenoliku kržljavost mrkve je RNK udružena sa virusom crvenila lista mrkve (CtRLV-associated RNA, CtRLVaRNA) za koju je pokazano da nema uticaja na ispoljavanje simptoma (King et al., 2012).

Etiologija virusnog oboljenja štitonoša pod imenom žuta mrljavost korijandera (*Cilantro yellow blotch*) dugo je bilo nerasvetljeno i tek nedavno (Alabi et al., 2020) je dokazano u nekim zaraženim biljkama prisustvo kompleksne infekcije AMV i virusa hloroze salate (*Lettuce chlorosis virus*, LCV), dok je u drugima dokazana kompleksna infekcija AMV i virusa žutice šećerne repe (*Beet pseudoyellows virus*, BPYV) ukazujući da je u sindrom žuta mrljavost korijandera, pored AMV, uključen i jedan od dva navedena *Crinivirus*-a.

Još uvek nije rasvetljenja potpuna etiologija oboljenja koja izazivaju šest virusa kodnih imena HV1–HV6 (Hogweed, poznati i kao *Heracleum* 1–6) (Bem and Murant, 1979). Imena su dobili po tome što su izolovani iz biljke medveđa šapa (hogweed, *Heracleum sphondylium*). HV1 je prvo identifikovan kao *Parsnip yellow fleck virus*-*Anthriscus* strain, da bi nedavno dobio novo ime *Carrot necrotic dieback virus*. Ovaj virus za svoje prenošenje zahteva prisustvo jednog drugog virusa-*Anthriscus yellows virus* (AYV), odnosno virus može da bude prenet na biljke mrkve jedino ako vaši *Cavariella aegopodii* prenose i AYV (Elnagar and Murant, 1976). Kako mrkva nije domaćin AYV nema daljeg širenja u usevu mrkve. Simptomi su propadanje klijanaca ili kržljavost i deformisanost korena, u zavisnosti da li su infekcije rane ili kasne. HV2 može da se prenese i mehanički i vašima, 700–750 nm dužine, i za njega je predložen naziv *Heracleum latent virus* (HLV). HV2 ne može da se prenese vašima bez prisustva svog helper virusa, HV6. HV3, HV4 i HV5 se prenose mehanički, a HV3 i HV5 i vašima, ali morfologija njihovih

virusnih čestica nije poznata. HV6 se prenosi samo vašima i ima fleksibilne čestice dužine oko 1400 nm, privremeno je pripisan rodu *Closterovirus* i razlikuje se od HV2 koji ima kraće čestice. Smatrano je da je HV6 u stvari CYLV, pre svega zbog sličnosti kruga domaćina i sposobnosti da omogući koinfekciju sa HV2. Sve ove vrste virusa mogu eksperimentalno da zaraze razne vrste štitonoša, ali je potvrđena prirodna zaraza samo za HV1, odnosno *Carrot necrotic dieback virus*.

Skorašnja proučavanja spoljašnje i unutrašnje nekroze korena mrkve (Sl. 1) pokazala su da virus žutila lišća mrkve (CYLV) prouzrokuje, osim intenzivnog žutila lišća, i nekrozu korena (Adams et al., 2014). Osim CYLV, identifikovani su u zaraženim korenovima još četiri nova virusa: novi *Closterovirus*, privremeno nazvan *Carrot closterovirus-1* (CtCV-1) i srodan sa CYLV, je pronađen u korenovima sa nekrozom bez prisustva CYLV, upućujući na to da i on ima ulogu u razvijanju nekroze korena. Novi toradovirus nazvan *Carrot torrado virus-1* (CTV-1) koji je pronađen u korenovima i sa simptomima i bez simptoma nekroze i dva nova virusa koji pripadaju rodu *Betaflexivirus*, *Carrot chordovirus-1* i -2 (CtChV-1 i -2) koji su uglavnom detektovani u simptomatičnim korenovima. Na osnovu sprovedenih ispitivanja ovi virusi nisu u korelaciji sa pojavom simptoma nekroze korena, ali njihovo otkriće ima vrednost za dalja proučavanja. Uticaj ovih virusa na usev svakako nije jasan, mogu izazivati neka druga virusna oboljenja mrkve ili imaju značaja u smanjenju prinosa. Osim toga, pronalaženje ovih novih virusa pokazuje naše ograničeno znanje o populaciji virusa koji mogu da zaraze mrkvu i druge štitonoše.

Virusi koji zaražavaju biljke iz familije štitonoša mogu se podeliti u dve osnovne grupe: (i) prvu grupu čine virusi koji se prvenstveno javljaju na štitonošama i na njima su prvi put opisani kao što su virus mozaika celera i virus šarenila mrkve; (ii) drugu grupu čine opšte rasprostranjeni virusi koji su opisani na biljkama koje pripadaju drugim familijama, ali mogu da zaraze i budu ekonomski važni u usevima štitonoša kao što su virus mozaika krastavca, virus mozaika lucerke, virus mozaika gušarke i virus bronzavosti paradajza.

Malobrojna istraživanja virusa infektivnih za biljke iz familije Apiaceae u našoj zemlji ukazala su na prisustvo nekoliko virusa (Aleksić i sar., 1980; Šutić, 1995; Krstić i sar. 2018): (1) virus mozaika celera (*Celery mosaic virus*, CeMV); (2) virus mozaika krastavca (*Cucumber mosaic virus*, CMV) i (3) virus bronzavosti paradajza (*Tomato spotted wilt virus*, TSWV). Virusne bolesti štitonoša se veoma rasprostranjene u našoj zemlji. Razlog tome je što većina virusa drugih povrtarskih biljaka (AMV, CMA, ArMV i dr.) infektivna i za štitonoše. Nasuprot ovim virusima, virusi čiji je krug domaćina ograničen samo na biljke iz familije štitonoše održavaju se u samoniklim biljkama iz ove familije, a to su najčešće otrovna kukuta (*Conium maculatum*), medveđa šapa (*Heracleum sphondylium*) i šumska krasuljica (*Anthriscus sylvestris*) u čijem korenu virusi prezimljavaju te

su one drugi značajan i stalan rezervoar virusa i izvor zaraze (Walkey and Cooper, 1971). Zatim, svi ovi virusi prenose se vektorima, pre svega vašima, i praktično je vrlo teško ili nemoguće ukloniti spomenute izvore zaraze.

Slika 1. Virus žutila lišća mrkve: Unutrašnja nekroza na (A) poprečnom i (B) uzdužnom preseku korena mrkve; (C) površinska nekroza; (D) zdrav koren (Adams et al., 2014)

NAJZNAČAJNI VIRUSI BILJAKA FAMILIJE ŠTITONOŠA

VIRUS MOZAIKA CELERA (*Celery mosaic virus*, CeMV)

Rasprostranjenost i značaj. Oboljenje tipa mozaika na celeru opisano je još 1922. Vremenom je postalo jasno, a kasnije je i dokazano da simptome mozaika na celeru mogu da izazovu dva različita virusa, koji su se razlikovali

na osnovu kruga domaćina. Jedan od tih virusa imao je širok krug domaćina i nazvan je virus južnog mozaika celera (*Southern celery mosaic virus*), a drugi sa krugom domaćina ograničenim samo na biljke iz familije Apiaceae, nazvan je virus zapadnog mozaika celera (*Western celery mosaic virus*) (Severin and Freitag, 1938). Dalja istraživanja su pokazala da je *Southern celery mosaic virus* u stvari izolat virusa mozaika krastavca (*Cucumber mosaic virus*), a *Western celery mosaic virus* je nazvan jednostavno virus mozaika celera (*Celery mosaic virus*). CeMV je raširen širom sveta. Virus je prisutan i u Srbiji, i na osnovu učestalosti karakterističnih mozaičnih simptoma, smatra se da je veoma rasprostranjen u našoj zemlji (Aleksić i sar., 1980). Ovaj virus može da smanji prinos celera i do 50%, a naročito je štetan ako do zaraze dođe u ranim fazama razvoja biljke. Tada zaraze u pojedinačnim usevima dostižu i 100% (Raid and Zitter, 2002).

Osobine virusa. Čestice CeMV su izduženog, končastog oblika, veličine 760 (780) nm x 12–15 nm (Walkey et al., 1970). Po načinu prenošenja, biološkim i biofizičkim osobinama sličan je sa drugim članovima roda *Potyvirus*. Virus mozaika celera ima mali broj sojeva, imenovani kao običan soj (*common strain*) i soj nazvan kovrdžavi mozaik celera (*celery crinkle-leaf mosaic strain*) po karakterističnim simptomima.

Domaćini. CeMV ima uži krug domaćina u okviru familije štitonoša. Najvažniji prirodni domaćin je celer, ali ovaj virus sistemski zaražava i mrkvu, paštnak, peršun, mirođiju i kim. Zaražava i nekoliko vrsta korovskih bljaka iz familije štitonoša: *Ptilimnium capillaceum*, *Apium leptophyllum* i *Conium maculatum* (kukuta) (Walkey et al., 1970; Raid and Zitter, 2002).

Simptomi. Samo ime virusa govori da je najkarakterističniji simptom koji CeMV izaziva upravo simptom tipa mozaika. Početni simptomi na celeru su prosvetljavanje nerava (Sl. 2) i bleđožuto šarenilo međunervalnog tkiva, a na starijem lišću dolazi do deformacije liske. Liske su sužene, upredene (uvijene u obliku zavojnice) ili kašikasto uvijene. Ostali listovi postepeno žute i na kraju se potpuno osuše. Zaražene biljke zaostaju u porastu, a koren je nedovoljno razvijen i sitan. Na peteljka celeru mogu se pojaviti tamno zelene pege, po kojima se ovaj virus jasno razlikuje od CMV koji izaziva tamne, smeđe i udubljene pege. Ako je zaraza rana, mlade biljke su izrazito zakržljale sa zakržljalom centralnom peteljkom i horizontalnim rastom spoljašnjih peteljki. Soj kovrdžavog mozaika izaziva još izraženije simptome u vidu raznih deformacija liske. Na mrkvi, CeMV izaziva hlorotične pege koje su veoma izražene na mladom lišću. Biljke paštrnaka su otporne na običan soj, ali osetljive prema soju kovrdžavosti lišća. Na peršunu, ovaj virus izaziva različite tipove mozaika, šarenila i žutila lišća.

Slika 2. Virus mozaika celera: Prosvetljavanje nerava

Načini prenošenja i održavanja. CeMV se prenosi većim brojem (26) vrsta biljnih vaši na neperzistentan način, a kao najefikasniji vektori navode se: *Acyrtosiphon pisum*, *Aphis apigraveolens*, *A. fabae* i *Myzus persicae* (Severin and Freitag, 1938; Amal et al., 2012). Vaši mogu usvojiti virus i tokom probne ishrane od nekoliko sekundi i kratkom ishranom za manje od 1 minut, a zatim za isto tako kratko vreme mogu zaraziti zdrave biljke. CeMV se lako prenosi i mehanički preko alata i oruđa, ali ne i semenom zaraženih biljaka. CeMV se održava i prenosi iz godine u godinu u svojim dvogodišnjim domaćinima, a značajan izvor inokuluma predstavljaju i zaražene korovske biljke.

Kontrola. Osnovne mere kontrole su usmerene na eliminaciju ili smanjenje primarnog inokuluma (Raid and Zitter, 2002): (i) proizvodnja celera na prostornoj udaljenosti od drugih dvogodišnjih osetljivih biljaka; (ii) uništavanje korova iz familije štitonoša u usevu i oko useva; (iii) nivo zaraze se može znatno smanjiti uvođenjem perioda od najmanje 2 do 3 meseca bez gajenja osetljivih biljaka, pre svega celera; (iv) uklanjanje biljaka sa simptomima; (v) kontrola populacije vaši. Suzbijanje vaši samo smanjuje brojnost populacije, ali se ne može izbeći i njihova vektorska uloga i sprečiti zarazu.

VIRUS CRVENILA LIŠĆA MRKVE (*Carrot red leaf virus*, CtRLV)

I

VIRUS ŠARENILA LIŠĆA MRKVE (*Carrot mottle virus*, CMoV)

Virus crvenila lišća mrkve (*Carrot red leaf virus*, CtRLV, *Polerovirus*, *Luteoviridae*) i virus šarenila mrkve (*Carrot mottle virus*, CMoV, *Umbravirus*), su dva nesrodna virusa koja u mešanoj zarazi izazivaju oboljenje poznato pod nazivom šarenolika kržljivost mrkve (*Carrot motley dwarf*, CMD). Oba virusa mogu da izazovu i pojedinačne infekcije, ali oboljenje poznato kao šarenolika kržljivost posledica je samo kompleksnih zaraza ovim virusima. Najnovija proučavanja su pokazala da je pored CtRLV i CMoV uključen i *Carrot mottle mimic virus* (CMoMV), koji takođe pripada rodu *Umbravirus*. Kao sledeća komponenta ovog kompleksa koji izaziva šarenoliku kržljivost mrkve je RNK udružena sa virusom crvenila lista mrkve (CtRLV-associated RNA, CtRLVaRNA) za koju je pokazano da nema uticaja na ispoljavanje simptoma (King et al., 2012).

Rasprostranjenost i značaj. Šarenolika kržljivost mrkve je široko rasprostranjeno i veoma štetno kompleksno oboljenje. Prvi put je opisano još 1948. godine u Australiji i od tada je otkriveno u različitim delovima sveta sa hladnijim klimatom (Kanada, Nemačka, Japan, Novi Zeland, Velika Britanija i SAD). U Velikoj Britaniji, ovo oboljenje je, pored virusa žute flekavosti paštrnaka, najrasprostranjenije oboljenje mrkve, s tim što se javlja sa većom učestalošću i pojedinih godina nanosi velike štete usevu mrkve (Koike et al., 2007). U našoj zemlji do sada ovo oboljenje nije identifikovano, mada se simptomi vezani za ovaj sindrom mogu povremeno uočiti.

Kada je mrkva zaražena u ranim fazama razvoja i u uslovima nešto niže temperature (15–20°C) gubici koje ovo oboljenje može da izazove su veliki, jer se oboljenje manifestuje smanjenjem porasta mrkve koje utiče na smanjenje prinosa korena.

Osobine virusa. CMoV ne formira uobičajene virusne čestice. Njegov genom, koji čini pozitivna jednolančana RNA ne poseduje gen za protein omotača i enkapsidacija se obavlja pomoću pomoćnog virusa (*helper virus*), CtRLV. Osim enkapsidacije, CMoV koristi svoj „*helper*“ virus i za prenošenje vektorima-vašima (Falk et al., 1999). Međutim, u pojedinačnim infekcijama, infektivnost CMoV u pufernom ekstraktu zaraženog lišća je neuobičajeno stabilna, mada veoma osetljiva na organske rastvarače, što ukazuje da je infektivna RNA zaštićena strukturama izgrađenim od lipida koji verovatno potiču od ćelije biljke domaćina. U biljkama zaraženim sa CMoV, obmotane strukture oko 52 nm u prečniku uočene su u vakuolama zaraženih ćelija. Moguće je da su ove strukture uključene u repli-

kaciju (umnožavanje) virusa i da štite RNA. Jednolančana RNA poseduje 4 gena, odnosno 4 otvorena okvira čitanja (*open reading frame*, ORF). Prva dva ORFs su uključena u formiranje replikaze (RNA zavisne RNA polimeraze, RdRp), ORF3 kodira protein koji pomaže kretanje virusa od ćelije do ćelije (*movement protein*, MP), a protein kodiran sa ORF4 pomaže transport virusa kroz floem i ima ulogu da štiti RNA. Kako CMoV nema proteinski omotač, zaodeva se proteinom omotača svog pomoćnog virusa. Čestice CtLVR su izometrijskog oblika, prečnika oko 25 nm i sadrže jednolančanu infektivnu RNA, ss (+) RNA. RNA poseduje 6 otvorenih okvira čitanja (*open reading frame*, ORF) i za razliku od predstavnika *Luteovirus* roda na 5' kraju RNA se nalazi kovalentno vezan VPg protein (Koike et al., 2002).

Domaćini. Oba virusa, CMoV i CtRLV, imaju relativno uzak krug domaćina. U prirodi, šarenolika kržljivost mrkve se javlja samo na ograničenom broju biljnih vrsta familije štitonoša: mrkva, divlja mrkva, peršun, korijander, *Anthriscus sylvestris* (divlji, livadski peršun, samonikla šumska krabuljica), korovske biljke *Heracleum maximum* i *H. sphondylium*. U eksperimentalnim uslovima, oba virusa mogu biti preneti vašima na pasulj, francuski peršun (*Anthriscus cerefolium*), petuniju, *Gomphrena globosa* i nekoliko vrsta iz roda *Nicotiana* i *Chenopodium*.

Simptomi. U zavisnosti od uslova spoljašnje sredine i faze razvoja biljke u vreme infekcije, simptomi oboljenja značajno variraju (Watson and Falk, 1994). Ispoljava se najčešće u vidu žutila ili crvenila lišća, kržljivosti, kao i cepanja korena ("kippering") što vodi velikim ekonomskim gubicima gde god se ovo oboljenje pojavi. Kad je prohladno vreme, a biljke sasvim mlade (ne više od 10 cm visine), dolazi do ispoljavanja crvenila i žutila lišća i kržljivosti (Sl.3). Takvi simptomi veoma liče na simptome izazvane poremećajima u ishrani. Metamorfzirani koren, takođe, može da bude značajno zakržljao. U slučaju ranih zaraža, biljke osetljivih sorti mogu u potpunosti da propadnu. Folijarni simptomi na biljkama zaraženim u kasnijim fazama razvoja ili koje rastu u toplijim uslovima, manje su izraženi, a koren takvih biljaka dostiže skoro normalnu veličinu. Ukoliko se mrkva gaji na temperaturama višim od 24°C, iako dođe do infekcije, biljke ne ispoljavaju simptome. Na drugim domaćinima, takođe, dolazi do ispoljavanja izraženog crvenila i žutila lišća, kržljivosti i potpunog kolapsa biljaka.

U pojedinačnoj zarazi CMoV izaziva promenu boje lišća u žutozelenu, usitnjavanje lišća i epinastiju (uvijanje lišća duž glavnog nerva na dole), dok CtRLV na zaraženom lišću mrkve izaziva pojavu crvenila i žutila lišća praćeno kržljivošću biljaka, mada se u prirodi najčešće nalazi u kompleksnoj zarazi sa CMoV.

Slika 3. Kompleksna infekcija virusa crvenila lišća mrkve i virusa šarenila mrkve: crvenilo i žutilo lišća mrkve praćeno kržljavošću biljke

Načini prenošenja i održavanja. CMoV se prenosi mehanički, mada ponekad veoma teško. Ovaj virus može mehanički da zarazi mrkvu, ali i druge biljne vrste familije Apiaceae, kao i neke vrste koje pripadaju familijama Solanaceae, Fabaceae i Chenopodiaceae. U prirodi se prenosi i vašima na cirkulativan nepropagativan način, ali to prenošenje zavisi od „helper“ virusa. Mrkvina lisna vaš, *Cavariella aegopodii*, prenosi CtRLV ako se nalazi u pojedinačnim zarazama, ali će preneti i CMoV, ako se nađe u mešanoj infekciji sa CtRLV (Watson et al., 1964). Interesantno, ako je CtRLV sam prisutan u zaraženoj biljci, vaši ga efikasno prenose, ali ne može biti mehanički prenet. Obrnuto, ako je CMoV sam prisutan u biljci može se preneti sokom zaražene biljke, ali ne može vašima-vektorima. U slučaju mešanih zaraza ova dva virusa, genom CMoV se zaodeva kapsidom CtRLV, što mu omogućava prenošenje sa *Cavariella aegopodii*. Taj se proces naziva transkapsidacija ili genomno maskiranje. Najkraći period ishrane da bi vaš usvojila viruse je 30 minuta, dok inokulaciju zdravih biljaka obavlja za veoma kratak period ishrane, oko 2 minuta (Koike et al., 2002).

U prirodi šarenolika kržljavost mrkve se najčešće javlja na mrkvi, tako da druge biljne vrste familije štitonoša, gajene i korovske, nemaju veliki značaj

u epidemiologiji oboljenja. Osim toga, mrkvina lisna vaš najrađe se ishranjuje i obrazuje kolonije na mrkvi, mada može i na celeru i peršunu. Prema tome, primarni izvor inokuluma su najčešće stari ili zimski usevi mrkve ili zaostale zaražene biljke mrkve koje prezimljavaju i na kojima se populacija mrkvine lisne vaš održava preko zime. Virus koji izazivaju šarenoliku patuljavost mrkve ne prenose se semenom zaraženih biljaka.

Kontrola. U SAD su selekcionisane sorte sa izvesnim stepenom otpornosti, ali imune sorte mrkve ne postoje. Zbog toga osnovnu meru kontrole ovog oboljenja čine preventivne mere kao što su uništavanje svih zaostalih zaraženih biljaka koje predstavljaju izvor zaraze za narednu vegetaciju i prostorno odvajanje prolećnih od zimskih useva, u kojima se virus održava.

VIRUS ŽUTE PEGAVOSTI PAŠTRNAKA (*Parsnip yellow fleck virus, PYFV*)

Rasprostranjenost i značaj. PYFV se javlja u nekoliko evropskih zemalja (Nemačka, Holandija, Velika Britanija), a smatra se da je prisutan i kod nas (Šutić, 1995). PYFV je najčešći virus koji se javlja na paštraku u Evropi. Mada mu je glavni prirodni domaćin paštrnak, jedan je od prouzrokovača bolesti koji izazivaju i najveće ekonomske gubitke u proizvodnji mrkve u Velikoj Britaniji, a prema podacima iz Holandije nanosi velike štete u proizvodnji semenske mrkve.

Osobine virusa. Virus žute pegavosti paštrnaka (PYFV) tipičan je predstavnik roda *Sequivirus*, podfamilija *Comovirinae*, fam. *Secoviridae*. PYFV ima dva tipa izometrijskih čestica veličine oko 30 nm u prečniku (Murant, 1974). Prvi tip čestica su prazne proteinske ljuske, odnosno proteinski omotači, nežne i lako uništive. U drugom tipu čestica nalazi se jednolančana pozitivna RNK, ss (+) RNK. Da bi PYFV bio prenet sa zaražene na zdravu biljku vektorima-vašima, u biljci mora da bude prisutan i pomoćni, „helper“ virus. Pomoćni virus je *Anthriscus yellows virus* (AYV) i bez njegovog prisustva PYFV ne može biti prenet. AYV nije srodan sa PYFV i pripada rodu *Waikavirus* (fam. *Sequiviridae*). AYV je ograničen na floemsko tkivo biljke i ne može da bude prenet sokom zaraženih biljaka. Kao što je šarenolika kržljivost mrkve kompleksno oboljenje i žuta pegavost paštrnaka je kompleksno oboljenje koje izazivaju ova dva virusa.

Populaciju PYFV čine dva serotipa, odnosno dva soja koji se razlikuju serološki: *parsnip* soj, koji je infektivan za paštrnak, celer i divlji peršun i *anthriscus* soj, koji je infektivan za mrkvu, francuski peršun, divlji peršun, korijander i mirođiju (Hemida et al., 1989).

Domaćini. Krug domaćina ovog kompleksa prouzrokovača, PYFV i AYV, se preklapa, ali nije i identičan. Jedino biljne vrste koje su domaćini za oba virusa, mogu, u prirodnim uslovima, da predstavljaju izvore zaraze, odnosno da vaš prenesu kompleks virusa. Takvi domaćini su korovske vrste *Anthriscus sylvestris*

i *Heracleum sphondylium*. Među gajenim biljkama, francuski peršun (*Anthriscus cerefolium*) i korijander su domaćini oba virusa. Ono što iznenađuje je da su tri glavna domaćina PFYV (paštrnak, mrkva i celer) imuni na pomoćni *Anthriscus yellows virus*, pa se PFYV ne prenosi od biljke do biljke svojih glavnih domaćina (Murant and Spence, 2002). To znači da nema sekundarnih infekcija i da su sve zaraze paštrnaka, mrkve i celera, u stvari, primarne zaraze.

Simptomi. Izolati *parsnip* soja izazivaju prvo izraženo sistemično žućenje krupnih i sitnih nerava–mrežavost liske, a kasnije se razvija karakteristična žuta pegavost i mrljavost ili jasan mozaik. Biljke celera, zaražene ovim sojem ispoljavaju simptome u vidu mrežavosti površine lista, žute pege i deformacije liske, a može se javiti i izražena kržljivost, nekroza i hlorotična mrljavost.

Izolati *anthriscus* soja izazivaju na mladim biljkama mrkve izraženu kržljivost, nekrozu i prerano propadanje celih biljaka. U slučaju kasnijih zaraza, najčešći simptomi su u vidu šarenila lišća sa žutim mrljama. Mnoge zaražene biljke mrkve formiraju deformisan koren (Sl. 4) ili veći broj sekundarnih korenova. Vrh korena izgleda zaobljen (oblik cigarete) i često dolazi do njegove unutrašnje nekroze i truljenja. I na drugim domaćinima javljaju se slični simptomi, propadanje korena od vrha (*dieback symptom*), što je veoma značajno u semenskim usevima.

Slika 4. Virus žute pegavosti paštrnaka: deformacije korena mrkve

Načini prenošenja i održavanja. U prirodnim uslovima, PYFV se prenosi na poluperzistentan način vašima *Cavariella aegopodii* i *C. pastinacae*, ali ne i vrstama *C. theobaldi* ili *Myzus persicae* (Murant and Spence, 2002). Ako se vaš hrani prvo na biljci zaraženoj sa AYV, pa zatim na biljci zaraženoj sa PYFV, oba virusa će biti preneti na zdravu biljku, ali vaš koja se ishranjuje obrnutim redosledom, preneće samo AYV. Prema tome, PYFV zavisi od svog pomoćnog virusa i bez njega ne bi mogao da bude prenet sa zaražene na zdravu biljku. Adulti koji nose oba virusa u sebi, infektivnost zadržavaju obično jedan, retko do četiri dana. Prilikom presvlačenja, larve gube infektivnost, što ukazuje na značaj odraslog insekta u prenošenju. Minimum vremena koji je potreban da vaš usvoji oba virusa ishranom na zaraženoj biljci iznosi 10 do 15 minuta, a zaražava zdravu biljku ishranom za svega dva minuta. Latentni period ne postoji i kad usvoji vaš viruse može odmah i da prenese.

Kontrola. Istraživanja, sprovedena u Velikoj Britaniji, pokazuju da sistemski insekticidi, kao što su oni koji se primenjuju za suzbijanje mrkvine muve, psile (*Psila rosae*) mogu da spreče epidemijsku pojavu PYFV, mada su takva tretiranja semenskog useva mrkve u Holandiji omogućila samo ograničenu kontrolu virusa i oboljenja koje izaziva (Murant and Spence, 2002). Korovske vrste *Anthriscus sylvestris* i *Heracleum sphondylium* toliko su rašireni u Evropi, da njihovo uklanjanje i uništavanje kao osnovnih izvora primarnih zaraza praktično nije moguće.

VIRUS MOZAIKA LUCERKE (*Alfalfa mosaic virus*, AMV)

Virus mozaika lucerke pripada rodu *Alfavirus*, fam. *Bromoviridae*. AMV zaražava celer, mrkvu i druge vrste familije *Apiaceae*, ali se najčešće javlja na celeru. Detektovan je i na korovskim biljkama familije štitonoša uključujući kukutu i divlju mrkvu, koje predstavljaju značajne izvore inokuluma (Gilbertson, 2002). AMV ne izaziva na celeru ekonomski važne štete, ali ponekad je, kao u Engleskoj, jedan od najčešće detektovanih i najvažnijih virusa koji zaražava ovu biljku. Na zaraženim biljkama celera izaziva niz simptoma uključujući blagi, svetlozeleni mozaik, žućkaste koncentrične pege, šarenilo ili upadljive žutozelene pege i mrlje ili izražen mozaik. Na lišću celera javlja se i beličasto obezbojavanje koje zahvata veće površine liske i taj simptom se naziva kaliko mozaik. Često se kaliko simptom pogrešno tumači kao genetička abnormalnost nazvana himera (svetložute mrlje). Ponekad AMV izaziva deformacije liske u vidu naboranosti, mehuravosti i uvijanja, a zaražene biljke zaostaju u porastu i kržljave su. Generalno, AMV izaziva izraženije simptome na starijem lišću. AMV prenosi veliki broj lisnih vaši na neperzistentan način. Prenosi se semenom lucerke, ali ne i semenom

biljaka iz familije štitonoša, pa je najbolja strategija u kontroli ovog virusa izbegavanje gajenja celera u blizini useva lucerke i deteline.

MANJE ZNAČAJNI VIRUSI BILJAKA FAMILIJE ŠTITONOŠA

Manje značajni virusa familije štitonoša su virus mozaika krastavca, virus mozaika paštrnaka i virus bronzavosti paradajza (Šutić, 1995; Krstić i sar., 2018).

Virus mozaika krastavca

Virus mozaika krastavca (*Cucumber mosaic virus*, CMV) pripada rodu *Cucumovirus*, fam. *Bromoviridae*. Pored brojnih drugih biljaka domaćina ovog virusa, CMV je virus koji se javlja i na biljkama familije štitonoša. U našoj zemlji CMV je identifikovan na celeru (Aleksić i sar., 1980). Na lišću mrkve izaziva pojavu žutog mozaičnog šarenila, a na celeru pojavu beličastog mozaika, blede hlorotične pruge duž nerava i oko njih, poznate kao kaliko mozaik. Zbog karakterističnog spajanja uzdužnih pega nalik na list hrasta, oboljenje je još poznato i kao hrastoliki mozaik. Na lišću paštrnaka izaziva hlorotične pege, linije i mozaične šare. CMV se održava u brojnim domaćinima, kako korovskim, tako i gajenim biljkama, a njegovo širenje omogućavaju lisne vaši na neperzistentan način.

Virus mozaika paštrnaka

Virus mozaika paštrnaka (*Parsnip mosaic virus*, ParMV) pripada najbrojnijem rodu biljnih virusa, *Potyvirus*, fam. *Potyviridae*. Prvi put je opisan 1967. godine u Škotskoj, a zatim je detektovan i u SAD. Često se javlja u mešanim infekcijama sa drugim virusima biljaka familije *Apiaceae*, kao što je virus žute pegavosti paštrnaka. U prirodnim uslovima ParMV zaražava nekoliko vrsta iz familije *Apiaceae*, kao i nekoliko vrsta familija *Amaranthaceae* i *Scrophulariaceae*. Na paštrnaku, ParMV izaziva simptome blagog mozaika, koji se često u toku vegetacije povlače, tako da se zaražena biljka, na osnovu simptoma, ne može uočiti. Na eksperimentalnim domaćinima izaziva lokalne pege ili nekrozu nerava.

Širenje ParMV u prirodi omogućavaju biljne vaši *Carvariella aegopodii*, *C. theobaldi* i *Myzus persicae* na neperzistentan način. Virus se prenosi veoma lako i mehanički, sokom zaraženih biljaka.

Virus bronzavosti paradajza

Virus bronzavosti paradajza (*Tomato spotted wilt virus*, TSWV) pripada rodu *Tospovirus*, fam. *Bunyaviridae*. TSWV je veoma raširen svetom, krug njegovih domaćina je širok, preko 1000 biljnih vrsta, i veoma je štetan u proizvodnji mnogih gajenih biljaka. Prisutan je i u našoj zemlji i detektovan je na mnogim biljnim vrstama sa tendencijom stalnog širenja na nove (Krstić i sar., 2008). Još

uvek nije detektovan na štitonošama kod nas, ali s obzirom na široku rasprostranjenost i laku adaptaciju na novog domaćina, treba očekivati da je moguće da se pojavi i na ovim biljnim vrstama. Najčešće se, od štitonoša, javlja na celeru prouzrokujući prvo male, lokalizovane, hlorotične i nekrotične pege koje se sjedinjuju u nekrotične lezije izazivajući sušenja lišća. Sistemično širenje kroz biljku ispoljava se prvo u svetlo žutom prosvetljavanju nerava koje prelazi u nekrozu. Na lisnim peteljkaama mogu se javiti tamne, ulegnute pege i nekroza. Širenje TSWV omogućavaju tripsi, a najznačajniji vektor je vrsta *Frankliniella occidentalis*, kalifornijski cvetni trips. TSWV se nalazi na karantinskoj listi IA deo II, iako je prisutan u našoj zemlji, kao stalno upozorenje na njegovu štetnost i potrebu za daljim širenjem u nove lokalitete ili na nove domaćine.

ZAKLJUČAK

Povrtarske i začinske biljke iz familije Apiaceae (štitonoše) u prirodi može da zarazi preko 30 vrsta virusa. Neki od njih prvenstveno se javljaju na štitonošama i na njima su prvi put opisani kao što su virus mozaika celera (*Celery mosaic virus*, CeMV), virus crvenila lišća mrkve (*Carrot red leaf virus*, CtRLV) i virus šarenila mrkve (*Carrot mottle virus*, CMoV), dok drugu grupu čine opšte rasprostranjeni virusi širokog kruga domaćina kao što su virus mozaika lucerke (*Alfalfa mosaic virus*, AMV), virus mozaika krastavca (*Cucumber mosaic virus*, CMV) i virus bronzavosti paradajza (*Tomato spotted wilt virus*, TSWV). U našoj zemlji na biljkama familije Apiaceae opisana su tri virusa: CeMV, CMV i TSWV. CeMV je jedan od ekonomski najznačajnijih virusa, pre svega celera, ali može da zarazi i mrkvu, paštrnak, peršun, mirođiju i kim. Za održavanje i prenošenje CeMV iz vegetacije u vegetaciju najznačajniji su njegovi dvogodišnji domaćini, mada značajan izvor inokuluma predstavljaju i korovske vrste domaćini ovog virusa. Širenje virusa u usev obavlja se pomoću većeg broja vaši. Vaši CeMV prenose na neperzistentan način i vreme ishrane potrebno za usvajanje kao i za zaražavanje biljaka je vrlo kratko. I sama probna ishrana je dovoljna za usvajanje i prenošenje virusa. Osim toga virus se lako prenosi mehanički, ali ne i semenom svojih domaćina pa, osnovne mere kontrole čine: prostorna izolacija biljaka domaćina, primena plodoreda, uništavanje korova i zaraženih biljaka i hemijska kontrola vektora u cilju smanjenja njihove populacije. Mada ne izaziva ekonomski značajne štete, AMV jedan od najčešće detektovanih i najvažnijih virusa celera u Engleskoj. Osim na celeru, javlja se i na mrkvi, kukuti i divljoj mrkvi. Širenje virusa tokom vegetacije omogućavaju vektori-vaši koje AMV prenose na neperzistentan način. AMV se ne prenosi semenom štitonoša, pa je osnovna mera kontrole oboljenja koje ovaj virus izaziva prostorna izolacija useva štitonoša od lucerke i deteline. Još jedno od ekonomski značajnih oboljenja štitonoša jeste i šarenolika

kržljivost mrkve koja predstavlja kompleksno oboljenje koje izaziva više virusa: CtRLV, CMoV, CMoMV i CtRLVaRNA. Najznačajniji domaćini ovog kompleksa su mrkva, peršun i korijander. Aktivan vektor ovog kompleksa je mrkvina lisna vaš, *Cavariella aegopodii*, koja viruse prenosi na cirkulativan nepropagativan način. *C. aegopodii* se najčešće ishranjuje i obrazuje kolonije na mrkvi, zbog čega upravo ova vrsta ima najveći značaj za održavanje ovih virusa u prirodi. CMoV i CtRLV se ne prenose semenom svojih domaćina i osnovu kontrole oboljenja koje izazivaju čini primena preventivnih mera kao što su uništavanje svih zaostalih zaraženih biljaka nakon žetve i prostorno odvajanje prolećnih od zimskih useva. PYFV jedan je od najčešćih virusa na paštraku u Evropi. Virus žute pegavosti paštraka (*Parsnip yellow fleck virus*, PYFV) se prenosi na poluperzistentan način vašima *Cavariella aegopodii* i *C. pastinacae*, ali samo ukoliko se vaš hrani prvo na biljci zaraženoj sa pomoćnim virusom, *Anthriscus yellows virus* (AYV). Obrnuto, vaš će biti sposobna da prenese samo AYV. Krug domaćina ovih virusa samo se donekle preklapa, tako da su biljke koje su domaćini oba virusa kao što su francuski peršun, korijander i korovske vrste *Anthriscus sylvestris* i *Heracleum sphondylium* jedini izvori zaraze. S obzirom da su mrkva, celer i paštrnak imuni na pomoćni virus, sve zaraze koje se javljaju na ovim domaćinima su primarne. Osnovna mera kontrole oboljenja koje izaziva PYFV bila bi uništavanje korova *Anthriscus sylvestris* i *Heracleum sphondylium*, ali s obzirom na njihovu raširenost u Evropi to je praktično nemoguće. Manje značajni virusi štitonoša su: virus mozaika krastavca, virus mozaika paštraka i virus bronzavosti paradajza.

Zahvalnica

Ovaj rad je realizovan kao deo ugovora o realizaciji i finansiranju naučnih istraživanja u 2020. godini između Ministarstva obrazovanja, nauke i tehnološkog razvoja Srbije i Univerziteta u Beogradu-Poljoprivrednog fakulteta (Ugovor br 451-03-68 / 2020- 14/200116).

LITERATURA

- Adams, I. P., Skelton, A., Macarthur, R., Hodges, T., Hinds, H., Flint, L., Deb Nath, P., Boonham, N., Fox, A. (2014): Carrot yellow leaf virus Is Associated with Carrot Internal Necrosis. PLoS ONE 9(11): e109125. doi:10.1371/journal.pone.0109125
- Alabi, O. J., Gaytán, B. C., Al Rwahnih, M., Villegas, C. (2020): A Description of the Possible Etiology of the Cilantro Yellow Blotch Disease. Plant Dis. 104 (3): 630–633.
- Aleksić, Ž., Aleksić, D., Šutić, D. (1980): Bolesti povrća i njihovo suzbijanje. Nolit, Beograd.
- Amal, A.A., Salwa, N.Z., Eman, A.H.K. (2012): Characterization of *Celery mosaic virus* Isolated from Some Apiaceae Plants. Int. J. Virol. 8: 214–223.

- Bem, F., Murant, A. F. (1979): Transmission and differentiation of six viruses infecting hogweed (*Heracleum sphondylium*) in Scotland. *Ann. App. Biol.* 92: 237–242.
- Davis, R.M., Raid, R.N. (2002): Compendium of umbelliferous crop diseases. The American Phytopathological Society, St. Paul, Minesota, SAD.
- Dijk, P., Bos, L. (1989): Survey and biological differentiation of viruses of wild and cultivated umbelliferae in the Netherlands. *Neth. J. Plant Pathol.* 95: 1–34.
- Elnagar, S., Murant, A. F. (1976): Relations of the semi-persistent viruses, parsnip yellow fleck and anthriscus yellows, with their vector, *Cavariella aegopodii*. *Ann. App. Biol.* 84 (2): 153–167.
- Falk, B. W., Tian, T., Yeh, H.-H. (1999): Luteovirus-associated viruses and subviral RNAs. *Curr. Top. Microbiol. Immunol.* 239: 159–75.
- Gilbertson, R. L. (2002): In: Compendium of umbelliferous crop diseases. pp. 51. (eds. Davis, R. M., Raid, R. N.). The American Phytopathological Society, St. Paul, Minnesota, SAD.
- Gungoosingh-Bunwaree, A., Menzel, W., Winter, S., Vally, V., Seewoogoolam, R., Beni Madhu, S. P., Vetten, H. J. (2009): First Report of Carrot red leaf virus and Carrot mottle virus, Causal Agents of Carrot Motley Dwarf, in Carrot in Mauritius. *Plant Dis.* 93 (11): 1218.
- Hemida, S. K., Murant, A. F., Duncan, G. H. (1989): Purification and some particle properties of anthriscus yellows virus, aphloem-limited semi-persistent aphid-borne virus. *Ann. Appl. Biol.* 114: 71–86.
- King, A.M.Q., Lefkowitz, E., Adams, M.J., Carstens, E.B. (2012): Virus Taxonomy: Ninth Report of the International Committee on Taxonomy of Viruses. Elsevier Academic Press, San Diego, Kalifornija, SAD.
- Koike, S. T., Nunez, J. J., Falk, B. W. (2002). Carrot Motley Dwarf. Pp. 51–52. In: Compendium of umbelliferous crop diseases. (eds. Davis, R. M., Raid, R. N.). The American Phytopathological Society, St. Paul, Minesota, SAD
- Koike, S.T., Gladders, P., Paulus, A.O. (2007): Vegetable Diseases: A Color Handbook, 2nd edition. Manson Publishing Ltd., London, UK.
- Krstić, B., Bulajić, A., Đekić, I., Berenji, J. (2008): Virus bronzavosti paradajza–jedan od najdestruktivnijih biljnih virusa. *Pestic. Fitomed.* 23: 153–166.
- Krstić, B., Stanković, I., Vučurović, A. (2018): Viroze ratarskog, povrtarskog i ukrasog bilja. Univerzitet u Beogradu-Poljoprivredni fakultet.
- Murant, A. F. (1974): Descriptions of Plant Viruses. No 137, Assoc. Appl. Biol. Kew, England.
- Murant, A. F., Spence, N. (2002): Parsnip Yellow Fleck. In: Compendium of umbelliferous crop diseases. pp. 56–57. (eds. Davis, R. M., Raid, R. N.). The American Phytopathological Society, St. Paul, Minesota, SAD.
- Nicolas, A. N., Plunkett, G. M. (2009): The demise of subfamily Hydrocotyloideae (Apiaceae) and the re-alignment of its genera across the entire order Apiales. *Mol. Phylogenet. Evol.* 53(1): 134–151.
- Raid, R. N., Zitter, T. A. (2002): Celery mosaic virus.. In: Compendium of umbelliferous crop diseases. pp. 53–54. (eds. Davis, R. M., Raid, R. N.). The American Phytopathological Society, St. Paul, Minesota, SAD.

- Severin, H. H. P., Freitag, J. H. (1938): Western celery mosaic. *Hilgardia* 11 (9): 493–558.
- Šutić, D. (1995): Viroze biljaka. Institut za zaštitu bilja i životnu sredinu, Beograd.
- Walkey, D. G. A., Tomlinson, J. A., Frowd, J. A. (1970): Occurrence of Western Celery mosaic virus in Umbelliferous-D crops in Britain. *Plant Dis. Rep.* 54: 370–371.
- Walkey, D. G. A., Cooper, V. C. (1971): Effect of western celery mosaic on celery crops in Britain and occurrence of the virus in umbelliferous weeds. *Plant Dis. Rep.* 55: 268–271.
- Watson, M. T., Falk, B. W. (1994): Ecological and Epidemiological Factors Affecting Carrot Motley Dwarf Development in Carrots Grown in the Salinas Valley of California. *Plant Dis.* 78 :477–48
- Watson, M., Serjeant, E.P., Lennon, E.A. (1964): Carrot motley dwarf and parsnip mottle viruses. *Ann. App. Biol.* 54: 153–166.

Abstract

VIRUS DISEASES OF APIACEAE

Ivana Stanković, Branka Krstić

University of Belgrade, Faculty of Agriculture, Belgrade

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

The Apiaceae are a large plant family consisting of approximately 250 genera and over 3,000 species grown worldwide. Its representative vegetables are carrot, parsley, parsnip and celery, as well as some well-known spice plants such as fennel, anise, caraway, dill, and coriander. Their production is imperiled by numerous pathogens, among which viruses are of great importance. Globally more than 30 viruses are known to affect carrot and other plant species belonging to family Apiaceae. The principal viruses are: *Celery mosaic virus* (CeMV), *Parsnip yellow fleck virus*, (PYFV), *Carrot red leaf virus* (CtRLV) and *Carrot mottle virus* (CMoV). In Serbia, three viruses are present on carrot and celery: CeMV, *Cucumber mosaic virus* (CMV) and *Tomato spotted wilt tospovirus* (TSWV). The economic importance of viruses infecting umbelliferous has long been recognised due to the foliar symptoms and viral die-back of seedlings. These viruses affect carrot crops only sporadically, but when they do occur they can be devastating. Other umbelliferous viruses are known to occur worldwide, however, their effects are not clear.

Key words: Apiaceae, *Celery mosaic virus*, *Parsnip yellow fleck virus*, *Carrot red leaf virus*, *Carrot mottle virus*