

## BAKTERIOZE TIKAVA

Nevena Zlatković<sup>1</sup>, Katarina Gašić<sup>2</sup>, Anđelka Prokić<sup>1</sup>, Aleksa Obradović<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni fakultet, Zemun

<sup>2</sup>Institut za zaštitu bilja i životnu sredinu, Beograd

E-mail: nevena\_blojevic@yahoo.com

### Izvod

Biljke familije Cucurbitaceae imaju dugu tradiciju proizvodnje širom sveta. U pojedinim krajevima Srbije, naročito severnim, proizvodnja krastavca, lubenice i dinje predstavlja primarno zanimanje mnogih poljoprivrednih gazdinstava. Pojava bakterioza u godinama sa uslovima koji pogoduju nastanku infekcije, može značajno ugroziti proizvodnju ovih biljaka. U ovom radu predstavljena su najznačajnija bakteriozna oboljenja biljaka familije Cucurbitaceae, među kojima su: bakteriozna mrljavost plodova lubenice, čiji je prouzrokovač *Acidovorax citrulli*, uglavna pegavost lišća krastavca, prouzrokovana bakterijom *Pseudomonas syringae* pv. *lachrymans*; bakteriozna uvelost krastavca prouzrokovana vrstom *Erwinia tracheiphila*; bakteriozna pegavost koju prouzrokuje *Xanthomonas cucurbitae*; potom žutilo vreža, čiji je prouzrokovač *Serratia marcescens*; zatim bakteriozna lisna pegavost prouzrokovana *Pseudomonas syringae* pv. *syringae*; kao i bakteriozna vlažna trulež prouzrokovana vrstama roda *Pectobacterium*.

**Ključne reči:** bakterioze, Cucurbitaceae, *Acidovorax*, *Pseudomonas*, *Pectobacterium*, *Xanthomonas*, *Erwinia*, *Serratia*

### UVOD

Vrste roda *Cucurbita* gaje se od davnina širom sveta i imaju znatan udeo u povrtarskoj proizvodnji. Familija Cucurbitaceae obuhvata oko 120 rodova, u okviru kojih se nalazi preko 800 različitih vrsta. U Srbiji je najzastupljenija proizvodnja krastavca (*Cucumis sativus*), zatim lubenice (*Citrullus lanatus*) i dinje (*Cucumis melo*). Podaci Organizacije za hranu i poljoprivredu (eng. Food and Agriculture Organization, FAO) iz 2017. godine ukazuju da su najveći svetski proizvođači lubenice, krastavca i dinje bili Kina, Turska i Iran (FAO, 2019). Srbija pripada grupi srednjih proizvođača lubenice u Evropi (Zlatković i sar., 2017). Upotrebom novih, kvalitetnijih genotipova, smanjene su površine pod ovim biljnim vrstama, dok je istovremeno prinos uvećan. Plodove i seme odlikuje obilje korisnih materija od kojih su najznačajniji proteini, složeni šećeri, masti, mineralne materije i vitamin D, stoga ove vrste imaju široku industrijsku primenu. (Gvozdanović-Varga, 2011). Pojavom biljnih bolesti dolazi do narušavanja procesa proizvodnje. Naročitu

opasnost mogu prouzrokovati fitopatogene bakterije. Masovna pojava bakterioza nije česta u nas, ali u godinama sa vremenskim prilikama pogodnim za razvoj infekcije, gubici mogu biti veliki (Zlatković, 2018).

### Bakteriozna mrljavost plodova lubenice

Bakteriozna mrljavosti plodova lubenice koju prouzrokuje *Acidovorax citrulli* (Webb i Goth, 1965; Schaad i sar., 1978), sporadično se pojavljivala do kasnih osamdesetih godina prošlog veka. Međutim, 1987. godine na Marijanskim ostrvima i Floridi, zabeležena je prva značajna pojava bakteriozne mrljavosti, kada su čitavi usevi lubenice bili izgubljeni (Wall i Santos, 1988; Somodi i sar., 1991). Do razvoja infekcije došlo je na plodovima u fazi fiziološke zrelosti, a materijalni gubici bili su ogromni. Do 1996. godine, sva pažnja bila je usmerena na lubenicu, s obzirom da je iz godine u godinu dolazilo do sve većih gubitaka u proizvodnji. Ipak, u tom periodu, nastaju infekcije i na drugim vrstama porodice Cucurbitaceae širom sveta; na dinji (Isakeit i sar., 1997; Assis i sar., 1999), tikvi (Langston i sar., 1999) i na krastavcu (Martin i O'Brien, 1999). Patogen se vrlo brzo proširio u ostale delove sveta, uglavnom putem zaraženog semena i sadnog materijala. Od zemalja u našem okruženju, bakteriozna mrljavost uočena je u Mađarskoj 2007. godine, dok je u Grčkoj ovo oboljenje opisano 2010. godine (Palkovics i sar., 2008; Holeva i sar., 2010). U Srbiji, kao i na području Evropske i mediteranske organizacije za zaštitu bilja (EPPO), *A. citrulli* ima karantinski status i nalazi se na listi IA, I deo. Ipak, u leto 2014. godine prisustvo bakterije utvrđeno je na području Srema (Obradović i sar., 2014; Popović i Ivanović, 2014).

Krug domaćina *A. citrulli* obuhvata vrste porodice Cucurbitaceae, lubenicu (*Citrullus lanatus*), dinju (*Cucumis melo*), krastavac (*Cucumis sativus*), bundevu (*Cucurbita pepo*) i muskatnu tikvu (*Cucurbita moschata*). Ekonomski značajne štete zabeležene su u proizvodnji lubenice i dinje, gde ukoliko vremenski uslovi pogoduju razvoju infekcije, gubici u prinosu dostižu 100%.

Simptomi bolesti mogu se uočiti na svim nadzemnim delovima biljaka, listovima, vrežama i plodovima (OEPP/EPPO, 2016). Prvi simptomi ispoljavaju se na naličju kotiledona, u vidu pega duž nerava, vodenastog izgleda i nepravilnog oblika (Slika 1.). Nakon nekoliko dana tkivo unutar pega postaje tamnije i nekrotira. Infekcija može zahvatiti i hipokotil, što dovodi do izumiranja biljke. Na listovima zaraženih biljaka uočavaju se sitne, tamno mrke pege, nepravilnog oblika. Tamno mrke nekrotične pege uočavaju se i na vrežama, koje vremenom pucaju i stvaraju uzdužne rak rane. Na mestu infekcije može se pojaviti i bakterijski eksudat (OEPP/EPPO, 2016; Zlatković, 2018).



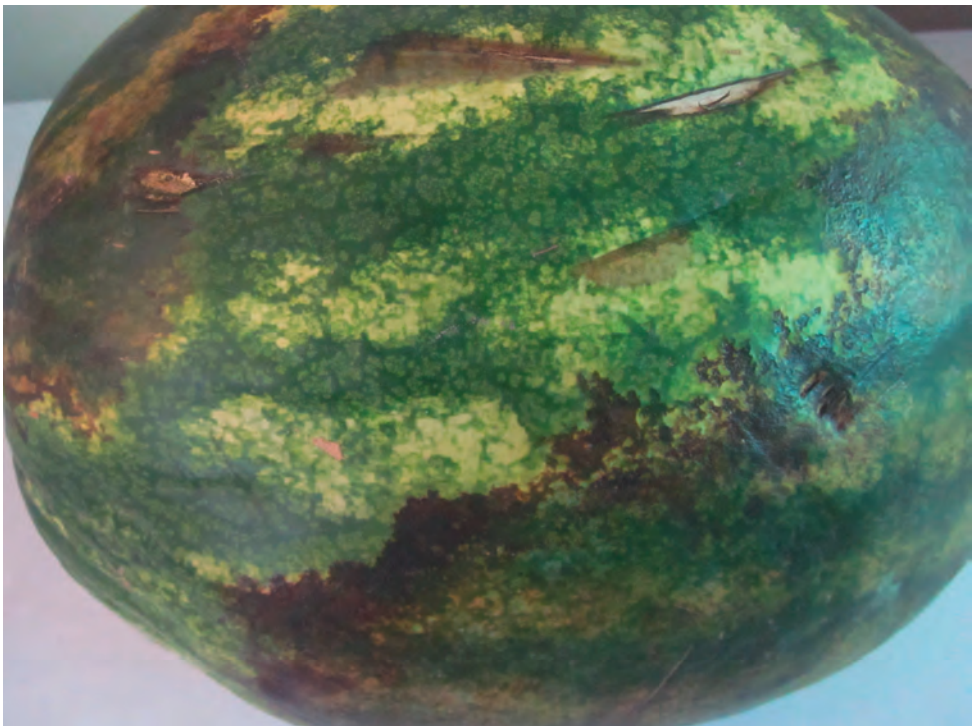
Slika 1. *A. citrulli* - Pege vodenastog izgleda s naličja kotiledona. Početna faza infekcije.  
(Foto: N. Zlatković)

Najkarakterističniji simptomi bakterijske mrljivosti ispoljavaju se na zrelim plodovima lubenice i dinje. Na lubenici se uočava tamno maslinasto-zelena pega (mrlja) na gornjoj strani ploda, koja je u početku u vidu vodenaste zone veličine nekoliko milimetara, i koja se brzo uvećava do pege prečnika nekoliko centimetara sa nepravilnom ivicom (Slika 2.) (Somodi i sar., 1991). U roku od nekoliko dana, pege se mogu proširiti na ostatak površine ploda, ostavljajući samo donji deo ploda bez simptoma. Pege su posebno vidljive pred zrenje plodova (OEPP/EPPO, 2016). Vremenom tkivo u okviru pega nekrotira i puca, a kroz nastale lezije prodiru i drugi patogeni, pa tako dolazi do razmekšavanja unutrašnjeg tkiva ploda. Oboleli plodovi su potpuno neupotrebljivi i nemaju komercijalnu vrednost (Obradović i sar., 2014).

Na plodovima dinje simptomi se ispoljavaju u vidu sitnih, ulegnutih pega koje se ne šire po površini ploda. Ukoliko su brojne, pege se mogu spojiti i tada se formira veća zona u okviru koje tkivo puca i dolazi do razmekšavanja unutrašnjeg tkiva (OEPP/EPPO, 2016).

Utvrđeno je da se patogen održava i prenosi semenom (Rane i Latin, 1992). S obzirom da se na zaraženom semenu lubenice ne mogu uočiti nikakvi simptomi, prepoznavanje oboljenja je dosta otežano. Pojedine korovske vrste tikava, kao što su *Citrullus lanatus* var. *citroides* i *Cucumis anguria* var. *anguria*, kao i oboleli biljni ostaci, mogu predstavljati potencijalni izvor inokuluma (Isakeit i sar., 1998).

Mikroklimatski uslovi u objektima za proizvodnju rasada lubenice idealni su za razvoj i širenje infekcije, što kasnije za posledicu može imati visok procenat zaraze biljaka u polju. Širenju patogena doprinose kišne kapi, zalivanje orošavanjem, gust sklop biljaka, visoka temperatura i vlažnost vazduha. Ispoljavanje simptoma je veoma varijabilno. Naime u zavisnosti od virulentnosti patogena, simptomi na kotiledonima mogu biti jasno izraženi, ili teško uočljivi. Osim toga, ukoliko nastupe nepovoljni uslovi, infekcija se zaustavlja, ali se bakterija i dalje održava u biljci domaćinu, ili kao epifit, na sejancima. Nakon rasađivanja na stalno mesto, zaražene biljke iz rasadnika postaju izvor za širenje sekundarnih infekcija tokom vegetacije (Obradović i sar., 2014). U polju značajnu ulogu u širenju infekcije imaju obilne prolećne i letnje kiše i vetrovito vreme. Uspostavljanje pravilne dijagnoze otežava činjenica da simptomi na listovima biljke često podsećaju na posledice abiotskog stresa.



Slika 2. *A. citrulli* - Pege nepravilnog oblika na plodu lubenice. Kasnija faza infekcije.  
(Foto: N. Zlatković)

Plodovi lubenice i dinje naročito su osetljivi prema *A. citrulli*. Do prodora patogena može doći putem prirodnih otvora ili povreda na epidermisu, ili preko ženskog cveta u fazi cvetanja. Pojedini autori navode aktivnosti pčela u fazi oprašivanja kao faktor koji pomaže širenju patogena u prirodi (Fessehaie i sar.,

2005). Poseban problem u semenskoj proizvodnji i detekciji patogena predstavlja činjenica da se iz plodova koji naizgled deluju zdravo može dobiti kontaminirano seme, upravo zbog latentnih infekcija ili neodgovarajućih vremenskih uslova za ispoljavanje simptoma. S obzirom da je primarni način održavanja patogena semenom, mere zaštite i kontrole patogena su dosta složene. Latentne infekcije doprinose dospevanju zaraženog semena na njive i daljoj distribuciji patogena. Najvažnija mera zaštite je setva deklarisanog, zdravog semena ili zdravstveno kontrolisanog rasada. U tom cilju svakako su na prvom mestu karantinske mere zaštite, odnosno kontrola zdravstvenog stanja biljnog materijala u prometu prilikom uvoza (Obradović i sar., 2014). Takođe, treba sprovoditi mere dezinfekcije površina, materijala i pribora za proizvodnju rasada. U polju treba primeniti plodored, uklanjati zaražene plodove po završetku sezone, suzbijati srodne i samonikle biljke, kao i uklanjati sumnjive biljke tokom sezone. Za sada nisu poznate sorte u potpunosti otporne prema ovom patogenu (Burdman i Walcott, 2012). Od hemijskih tretmana koji se preporučuju u zaštiti, među najefikasnijim su se pokazali preparati na bazi bakra, posebno ukoliko se primene preventivno (Burdman i Walcott, 2012).

### **Uglasta pegavosti lišća krastavca**

Uglasta pegavost lišća krastavca, čiji je prouzročivač *Pseudomonas syringae* pv. *lachrymans*, opisana je 1915. godine od strane Bryan-a i Smith-a (Arsenijević, 1997). Ovaj patogen je dosta prilagodljiv, stoga se rasprostire širom sveta. Pojava uglaste pegavosti krastavca prouzrokovala je gubitke velikih razmera od sredine prošlog veka u Japanu, Rusiji i Americi (Watanabe and Ohuchi, 1983; Gorlenko and Voronkevich, 1946, loc. cit. Bhat et al., 2010). U slučaju da infekcija potiče iz semena, može doći do potpunog izumiranja klijanaca, kao što se 1992. godine dogodilo u proizvodnom zasadu u Egiptu (El-Sadek i sar., 1992, loc. cit. Bhat i sar., 2010).

Na teritoriji Srbije *P. s. pv. lachrymans* je dugo prisutan. Naročiti gubici u proizvodnji zabeleženi su 60ih i 70ih godina prošlog veka u Vojvodini, koja je poznata po uzgajanju vrsta porodice Cucurbitaceae (Arsenijević, 1997). U proleće 2006. i 2007. godine, uočena je pojava jake infekcije prouzrokovane ovim patogenom u usevu krastavca i dinje, kada je sav biljni materijal likvidiran pre kraja sezone (Ristić i sar., 2007). Iako poslednjih godina nisu zabeležene pojave infekcija značajnih razmera, u uslovima koji pogoduju razvoju bolesti, infekcije mogu dosegnuti i 80% ukupnog prinosa (Mijatović i sar., 2007).

Imajući u vidu da je primarni našin prenošenja patogena semenom, prvi simptomi oboljenja se najčešće mogu uočiti već na kotiledonima. Dolazi do pojave pega okruglastog oblika, vodenastog izgleda, u okviru kojih tkivo vremenom izumire i dobija mrku boju. Posledica ovog procesa jeste deformacija, sušenje kotiledona, pa i izumiranje biljke. Za uglastu lisnu pegavost, karakteristična je pojava sekundarnih infekcija. Simptomi se uočavaju na naličju listova, u vidu



pega ograničenih lisnim nervima, stoga su dobile naziv „uglaste“ pege. U početku razvoja infekcije, one imaju uljast izgled, a vremenom dolazi do promene boje tkiva u mrku. Kada je vreme vlažno, moguće je uočiti kapi bakterijskog eksudata na naličju lista, što je simptom od dijagnostičkog značaja (Arsenijević, 1997). Tkivo unutar pega vremenom odumire, dolazi do njegovog ispadanja i pojave rešetavosti. Zaraza se sa listova prenosi na ostale biljne delove. Na plodovima je sličan razvoj simptoma, s tim što se u okviru razmekšanog tkiva uočava obilno isticanje eksudata ćilibarne boje, u obliku suze, odakle i potiče ime ovog patogena (lat. *lachryma*). Dalje, dolazi do infekcije semena, gde se patogen najčešće zadržava i prezimljava (Arsenijević, 1997).

Krastavac, bundeva, dinja i tikvica su najčešći domaćini *P. s. pv. lachrymans*. Takođe su zabeležene pojave infekcije i drugih, srodnih vrsta, kao što je lubenica (Zlatković, 2018). Patogen se može održavati i u ostacima obolelih biljaka u zemljištu. Za ovaj proces neophodan je visok nivo vlažnosti zemljišta (Kritzman i Zutra, 1983). Kišne kapi i insekti pomažu raznošenju bakterije i širenje infekcije na zdrave biljke.

Upotreba zdravstveno ispravnog, deklarisanog semena ili zdravstveno kontrolisanog rasada, predstavlja najvažniju meru za sprečavanje pojave većine bakterioza biljaka (Obradović i sar., 2014). Takođe, u prevenciji pojave uglaste pegavosti krastavca navode se kasnija setva, primena pravilnih agrotehničkih mera, plodoređa, kao i optimalna prihrana, naročito azotnim đubrivima (Arsenijević, 1997).

### **Bakteriozna lisna pegavost**

U Holandiji, 1902. godine, otkriven je prouzrokovatelj bakteriozne pegavosti i uvelosti zeljastih biljaka i rak-rana i bakterioznog izumiranja voćaka, vrsta *Pseudomonas syringae* pv. *syringae*. Bakterija je izolovana iz jorgovana (*Syringa vulgaris*), po kome je i dobio ime. Ovog patogena karakterišu velika polifagnost i rasprostranjenost (Arsenijević, 1997). Takođe, 2014. godine, po prvi put je opisan kao prouzrokovatelj lisne pegavosti uljane tikve u nas (Balaž i sar., 2014).

Najčešći način prenošenja patogena kod zeljastih biljaka jeste putem semena, ali do nastanka infekcije može doći i u toku vegetacije. Simptomi oboljenja su u vidu pegavosti ili uvelosti. Izgled pega varira u zavisnosti od domaćina, a njihovim širenjem i spajanjem može doći do sušenja znatne površine tkiva ili vrhova listova (Arsenijević, 1997, loc. cit. Zlatković i sar., 2017). *P. s. pv. syringae* može prouzrokovati velike gubitke u proizvodnji različitih biljnih vrsta.

Uprkos intenzivnim proučavanjima ove vrste, priroda patogena još uvek nije dovoljno proučena. Do nedavno važilo je uverenje da simptome tipa lisne pegavosti na biljkama familije Cucurbitaceae uglavnom prouzrokuje *P. s. pv. lachrymans* (Newberry i sar., 2016). Međutim, primenom najsavremenijih molekularnih metoda, utvrđeno je da su među prouzrokovateljima oboljenja biljaka familije Cucurbitaceae

i drugi patogeni varijeteti *P. syringae*, koji mogu biti filogenetski dosta udaljeni (Slika 3.) (Slomnicka i sar., 2015; Newberry i sar., 2016; Zlatković, 2018; Newberry i sar., 2019). Takođe, na osnovu dobijenih rezultata, utvrđeno je da u okviru vrste *P. syringae sensu lato*, postoji veliki genetički diverzitet (Newberry i sar., 2016).



Slika 3. *P. s. pv. syringae* - Uglaste, svetlozelene pege na listovima krastavca.  
(Foto: N. Zlatković)

U Srbiji je sprovedeno istraživanje o prouzročivačima bakterioznih oboljenja biljaka porodice Cucurbitaceae. Rezultati su pokazali da od 26 izolovanih sojeva roda *Pseudomonas*, nijedan soj ne pripada *P. s. pv. lachrymans*. Naime, svi proučavani sojevi pripadaju vrsti *P. s. sensu stricto*. Patogeni varijetet *syringae* ima širok spektar domaćina i sa ostalim predstavnicima genomske vrste 1 predstavlja najneistraženiju grupu u okviru roda *Pseudomonas*. Neprestani razvoj molekularnih i bioinformatičkih metoda zasigurno će pomoći u razumevanju mnogih nepoznanica koje postoje u vezi sa ovom vrstom (Zlatković, 2018).

Za kontrolu prouzročivača bakteriozne lisne pegavosti preporučuju se preventivne mere zaštite, kao što su pravilna primena plodoreda i uklanjanje biljnih ostataka.

## Bakteriozna vlažna trulež

Bakterioznu vlažnu trulež prouzrokuju vrste roda *Pectobacterium*. Još 1901. godine, prouzrokovatelj vlažne truleži otkriven je od strane Jones-a (Arsenijević, 1997). Ranije je patogen imenovan kao *Erwinia carotovora*, ali je proučavanjima i izmenama u taksonomiji, vrsta podeljena na nekoliko podvrsta, koje su danas smeštene u rod *Pectobacterium*. Za naše podneblje, najznačajnije su *Pectobacterium carotovorum* subsp. *carotovorum* i *Pectobacterium atrosepticum* (Zlatković i sar., 2017). U Brazilu, 2004. godine, Duarte i saradnici su izolovali atipične sojeve *P. carotovorum* subsp. *atrosepticum*, prouzrokovatelja crne noge krompira. Primenom različitih biohemijsko-fizioloških i molekularnih metoda, utvrđeno je da se proučavani sojevi razlikuju od svih do tada poznatih podvrsta *P. carotovorum*, pa je na predlog grupe istraživača podvrsta dobila ime *P. carotovorum* subsp. *brasiliense* (Duarte i sar., 2004 loc. cit. Zlatković, 2018). U Austriji je 2016. godine po prvi put zabeleženo prisutvo ovog patogena, na biljkama uljane tikve. U okviru istraživanja o bakterioznim oboljenjima biljaka porodice Cucurbitaceae u Srbiji (2013-2016), izolovana su tri soja iz biljaka sa simptomima vlažne truleži. Na osnovu PCR reakcije i sekvencijalne analize, utvrđeno je da pripadaju vrsti *P. c.* subsp. *brasiliense*, čije prisustvo u našoj zemlji do tada nije opisano (Zlatković i sar., 2019).

Promene prouzrokovane patogenima ovog roda, najčešće se sreću na sočnim plodovima, odnosno kod zeljastih i sočnih, krtolasto-korenastih biljaka. U početnom stadijumu razvoja infekcije, može se uočiti pojava pega vlažnog izgleda. S obzirom da patogeni roda *Pectobacterium* stvaraju pektolitičke fermente, dolazi do razgradnje srednje ćelijske lamele, što dalje za posledicu ima pojavu razmekšavanja tkiva unutar pega i pojavu eksudata neprijatnog mirisa. Insekti imaju značajnu ulogu u prenošenju patogena na listove, kao i na zdrave biljke (Arsenijević, 1997).

## Bakteriozna uvelost krastavca

Bakteriozna uvelost krastavca zvanično je opisana 1895. godine u Americi (Arsenijević, 1997). Nekoliko godina ranije, Erwin Smith zabeležio je pojavu epidemije u zasadima dinje, bundeve i krastavca u Mičigenu, nepoznate etiologije. Kasnije je utvrđeno da je do nastanka infekcije došlo usled prisustva bakterije *Erwinia tracheiphila*, prouzrokovatelja bakteriozne uvelosti krastavca (Saalau Rojas i sar., 2015). Osim istočne Amerike i Kanade, u kojima redovno narušava proizvodnju, patogen je sporadično prisutan i u južnoj Africi, Rusiji, Japanu, Kini, kao i nekim zemljama Evrope (Bradbury, 1970, loc. cit. Zlatković i sar., 2017). Prema navodima proizvođača, u našoj zemlji pojedinih godina su uočavani simptomi koji ukazuju na moguće prisustvo patogena, međutim prisustvo *E. tracheiphila* nije do sada potvrđeno (Zlatković, 2018).

S obzirom da se bakteriozna uvelost ubraja u grupu traheobakterioza, najčešći simptomi oboljenja jesu gubitak turgora i uvelost listova. Svojim



prisustvom, bakterije remete funkciju sudovnog sistema, stoga dolazi do sušenja listova, a vremenom i cele biljke. U početnim stadijumima infekcije, biljke se prividno oporavljaju tokom noći, ali ubrzo dolazi do potpunog kolapsa. Simptomi bakteriozne uvelosti često mogu biti pomešani sa dejstvom različitih biotskih i abiotskih faktora. Na poprečnom preseku obolelog stabla, u zoni sprovodnih sudova, uočava se prisustvo bakterijskog eksudata u vidu sluzi, što predstavlja dijagnostički znak (Babadoost i sar., 2004).

Patogen se na zdrave biljke prenosi putem vektora, severnoameričke vrste zlatica *Acalymma vittatum* i *Diabrotica undecimpunctata*. *E. tracheiphila* može da prezimi u telu insekata, a vitalnost ne gubi ni nakon prolaska kroz probavni trakt vektora. Krastavac, dinja, bundeva i tikva su najčešći domaćini patogena, dok se za lubenicu dugo mislilo da je jedina otporna vrsta porodice Cucurbitaceae. Međutim, u Meksiku 2011. godine, u zasadu lubenice uočena je pojava bakteriozne uvelosti, ali na manje od 1% biljaka (Sanogo i sar., 2011).

Najvažniji korak zaštite predstavlja kontrola vektora. Osim toga, stvaranje otpornih sorti domaćina prema prouzročivaču bi umanjilo opasnost od ovog patogena. Primena plodoreda takođe doprinosi smanjenju populacije insekata, kao i razgradnji biljnih ostataka.

### **Bakteriozna pegavost tikava**

Pojava bakteriozne pegavosti tikava prvi put je zabeležena 1926. godine u Njujorku, od strane Bryan-a. Kao prouzročivač, identifikovana je bakterija *Xanthomonas campestris* pv. *cucurbitae*. Vauterin i saradnici (1995) predložili su preimenovanje vrste u *Xanthomonas cucurbitae*. Vremenom, pristigla su obaveštenja o prisustvu patogena u poljima tikava iz različitih delova sveta - Evrope, Azije i Australije, kao i na različitim domaćinima porodice - lubenici, krastavcu, bundevi i tikvici (Ravanlou i Babdoost, 2015). Godine 2010., prema izveštaju Fitosanitarne uprave Crne Gore, na krastavcu gajenom u zaštićenom prostoru, utvrđeno je prisustvo bakteriozne pegavosti prouzrokovane ovom vrstom ([www.fito.gov.me](http://www.fito.gov.me)). Proučavanjem bakterioza biljaka iz porodice Cucurbitaceae u našoj zemlji, prisustvo *X. cucurbitae* nije potvrđeno (Zlatković, 2018).

Bakteriozna pegavost predstavlja jedno od najzastupljenijih oboljenja tikava u Americi. U Ilinoisu, gde se Cucurbitaceae gaje na preko 10 000 ha, zabeleženi su gubici od 3-90% ukupnog prinosa (Babadoost i Ravanlou, 2012).

Infekcija zahvata listove i plod tikava. Prvi simptomi se mogu uočiti na kotiledonima biljaka, u vidu blago ulegnutih pega mrke boje. Kako razvoju bolesti pogoduju visoka vlažnost i temperatura, obično se početkom jula na listovima uočavaju hlorotične zone između nerava. Vremenom, one dobijaju mrku boju i nektoriraju. Na plodovima su uočljive pege vodenastog izgleda, sa svetlijim oreolom. Takođe, može doći do nastanka lezija i pucanja kore. Oštećeni plodovi

predstavljaju otvorena vrata za prodor drugih oportunističkih patogena, što dalje za posledicu ima pojavu truleži ploda (Babadoost i Ravanlou, 2012).

U pogledu epidemiologije bolesti i biologije patogena, nije bilo detaljnih izučavanja. Pretpostavlja se da je primaran način prenošenja zdravstveno neispravnim semenom. Takođe, patogen se uspešno održava i u zaraženim biljnim ostacima (Williams i Zitter, 1996).

Upotreba zdravstveno ispravnog semena, predstavlja najvažniju meru u kontroli pojave ovog patogena.

### **Žutilo vreža (eng. Cucurbit yellow vine disease, CYVD)**

Oboljenje nazvano žutilo vreža prvi put je uočeno 1988. godine u Oklahomi i Teksasu (SAD). Prouzrokovac je bakterija *Serratia marcescens*, čiji je glavni vektor insekt *Anasa tristis* (eng. squash bug) (Pair i sar., 2004). Ovaj vektor se hrani biljkama familije Cucurbitaceae, ali se najčešće sreće na tikvama i bundevi. Patogen prezimljava u telu vektora i na proleće ishranom dospeva u biljku domaćina.

Do pojave simptoma oboljenja uglavnom dolazi dve nedelje pred punu zrelost plodova, u vidu zaostajanja u porastu ili žutila lišća. Ponekad vreže naglo venu, bez pojave ostalih simptoma. Boja floema prelazi iz zelene u smeđu. Dijagnozu bolesti otežava varijabilnost simptoma, koja nastaje u zavisnosti od vremena infekcije, sorte i starosti biljke. Često dolazi i do prodora drugih patogena u već oslabljenu biljku. S obzirom da su simptomi žutila vreža nespecifični, često se greškom dovode u vezu sa drugim oboljenjima (Seebold i Bessin, 2011).

Gubici u proizvodnji mogu dosezati od 5-100% od ukupnog prinosa (Bruton i sar., 2003). Ovo oboljenje je dosta rasprostranjeno širom američkog kontinenta, dok u Srbiji još uvek nije otkriveno.

Istraživanja su pokazala da se gajenjem biljaka u tunelu do vremena oprašivanja uspešno mehanički eliminiše *Anasa tristis*, vektor *Serratia marcescens*. Ovakav način gajenja pogodan je i za kontrolu pojave bakterijske uvelosti tikava (Adam, 2006; Panter and Jones, 2002; Kevin, 2011, loc. cit. Zlatković i sar., 2017).

S obzirom da se patogen održava u obolelim biljnim ostacima, najvažniji korak u sprovođenju kontrole jeste uklanjanje biljnih ostataka. Kao efikasna mera, pokazala se primena plodoređa. Prekomernim zalivanjem se pospešuje razvoj i raznošenje bakterija, stoga ga treba obavljati na adekvatan način. Prilikom skladištenja proizvoda, treba voditi računa da plodovi ostanu nepovređeni i suvi.

### **Zahvalnica**

Ovaj rad je rezultat istraživanja u okviru projekta III46008, finansiranog od strane Ministarstva prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije.

## LITERATURA

- Adam, K. L. (2006): Squash Bug and Squash Vine Borer: Organic Controls, National Sustainable Agriculture Information Service: 1-11.
- Arsenijević, M. (1997): Bakterioze biljaka. S-Print, Novi Sad, (treće izmenjeno i dopunjeno izdanje).
- Assis, S. M. P., R. L. R. Mariano, D. M. W. Silva-Hanlin, V. Duart (1999): Bacterial fruit blotch caused by *Acidovorax avenae* subsp. *citrulli* in melon, in the state of Rio Grande do Norte, Brazil. *Phytopathology Brasilia* 24, 191.
- Babadoost, M. (2012): Report on Plant Disease. University of Illinois, College of Agricultural, Consumer and Environmental Sciences, No. 949.
- Babadoost, M., Ravanlou, A. (2012): Outbreak of Bacterial Spot (*Xanthomonas cucurbitae*) in Pumpkin Fields in Illinois. *Plant Disease*, Vol. 96, No. 8: 1222.
- Babadoost, M., Weinzierl, R. A., Masiunas, J. B. (2004): Identifying and Managing Cucurbit Pests. University of Illinois Extension.
- Babadoost, M., Zitter, T. A. (2009): Fruit Rots of Pumpkin: A Serious Threat to the Pumpkin Industry. *Plant Disease*, Vol. 93, No. 8: 772-782.
- Balaž, J., Ilinčić, R., Maširević, S. (2014): First Report of *Pseudomonas syringae* pv. *syringae* Causing Bacterial Leaf Spots of Oil Pumpkin (*Cucurbita pepo*) in Serbia. *Plant Disease*, Vol. 98, No. 5: 684.
- Bhat, N. A., Bhat, K. A., Zargar, M. Y., Teli, M. A., Nazir, M., Zargar, S. M. (2010): Review article current status of angular leaf spot (*Pseudomonas syringae* pv. *lachrymans*) of cucumber: a review article. *International Journal of Current Research*, Vol.8: 1-11.
- Bradbury, J. F. (1970): IMI Description of fungi and bacteria. CAB International Wallingford UK, No. 24:233.
- Bruton, B.D., Mitchell, F., Fletcher, J., Pair, S. D., Wayadande, A., Melcher, U., Brady, J., Bextine, B., Popham, T. W., (2003): *Serratia marcescens*, a phloem colonizing, squash bug-transmitted bacterium: Causal agent of cucurbit yellow vine disease. *Plant Disease* 87: 937-944.
- Burdman, S., Kots, N., Kritzman, G., Kopelowitz, J. (2005): Molecular, Physiological, and Host-Range Characterization of *Acidovorax avenae* subsp. *citrulli* Isolates from Watermelon and melon in Israel. *Plant disease* 89: 1339-1347.
- Burdman, S., Walcott, R. (2012): *Acidovorax citrulli*: generating basic and applied knowledge to tackle a global threat to the cucurbit industry. *Molecular Plant Pathology*, 13 (8), 805-815.
- Duarte, V., De Boer, S.H., Ward, L.J., de Oliveira, A.M.R. (2004): Characterization of atypical *Erwinia carotovora* strains causing blackleg of potato in Brazil. *Journal of Applied Microbiology*, 96(3): 535-545.
- FAO (2019): The FAO Statistical Database (FAOSTAT): Food and Agriculture Organization of the United Nations. Retrieved from <http://faostat.fao.org>
- Fessehaie, A., Hopkins, D., Gitaitis, R., Langston, D., Walcott, R. (2005). Role of honey bees in watermelon seed infestation by *Acidovorax avenae* subsp. *citrulli*. *Phytopathology*; 93(5): 528-534.

- Gorlenko, M. V., Voronkevich, I. V. (1946). The cycle of development of the agent of the bacteriosis of cucumbers *Bacterium lachrymans* Smith and Bryan under natural conditions. CR Academy of Sciences USSR, 51: 641-644.
- Gottsberger, R. A., Huss, H. (2016): *Pectobacterium carotovorum* subsp. *brasiliensis* causing a soft rot on Styrian oil pumpkin in Austria. New Disease Reports 33: 12.
- Gvozdanović-Varga, J. (2011): Proizvodnja lubenica, 223-225. Semestarstvo. Milošević, M., Kobiljski, B. Institut za ratarstvo i povrtarstvo, Novi Sad, SP Print.
- Holeva, M. C., Karaffa, C. D., Glynos, P. E., Alivizatos, A. S. (2010): *Acidovorax avenae* subsp. *citrulli* newly reported to cause bacterial fruit blotch of watermelon in Greece. Plant Pathology, 59: 797.
- Isakeit, T., M. C. Black, L. W. Barnes, J. B. Jones (1997): First report of infection of honeydew with *Acidovorax avenae* subsp. *citrulli*. Plant Disease. Vol. 81: 694.
- Isakeit, T., M. C. Black, L., J. B. Jones (1998): Natural Infection of Citronmelon with *Acidovorax avenae* subsp. *citrulli*. Plant Disease 82: 351.
- Kevin, R. B. (2011): Epidemiology and Management of Cucurbit Yellow Vine Disease, and Characterization of the Causal Agent *Serratia marcescens*. Master Thesis, University of Georgia: pp. 76.
- Kritzman, G., Zutra, D. (1983): Survival of *Pseudomonas syringae* pv. *lachrymans* in soil, plant debris, and the rhizosphere of non-host plants. Phytoparasitica 11(2): 99-108.
- Langston, D. B. Jr, R. R. Walcott, R. D. Gitaitis, F. H. Sanders (1999): First report of a fruit rot of pumpkin caused by *Acidovorax avenae* subsp. *citrulli* in Georgia. Plant Disease. Vol. 83: 100.
- Martin, H. L., O'Brien, R. G. (1999): First report of *Acidovorax avenae* subsp. *citrulli* as a pathogen of cucumber. Plant Disease. Vol.83: 965.
- Mijatović, M., Obradović, A., Ivanović, M. (2007): Zaštita povrća od bolesti, štetočina i korova. AgroMivas, Smederevska Palanka, 264.
- Newberry EA, Ebrahim M, Timilsina S, Zlatković N, Obradović A, Bull CT, Goss EM, Huguët-Tapia JC, Paret ML, Jones JB and Potnis N (2019) Corrigendum: Inference of Convergent Gene Acquisition Among *Pseudomonas syringae* Strains Isolated From Watermelon, Cantaloupe, and Squash. *Front. Microbiol.* 10:963. doi: 10.3389/fmicb.2019.00963.
- Newberry, E. A. , Jardini, T. M., Rubio, I., Roberts, P. D, Babu, B., Koike, S. T., Bouzar, H., Goss, E. M., Jones, J. B., Bull, C. T., Paret, M. L. (2016): Angular leaf spot of cucurbits is associated with genetically diverse *Pseudomonas syringae* strains. Plant Disease 100: 1397-1404.
- Obradović, A. (2011): Bacterial diseases of plants and their control. Proceedings MICROBIOLOGICA BALKANICA 2011, 7<sup>th</sup> Balkan Congress of Microbiology and 8<sup>th</sup> Congress of Serbian Microbiologists, Belgrade, Serbia, pp. 1-5 /CD/
- Obradović, A., Prokić, A., Zlatković, N., Gašić, K. (2014): Mrljavost ploda - nova bakterioza lubenice u Srbiji. Zbornik radova, XV savetovanje „Savremena proizvodnja povrća“. Savremeni povrtar, br. 52: 24-26.
- OEPP/EPPO (2016): Standards PM 7/127 (1). Diagnostic protocol for regulated pests. *Acidovorax citrulli*. Bulletin OEPP/EPPO Bulletin, 46 (3), 444–462.
- Olczak-Woltmana, H., Schollenberger, M., Madry, W., Niemirowicz-Szczytt, K. (2008): Evaluation of cucumber (*Cucumis sativus*) cultivars grown in Eastern Europe and

- progress in breeding for resistance to angular leaf spot (*Pseudomonas syringae* pv. *lachrymans*). European Journal of Plant Pathology, 122:385-393.
- Pair, S. D., Bruton, B. D., Mitchell, F., Fletcher, J., Wayadande, A., Melcher, U. (2004): Overwintering squash bugs harbor and transmit the causal agent of cucurbit yellow vine disease. Journal of Economic Entomology, 97(1):74-8.
- Palkovics, L., Petróczy, M., Kertész, B., Németh, J., Bársony, Cs., Mike, Zs., Hevesi, M. (2008): First Report of Bacterial Fruit Blotch of Watermelon Caused by *Acidovorax avenae* subsp. *citrulli* in Hungary. Plant Disease, 92: 834-835.
- Panter S. N., Jones D. A. (2002): Age-related resistance to plant pathogens. Advances in Botanical Research, No. 38:251-280.
- Popović, T., Ivanović, T. (2014): Occurrence of *Acidovorax citrulli* Causing Bacterial Fruit Blotch of Watermelon in Serbia. Plant Disease, Vol. 99, No. 6: 886.
- Rane, K.K., Latin, R.X. (1992): Bacterial fruit blotch of watermelon: Association of the pathogen with seed. Plant Disease, 76: 509-512.
- Ravanlou, A., Babadoost, M. (2015): Development of Bacterial Spot, Incited by *Xanthomonas cucurbitae*, in Pumpkin Fields. Hort Science, Vol. 50, Issue: 5, 714-720.
- Ristić, D., Gašić, K., Ivanović, M., Obradović, A. (2007): Iznenađna pojava *Pseudomonas syringae* pv. *lachrymans* na krastavcu i dinji u Srbiji. XIII Simpozijum sa savetovanjem o zaštiti bilja, Zlatibor, 26-30.11. Zbornik rezimea, str. 122-123.
- Sanogo, S., Etarock, B. F., Clary, M. (2011): First Report of Bacterial Wilt Caused by *Erwinia tracheiphila* on Pumpkin and Watermelon in New Mexico. Plant Disease, Vol. 19, No. 12: 1583.
- Schaad NW, Sowell G Jr, Goth RW, Colwell RR & Webb RE (1978) *Pseudomonas pseudoalcaligenes* subsp. *citrullis* subsp. nov. International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology 28, 117-125.
- Schaad, N. W., Postnikova, E., Sechler, A., Clafin, L. E., Vidaver, A. K., Jones, J. B., Agarkova, I., Ignatov, A., Dickstein, E., Ramundo, B.A. (2008): Reclassification of subspecies of *Acidovorax avenae* as *A. avenae* (Manns 1905) emend., *A. cattleyae* (Pavarino, 1911) comb. nov., *A. citrulli* Schaad et al., 1978) comb. nov., and proposal of *A. oryzae* sp. nov. Systematic and Applied Microbiology, 31(6-8): 434-446.
- Seebold, K.W., Bessin, R. T. (2011): Plant Pathology Fact Sheet Yellow Vine Decline of Cucurbits. Cooperative Extension Service, University of Kentucky - College of Agriculture.
- Ślōmnicka, R., Olczak-Woltman, H., Bartoszewski, G., and Niemirowicz-Szczytt, K. (2015): Genetic and pathogenic diversity of *Pseudomonas syringae* strains isolated from cucurbits. European Journal of Plant Pathology, 141: 1-14.
- Somodi, G. C., Jones, J. B., Hopkins, D. L., Stall, R. E., Kucharek, T. A., Hodge, N. C., Watterson, J. C. (1991): Occurrence of a bacterial watermelon fruit blotch in Florida. Plant Disease 75: 1053-1056.
- Stockwell, V. O., Duffy, B. (2012): Use of antibiotics in plant agriculture. Revue scientifique et technique, International Office of Epizootics 31 (1), 199-210.
- Vauterin, L., Hoste, B., Kersters, K., Swings, J. (1995): Reclassification of *Xanthomonas*. International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology 45: 472-489.



- Walcott, R. R., Fessehaie A., Castro, A. C. (2004): Differences in Pathogenicity between two Genetically Distinct Groups of *Acidovorax avenae* subsp. *citrulli* on Cucurbit Hosts. *Journal of Phytopathology*, 152, 277–285.
- Wall, G. C., and Santos, V. M. 1988. A new bacterial disease on watermelon in the Mariana Islands. *Phytopathology* 78: 1605.
- Watanabe, Y., Ohuchi, A. (1983): Angular leaf spot of cucumber in Japan. *Journal of Agricultural Research Quarterly* 17: 112-119.
- Webb RE & Goth RW (1965) A seedborne bacterium isolated from watermelon. *Plant Disease Reporter* 49, 818–821.
- Williams, P. H., and Zitter, T. A. (1996). Bacterial leaf spot. Page 35 in: *Compendium of Cucurbit Diseases*. T. A. Zitter, D. L. Hopkins, and C. E. Thomas, eds. American Phytopathological Society. St. Paul, MN.
- Young, J. M., Saddler, G. S., Takikawa, Y., De Boer, S. H., Vauterin, L., Gardan, L. (1996): Names of plantpathogenic bacteria 1864–1995. Review in *Plant Pathology*, 75, 721–763.
- Zlatković, N. (2018): Detekcija i identifikacija bakterija parazita biljaka familije Cucurbitaceae klasičnim i molekularnim metodama. Doktorska disertacija, Univerzitet u Beogradu-Poljoprivredni fakultet, Beograd, str. 1-107.
- Zlatković, N., Kuzmanović, N., Ivanović, M., Prokić, A., Gašić, K., Pavlović, Ž., Obradović, A. (2016): Molekularna identifikacija prouzrokovala lisne pegavosti biljaka familije Cucurbitaceae. XV Simpozijum o zaštiti bilja, 28. nov.-2. dec., Zlatibor, 79.
- Zlatković, N., Prokić, A., Kuzmanović, N., Gašić, K., Ivanović, M., Obradović, A. (2017): Bakteriozna oboljenja biljaka familije Cucurbitaceae. *Biljni lekar* 45, 4/2017: 390-400.
- Zlatković, N., Prokić, A., Kuzmanović, N., Gašić, K., Šević, M., Ivanović, M., Obradović, A. (2015): Bakteriozna mrljavost plodova lubenice u Srbiji. *Biljni lekar*, 43, 3:265-272.
- Zlatković, N., Prokić, A., Gašić, K., Kuzmanović, N., Ivanović, M., Obradović, A. (2019): First Report of *Pectobacterium carotovorum* subsp. *Brasiliense* Causing Soft Rot on Squash and Watermelon in Serbia. *Plant Disease* 103:10, 2667-2667.

## Abstract

### BACTERIAL DISEASES OF CUCURBITS

Nevena Zlatković<sup>1</sup>, Katarina Gašić<sup>2</sup>, Anđelka Prokić<sup>1</sup>, Aleksa Obradović<sup>1</sup>

<sup>1</sup>University of Belgrade, Faculty of Agriculture, Zemun

<sup>2</sup>Institute for Plant Protection and Environment, Belgrade

E-mail: nevena\_blogojevic@yahoo.com

Production of cucurbits has a long tradition worldwide. Cucumber, watermelon and melon production is very important for many producers in some parts of Serbia. These crops are especially susceptible to phytopathogenic bacteria which can cause substantial losses in years with favorable weather conditions. In this paper major bacterial diseases of cucurbits are described, such as bacterial fruit blotch caused by *Acidovorax citrulli*, angular leaf spot caused by *Pseudomonas syringae* pv. *lachrymans*, bacterial spot caused by *Xanthomonas campestris*, bacterial wilt caused by *Erwinia tracheiphila*, cucurbit yellow wine disease caused by *Serratia marcescens*, bacterial leaf spot, caused by *Pseudomonas syringae* pv. *syringae*, inducing bacterial soft rot caused by *Pectobacterium* species.

**Key words:** bacterial diseases, Cucurbitaceae, *Acidovorax*, *Pseudomonas*, *Pectobacterium*, *Xanthomonas*, *Erwinia*, *Serratia*