

# RASPROSTRANJENOST I ZNAČAJ PROUZROKOVAČA BAKTERIOZNE PEGAVOSTI LISTA I KRSTAVOSTI PLODOVA PAPRIKE I PARADAJZA

Maja Ignjatov<sup>1</sup>, Katarina Gašić<sup>2</sup>, Milan Šević<sup>3</sup>, Aleksa Obradović<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Institut za ratarstvo i povrtarstvo, Novi Sad

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

<sup>3</sup>Hladnjače Brestovik, Grocka

<sup>4</sup>Poljoprivredni fakultet, Beograd

e-mail: maja.ignjatov@nsseme.com

Rad primljen: 20.12.2017.

Prihvaćen za štampu: 27.12.2017.

## Izvod

Prema najnovijoj sistematici kao prouzrokovaci bakteriozne pegavosti paprike i paradajza navode se četiri vrste roda *Xanthomonas*: *X. euvesicatoria*, *X. vesicatoria*, *X. perforans* i *X. gardneri*. Prema rasprostranjenosti i štetama koje nanosi, prouzrokovac bakteriozne pegavosti lišća i krstavosti plodova *X. euvesicatoria* spada u najznačajnije bakterije parazite paprike u svetu, dok se u agroekološkim uslovima Srbije, usled gajenja osetljivog sortimenta i povoljnih uslova za razvoj bolesti, pojavljuje svake godine u većem ili manjem intenzitetu. Kao prouzrokovac ovog oboljenja na paradajzu navodi se *X. vesicatoria*. Bakterije se prenose semenom i u povoljnim uslovima za razvoj bolesti, mogu prouzrokovati plamenjaču, potpunu defolijaciju i izumiranje biljaka. U zaštiti od bakteriozne pegavosti paprike i paradajza potrebno je preduzeti niz mera koje podrazumevaju korišćenje konvencionalnih, ali i bioloških preparata. Utvrđeno je postojanje prirodnih antagonista (bakteriofaga) izolovanih iz zemljišta koji se mogu koristiti u biološkoj borbi. U nedostatku efikasnih mera, rešenje treba tražiti u integralnom pristupu, odnosno sintezi saznanja o biologiji i epidemiologiji patogena, tehnologiji biljne proizvodnje, kao i baktericidnom efektu pojedinih prirodnih agenasa.

**Ključne reči:** paprika, paradajz, *X. euvesicatoria*, *X. vesicatoria*

## UVOD

Paprika (*Capsicum annum* L.) spada u najzastupljenije gajene povrtarske biljke u svetu i kod nas. Najveći proizvođači paprike u svetu su Kina i Indonezija, dok najveće prosečne prinose imaju Španija (26,6 t/ha), Italija (23,8 t/ha) i Turska (24,5 t/ha). U Srbiji se po zastupljenosti povrtarskih biljaka paprika nalazi na drugom mestu sa prosečnim površinama od oko 20.000 ha (Republički zavod za statistiku, Beograd). Od ukupnog broja hektara pod paprikom, 75% se nalazi u Centralnoj i Južnoj Srbiji, ali sa značajno nižim prosečnim prinosom paprike u odnosu na prosečne prinose u Vojvodini (Vlahović i sar., 2010).

Paradajz (*Lycopersicon esculentum* Mill.) je, pored paprike, jedna od ekonomski najvažnijih povrtnarskih vrsta u Srbiji. Proizvodnja paradajza zastupljena je u skoro svim poljoprivrednim regionima u Srbiji, kako na otvorenom polju, tako i u zaštićenom prostoru (Popović i sar., 2015). Ostvareni prosečni prinosi paradajza u Srbiji kreću se oko 9000 kg/ha, a razlozi takvih prinosa nisu u genetskom potencijalu sorti i hibrida, već u neadekvatnoj tehnologiji gajenja, smanjenoj primeni mineralnih đubriva i nedostatku efikasnih mera za zaštitu bilja.

Dugo se smatralo da je prouzrokovatelj bakteriozne pegavosti, bakterija poznata pod imenom *Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria*. Međutim, prva diferencijacija *Xanthomonas* spp. izvršena je usled ispoljenih razlika u biohemijskim odlikama sojeva. Razlike su se ispoljavale u enzimskim reakcijama (amilolitička i pektolitička aktivnost) i korišćenju različitih izvora ugljenikovih jedinjenja (D-galaktoza, dekstrin i *cis*-akonitinska kiselina) (Jones et al., 2000; Obradović et al., 2004). Otkrićem da hromozomalni region bakterije *X. c.* pv. *vesicatoria* veličine 23kb, sadrži šest *hrp* transkripcionih jedinica došlo je do pomaka u molekularnoj identifikaciji vrsta *Xanthomonas* kompleksa, čime je omogućena detekcija bakterija, amplifikacijom fragmenata *hrp* regiona DNK a potom diferencijacijom i razdvajanjem grupa restrikcionim enzimima (*Restriction Fragment Length Polymorphism* - RFLP) (Obradović et al., 2004). Daljim razvojem biotehnologije u zaštiti bilja, dizajnirani su specifični prajmeri za svaku od navedenih vrsta bakterija ponaosob, što olakšava i ubrzava identifikaciju patogena (Koenraadt et al., 2009). Naime, za svaku vrstu je dizajniran specifičan par prajmera koji amplifikuju proizvode različitih veličina baznih parova: XeF i XeR 173 bp za *X. euvesicatoria*; XvF i XvR 138 bp za *X. vesicatoria*; XpF i XpR 197 bp za *X. perforans*; XgF i XgR 154 bp za *X. gardneri*.

Prema najnovijoj sistematici bakterioznu pegavost paprike i paradajza potencijalno mogu prouzrokovati četiri vrste: *X. euvesicatoria*, *X. vesicatoria*, *X. perforans* i *X. gardneri* koje spadaju u klasu *Gammaproteobacteria*, red *Xanthomadales*, familiju *Xanthomodaceae* i rod *Xanthomonas* (List of Prokaryotic names with Standing in Nomenclature; Formerly List of Bacterial names with Standing in Nomenclature (LBSN) - <http://www.bacterio.net/>).

U agroekološkim uslovima Srbije kao najznačajniji prouzrokovatelj bakteriozne pegavosti lista i krastavosti plodova navodi se *Xanthomonas euvesicatoria*, dok je na paradajzu u dosadašnjim proučavanjima ustanovljena vrsta *X. vesicatoria*. Intenzitet infekcije i ekonomske štete koje prouzrokuju ove bakterije mogu biti značajne i uglavnom zavise od vremenskih uslova i primenjene agrotehnike (Ignjatov i sar., 2010).

## RASPROSTRANJENOST I EKONOMSKI ZNAČAJ

Prouzrokovatelji bakteriozne pegavosti *X. euvesicatoria* i *X. vesicatoria* spadaju u red ekonomski najznačajnijih bolesti paprike i paradajza u svetu i kod nas i nalaze se na A2 listi karantinskih štetnih organizama EPPO-a. Na rasprostranjenost pomenutih bakterija pre svega utiču povoljni agroekološki uslovi, nedovoljno efikasne mere

zaštite i setva osetljivog sortimenta. Prema Gvozdenović i sar. (2008) plodored kao osnovna agrotehnička mera redukuje populaciju bakterija ukoliko se paprika na istu parcelu vrati posle 3 godine. Topla leta sa obilnim padavinama pogoduju širenju bakterija u toku proizvodne sezone, što dovodi do infekcije biljaka, defolijacije biljaka i velikih ekonomskih gubitaka. Tokom 2009. i 2013. godine zabeležen je visok intenzitet oboljenja u lokalitetima centralne, zapadne i južne Srbije: Šabac, Kraljevo, Trstenik, Smederevska Palanka, Leskovac, dok je u okolini Čačka i Velike Plane u istom periodu zabeležen niži intenzitet infekcije kao posledica korišćenja pravovremenih i adekvatnih mera zaštite (Ignjatov, 2013).

U Turskoj, u mediteranskom regionu, pojava bakteriozne pegavosti paprike i paradajza je česta kako u proizvodnji u zaštićenom prostoru, tako i na otvorenom (Mirik et al., 2007). Takođe, zabeleženi su znatni gubici prinosa paradajza i paprike u Turskoj, nastali kao posledica opadanja lišća i simptoma na plodovima (Basim et al., 2004). Usled jakog inteziteta oboljenja izneti su podaci o velikim gubicima u SAD, Indiji, Argentini, Sudanu, Nigeriji, Egiptu i Australiji (CABI, 2004). Tokom 2006. i 2007. godine, u Rusiji je zabeležena jača pojava bakterizne pegavosti, čiji su prouzrokovatori *X. gardneri* i *X. vesicatoria* (Ignatov et al., 2009). Štete od prouzrokovaca bakteriozne pegavosti paprike zabeležene su i u regionu, a posebno se izdvajaju lokaliteti u Sloveniji (Ravnikar et al., 2001) i Makedoniji (Mitrev and Kovačević, 2006).

### EPIDEMIOLOŠKE ODLIKE

Prouzrokovac bakteriozne pegavosti prenosi se semenom, ali održava se na biljnim ostacima, brojnim korovskim vrstama, kao i na samoniklim biljkama paprike i paradajza. Prema Jones-u i sar. (2000) izvor inokuluma za naredni usev mogu biti i korovske biljne vrste na kojima se populacija bakterija epifitno održava, ali samo ukoliko su u blizini ili na parcelama na kojima su uzgajani paprika ili paradajz. U Bugarskoj je zabeleženo održavanje patogena na korovskoj flori: *Solanum nigrum*, *Solanum dulcamara*, *Physalis pubescens*, *Amaranthus retroflexus*, *Portulaca oleraceae* (Bogatzevska and Deneva, 1996).

U ciklusu preživljavanja i održavanja fitopatogenih bakterija, ustanovljeno je postojanje epifitne faze u filosferi biljaka ("resident phase"), koja nastupanjem povoljnih uslova dovodi do infekcije. Na pojavu oboljenja najveći uticaj ima visoka relativna vlažnost vazduha tokom vegetacije. Vremenski uslovi praćeni kišom i vetrom pogoduju bržem i efikasnijem širenju bakterija. Posebna pažnja se pridaje gajenju paprike i paradajza u zatvorenom prostoru (plastični tuneli, plastenici, staklenici), u kojima se zbog navodnjavanja stvaraju idealni uslovi za razvoj bolesti. Optimalna temperatura za nastanak infekcije kreće se od 24 - 30°C, dok temperature iznad 35°C tokom dana, i ispod 16°C tokom noći, sprečavaju nastanak infekcije. Bakterije ostvaruju infekciju preko stoma i hidatoda, ali i kroz povrede nastale mehaničkim oštećenjima.

Nakon primarnih infekcija, bakterije se na zdrave biljke šire kišnim kapima nošenim vetrom ili zalivanjem veštačkom kišom. U zaštićenom prostoru uslovi gajenja biljaka doprinose širenju i jačoj pojavi oboljenja (Obradović, 2009). Osim gubitaka koji nastaju za vreme proizvodnje u zaštićenom prostoru, bakterije se rasadom mogu proširiti na veće površine i tako uvećati gubitke u proizvodnji na otvorenom polju. Usled velike infektivnosti i ograničenih mogućnosti suzbijanja, kontrola fitopatogenih bakterija predstavlja teško rešiv problem (Gašić et al., 2011).

Prema podacima EPPO (2013), kao najvažniji vid strategije za kontrolu i prevenciju ovih patogena navodi se ispitivanje zdravstvenog stanja semena i proizvodnja u područjima bez prisustva patogena. Sanacija potencijalno kontaminiranog semena se samo delimično postiže kombinacijom metoda dezinfekcije preparatima na bazi hlora, izlaganjem semena visokim temperaturama ili potapanjem semena paradajza tokom fermentacije prilikom dorade. Ne postoji metoda dezinfekcije semena koja može potpuno osigurati iskorenjavanje patogena iz prirodno zaraženog semena bez značajnog smanjenja klijavosti (Giovanardi et al., 2015). Uprkos upotrebi fitosanitarnih mera i karantinskih procedura u domaćoj i međunarodnoj trgovini semenom, povremeno se u proizvodnji javljaju epidemije (Gitaitis and Walcott, 2007). U toku vegetacije, zaraženo seme predstavlja osnovni izvor inokuluma. U uslovima visoke vlažnosti vazduha dolazi do otvaranja stoma i lenticela pri čemu se iz zaraženog tkiva oslobađaju bakterijske ćelije i šire kišnim kapima na druge zdrave biljke. Ni do danas nije ustanovljena pozitivna korelacija između nivoa zaraženosti semena paprike i paradajza i intenziteta infekcije u polju bakterijama *X. euvesicatoria* i *X. vesicatoria* (Giovanardi et al., 2018).

### SIMPTOMI BOLESTI

Prvi simptomi bakteriozne pegavosti paprike, gajene u polju, uočavaju se krajem juna i početkom jula, naročito posle kišnog perioda. Bakterija parazitira sve nadzemne delove biljaka: klijance, list, cvet, plod, a u biljku prodire kroz povrede i preko stominih otvora.

Na listovima se u početku uočavaju vlažne pege, masnog odsjaja i nepravilnog oblika (Slika 1a). Vremenom tkivo u sredini ovih pega postaje mrko, pege se povećavaju, spajaju, a nekroza zahvata veći deo liske. Nekrotične zone se lako lome i ispadaju, obolelo lišće se deformiše, postaje kožasto i hlorotično. Pri povoljnim uslovima za razvoj bolesti u polju, pegavost i hloroza se šire, zahvatajući mlađe lišće, a jače oboleli donji listovi se suše i opadaju. Na zaraženim plodovima u početku se uočavaju sitne, zelenkastomrke pege, koje kasnije nekrotiraju i pucaju, usled čega plod dobija krastav izgled (Slika 1b). Otuda i potiče naziv za ovu bakteriju „vesicatorius” što na latinskom znači krasta, mehur ili plik. Oboleli plodovi gube tržišnu vrednost umanjujući ekonomski efekat proizvodnje (Ignjatov i sar., 2012).



**Slika 1.** *Xanthomonas* spp. - Bakteriozna pegavost lišća i krastavost plodova paprike i paradajza: a) pegavost lišća paprike; b) nekrotične pege i kraste na peteljci i plodu paprike; c) pegavost lišća paradajza; d) početni simptomi krastavosti ploda paradajza (Foto: Ignjatov M.)

Simptomi na biljkama paradajza ispoljavaju se kao sitne, uljaste pege nepravilnog oblika koje vremenom nekrotiraju, dok se na perifernim delovima uočavaju tamnoljubičaste do mrke zone (Slika 1c). Simptomi bolesti uočavaju se i na stablu u vidu vlažnih, tamnozelenih pega nepravilnog oblika. Najupečatljiviji simptomi se uočavaju na zelenim plodovima u vidu sitnih pega koje vremenom nekrotiraju i pucaju dobijajući izgled krasta (Slika 1d). Oboleli plodovi neravnomerno sazrevaju, deformišu se, a usled intenzivnog zalivanja rasprskivačima može doći do širenja i propadanja useva paradajza.

### FIZIOLOŠKE RASE

Proučavanje otpornosti prema prouzrokovaču bakteriozne pegavosti počelo je šezdesetih i sedamdesetih godina. U početku se smatralo da sojevi poreklom iz paradajza i paprike vrše unakrsnu infekciju u polju, sve do 1970-tih godina kada je ustanovljena specifičnost prema domaćinu. Ustanovljene su rase koje parazitiraju samo paradajz (XcvT), one koje parazitiraju samo papriku (XcvP), kao i one čiji su domaćini i paprika i paradajz (XcvPT) (Stall et al., 2009). U okviru grupe XcvT determinisane su tri rase (T1, T2 i T3), dok je kod sojeva poreklom iz paprike do sada determinasano 11 rasa (P0-P10) (Jones et al., 2002; Stall et al., 2009).

Selekcioni pritisak, nastao unošenjem gena otpornosti u komercijalne genotipove gajenih biljaka, često rezultira pojavom novih sojeva patogena sposobnih da prevaziđu otpornost. Gajenje osetljivog sortimenta paprike i paradajza predstavlja jedan od glavnih uzroka česte pojave bakteriozne pegavosti. Do sada su izolovana

četiri gena otpornosti paprike: *Bs1*, *Bs2*, *Bs3* i *Bs4*, nakon čega su stvorene izogene linije nosioci ovih gena (ECW-10, ECW-20 ECW-30) i ključevi za utvrđivanje fizioloških rasa (APS-ISF, 2010). Poznato je da se fiziološke rase razlikuju po sposobnosti zaražavanja različitih sorti, odnosno ista sorta može biti otporna prema nekim rasama a osetljiva prema drugim. Na osnovu reakcije diferencijalnih sorti paprike i paradajza, u svetu je do danas opisano 11 fizioloških rasa *Xanthomonas* spp. patogena paprike, a u Srbiji su do sada ustanovljene četiri rase: P1, P3, P7 i P8 (Obradović et al., 2004; Ignjatov i sar., 2010).

Ukoliko se posmatra zastupljenost fizioloških rasa bakterije *X. euvesicatoria*, u Srbiji u 2008. godini, može se konstatovati da je rasa P8 bila zastupljena u svim lokalitetima, osim u Ruskom Krsturu i Stanišiću u kojima je konstatovana samo rasa P7. Izdvajaju se i lokaliteti u kojima su prisutne po tri rase parazita: Despotovo sa rasama 3, 7, 8 i Smederevo sa rasama 1, 7, 8. U Horgošu su prisutne rase 1 i 8, dok su u Gložanima, Kuli i B. Topoli prisutne rase 7 i 8. Sojevi poreklom iz lokaliteta Čačak, Kraljevo, Leskovac, Smederevska Palanka, Šabac, Trstenik i Velika Plana, izolovani tokom 2009 i 2010. godine pripadaju rasi P8 (Ignjatov i sar., 2010).

S obzirom na to da su paprika i paradajz veoma zastupljene biljne vrste u povrtarskoj proizvodnji kod nas, kao i da postoji opasnost od promene sastava populacije patogena, neophodno je kontinuirano praćenje prisustva patogena i fizioloških rasa.

### MERE ZAŠTITE PAPIRIKE

U zaštiti bilja kod nas dominiraju hemijske mere borbe, odnosno korišćenje hemijskih sredstava ili pesticida (Obradović, 2009). S obzirom na to da postoji mali spektar aktivnih supstanci za suzbijanje prouzrokovala bakteriozne pegavosti paprike i paradajza, kao i na nekontrolisanu upotrebu antibiotika i čestu primenu bakarnih preparata, postoji velika opasnost od razvoja rezistentnosti kod fitopatogenih bakterija.

Kada se radi o fitopatogenim bakterijama u Srbiji, najčešće su u primeni preparati na bazi bakra (Šević et al., 2016). Međutim, kao posledica česte primene bakarnih preparata u svetu je utvrđena pojava rezistentnih sojeva ovih patogena. Ignjatov i saradnici (2010) proučavali su efekat baktericida prema sojevima *X. euvesicatoria* poreklom iz Srbije u *in vitro* uslovima, i ustanovili da koncentracija od 200 ppm bakar sulfata nije zaustavila razvoj svih proučavanih sojeva, što ukazuje na moguću pojavu rezistentnosti bakterije prema ovom jedinjenju. Broj antibiotika koji se koriste u fitomedicini nije veliki, u odnosu na one koji se koriste u humanoj medicini i veterini. Preparati na bazi antibiotika nisu registrovani za primenu u zaštiti bilja kod nas. Streptomycin je antibiotik iz grupe aminoglukozida koji u visokim koncentracijama može biti fitotoksičan i formulisan je kao streptomycin-sulfat ili streptomycin-nitrat. Mehanizam delovanja streptomicina ogleda se u vezivanju za bakterijske ribosome i sprečavanju sinteze proteina. Primena streptomicina u usevu paprike za suzbijanje prouzrokovala bakteriozne pegavosti bila je kratkotrajna jer je

već početkom šezdesetih godina prošlog veka otkrivena rezistentna populacija ove bakterije. Streptomycin-rezistentni sojevi ubrzo su detektovani u Argentini, Brazilu, Kaliforniji, Floridi, Džordžiji, Ohaju, Pensilvaniji, Tajvanu, primoravajući istraživače da tragaju za drugim rešenjima (Ritchie and Dittapongpitch, 1991).

Prema literaturnim podacima, biološke (primena bakteriofaga) i neke novije alternativne metode (aktivatori otpornosti), ukazuju na mogućnost razvoja efikasne strategije za suzbijanje *X. euvesicatoria* (Obradović, 2009; Gašić et al., 2011; Šević et al., 2016). Još uvek je jedna od najznačajnijih mera borbe stvaranje nepovoljnih uslova za razvoj bolesti primenom, kako agrotehničkih mera, tako i stvaranjem otpornih sorti i hibrida (Ignjatov i sar., 2012). S obzirom na to da većina gajenih genotipova paprike ispoljava visok stepen osetljivosti prema prouzročivaču bakteriozne pegavosti, kao i da postoji izolovan gen otpornosti prema najzastupljenijoj rasi patogena u nas, selekcija paprike na otpornost bila bi značajan doprinos kontroli ovog ekonomski značajnog oboljenja (Danojević et al., 2016).

Stoga, u nedostatku efikasnih baktericida rešenje treba tražiti u integralnom pristupu, odnosno sintezi saznanja o biologiji i epidemiologiji patogena, tehnologiji biljne proizvodnje, kao i primeni bioloških agenasa sa izraženim baktericidnim efektom.

### Zahvalnica

Istraživanja saopštena u ovom radu rezultat su projekata:

- Stvaranje sorti i hibrida povrća za gajenje na otvorenom polju i zaštićenom prostoru (TR31030), Ministarstvo prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije;

- Razvoj integrisanih sistema upravljanja štetnim organizmima u biljnoj proizvodnji sa ciljem prevazilaženja rezistentnosti i unapređenja kvaliteta i bezbednosti hrane (III46008), Ministarstvo prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije;

- Integrating science on Xanthomonadaceae for integrated plant disease management in Europe - COST Action CA16107 EuroXanth.

### LITERATURA

APS-ISF (2010): Guideline for identification of pepper bacterial leaf spot races using differential hosts (autori: Kurowski, C., Conn, K., Himmel, P.)

Basim, H., Basim, E., Jones, J. B., Minsavage, G. V., Dickstein, E. R. (2004): Bacterial spot of tomato and pepper caused by *Xanthomonas axonopodis* pv. *vesicatoria* in the western Mediterranean region of Turkey. *Plant Disease*, 88 (1): 85.

Bogatzevska, N., Deneva, S. (1996): Survival of *Xanthomonas campestris* pv. *glycines*, *phaseoli*, *vesicatoria* in the seeds of weeds. 9<sup>th</sup> International conference Plant pathogenic bacteria, India: 72.

CABI (2004): Crop Protection Compendium - CD.

Danojević D., Medić-Pap S., Savić A., Červenski J. (2016): Fruit Traits of Pepper Genotypes Originating from Open Pollination. *Ratar. Povrt.* 53 (2): 69-73.

- EPPO, 2013. PM 7/110 (1) *Xanthomonas* spp. (*Xanthomonas euvesicatoria*, *Xanthomonas gardneri*, *Xanthomonas perforans*, *Xanthomonas vesicatoria*) causing bacterial spot of tomato and sweet pepper. *EPPO Bulletin* 43, 7–20.
- Gašić, K., Ivanović, M. M., Ignjatov, M., Čalić, A., Obradović, A. (2011): Isolation and characterization of *Xanthomonas euvesicatoria* bacteriophages. *Journal of Plant Pathology*, 93 (2): 415 - 423.
- Giovanardi, D., Biondi, E., Ignjatov, M., Gašić, K., Ferrari, M., Perez, S., Jevtić, R., Stefani, E. (2015): Seed transmission of *Xanthomonas vesicatoria* and *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis* in tomato and *Xanthomonas euvesicatoria* in pepper and implementation of seed disinfection methods. 7th Congress on Plant Protection: Integrated Plant protection – A Knowledge-based Step towards Sustainable Agriculture, Forestry and Landscape Architecture, 24-28. 11. 2014. Proceedings of Plant Protection Society of Serbia, IOBC-EPRS, IOBC-WPRS, Belgrade, 65 – 70.
- Giovanardi, D., Biondi, E., Ignjatov, M., Jevtić, R., Stefani, E. (2018): Impact of bacterial spot outbreaks on the phytosanitary quality of tomato and pepper seeds. *Plant pathology*, DOI: 10.1111/ppa.12839.
- Gitaitis, R., Walcott, R.R. (2007): The epidemiology and management of seedborne bacterial diseases. *Annual Review of Phytopathology* 45, 371–97.
- Gvozdenović, Đ., Bugarski, D., Gvozdanović-Varga, J., Vasić, M., Červenski, J., Takač, A., Jovičević, D. (2008): Doprinosi unapređenju povrtarske proizvodnje za 70 godina rada instituta za ratarstvo i povrtarstvo. *Zbornik radova*, 45 (1): 113 - 129.
- <http://www.bacterio.net/> - List of Prokaryotic names with Standing in Nomenclature; Formerly List of Bacterial names with Standing in Nomenclature (LBSN)
- Ignatov, A. N., Kornev, K. P., Mateeva, E. V., Pekhtereva, E. S., Polityko, V. A., Budenkov, N. I., Schaad, N. W. (2009): Occurrence of bacterial spot and bacterial canker of tomato in the Russian Federation. *Acta Horticulturae*, 808: 247 - 250.
- Ignjatov, M., Gašić, K., Ivanović, M., Šević, M., Obradović, A., Milošević, M. (2010): Karakterizacija sojeva *Xanthomonas euvesicatoria*, patogena paprike u Srbiji. *Pesticidi i fitomedicina*, 25(2), 139-149.
- Ignjatov, M., Šević M., Gašić K., Jovičić D., Nikolić Z., Milošević D., Obradović A. (2012): Proučavanje osetljivosti odabranih genotipova paprike prema prouzročivaču bakteriozne pegavosti. *Ratarstvo i povrtarstvo*, 49 (2): 177-182.
- Ignjatov M. (2013): Doktorska disertacija: Diverzitet populacije *Xanthomonas* spp. patogena paprike u Srbiji. Poljoprivredni fakultet Univerziteta u Beogradu.
- Jones, J. B., Bouzar, H., Stall, R. E., Almira, E. C., Roberts, P., Bowen, B. W. (2000): Systematic analysis of *Xanthomonads* (*Xanthomonas* spp.) associated with pepper and tomato lesions. *International Journal of Systematic Bacteriology*, 50: 1211 - 1219.
- Jones, J. B., Stall, R. E., Minsavage, G. V., Roberts, P. D., Kousik, C. S., Subramanya, S. R., Johnson, R. R. (2002): A Non-Hypersensitive resistance in *Capsicum annuum* to *Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria* races associated with field resistance to all known pepper races. XII simpozijum o zaštiti bilja i savetovanje o primeni pesticida, Zlatibor. *Knjiga abstrakata*: 22 - 23.
- Koenraad, H., van Betteray, B., Germain, R., Hiddink, G., Jones, J. B., Oosterhof, J. (2009): Development of specific primers for the molecular detection of bacterial spot of pepper and tomato. *Acta Horticulturae* (ISHS), 808: 99 - 102.



- Mirik, M., Aysan, Y., Cinar, O. (2007): Copper-resistance strains of *Xanthomonas axonopodis* pv. *vesicatoria* (Doidge) Dye in the eastern mediterranean region of Turkey. *Journal of Plant Pathology*, 89 (1): 153 - 154.
- Mitrev, S., Kovačević, B. (2006): Characterization of *Xanthomonas axonopodis* pv. *vesicatoria* isolated from peppers in Macedonia. *Journal of Plant Pathology*, 88 (3): 321 - 324.
- Obradović, A., Mavridis, A., Rudolph, K., Janse, J. D., Arsenijević, M., Jones, J. B., Minsavage, G. V., Wang, J. F. (2004): Characterization and PCR-based typing of *Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria* from peppers and tomatoes in Serbia. *European Journal of Plant Pathology*, 110: 285 - 292.
- Obradović, A. (2009): Najznačajnije bakterioze biljaka gajenih u zaštićenom prostoru. *Biljni lekar*, 5: 513 - 527.
- Popović Vukašin, Takač Adam, Glogovac Svetlana, Pap-Medić Slađana, Červenski Janko (2015): Prinosa semena i ploda kod indeterminantnih genotipova paradajza gajenih na četiri etaže. *Selekcija i semenarstvo* vol. 21, br. 1, str. 43-56.
- Ravnikar, M., Demsar, T., Dreo, T. (2001): Laboratory diagnosis of bacterial spot on tomato and pepper. *Zbornik predavanja in referatov 5. Slovensko Posvetovanje o Varstvu Rastlin, Catez ob Savi, Slovenija*, 6 - 8. marec: 195 - 196.
- Ritchie, D. F., Dittapongpich, V. (1991): Copper and streptomycin resistant strains and host differential races of *Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria* in North Carolina. *Plant disease*, 75: 733 -736.
- Stall, R. E., Jones J. B., Minsavage, G. V. (2009): Durability of Resistance in Tomato and Pepper to Xanthomonads Causing Bacterial Spot. *Annual Review of Phytopathology*, 47: 265 - 284.
- Šević, M., Gašić, K., Đorđević, M., Ignjatov, M., Zečević, B., Obradović, A. (2016): Efficacy of biocontrol agents and bactericides in control of pepper bacterial spot. *Proceeding paper of VI Balkan symposium on vegetables and potatoes. Acta Horticulturae*, 1142: 147-150.
- Vlahović, B., Puškarić, A., Červenski, J. (2010): Obeležja proizvodnje povrća u Republici Srbiji. *Ratarstvo i povrtarstvo*, 47 (2): 461 - 466.

### Abstract

## DISTRIBUTION AND SIGNIFICANCE OF CAUSAL AGENTS OF BACTERIAL SPOT OF PEPPER AND TOMATO

**Maja Ignjatov<sup>1</sup>, Katarina Gašić<sup>2</sup>, Milan Šević<sup>3</sup>, Aleksa Obradović<sup>4</sup>**

<sup>1</sup>Institute of Field and Vegetable Crops, Novi Sad

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

<sup>3</sup> "Cold storages" Brestovik, Grocka

<sup>4</sup>Faculty of Agriculture, University of Belgrade, Belgrade

e-mail: maja.ignjatov@nsseme.com

Bacterial spot of pepper and tomato regularly causes losses in production in Serbia. According to the new systematization, four *Xanthomonas*

species have been reported as causal agents of leaf spots of pepper and tomato: *X. euvesicatoria*, *X. vesicatoria*, *X. perforans* and *X. gardneri*. Due to wide distribution and great damage at the global level, *X. euvesicatoria* is considered one of the most significant parasitic bacteria of pepper. Causal agent of the bacterial spot on tomato in Serbia is *X. vesicatoria*. Occurrence of both species is observed every year under Serbian agroecological conditions, mainly due to the cultivation of susceptible assortment and conditions which are suitable for disease development. The disease is seed transmitted and it can cause defoliation and crop degradation if conditions suitable for its development occur. Bacterial spot of pepper and tomato cannot be combatted easily and application of several cultivation practices including conventional or microbial preparations - biopesticides is therefore required. The existence of natural antagonists (bacteriophage) isolated from soil has been confirmed, which could be used for biological control of pepper bacterial spot. In the absence of effective preventive measures, the solution should be sought within an integrated approach - the synthesis of knowledge about the biology and epidemiology of the pathogen, crop production technology, as well as bactericidal effect of some natural agents.

**Key words:** pepper, tomato, *X. euvesicatoria*, *X. vesicatoria*

---

## ZAŠTITA PAPRIKE I PARADAJZA OD PROUZROKOVAČA BAKTERIOZNE PEGAVOSTI LISTA I KRSTAVOSTI PLODOVA

**Milan Šević<sup>1</sup>, Katarina Gašić<sup>2</sup>, Maja Ignjatov<sup>3</sup>, Aleksa Obradović<sup>4</sup>**

Hladnjače Brestovik, Grocka

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

<sup>3</sup>Institut za ratarstvo i povrtarstvo, Novi Sad

<sup>4</sup>Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni fakultet, Beograd

E-mail: sevicmilan@yahoo.com

Rad primljen: 21.12.2017.

Prihvaćen za štampu: 27.12.2017.

### Izvod

Bakteriozna pegavost lista i krstavost plodova prouzrokovana *Xanthomonas* vrstama, je jedna od najrasprostranjenijih i ekonomski najznačajnijih bolesti paprike i paradajza u svetu. Usled nedostatka otpornih genotipova paprike i paradajza, pojave novih rasa bakterije, sojeva rezistentnih prema jedinjenjima bakra, sumnjivog kvaliteta semena i ograničenih mera kontrole, ova bakterioza predstavlja