BAKTERIOZNA PJEGAVOST BRESKVE, NEKTARINE, TREŠNJE, KAJSIJE I BADEMA U CRNOJ GORI – SIMPTOMATOLOGIJA I KONTROLA BOLESTI

Tamara Popović[1], Jelena Adamović[2], Aleksa Obradović[2]

[1]Uprava za bezbjednost hrane, veterinu i fitosanitarne poslove, Podgorica
[2]Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni fakultet, Beograd
E-mail: aleksao@agrif.bg.ac.rs

Izvod

Povoljni zemljišni i klimatski uslovi, kao i široka potrošnja plodova visoke biološke vrijednosti, doprinose sve većem obimu proizvodnje koštičavih voćaka u Crnoj Gori. Najveći značaj u proizvodnji ima šljiva u sjevernom i breskva u centralnom dijelu zemlje. Proizvodnja koštičavih voćaka i badema u Crnoj Gori često je ugrožena različitim patogenim mikroorganizmima. Kada klimatski uslovi pogoduju infekciji i širenju bolesti, oboljenja prouzrokovana fitopatogenim bakterijama pričinjavaju značajne gubitke u voćnjacima, redukujući kvalitet plodova i prinos. Fitopatogena bakterija *Xanthomonas arboricola* pv. *pruni* – prouzrokovač bakteriozne pjegavosti je ekonomski veoma značajan patogen koštičavih voćaka i badema u svijetu. U Crnoj Gori, prisustvo ovog patogena je do sada utvrđeno na bademu, breskvi, nektarini, trešnji i kajsiji. Cilj rada je da se prikažu različiti simptomi bolesti koje prouzrokuje *Xanthomonas arboricola* pv. *pruni,* što može doprinijeti ispravnoj dijagnozi i pravovremenoj primjeni raspoloživih mjera zaštite.

Ključne riječi: *Xanthomonas arboricola* pv. *pruni*, koštičavo voće, badem, bakteriozna pjegavost, nekroza, rak-rane.

UVOD

Gajenje koštičavih voćaka u Crnoj Gori je od velikog značaja, ali još uvijek nedovoljnog obima, bez obzira na povoljne prirodne i ekonomske uslove za intenzivnu proizvodnju. Prema ukupnom broju stabala kao i prosječnom godišnjem prinosu plodova, proizvodnja šljive zauzima vodeće mjesto u strukturi voćarstva Crne Gore, i uglavnom je locirana u sjevernom kontinentalnom dijelu zemlje (Prenkić i sar., 2009). U centralnom dijelu Crne Gore, koji karakteriše mediteranska klima povoljna za gajenje voća, najveći značaj ima proizvodnja breskve. Višnja i trešnja sve više zauzimaju značajno mjesto

u voćarstvu, dok se kajsija i badem uglavnom gaje u okućnicama i za potrebe domaćinstva.

Proizvodnja koštičavih voćaka i badema u Crnoj Gori često je ugrožena pojavom različitih bolesti, pri čemu oboljenja prouzrokovana fitopatogenim bakterijama mogu značajno umanjiti kvalitet i prinos plodova. Utvrđeno je da su u zasadima koštičavih voćaka i badema rasprostranjene bakterije *Pseudomonas syringae* pv. *syringae* (Popović et al., 2020), kao i karantinska *Xanthomonas arboricola* pv. *pruni* (Xap). Obe bakterije značajno ugrožavaju proizvodne zasade koštičavih voćaka u Crnoj Gori (Panić et al., 1998; Popović et al., 2020; Popović et al., 2021).

Bakterija Xap je prvi put opisana u Sjevernoj Americi (Mičigen) 1903. godine, na japanskoj šljivi (Smith, 1903) i do danas je njeno prisustvo utvrđeno na svim kontinentima gdje se gaje koštičave voćke (https://gd.eppo.int/taxon/XANTPR/distribution). Ova bakterija inficira samo *Prunus* vrste, a najčešći domaćini su *Prunus salicina*, *P. persica*, *P. armeniaca*, *P. dulcis* (EFSA PLH Panel, 2014).

Širenje proizvodnih zasada koštičavih voćaka u Crnoj Gori i intenzivan uvoz sadnog materijala iz zaraženih područja, značajno povećavaju rizik od unošenja karantinskih vrsta bakterija i uvećanja intenziteta pojave bakterioznih oboljenja.

U periodu od 2017. do 2023. godine izvršen je zdravstveni pregled koštičavih voćaka i badema širom Crne Gore, u cilju utvrđivanja prisustva i rasprostranjenosti bakterioznih oboljenja. Iz prikupljenih simptomatičnih uzoraka različitih biljnih djelova koštičavih voćaka i badema, sa različitih lokaliteta koji pripadaju centralnom i južnom dijelu Crne Gore, izolovan je i identifikovan Xap, primjenom klasičnih i savremenih metoda.

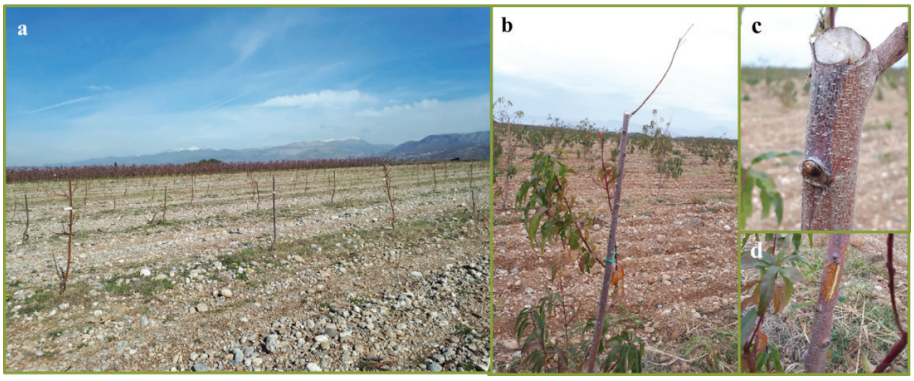
Cilj ovoga rada je da se prikažu simptomi bolesti koje Xap prouzrokuje na breskvi, nektarini, trešnji, kajsiji i bademu u Crnoj Gori. Poznavanje simptomatologije oboljenja može ukazivati na prisustvo patogena, te poslužiti u cilju pravovremenog dijagnostifikovanja bolesti i primjene adekvatnih i raspoloživih mjera zaštite.

SIMPTOMI BOLESTI

Breskva i nektarina. U periodu od 2017. do 2020. godine izvršen je zdravstveni pregled zasada breskve i nektarine, koji se nalaze u centralnom dijelu Crne Gore, gdje je i proizvodnja ovih voćnih vrsta najzastupljenija. Uzorkovanje biljnog materijala sa simptomima koji ukazuju na bakterioznu prirodu oboljenja, vršeno je tokom cijele godine. Najuspješniji period za izolaciju sojeva Xap bio je tokom kasnog proljeća i kasnog ljeta. Tokom ranog proljeća

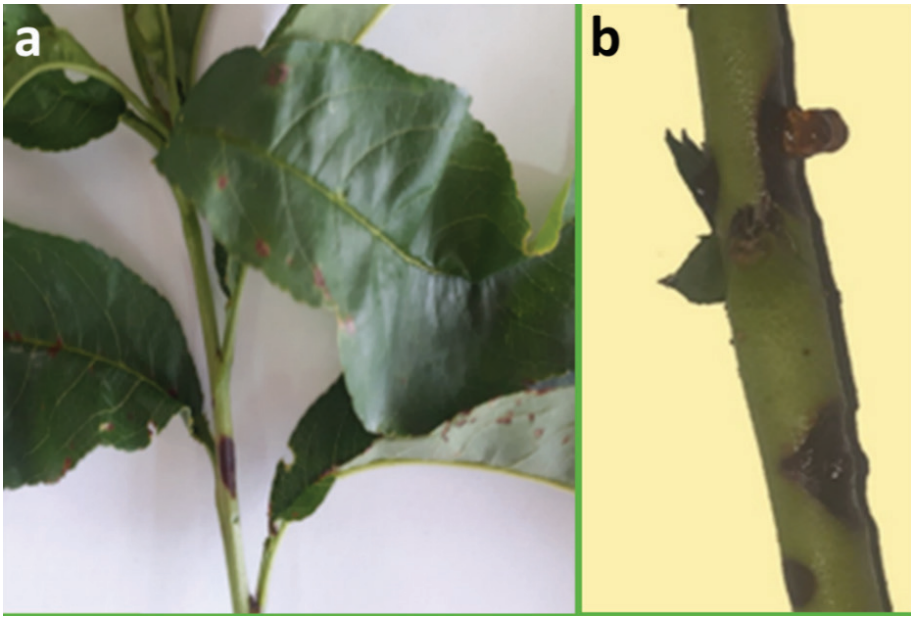
uglavnom su izolovani sojevi *Pseudomonas syringae* pv. *syringae* (Popović et al., 2020). Međutim, Xap je uspješno izolovan i u zimskom periodu, što bi se moglo povezati sa izostankom niskih temperatura i blagom klimom ovog regiona. Sojevi Xap su izolovani iz različitih biljnih organa. Najveći procenat uspešne izolacije postignut je iz listova sa simptomima pjegavosti (oko 80%), dok su ostali sojevi izolovani iz plodova, grančica i grana breskve i nektarine.

Tokom zimskog perioda 2017. godine, na stablu mladih sadnica nektarine sorte Big Top, uočene su ulegnute nekrotične zone koje su se spuštale duž stabla, od vrha prema prizemnom djelu, što je prouzrokovalo sušenje bočnih grančica i cijelih stabala (slika 1). Na pojedinim parcelama, intezitet bolesti je iznosio preko 80%, što je prouzrokovalo velike ekonomske gubitke. Iz velikog broja sakupljenih i obrađenih uzoraka sa simptomima nekroze stabla i grančica, izolovan je jedan soj Xap, što ukazuje na kompleksnu etiologiju ili negativan uticaj faktora spoljne sredine u vrijeme uzorkovanja.



Slika 1. Simptomi na mladim sadnicama nektarine Big Top: (a, b) izumiranje mladih sadnica; (c, d) nekroza stabla i grančica. Prirodna infekcija. (Foto: T. Popović)

Na mladim grančicama breskve, tokom kasnog proljeća i ranog ljeta 2018. godine, uočene su ljetnje rak-rane, koje su bile tamne, izdužene, praćene lučenjem smole i nekrozom pupoljaka u čijoj osnovi je biljno tkivo bilo tamno i ulegnuto (slika 2). Ovi simptomi na mladarima pojavljivali su se sporadično, ne uzrokujući sušenje stabala breskve. Slične simptome može prouzrokovati i bakterija *Pseudomonas syringae*, ali i drugi biotski faktori, tako da se pravilna dijagnoza bolesti može uspostaviti samo laboratorijskom analizom.



Slika 2. Simptomi na mladarima breskve: (a) nekroza grančice breskve; (b) nekroza pupoljaka. Prirodna infekcija. (Foto: T. Popović)

Najintenzivnije simptome na breskvi i nektarini Xap je prouzrokovao na lišću. Prve promjene uočene su početkom jula 2018., a njihova pojava praćena je i tokom 2019. i 2020. godine. Tokom ovog perioda sakupljani su uzorci listova sa simptomima pjegavosti, sa različitih parcela, različitog sortimenta i različite starosti biljaka.

U početku se na naličju lista breskve i nektarine uočavaju male, uglaste, vodenaste pjege (Slika 3a). Kasnije se uvećavaju i poprimaju tamno ljubičastu, smeđu ili crnu boju (Slika 3b). Pjege mogu biti okružene hlorotičnim oreolom. Kod pojedinih sorti na oboljelim listovima uočeno je "karakteristično smjenjivanje boja", pri čemu vrhovi lišća nekrotiraju i dobijaju tamno mrku boju, zatim do preostalog zelenog dela lista slijedi prelaz izrazito žute boje, pa se ovakvo lišće lako uočava u voćnjaku (Slika 3 c, d). Uočena je i deformacija u porastu zaraženih listova kod pojedinih sorti breskve i nektarine (Slika 4).



Slika 3. Simptomi na lišću breskve i nektarine: (a) uglaste, vodenaste pjege; (b) tamno ljubičaste, smeđe i crne pjege; (c, d) nekroza vrhova listova. Prirodna infekcija. (Foto: T. Popović)



Slika 4. Deformacije liske, hloroza i lisna pjegavost breskve i nektarine. Prirodna infekcija. (Foto: T. Popović)

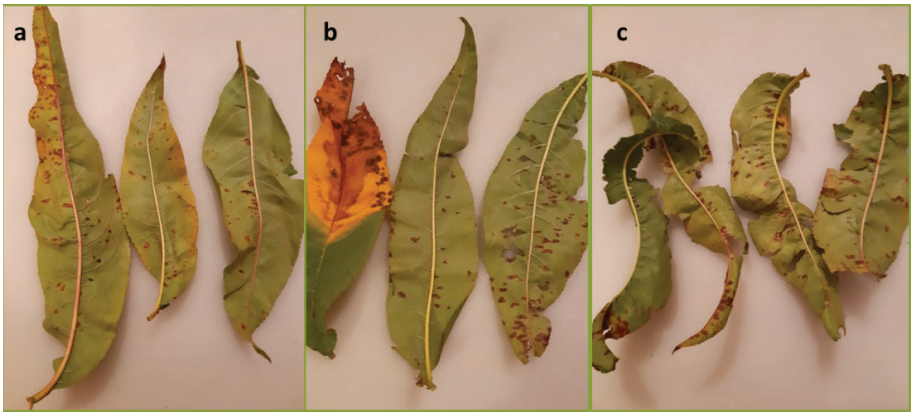
Pjege su uglavnom koncentisane pri vrhu lista i duž centralnog lisnog nerva, ali se mogu videti i rasute po cijeloj lisnoj površini. Napredovanjem bolesti, lisne pjege se spajaju i nekrotično tkivo ispada, čime lišće dobija šupljikav izgled. Oboljelo lišće žuti i opada. Jaka infekcija izazvala je prevremenu defolijaciju i time oslabila stabla, što postepeno smanjuje ekonomičnost proizvodnje. Na pojedinim parcelama, početkom jula 2018. godine, intezitet bolesti je iznosio od 30% do preko 80% (Slika 5 a, b) i biljke su odbacile oko 5% lisne mase. Kako je bolest napredovala, sredinom septembra 2018. godine, na pojedinim parcelama intezitet bolesti je iznosio 100%, a biljke su prevremeno odbacile preko 30% lisne mase (Slika 5 c, d). Najveću osjetljivost su ispoljile sorta breskve Royal Bel i nektarine Big Top. Tokom 2019. i 2020. godine, na velikom broju parcela uočena je takođe jaka infekcija i defolijacija (Slika 6 a, b, c), a naročio su se pokazale osjetljivim sorte breskve Ali Top, Sweet Dream i Royal Time (Slika 7 a, b, c).



Slika 5. Simptomi na lišću breskve i nektarine jul – septembar 2018. godine: (a) početni stadijum hloroze i opadanja pojedinačnih listova; (b) jači intenzitet infekcije krošnje i početak defolijacije; (c, d) masovno odbacivanje inficiranog lišća breskve. (Foto: T. Popović)



Slika 6. Prevremena defolijacija breskve i nektarine, septembar 2020. godine: (a, b, c) masovno odbacivanje inficiranog lišća. (Foto: T. Popović)



Slika 7. Simptomi lisne pjegavosti breskve 2020. godine: (a) sorta Ali Top; (b) sorta Sweet Dream; (c) sorta Royal Time. Prirodna infekcija. (Foto: T. Popović)

Na plodovima breskve, prve pjege su 2018. godine uočene krajem jula mjeseca. Na površini još nesazrelih plodova uočavale su se male, ulegnute, kružne pjege braon boje sa vodenastim ivicama ili svjetlo zelenim oreolom (Slika 8 a, b). Kasnije, u okviru pjega dolazilo je do pucanja tkiva i lučenja smole (Slika 8 c). Tokom 2020. godine na plodovima breskve u fiziološkolj zrelosti, uočene su brojne, jamičaste, svjetlo smeđe pjege, blago ulegnute. Sa sazrijevanjem ploda u okviru pjega dolazi do pucanja tkiva (Slika 9). Izolacija bakterija iz pjega na plodovima breskve i nektarine bila je uspješna tokom jula, avgusta i septembra 2018, 2019 i 2020. godine.



Slika 8. Simptomi na plodovima breskve – 2018. godina: (a, b) sitne, ulegnute, kružne braon pjege na plodovima breskve; (c) pucanje tkiva u okviru pjega. Prirodna infekcija. (Foto: T. Popović)



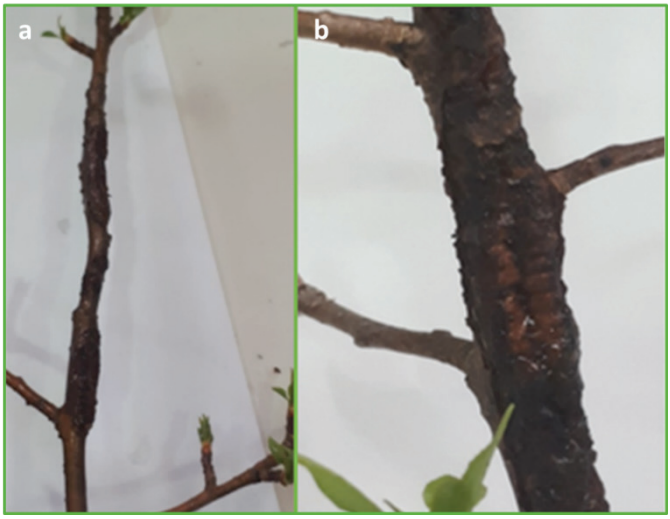
Slika 9. Simptomi na plodovima breskve – 2020. godina: (a, b) sitne, ulegnute, kružne svijetlo braon pjege; (c, d) u okviru pjega dolazi do pucanja tkiva. Prirodna infekcija. (Foto: T. Popović)

Povoljni klimatski uslovi tokom kasnog proljeća i ljeta sa temperaturama od 19-28°C, čestim kišama, vjetrom i obilnom rosom pogodovali su razvoju infekcije i širenju bolesti, o čemu izvještavaju i drugi autori (Fahy and Persley, 1986; Du Plessis, 1988; Zehr and Shepard, 1996).

Jake infekcije bakteriozne pjegavosti zabilježene su u voćnjacima breskve i nektarine naročito u ljetnjim mjesecima, kao posledica jesenjih i prolećnih infekcija porijeklom od inokuluma u pupoljcima ili opalom lišću. Ovakvu epidemiologiju potvrđuju i zapažanja drugih autora (Stefani et al., 1989; Saccardi and Goio, 1990; Shepard and Zehr, 1994). Simptom poznat pod nazivom „crni vrhovi" i rak-rane su rijetko uočeni.

Trešnja. Tokom višegodišnjeg nadzora pregledani su brojni voćnjaci trešnje širom Crne Gore i sakupljen je veliki broj uzoraka sa sumnjom na prisustvo bakterija. Međutim, sojevi Xap su jedino izolovani tokom proljeća 2017. godine, na jugu Crne Gore. Ovi sojevi su od izuzetnog značaja s obzirom na to da u literaturi do sada nisu navedeni sojevi Xap izolovani iz trešnje na Evropskom kontinentu.

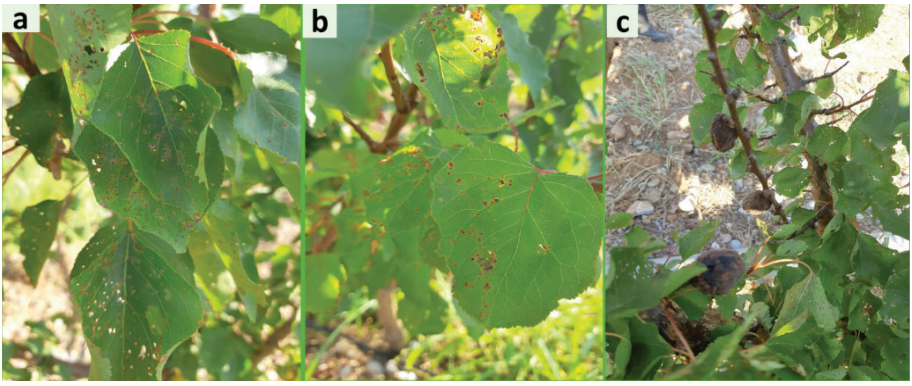
U mladom voćnjaku trešnje, na granačicama su se razvijale tamne, izdužene rak-rane, praćene isticanjem smole (Slika 10 a, b). Ovi simptomi nisu pouzdan dijagnostički kriterijum, jer slične promjene mogu prouzrokovati i drugi patogeni, ali i abiotski faktori. Na lišću trešnje nisu uočeni simptomi pjegavosti, iako se u u literaturi navodi da se razvijaju simptomi slični kao na lišću breskve, kao i da inficirano lišće ostaje na granama, dok u okviru pjega dolazi do ispadanja tkiva, čime lišće dobija šupljikav izgled (Garita-Cambronero et al., 2018).



Slika 11. Rak-rana na mladaru trešnje u proljeće 2017 godine: (a, b). Prirodna infekcija. (Foto: T. Popović)

Kajsija. Tokom ljetnjeg perioda 2020. godine, u mladom voćnjaku kajsije sorte Rubista, koji se nalazi u centralnom dijelu Crne Gore, uočeni su simptomi pjegavosti na listovima i plodovima. Intenzitet infekcije na listovima bio je veći od 70%, što ukazuje na izuzetnu osjetljivost sorte Rubista prema Xap.

Na lišću kajsije pjege su u početku bile uglavnom kružnog oblika, prečnika 2 do 5 mm, vodenaste, često okružene hlorotičnim oreolom, a kasnije postajale su svjetlo do tamno smeđe i nekrotične. Razvojem bolesti, nekrotično tkivo u okviru pjega ispada čime lišće dobija šupljikav izgled (Slika 12 a, b). Simptom šupljikavosti lišća je izraženiji kod kajsije nego kod breskve. Međutim za razliku od breskve, u voćnjaku kajsije nije uočena defolijacija, bez obzira na visok intezitet infekcije.



Slika 12. Simptomi lisne pjegavosti kajsije: (a, b) kružne, svjetlo do tamno smeđe nekrotične pjege, često okružene hlorotičnim oreolom i šupljikavost listova; (c) mumificirani plodovi i sušenje grančica. Prirodna infekcija. (Foto: T. Popović)

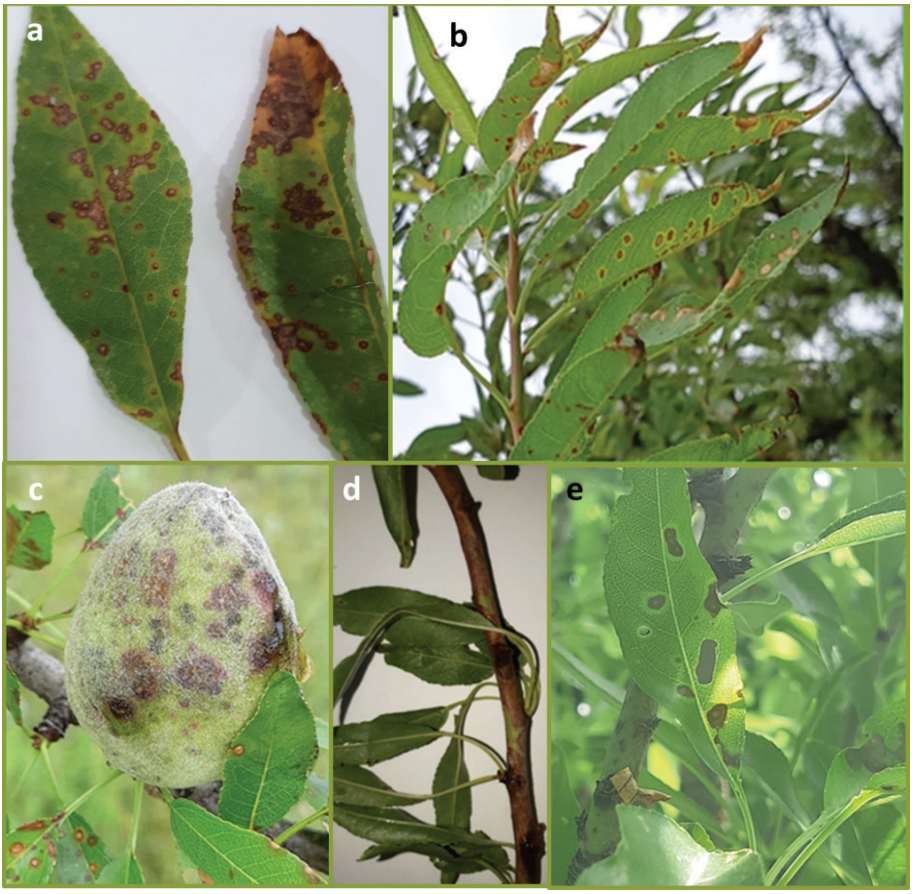
Na plodovima kajsije uočene su sitne, tamnosmeđe, uglavnom kružne površinske lezije. Na pojedinim plodovima dolazilo je do spajanja lezija i formiranja velikih nekrotičnih površina koje su nepovoljno uticale na kvalitet plodova. Ovakvi plodovi se zbog nepoželjnih karakteristika ne mogu plasirati na tržište (Slika 13 a, b, c, d, e).

U voćnjaku kajsije primjećeno je sušenje pojedinih grančica na kojima su zaraženi mumificirani plodovi ostajali pričvršćeni (Slika 12 c). Iz uzoraka sa navedenim simptomima, patogen Xap nije izolovan, što ukazuje da ovi simptomi bolesti možda i nijesu barteriozne prirode.



Slika 13. Simptomi pjegavosti plodova kajsije u 2020. godini: (a, b) sitne, tamno-smeđe, kružne površinske lezije i velike nekrotične površine. Prirodna infekcija. (Foto: T. Popović)

Badem. Zdavstvenom pregledu badema poklonjena je posebna pažnja u prethodnih sedam godina iz razloga što je prisustvo Xap na ovoj vrsti u Crnoj Gori utvrđeno 1996. godine (Panić et al., 1998). Na lišću badema razvijale su se sitne okruglaste nekrotične pjege, okružene hlorotičnim oreolom, u početku žućkasto-crvene boje, koje vremenom prelaze u crvenu i na kraju mrku boju (Slika 14 a). Napredovanjem bolesti, pjege se šire i spajaju, što dovodi do nekroze veće površine lista. Uočeno je opadanje inficiranog lišća, iako neki autori navode da inficirano lišće badema rijetko žuti i opada (Palacio-Bielsa et al., 2010; Rosellò et al., 2012). Iz velikog broja sakupljenih i obrađenih uzoraka sa simptomima pjegavosti lišća, izolovan je jedan soj Xap i veći broj sojeva *Pseudomonas syringae* pv. *syringae* (Popović et al., 2020), što ukazuje da ova dva patogena na lišću badema mogu prouzrokovati slične simptome (Slika 14 b). Tokom proljećnog perioda 2018. godine uočeni su simptomi na plodovima i grančicama badema. Na plodu badema razvijale su se ulegnute pjege iz kojih se izlučivala smola (Slika 14 c), dok se na mladim grančicama pupoljci nijesu razvijali, a oko njih su uočavane tamne, ulegnute, izdužene nekrotične zone praćene lučenjem smole (Slika 14 d). Iz simptomatičnih uzoraka plodova i grančica badema izolovani su samo sojevi bakterije *Pseudomonas syringae* pv. *syringae* (Popović et al., 2020). Takođe, tokom proljeća 2023. godine uočena je pjegavost lišća badema, međutim iz ovih uzoraka nisu izolovane fitopatogene bakterije, pa pretpostavljamo da su ovi simptomi prouzrokovani drugim faktorima (Slika 14 e). Iz navedenog, možemo zaključiti da veće štete na stablima badema u Crnoj Gori pričinjava *Pseudomonas syringae* pv. *syringae* nego Xap.



Slika 14. Simptomi na bademu: (a, b, e) pjegavost listova badema; (c) ulegnute pjege na plodu badema iz kojih se izlučuje smola; (d) nekroza pupoljaka na grančici badema. Prirodna infekcija. (Foto: T. Popović)

Simptomi koje prouzrokuje Xap na breskvi, nektarini, kajsiji, trešnji i bademu lako se mogu zamjeniti sa onim koje prouzrokuju druge bakterije, gljive, virusi, fitoplazme ili abiotski faktori (niske i visoke temperature, ozlede nastale mehaničkim putem) (Rosellò et al., 2012; Lamichhane, 2014) (Slika 15 a, b, c, d), što ukazuje da često nijesu pouzdan dijagnostički kriterijum i da se pravilna dijagnoza bolesti može uspostaviti samo laboratorijskom analizom.

U periodu od 2017. do 2023. godine izvršen je zdravstveni pregled i prikupljeni simptomatični uzorci raznih organa koštičavih voćaka i badema sa više od 50 lokaliteta širom Crne Gore, pri čemu je izolacija Xap bila uspešna iz uzoraka prikupljenih sa 3 lokaliteta koji pripadaju centralnom i južnom dijelu Crne Gore. Najveći broj sojeva je izolovan sa lokaliteta Ćemovsko polje,

gdje je skoncentrisana najznačajnija proizvodnja breskve i nektarine u Crnoj Gori. Uzorkovanje biljnog materijala vršeno je tokom cijele godine, ali je najuspješniji period za izolaciju sojeva Xap bio tokom kasnog proljeća i kasnog ljeta, što se može objasniti povoljnim klimatskim uslovima (topla sezona, česte kiše, vjetrovi i obimna rosa tokom vegetacije) za razvoj primarnih i sekundarnih infekcija. Sojevi Xap su izolovani iz različitih biljnih organa. Najveći procenat uspešne izolacije kod breskve, nektarine, kajsije i badema postignut je iz listova sa simptomima pjegavosti, dok su kod trešnje sojevi Xap izolovani iz rak-rana na grančicama. Izolacije bakterije Xap iz uzoraka sa simptomima rak-rana i „crnih vrhova“ grančica su često bile neuspješne, što se može objasniti činjenicom da u rak-ranama ostaje mali dio populacije bakterija, kao i da prouzrokovači pomenutih simptoma mogu biti i druge prirode.



Slika 15. Simptomi koje ne prouzrokuje *Xanthomonas arborcola* pv *pruni*: (a, b) pjegavost plodova i listova kajsije; (c) rak-rana na grančici trešnje; (d) pjegavost listova breskve; (e) promjena boje lišća breskve. Prirodna infekcija. (Foto: T. Popović)

ŠTETE I KONTROLA BOLESTI

Xap može prouzrokovati značajne štete u proizvodnim zasadima koštičavih voćaka i badema kada klimatski uslovi pogoduju infekciji i širenju bolesti. One se izražavaju kroz tri glavna ekonomska faktora: smanjenje kvaliteta i tržišnosti plodova, smanjenje produktivnosti voćnjaka i povećanje troškova proizvodnje sadnog materijala u rasadnicima (Stefani, 2010; Lamichhane, 2014). Standardi kvaliteta voća ne dozvoljavaju stavljanje na tržište plodova sa simptomima prisustva patogena ili je dozvoljeno da plod sadrži jednu ili dvije površinske pjege prečnika oko 1 mm2 (Stefani, 2010). Gubici nastaju ne samo pojavom pjega na plodovima nego i smanjenjem prinosa usled gubitka asimilativne površine, usled opadanja lišća tokom perioda porasta i sazrevanja plodova.

Infekcija patogenom utiče na produktivnost voćnjaka, i zahtjeva dodatni rad da bi se rezidbom uklonile, a zatim i uništile grane i grančice sa simptomima prisustva patogena, što dodatno slabi i smanjuje produktivnost samog voćnjaka, kao i povećan broj hemijskih tretmana (Stefani, 2010).

Efikasna kontrola bolesti zasniva se na izboru kvalitetnog sadnog materijala, gajenju otpornih ili manje osjetljivih sorti, dobroj poljoprivrednoj praksi i primjeni hemijskih i/ili bioloških preparata na osnovu prognoze bolesti (Sundin et al., 2016).

Budući da je Xap regulisan karantinski patogen, sadni materijal prilikom proizvodnje i uvoza mora biti podvrgnut zdravstvenom pregledu u cilju spriječavanja unošenja i širenja Xap.

Nakon utvrđenog prisustva Xap obavezno je sprovođenje fitosanitarnih mjera koje podrazumijevaju uklanjanje zaraženih stabala kao i uništavanje zaraženih grana, lišća i plodova. Preporučuje se upotreba alata dezinfikovanog alkoholom prilikom rezidbe i kalemljenja, kao i izbjegavanje upotrebe prskalica za navodnjavanje u cilju spriječavanja širenja patogena u voćnjaku i njegovoj okolini. Agrotehničke mjere odnose se na izbor odgovarajućeg zemljišta za podizanje voćnjaka; izbalansiranu upotrebu sredstava za ishranu bilja (višak azota dovodi do pretjerane bujnosti što biljke čini osetljivim na infekciju, i odlaže period ulaska u fazu mirovanja, što takođe povećava rizik od nastanka infekcije kasno u jesen); vrijeme i način rezidbe (rezidbu vršiti u periodu mirovanja biljaka, jer rane nastale rezidbom predstavljaju ulazna mjesta za infekciju); izbor vrste i sorte i sadnju sertifikovanog sadnog materijala (Stefani, 2010). Uvođenjem novih osjetljivih sorti koštičavih voćaka i badema za svježu potrošnju i industrijsku preradu imalo je za posljedicu izbijanje epidemija širom Evrope. Brzo širenje bolesti objašnjava se visokom zastupljenošću osjetljivog sortimenta, kao i povoljnim vremenskim uslovima za razvoj infekcije.

Hemijske mjere borbe ograničene su na primjenu bakarnih preparata pri čemu treba voditi računa o broju aplikacija tokom vegetacione sezone zbog razvoja otpornosti patogena, kao i o fiziološkoj fazi biljke i koncentraciji aktivne materije zbog pojave fitotoksičnosti. Hemijsko tretiranje obaviti u jesenjem periodu, na početku opadanja lišća i ponoviti kada biljke odbace više od 80% lisne mase, u cilju suzbijanja epifitne populacije bakterija, sprečavanja infekcije tkiva kroz lisne ožiljke nastale tokom opadanja lišća i smanjenja inokuluma u rak-ranama. Zimsko prskanje voćaka obavlja se u rano proljeće kada su stabla voćaka suva i spoljašnja temperatura iznad 5°C. Voćke je potrebno dobro okupati preparatom i istretirati cijelo stablo. Preporučuje su upotreba kombinacije mineralnog ulja i bakra u cilju suzbijanja štetočina i prouzrokovača bolesti. U cilju pravovremene primjene baktericida, potrebno je razvijati modele koji će uspešno prognozirati pojavu bolesti. Osim bakarnih preparata, u zaštiti bilja se upotrebljavaju i antibiotici. Međutim, primjena antibiotika u zaštiti bilja zabranjena je u većini evropskih država kao i u Crnoj Gori, dok se u SAD oni uspješno primjenjuju. Antibiotici koje se najviše koriste u zaštiti bilja su streptomicin i oksitetraciklin.

Aternativa hemijskoj kontroli biljnih bolesti može biti biološka kontrola. Ona podrazumjeva primjenu korisnih mikroorganizama, kao što su antagonističke bakterije *Pseudomonas fluorescens* (Biondi et al., 2009), *Pseudomonas aeruginosa* (da Silva Vasconcellos et al., 2014) i *Xanthomonas campestris* (Kawaguchi et al., 2014), bakteriofaga (Jones et al., 2021), kao i različitih sekudarnih jedinjenja koje proizvode korisni mikroorganizmi, a koja indukuju otpornost biljaka (Kennelly et al., 2007). Međutim, primjena bioloških preparata u zaštiti od Xap još je uvijek u fazi razvoja i ovi preparati često nisu komercijalno dostupni.

Dalja istraživanja u cilju uspješne kontrole bolesti, trebala bi da budu usmjerena ka efikasnoj primjeni bioloških mjera borbe primjenom bakteriofaga, bakterija antagonista i aktivatora sistemične otpornosti, kao i ka pronalaženju izvora otpornosti prema patogenu.

ZAHVALNICA

Rad je podržan od strane Uprave za bezbjednost hrane, veterinu i fitosanitarne poslove Crne Gore, a nastao je i kao rezultat istraživanja u okviru Ugovora između Ministarstva nauke, tehnološkog razvoja i inovacija Republike Srbije i Poljoprivrednog fakulteta, Univerziteta u Beogradu, o prenosu sredstava za finansiranje naučnoistraživačkog rada zaposlenih u nastavi na akreditovanim visokoškolskim ustanovama u 2024. godini, evidencioni broj ugovora: 451-03-65/2024-03/200116.

LITERATURA

Biondi E., Dallai D., Brunelli A., Bazzi C., Stefani E. (2009): Use of a bacterial antagonist for the biological control of bacterial leaf/fruit spot of stone fruits. IOBC Bulletin, 43, 277–281. http://www.iobc-wprs.org/pub/bulletin.

Du Plessis, H. J. (1988): Bacterial spot disease of stone fruits: overview of findings. Deciduous-Fruit Grower 38, 128–132.

EFSA PLH Panel (EFSA Panel on Plant Health) (2014): Scientific opinion on pest categorisation of *Xanthomonas arboricola* pv. *pruni* (Smith, 1903). EFSA J. 12, 1– 25.

Fahy, P. C., Persley, G. J. (1983): Plant Bacterial Diseases. A Diagnostic Guide. Academic Press, New York (US).

Garita-Cambronero, J., Palacio-Bielsa, A., Cubero, J. (2018): *Xanthomonas arboricola* pv. *pruni*, causal agent of bacterial spot of stone fruits and almond: its genomic and phenotypic characteristics in the *X. arboricola* species context. Mol Plant Pathol. 19(9):2053–2065. doi:10.1111/mpp.12679.

Jones J.B., Svircev A.M., Obradović A.Ž. (2021): Crop Use of Bacteriophages. In: Bacteriophages: Biology, Technology, Therapy, Edited by: Harper D., Abedon S., Burrowes B., McConville M., Springer Nature Switzerland AG 2021. Pages: 839-856. ISBN 978-3-319-41987-9. https://doi.org/10.1007/978-3-319-41986-2.

Kawaguchi, A., Inoue, K., Inoue, Y. (2014): Biological control of bacterial spot on peach by non pathogenic *Xanthomonas campestris* strains AZ98101 and AZ98106. Journal of General Plant Pathology, 80, 158–163. https://doi.org/10.1007/s10327-014-0506-6.

Kennelly, M.M., Cazorla, F.M., de Vicente, A., Ramos, C., Sundin, G.W. (2007): *Pseudomonas syringae* Diseases of Fruit Trees: Progress Toward Understanding and Control. Plant Disease Vol.91, 1:1-17. DOI: 10.1094/PD-91-0004

Lamichhane, J. R. (2014): *Xanthomonas arboricola* disease of stone fruit, almond and walnut trees: Progress toward understanding and management. Plant Disease, 98(12), 1600–1610. https://doi.org/10.1094/PDIS-08-14-0831-FE.

Palacio-Bielsa, A., Roselló, M., Cambra, M. A., López, M. M. (2010): First report on almond in Europe of bacterial spot disease of stone fruits caused by *Xanthomonas arboricola* pv. *pruni*. Plant Disease, 94(6), 786–786. https://doi.org/10.1094/PDIS-94-6-0786B.

Panić, M., Jovanovic, O., Antonijevic, D., Miladinović, Z. (1998): The first appearance of bacterial plant pathogen *Xanthomonos arboricola* pv. *pruni* in Yugoslavia. Zastita bilja, 49, 285–294.

PM 7/064 (2) *Xanthomonas arboricola* pv. *pruni* (2021): EPPO Bulletin, 51: 240-266. https://doi.org/10.1111/epp.12756.

Popović, T., Menković, J., Prokić, A., Obradović, A. (2020): First report of *Xanthomonas arboricola* pv. *pruni* causing leaf spot and twig necrosis on peach (*Prunus persica*) in Montenegro. Plant disease, vol. 104, no.2, p. 560 – 561. https://doi.org/10.1094/PDIS-07-19-1422-PDN.

Popović, T., Menković, J., Prokić, A., Obradović, A. (2021): First report of *Xanthomonas arboricola* pv. *pruni* causing leaf and fruit spot on apricot (*Prunus armeniaca* L.) in Montenegro. Plant disease, 105:9, 2712. https://doi.org/10.1094/PDIS-01-21-0161-PDN.

Popović, T., Menković, J., Prokić, A., Zlatković, N., Obradović, A. (2020): Isolation and characterization of *Pseudomonas syringae* isolates affecting stone fruits and almond in Montenegro. Journal of Plant Diseases and Protection 128(2), 391-405. https://doi.org/10.1007/s41348-020-00417-8.

Popović, T., Menković, J., Prokić, A., Obradović, A. (2021): Aetiology of peach and sweet cherry leaf spot and twig canker in Montenegro. Acta Hortic. 1322: 319-326. https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2021.1322.44.

Prenkić, R., Odalović, A., Radulović, M., Popović, R., Čizmović, M. (2009): Revitalizacija voćarstva u Crnoj Gori. Voćarstvo, 43, 167/168, 121–129.

Roselló, M., Santiago, R., Palacio-Bielsa, A., Garcıa-Figueres, F., Monton, C., Cambra, M., López, M. (2012): Current status of bacterial spot of stone fruits and almond caused by *Xanthomonas arboricola* pv. pruni in Spain. Journal of Plant Pathology, 94, 15–21. http://dx.doi.org/10.4454/jpp.v94i1sup.004.

Saccardi, A., Goio, P. (1990): Epidemia di *Xanthomonas campestris* pv. *pruni* in pescheti del veronese L'Informatore Agrario, 8, 117-120.

da Silva Vasconcellos, F.C. , de Oliveira, A.G. , Lopes-Santos, L. , Torres Cely, M. , Simionato, A. , Pistori, J. , Spago, F. , de Mello, J. , San Martin, J. , Jesus Andrade, C. and Andrade, G. (2014): Evaluation of antibiotic activity produced by *Pseudomonas aeruginosa* LV strain against *Xanthomonas arboricola* pv. *pruni*. Agric. Sci. 5, 71–76.

Shepard, D. P., Zehr, E. I. (1994): Epiphytic persistence of *Xanthomonas campestris* pv. *pruni* on peach and plum. Plant Disease, 78, 627-629.

Stefani, E., Bazzi, C., Mazzucchi, U., Colussi, A. (1989): *Xanthomonas campestris* pv. *pruni* in pescheti del Friuli. Informatore Fitopatologico, 39, 60-63.

Stefani, E. (2010): Economic significance and control of bacterial spot/canker of stone fruits caused by *Xanthomonas arboricola* pv. *pruni.* Journal of Plant Pathology, 92(Supplement 1), 99–103.

Sundin, G. W., Castiblanco, L. F., Yuan, X., Zeng, Q., Yang, C. H. (2016): Bacterial disease management: challenges, experience, innovation and future

prospects: Challenges in bacterial molecular plant pathology. Molecular Plant Pathology, 17(9), 1506–1518. https://doi.org/10.1111/mpp.12436.
Zehr, E. I., Shepard, D. P. (1996): Bacterial spot of peach as influenced by water congestion, leaf wetness duration, and temperature. Plant Disease, 80, 339-341.

Abstract

XANTHOMONAS ARBORICOLA PV. PRUNI CAUSING BACTERIAL SPOT ON PEACH, NECTARINE, SWEET CHERRY, APRICOT AND ALMOND IN MONTENEGRO– SYMPTOMATOLOGY AND DISEASE CONTROL

Tamara Popović[1], Jelena Adamović[2], Aleksa Obradović[2]
[1] Administration of Food Safety, Veterinary and Phytosanitary Affairs, Podgorica
[2] University of Belgrade, Faculty of Agriculture, Belgrade
E-mail: aleksao@agrif.bg.ac.rs

Stone fruit and almond production is widespread and economically very important in many countries worldwide, as well as in Montenegro. Favorable climate, as well as the wide consumption of fruits, contribute to the extensive stone fruit production in Montenegro. However, this production is often compromised by different pathogens such as fungi, bacteria, phytoplasmas, and viruses.

Phytopathogenic bacterium *Xanthomonas arboricola* pv. *pruni* (Xap)– the causal agent of bacterial spot of stone fruits and almond is an economically very important pathogen of stone fruit trees and almonds because it can cause significant losses in orchards, reducing the quality and quantity of fruits. Xap was first reported in Montenegro in commercial almond orchards near Podgorica (Panić et al., 1998). During the seven-year survey of stone fruit and almond orchards in Montenegro, symptoms of leaf and fruit spot, twig and trunk necrosis and cankers were observed.

The presence of this pathogen has been confirmed so far in Montenegro, on almond, peach, nectarine, sweet cherry and apricot.

The aim of this study is to show the different symptoms of the disease caused by the pathogen Xap, in order to contribute an accurate diagnosis of the disease and apply of available protective measures.

Key words: *Xanthomonas arboricola* pv. *pruni*, stone fruits, almond, bacterial spot, necrosis, twig cankers