



Proučavanje osetljivosti odabranih genotipova paprike prema prouzrokovaču bakterijske pegavosti

Maja Ignjatov • Milan Šević • Katarina Gašić • Dušica Jovičić •
Zorica Nikolić • Dragana Milošević • Aleksa Obradović

received: 4 April 2012, accepted: 3 May 2012

© 2012 IFVC

doi:10.5937/ratpov49-1769

Izvod: Prema najnovijoj sistematici bakterioznu pegavost paprike i paradajza prouzrokuju vrste *Xanthomonas* kompleksa: *Xanthomonas euvesicatoria*, *Xanthomonas vesicatoria*, *Xanthomonas perforans* i *Xanthomonas gardneri*. Do sada je u svetu opisano 11 fizioloških rasa bakterije *Xanthomonas euvesicatoria*, od kojih je u našoj zemlji prisutno četiri (P1, P3, P7, P8), a rasa P8 je najzastupljenija. Cilj ovog rada bio je proučavanje osetljivosti 11 odabranih genotipova paprike: HS-2, Amfora, Plamena, Anita, Novosadanka, Palanačka babura, Palanačko čudo, Slonovo uvo, Brillant F1, Bihar F1 i Boni, prema rasi 8 *X. euvesicatoria*. Kao osetljiva prema svim rasama patogena korišćena je sorta Early Calwonder (ECW), a kao nosilac gena otpornosti *Bs2* prema genu avirulentnosti patogena (*avrBs2*) njena izogena linija ECW-20. Izvedena su dva ogleđa, a za veštačku inokulaciju biljaka paprike pripremljene su suspenzije bakterija koncentracije 10^6 cfu/ml i 10^8 cfu/ml soja *X. euvesicatoria* (RKFB 263), rase P8. Veštačka inokulacija biljaka paprike izvedena je u stadijumu šest potpuno razvijanih listova, metodom potapanja biljaka. Ogleđi su postavljeni po potpuno slučajnom blok rasporedu u četiri ponavljanja sa po pet biljaka u svakom ponavljanju. Intenzitet zaraze ocenjen je po Horsfall – Barratt (HB) skali 7 i 14 dana nakon inokulacije. Proučavani genotipovi paprike ispoljili su različit stepen osetljivosti prema bakteriji *X. euvesicatoria*. Nakon ocena intenziteta zaraze u oba ogleđa izdvojile su se statistički značajno različite grupe. Samo je hibrid Bihar F1 ispoljio određeni stepen otpornosti prema bakteriji, dok su svi ostali proučavani genotipovi pokazali viši ili niži stepen osetljivosti u odnosu na kontrolne sorte. Obzirom da se većina proučavanih genotipova pokazala kao osetljiva prema prouzrokovaču bakterijske pegavosti, kao i da postoji izolovan gen otpornosti prema najzastupljenijoj rasi patogena u nas, njegov transfer u komercijalne sorte paprike bio bi značajan doprinos kontroli ovog ekonomski važnog oboljenja.

Ključne reči: fiziološke rase, otpornost, paprika, *Xanthomonas euvesicatoria*

Uvod

Proizvodnja paprike (*Capsicum annuum* L.) u Srbiji je raznovrsna. Uglavnom se odvija na otvorenom polju, a manjim delom u zaštićenom prostoru (Vlahović i sar. 2010, Gvozdrenović & Cvejić 2009). Prosečna površina pod povrćem u Srbiji iznosi 247.000 ha, a oko 20.000 ha zauzima usev paprike (Republički zavod za statistiku, Beograd).

M. Ignjatov* • D. Jovičić • Z. Nikolić • D. Milošević
Institute of Field and Vegetable Crops, Maksima Gorkog 30, 21000
Novi Sad, Serbia
e-mail: maja.ignjatov@ifvcns.ns.ac.rs

M. Šević
Institute for Vegetable Crops, Karadordeva 71, 11420 Smederevska
Palanka, Serbia

K. Gašić • A. Obradović
University of Belgrade, Faculty of Agriculture, Nemanjina 6, 11080
Belgrade-Zemun, Serbia

Papriku parazitira veći broj patogena, a bakterijska pegavost je jedno od najznačajnijih oboljenja ove biljne vrste. Dinamičnost populacije i promene koje se javljaju u njenom sastavu privukle su pažnju bakteriologa kako u svetu tako i kod nas (Jones et al. 2004, Obradović i sar. 2008). Prema najnovijoj sistematici bakterioznu pegavost paprike i paradajza prouzrokuju vrste *Xanthomonas* kompleksa: *Xanthomonas euvesicatoria*, *Xanthomonas vesicatoria*, *Xanthomonas perforans* i *Xanthomonas gardneri* (Jones et al. 2004, Obradović i sar. 2004, 2008). U agroekološkim uslovima Srbije prouzrokovala bakterijske pegavosti paprike *Xanthomonas euvesicatoria* se redovno javlja, a intenzitet zaraze i ekonomske štete koje prouzrokuje ova bakterija mogu biti značajne i uglavnom zavise od vremenskih uslova

Supported by Ministry of Education and Science of the Republic of Serbia, Projects No. TR31030 and III46008

i primenjene agrotehnike (Balaž 1994, Balaž 2005, Arsenijević 1997, Obradović i sar. 1995, Obradović i sar. 2000a, 2008, Mijatović i sar. 2007, Ignjatov i sar. 2010). Velike štete u polju i potpuno propadanje useva paprike zabeleženi su u zemljama sa visokim dnevnim temperaturama i to pre svega na navodnjavanim usevima (Bashan et al. 1985).

Poznato je da se bakterije na povrtarskim biljkama održavaju na nekoliko načina, a kao izvor infekcije najveći značaj imaju zaraženo seme i sadni materijal (Balaž 2005). Opisani su i drugi načini održavanja kao što su na biljnim ostacima, u zemljištu, samoniklim biljkama paprike, u rizosferi ili epifitnoj populaciji na nadzemnim delovima (De Cleene 1989, Lieben 1981, Soto & Hultgren 1999, Zhang et al. 2009). Optimalna temperatura za nastanak infekcije kreće se u intervalu 24-30°C, dok noćne temperature ispod 16°C zaustavljaju njen nastanak. Bakterija u biljku prodire preko stominih otvora (Leandro & Volin 1987) i kroz povrede (Calzolari 1986). Iz zaraženog semena patogen se širi prvo na klijance, a kasnije i na odrasle biljke. Paprika je podložna napadu u svim razvojnim stadijumima (faza klijanaca, vegetativnog porasta, cvetanja, plodonošenja i skladištenja) (Arsenijević 1997).

Selekcionirani pritisak nastao unošenjem gena otpornosti u komercijalne genotipove gajenih biljaka, često rezultira pojavom sojeva patogena sposobnih da prevaziđu otpornost. Gajenje osetljivog sortimenta paprike predstavlja jedan od glavnih uzroka česte pojave bakteriozne pegavosti (Pernezny & Collins 1997). Tokom poslednjih decenija ustanovljen je veći broj rasa ovog patogena, što znatno otežava stvaranje otpornih sorti. Izolovana su četiri gena otpornosti prema ovom patogenu označena kao *Bs1*, *Bs2*, *Bs3* i *Bs4* (Sahin & Miller 1998, Kousik & Ritchie 1998, 1999), nakon čega su stvorene izogene linije nosioci ovih gena (ECW-10, ECW-20 ECW-30) i ključevi za utvrđivanje fizioloških rasa (Kurowski et al. 2010). Poznato je da se fiziološke rase razlikuju po sposobnosti zaražavanja različitih sorti (Basim 1998), odnosno ista sorta može biti otporna prema nekim rasama, a osetljiva prema drugim. Po van der Plank-u (1968), otpornost prema različitim fiziološkim rasama istog patogena se označava kao vertikalna i veoma je nestabilna, dok je horizontalna otpornost rasno nespecifična i podrazumeva otpornost prema svim rasama istog patogena.

Na osnovu reakcije diferencijalnih sorti paprike i paradajza, u svetu je do danas opisano 11 fizioloških rasa *Xanthomonas* spp. patogena paprike i 3 rase patogena paradajza (Jones et al. 1998, Kousik & Ritchie 1995, 1999, Sahin & Miller 1998). U Srbiji

su do sada konstatovane 4 rase patogena paprike P1, P3, P7 i P8 (Obradović i sar. 2000a, 2000b, 2001, 2004, Ignjatov i sar. 2010), od kojih je rasa P8 najzastupljenija i prisutna u svim proizvodnim regionima paprike na području Srbije.

U zaštiti bilja kod nas dominiraju hemijske mere borbe, odnosno korišćenje hemijskih sredstava ili pesticida (Obradović 2009). Kada se radi o fitopatogenim bakterijama, najčešće su u primeni preparati na bazi bakra. Međutim, kao posledica česteprimenebakarnihpreparata u svetu je utvrđena pojava rezistentnih sojeva ovih patogena (Marco & Stall 1983, Adaskaveg & Hine 1985). Ignjatov i sar. (2010) su proučavali efekat baktericida prema sojevima *X. euvesicatoria*, poreklom iz Srbije, u uslovima *in vitro* i ustanovili da koncentracija od 200 ppm bakar sulfata nije zaustavila razvoj svih proučavanih sojeva, što ukazuje na moguću pojavu rezistentnosti bakterije *X. euvesicatoria* prema ovom jedinjenju. 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 i sar. 2011). 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.

S obzirom na štetnost bakteriozne pegavosti paprike i rasprostranjenost rase P8 *X. euvesicatoria* u Srbiji, cilj ovog rada bio je proučavanje osetljivosti odabranih genotipova paprike gajenih u našoj zemlji prema ovom patogenu.

Materijal i metod rada

Proučavanje osetljivosti genotipova paprike prema *X. euvesicatoria* (soj RKFB 263, P8) izvedeno je u zaštićenom prostoru (staklenik Instituta za ratarstvo i povrtarstvo, Novi Sad, Zavod za uljane kulture), po metodi koju opisuju Kousik & Ritchie (1996). U cilju ocene osetljivosti odabrano je 11 genotipova: HS-2, Amfora, Plamena, Anita, Novosađanka, Palanačka babura, Palanačko čudo, Slonovo uvo, Brilliant F1, Bihar F1 i Boni. Kao kontrola osetljiva prema svim rasama patogena korišćena je sorta Early Calwonder (ECW), a kao nosilac gena otpornosti *Bs2* prema genu avirulentnosti patogena *avrBs2* njena izogena linija ECW-20. Setva semena je izvedena u smešu supstrata (Klasmann 2) i sterilnog peska u odnosu 3:1.

Izvedena su dva ogleđa. Veštačka inokulacija biljaka paprike izvršena je suspenzijom soja *X. euvesicatoria* (RKFB 263), rase P8, koncentracije 10⁶ cfu/ml u prvom i 10⁸ cfu/ml u drugom ogleđu. Koncentracija suspenzije 10⁸ cfu/ml podešena je

merjenjem optičke gustine (OD 0,3) pri talasnoj dužini 600nm, a koncentracija inokuluma 10^6 cfu/ml, dobijena je razblaženjem (1:100) početne koncentracije. Veštačka inokulacija izvedena je u fazi 5-6 lista, metodom potapanja biljaka u suspenziju bakterija tokom 10 sekundi. Neposredno pre inokulacije, u inokulum je dodat okvašivač Silwet L-77 do konačne koncentracije 0,01%. Nakon inokulacije biljke su održavane u uslovima staklare, a ogledi su postavljeni po potpuno slučajnom bloku rasporedu u četiri ponavljanja sa po pet biljaka u svakom ponavljanju, za obe koncentracije ponaosob. Reakcije biljaka paprike prema patogenu i intenzitet zaraze ocenjeni su prema skali Horsfall i Barratt-u (*HB scale*) (Horsfall & Barratt 1945) 7 i 14 dana nakon inokulacije. Dobijeni podaci iz oglada statistički su obrađeni metodom analize varijanse, a razlike između sorti i linija testirane su multiplim rang testom (Duncan test, program Statistica 10).

Rezultati i diskusija

Prve promene na listu paprike, kod većine proučavanih genotipova, uočene su sa naličja lista 3 dana posle inokulacije. U prvom ogledu, pri koncentraciji inokuluma 10^6 cfu/ml, proučavani genotipovi paprike ispoljili su statistički značajno različit stepen osetljivosti prema bakteriji *X. euvesicatoria* (Tab. 1). Pojava sitnih, pojedinačnih, jasno ograničenih, nekrotičnih pega, čiji se broj i veličina nisu bitno menjali između dve ocene simptoma, predstavlja znak otporne reakcije lišća izogene linije ECW-20. Takva reakcija je očekivana

jer je ovaj genotip nosilac *Bs2* gena otpornosti. Slične promene zabeležene su još i na hibridu Bihar F1, na osnovu čega su se ova dva genotipa izdvojila u posebnu grupu. Nasuprot tome, na preostalim sortama, uključujući i kontrolnu osetljivu sortu ECW, zapaženi su karakteristični simptomi u vidu mrkih pega, koje se vremenom povećavaju i spajaju formirajući veće nekrotične površine. Preostali genotipovi su tako podeljeni na osnovu intenziteta navedenih simptoma u još tri grupe, počev od manje osetljivih pa do najosetljivijih. U drugu grupu po intenzitetu zaraze svrstana je sorta Plamena, dok je trećoj grupi pripao, osim kontrolne osetljive sorte ECW, najveći broj proučavanih genotipova paprike: Palanačko čudo, Boni, Novosađanka, Brillant F1, Anita, HS-2, Amfora i Slonovo uvo. Kao najosetljivija pokazala se sorta Palanačka babura, koja je svrstana u četvrtu grupu.

Nakon druge ocene (14. dan), na svim proučavanim genotipovima, usled spajanja pega u veće nekrotične površine, hloroze i opadanja lišća, zabeleženo je povećanje intenziteta oboljenja (Tab. 1). Pored prve grupe sa najnižim intenzitetom oboljenja, u koju se svrstavaju otporna linija ECW-20 i hibrid Bihar F1, na osnovu reakcije prema patogenu izdvojile su se još 3 grupe genotipova paprike. U drugu grupu osetljivosti, pored Plamene, svrstana je i sorta Boni. Trećoj grupi pripada najveći broj proučavanih genotipova uključujući i osetljivu kontrolnu sortu ECW, a nešto viši intenzitet zaraze u odnosu na ECW ispoljile su: Novosađanka, Palanačko čudo, Brillant F1, Amfora, HS-2. U četvrtu najosetljiviju grupu osim Palanačke babure, svrstana je i sorta Slonovo uvo.

Tabela 1. Intenzitet zaraze proučavanih genotipova paprike prema *X. euvesicatoria* P8 (10^6 cfu/ml)
Table 1. Intensity of infection in the tested pepper genotypes
X. euvesicatoria P8 (10^6 cfu/ml)

| Eksperiment br. 1 / Experiment No. 1 (Koncentracija / Concentration 10^6 cfu/ml) | | |
|--|---|---|
| Genotipovi paprike Pepper genotypes | Intenzitet zaraze (7 dan) Intensity of infection (Day 7) | Intenzitet zaraze (14 dan) Intensity of infection (Day 14) |
| Bihar F1 | 1.0 ^a | 1.1 ^a |
| ECW-20 | 1.0 ^a | 1.55 ^a |
| Plamena | 4.5 ^b | 6.9 ^b |
| Palanačko čudo | 4.875 ^{bc} | 7 ^b |
| Boni | 4.9 ^{bc} | 7.3 ^{bc} |
| Novosađanka | 4.9 ^{bc} | 7.3 ^{bc} |
| Brillant F1 | 4.925 ^{bc} | 7.35 ^{bc} |
| Anita | 5.4 ^{bc} | 7.35 ^{bc} |
| ECW | 5.45 ^{bc} | 7.5 ^{bc} |
| HS-2 | 5.525 ^{bc} | 7.55 ^{bc} |
| Amfora | 5.65 ^{bc} | 7.75 ^{bc} |
| S. uvo | 5.9 ^{bc} | 8.0 ^c |
| Palanačka babura | 6.325 ^c | 8.15 ^c |

U drugom ogledu, inokulisane biljke su ispoljile viši intenzitet zaraze, što je posledica primenjene koncentracije inokuluma od 10^8 cfu/ml. Nakon sedmog dana od inokulacije izdvojilo se 6 grupa osetljivosti, među kojima je postojala statistički značajna razlika (Tab. 2). U ovom eksperimentu samo je linija ECW-20, kao otporna, svrstana u prvu grupu. Hibrid Bihar F1 pripada drugoj grupi osetljivosti, ali simptomi u vidu sitnih nekrotičnih pega zabeleženi na ovom hibridu ipak su ukazivali da se radi o otpornoj reakciji. U drugu grupu, svrstana je još i sorta Amfora sa tipičnim simptomima oboljenja, potom sledi treća grupa kojoj pripada sorta Plamena, četvrta grupa sa hibridom Brillant F1, dok se u petu grupu osetljivosti, pored kontrolne osetljive sorte ECW, ubrajaju Novosađanka, Palanačko čudo, Boni, HS-2, Anita i Slonovo uvo. Kao najosetljivija izdvojila se sorta Palanačka babura, svrstana u šestu grupu.

Nakon druge ocene intenziteta zaraze (14. dana), bez tipičnih simptoma bolesti, izdaju se otporna linija ECW-20 i hibrid Bihar F1 koji je svrstan u drugu grupu osetljivosti. Trećoj grupi pripadaju Plamena i Novosađanka, a potom slede Anita, Palanačka babura, Boni, Palanačko čudo, Amfora, HS-2, ECW i Slonovo uvo, a kao najosetljiviji, u ovom ogledu, izdvojio se hibrid Brillant F1. Međutim, zbog visoke koncentracije inokuluma, koja je prouzrokovala brzu nekrozu lisnog tkiva i opadanje lišća, ocena intenziteta oboljenja nakon 14. dana bila je otežana.

Na osnovu ispoljenog intenziteta zaraze odabranih genotipova paprike u uslovima veštačke

inokulacije u zaštićenom prostoru, ustanovljen je visok stepen osetljivosti većine proučavanih genotipova. Po otpornosti, izdvojio se jedino hibrid Bihar F1, na kome su uočene sitne, nekrotične pege, bez tendencije širenja, identične simptomima karakterističnim za otpornu izogenu liniju ECW-20. Cook & Stall (1982) su identifikovali gen otpornosti *Bs2* poreklom iz *Capsicum chacoense*. Nešto kasnije Minsavage et al. (1990) determinišu gen avirulentnosti patogena *avrBs2*. Kao posledica interakcije ovih gena biljke domaćina i patogene bakterije dolazi do pojave hipersenzitivne reakcije na mestu prodora patogena.

U biljkama koje poseduju otpornost specifičnu prema patogenu, geni otpornosti (R) kodiraju proteine koji prepoznaju produkte odgovarajućih *avr* gena (geni avirulentnosti) (Bonas et al. 1989, 1991, Bonas & Van den Ackerveken 1997). U ovom slučaju prepoznavanje se javlja veoma brzo što dovodi do brze aktivacije odbrambenog mehanizma ćelije domaćina, koja se ispoljava u vidu hipersenzitivne reakcije biljke (Klement 1990).

U našim ogledima, bez obzira na primenjenu koncentraciju, na inokulisanim listovima osetljivih sorti obrazovale su se karakteristične vlažne pege, u početku tamnozeleno a kasnije mrke, sa manjim ili većim hlorotičnim oreolom. Pri koncentraciji inokuluma 10^6 cfu/ml, došlo je do postepenog razvoja simptoma, dok je u drugom ogledu viša koncentracija inokuluma (10^8 cfu/ml) uticala na bržu pojavu nekroze, sušenja i opadanja lišća kod osetljivih genotipova (Tab. 1 i 2). Stoga je ocena

Tabela 2. Intenzitet zaraze proučavanih genotipova paprike prema *X. euvesicatoria* P8 (konc. 10^8 cfu/ml)
Table 2. Intensity of infection in the tested pepper genotypes
X. euvesicatoria P8 (conc. 10^8 cfu/ml)

| Eksperiment br. 2 / Experiment No. 2 (Koncentracija / Concentration 10^8 cfu/ml) | | |
|--|---|---|
| Genotipovi paprike Pepper genotypes | Intenzitet zaraze (7 dan) Intensity of infection (Day 7) | Intenzitet zaraze (14 dan) Intensity of infection (Day 14) |
| ECW-20 | 1.0 ^a | 1.0 ^a |
| Bihar F1 | 3.2 ^b | 3.5 ^b |
| Amfora | 3.7 ^b | 6.525 ^{cdef} |
| Plamena | 4.525 ^c | 6.075 ^c |
| Brillant F1 | 5.275 ^d | 7.0 ^f |
| ECW | 5.375 ^{de} | 6.775 ^{def} |
| Novosađanka | 5.375 ^{de} | 6.15 ^c |
| Palanačko čudo | 5.425 ^{de} | 6.475 ^{cde} |
| Boni | 5.5 ^{de} | 6.475 ^{cde} |
| HS-2 | 5.575 ^{de} | 6.775 ^{def} |
| Anita | 5.675 ^{de} | 6.275 ^{cd} |
| S. uvo | 5.7 ^{de} | 6.85 ^{ef} |
| Palanačka babura | 6.075 ^c | 6.375 ^{cde} |

intenziteta oboljenja u drugom ogledu nakon 14 dana bila otežana. Može se konstatovati da su svi proučavani genotipovi, osim hibrida Bihar-a F1, u oba ogleda, osetljivi prema rasi P8 patogena. Većina proučavanih genotipova bila je na nivou osetljivosti sorte ECW. Kao najosetljivije, izdvojile su se sorte Palanačka babura i Slonovo uvo, dok je sorta Plamena u oba ogleda svrstana u grupu manje osetljivih sorti od većine testiranih i kontrolne ECW.

Kada se govori o otpornosti biljaka prema patogenima treba imati u vidu nekoliko važnih činilaca: specifičnost domaćina i patogena, varijabilnost patogena i uticaj ekoloških faktora na njihove međuodnose (O'Garro & Charlemange 1994).

Pojava kod nekih genotipova, da iako su osetljivi, dolazi od sporijeg razvoja simptoma, manjeg intenziteta, može se donekle objasniti aktiviranjem mehanizama prirodne otpornosti domaćina usled stvaranja supstanci koje usporavaju širenje patogena u tkivima (Pohronezny et al. 1993). Veoma značajnu ulogu u odbrani biljaka od patogena imaju faktori prirodne otpornosti i jedinjenja kao što su fenoli, glikozidi, glukonaze, hitinaze koje usporavaju ili potpuno zaustavljaju razvoj patogena. O'Garro i Charlemange (1994) su ustanovili da bakterijska populacija može biti značajno redukovana usled aktivnosti β -1,3-glukonaze i hitinaze, enzima koji su prirodno prisutni u tkivima cveta i lista paprike.

U našim istraživanjima, s obzirom da su svi proučavani genotipovi, osim hibrida Bihar F1, pokazali određeni stepen osetljivosti prema *X. euvesicatoria* (P8), može se konstatovati da proučavani genotipovi ne poseduju gen otpornosti *Bs2* što omogućava redovnu pojavu bakterijske pegavosti paprike u Srbiji.

Zaključak

Rezultati ukazuju na visok stepen osetljivosti gajenog sortimenta paprike prema *X. euvesicatoria* (P8) u Srbiji. Izuzetak je hibrid Bihar F1, kao i izogena linija ECW-20, nosioci gena otpornosti, na osnovu čije reakcije se može zaključiti da selekcija na otpornost prema patogenu predstavlja jednu od najznačajnijih mera u sprečavanju pojave bakterioza. S obzirom da je gen otpornosti *Bs2* prema najzastupljenijoj rasi P8 patogena poznat, dalja selekcija domaćih sorti paprike trebalo bi da ide u pravcu unosa ovog gena u komercijalne genotipove i trebalo bi da bude olakšana činjenicom da je gen lociran u izogenu liniju *Capsicum annum* čiji su plodovi u tipu komercijalnih sorti tipa babure.

Literatura

- Adaskaveg J E, Hine R B (1985): Copper tolerance and zink sensitivity strains of *Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria*, causal agent of bacterial spot of pepper. *Plant Dis.* 69: 993-996
- Arsenijević M (1997): Bakterioze biljaka. S print. Novi Sad
- Balaž J (1994): Pegavost lišća paprike prouzrokovana bakterijom *Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria*. *Savremena poljoprivreda* 42: 341-345
- Balaž J (2005): Seme kao izvor primarnog inokuluma za nastanak bakterioza povrća i integrisane mere zaštite. *Pesticidi i fitomedicina* 20: 79-88
- Bashan Y, Azaizeh M, Diab S, Yunis H, Okon Y (1985): Crop loss of pepper plants artificially infected with *Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria* in relation to symptom expression. *Crop Protec.* 4: 77-84
- Basim H (1998): Recent development in molecular genetics of plant disease resistant. *Turkey J. Biol.* 22: 413-420
- Bonas U, Stall R E, Staskawicz B (1989): Genetic and structural characterization of the avirulence gene *avrBs3* from *Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria*. *Mol. General Gen.* 218: 127-136
- Bonas U, Schulte R, Fenselau S, Minsavage G V, Staskawicz B J (1991): Isolation of a gene cluster from *Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria* that determines pathogenicity and the hypersensitive response on pepper and tomato. *Mol. Plant-Microbe Interaction* 4: 81-88
- Bonas U, Van den Ackerveken G (1997): Recognition of bacterial avirulence proteins occurs inside the plant cell: a general phenomenon in resistance to bacterial diseases. *Plant J.* 12: 1-7
- Calzolari A (1986): Bacterial diseases of tomatoes: symptoms, epidemiology, diagnosis, control. *Informatore Fitopatologico* 36: 11-17
- Cook AA, Stall RE (1982): Distributon of races of *Xanthomonas vesicatoria* pathogenic of pepper. *Plant Dis.* 66: 388-389
- De Cleene M (1989): Scanning electron microscopy of the establishment of compatible and incompatible *Xanthomonas campestris* pathovars on the leaf surface of Italian ryegrass and maize. *EPPO Bulletin* 19: 81-88
- Gašić K, Ivanović MM, Ignjatov M, Čalić A, Obradović A (2011): Isolation and characterization of *Xanthomonas euvesicatoria* bacteriophages. *J. Plant Pathol.* 93: 415-423
- Gvozdenović Đ, Cvejić S (2009): Oplemenivanje paprike. Institut za ratarstvo i povrtarstvo, Novi Sad
- Horsfall JG, Barratt RW (1945): An improved system for measuring plant disease. *Phytopathol.* 35: 655
- 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: 139-149
- Jones JB, Bouzar H, Somodi GC, Stall RE, Pernezny K (1998): Evidence for the preemitive nature of tomato race 3 of *Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria* in Florida. *Phytopathol.* 88: 33-38
- Jones J B, Lacy G H, Bouzar H, Stall R E, Schaad N W (2004): Reclassification of the *Xanthomonads* associated with bacterial spot disease of tomato and pepper. *Syst. Appl. Microbiol.* 27: 755-762
- Klement Z, Rudolph K, Sands DC (1990): *Methods in Phyto-bacteriology*. Akademiai Kiado, Budapest
- Kousik CS, Ritchie DF (1995): Isolation of pepper races 4 and 5 of *Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria* from diseased peppers in southeastern U.S. fields. *Plant Dis.* 79: 540
- Kousik CS, Ritchie DF (1996): Disease potential of pepper bacterial spot pathogen races that overcome the *Bs2* gene for resistance. *Phytopathol.* 86: 1336-1343
- Kousik CS, Ritchie DF (1998): Response of bell pepper cultivars to bacterial spot pathogen races that individually overcome major resistance genes. *Plant Dis.* 82: 181-186

- Kousik CS, Ritchie DF (1999): Development of Bacterial Spot on Near-Isogenic lines of Bell pepper carrying gene Pyramids Composed of Defeated major Resistance Genes. *Phytopathol.* 89: 1066-1072
- Kurowski C, Conn K, Himmel P (2010): Guideline for identification of pepper bacterial leaf spot races using differential hosts. *APS-ISF*
- Leandro JR, Volin BR (1987): Role of stomata opening and frequency of infection of *Lycopersicon* spp. by *Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria*. *Phytopathol.* 77: 1311-1317
- Lieben C (1981): Bacterial pathogens: Reducing Seed and In Vitro Survival by Physical Treatments. *Plant Dis.* 65: 876-878
- Marco GM, Stall RE (1983): Control of bacterial spot of pepper initiated by strains of *Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria* that differ in sensitivity to copper. *Plant Dis.* 67: 779-781
- Mijatović M, Obradović A, Ivanović M (2007): Zaštita povrća. *AgroMivas, Smederevska Palanka.*
- Minsavage GV, Dahlbeck D, Whalen MC, Kearney B, Bonas U, Staskawicz BJ, Stall RE (1990): Gene-for-gene relationships specifying disease resistance in *Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria* - pepper interactions. *Mol. Plant Microbe Interaction* 3: 41-47
- Obradović A, Arsenijević M, Marinković N, Mijatović M. (1995): Bakteriozna pegavost rasada paprike. *Zaštita bilja* 213: 215-220
- Obradović A, Arsenijević M, Mavridis A, Rudolph K (2000a): Patogene i biohemijsko fiziološke karakteristike sojeva *Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria* patogena paprike u Srbiji. *Zaštita bilja* 51: 157-175
- Obradović A, Mavridis A, Rudolph K, Arsenijević M (2000b): Bacterial spot of capsicum and tomato in Yugoslavia. *OEPP/EPPPO, Bulletin* 30: 333-336
- Obradović A, Mavridis A, Rudolph K, Arsenijević M, Mijatović M (2001): Bacterial diseases of pepper in Yugoslavia. In: De Boer SH (ed.), *Plant Pathogenic Bacteria*. Kluwer Academic Publishers, the Netherlands, 255-258
- Obradović A, Mavridis A, Rudolph K, Janse JD, Arsenijević M, Jones JB, Minsavage G V, Wang JF (2004): Characterization and PCR-based typing of *Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria* from peppers and tomatoes in Serbia. *Europ. J. Plant Pathol.* 110: 285-292.
- Obradović A, Jones JB, Balogh B, Momol MT (2008): Integrated management of tomato bacterial spot. In: A Ciancio, KG Mukerji (eds.), *Integrated Management of Diseases Caused by Fungi, Phytoplasma and Bacteria*, Springer Science+Business Media B. V. USA. 211-223
- Obradović A (2009): Bakteriofagi kao baktericidi u zaštiti bilja. *Pesticidi i fitomedicina* 24: 9-17
- O'Garro LW, Charlemange E (1994): Comparison of bacterial growth and activity of glucanase and chitinase in pepper leaf and flower tissue infected with *Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria*. *Physiol. Mol. Plant Pathol.* 45: 181-188
- Pernezny K, Collins J (1997): Epiphytic populations of *Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria* on pepper: Relationships to host-plant resistance and exposure to copper sprays. *Plant Dis.* 81: 791-794
- Pohronezny K, Hewitt M, Infante J (1993): Susceptibility of pepper fruit to infection by *Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria*. *Can. J. Plant Pathol.* 15: 107-109
- Sahin F, Miller SA (1998): Resistance in *Capsicum pubescens* to *Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria* Pepper Race 6. *Plant Dis.* 82: 794-799
- Soto GE, Hultgren SJ (1999): Bacterial adhesins: common themes and variations in architecture and assembly. *J. Bacteriology* 181: 1059-1071
- Cook AA, Stall RE (1982): Distribution of races of *Xanthomonas vesicatoria* pathogenic on pepper. *Plant Dis.* 66: 388-389
- Van der Plank JE (1968): *Disease resistance in plants*. Academic Press, New York
- Vlahović B, Puškarić A, Červenski J (2010): Obeležja proizvodnje povrća u Republici Srbiji. *Ratar. Povrtar.* 47: 461-466
- Zhang Y, Callaway EM, Jones JB, Wilson M (2009): Visualization of *brp* gene expression in *Xanthomonas euvesicatoria* in the tomato phyllosphere. *Europ. J. Plant Pathol.* 124: 379-390

Sensitivity of Some Pepper Genotypes to Bacterial Spot Causal Agent

Maja Ignjatov • Milan Šević • Katarina Gašić • Dušica Jovičić •
Zorica Nikolić • Dragana Milošević • Aleksa Obradović

Summary: Bacterial spot, caused by either *Xanthomonas euvesicatoria* (Xe-Group A), *X. vesicatoria* (Xv-Group B), *X. perforans* (Xp-group C) and *X. gardneri* (Xg-Group D), formerly known as *X. campestris* pv. *vesicatoria*, is considered one of the most common pepper and tomato diseases in Serbia. So far, 11 physiological races of *X. euvesicatoria* bacterium were described around the world. However, four of them (P1, P3, P7, P8) have been recorded in Serbia, predominating being P8. The aim of this study was to examine the sensitivity of the 11 pepper genotypes: HS-2, Amfora, Plamena, Anita, Novosađanka, Palanačka babura, Palanačko čudo, Slonovo uvo, Brilliant F1, Bihar F1 and Boni to *X. euvesicatoria* (RKFB 263), race P8. The experiments were carried out in a greenhouse. Pepper plants, with five fully expanded leaves, were artificially inoculated by dipping into the bacterial suspension, concentration of 10^6 cfu/ml and 10^8 cfu/ml, for 10 seconds. Early Calwonder (ECW) was used as susceptible control genotype, and its isogenic line ECW-20 with *Bs2* resistance gene as a resistant control. Experiments were organized as randomized block design with four replications, with five plants in each repetition. The intensity of infection was assessed by Horsfall - Barratt (HB) scale 7 and 14 days after inoculation. According to the results, pepper genotypes showed various degree of susceptibility to *X. euvesicatoria* (P8) differentiating into significantly different groups. Among the tested cultivars, Bihar F1 showed the highest degree of resistance to the pathogen, while all the other genotypes showed various degrees of sensitivity compared to the controls. Considering that most of the studied genotypes were sensitive to *X. euvesicatoria* (P8), with exception of the isogenic line ECW-20 with *Bs2* resistance gene, transfer of this gene into commercial varieties of pepper would be a significant contribution to control of this economically important disease.

Key words: disease resistance, pepper, physiological races, *Xanthomonas euvesicatoria*