



**INSTITUT ZA POVRTARSTVO
SMEDEREVSKA PALANKA**

**Biotehnologija i savremeni pristup
u gajenju i oplemenjivanju bilja**

Nacionalni naučni skup sa
međunarodnim učešćem

ZBORNİK RADOVA

Smederevska Palanka, 2. novembar 2023.

INSTITUT ZA POVRTARSTVO SMEDEREVSKA PALANKA

Biotehnologija i savremeni pristup u gajenju i oplemenjivanju bilja

Nacionalni naučni skup sa međunarodnim
učešćem

ZBORNİK RADOVA

Smederevska Palanka

2. novembar 2023.

Zbornik radova

**Biotehnologija i savremeni pristup u gajenju i
oplemenjivanju bilja**

Nacionalni naučni skup sa međunarodnim učešćem

Smederevska Palanka, 2. novembar 2023.

Izdavač

Institut za povrtarstvo Smederevska Palanka
www.institut-palanka.rs

Za izdavača

Prof. dr Nenad Đurić, viši naučni saradnik
Direktor Instituta za povrtarstvo

Glavni i odgovorni urednik

Dr Kristina Luković, naučni saradnik

Urednici

Dr Milan Ugrinović, viši naučni saradnik
Dr Vladimir Perišić, naučni saradnik

Štampa

Art Vision, Starčevo

Tiraž 60 komada

ISBN

978-86-89177-06-0



EFIKASNOST BIOLOŠKIH PREPARATA U KONTROLI BAKTERIOZNE PEGAVOSTI PAPRIKE

EFFICACY OF BIOLOGICAL AGENTS IN CONTROL OF PEPPER BACTERIAL SPOT

Bojana Gavrilović¹, Milan Ugrinović¹, Ivan Rakić¹, Jelena Adamović², Aleksa
Obradović²

¹Institut za povrtarstvo, Smederevska Palanka

²Poljoprivredni fakultet, Beograd

Autor za korespondenciju: bjovanovic@institut-palanka.rs

Izvod

Bakteriozna pegavost lišća koju izaziva *Xanthomonas euvesicatoria* je jedno od najznačajnijih oboljenja paprike u Srbiji. U cilju zaštite paprike, korišćeni su biološki preparati Serenade ASO, Erwix, Bakterije, Ekstrasol i Bacillomix. Kao standard korišćen je preparat na bazi bakar-hidroksida (Everest). Ogled je postavljen u Institutu za povrtarstvo u Smederevskoj Palanci tokom leta 2023. godine. Proučavanja su obavljena na sorti paprike Paraćinka u uslovima veštačke inokulacije u stakleniku. Najefikasniji je bio preparat na bazi bakar-hidroksida (96%), dok su biološki preparati ispoljili nižu efikasnost: Serenade ASO (71%), Bakterije (61%), Ekstrasol (61%), Erwix (55%) i Bacillomix (54%). Ipak, svi proučavani tretmani su značajno smanjili intenzitet oboljenja u odnosu na kontrolu. Eksperiment je izveden u stakleniku bez klimatizacije, pri visokim spoljnim temperaturama, što je moglo nepovoljno uticati na efikasnost preparata baziranih na biološkim agensima. Prilikom narednih oglada neophodno je obezbediti kontrolisane uslove. Treba isprobati i različito vreme primene i integraciju sa drugim merama zaštite.

Ključne reči: *Xanthomonas euvesicatoria*, biološka zaštita, bakar-hidroksid

Abstract

Bacterial spot caused by *Xanthomonas euvesicatoria* is one of the most important pepper diseases in Serbia. In order to control this disease, we tested efficacy of commercially available biological products: Serenade ASO, Erwix, Bakterije, Ekstrasol and Bacillomix. A preparation based on copper hydroxide (Everest) was used as a standard treatment. The experiment was set up at the Institute for Vegetable Crops in Smederevska Palanka during the summer of 2023. Experiment was performed on pepper variety Paraćinka under artificial inoculation in a greenhouse. The most efficient was the standard treatment based on copper hydroxide (96%), while tested biocontrol treatments showed statistically lower efficacy: Serenade ASO (71%), Bacteria (61%), Ekstrasol (61%), Erwix (55%) and Bacillomix (54%). However, all tested treatments significantly reduced intensity of the disease compared to the control. The experiment was performed in a nonclimatized greenhouse, which could adversely affect the effectiveness of biocontrol treatments. Therefore, subsequent trials, should be carried out in controlled conditions. Different application times and integration with other protection measures should also be tested.

Key words: *Xanthomonas euvesicatoria*, biological control, copper hydroxide

Uvod

Bakteriozna pegavost lista i krastavost plodova prouzrokovana bakterijom *Xanthomonas euvesicatoria* je jedna od najrasprostranjenijih i ekonomski najznačajnijih bolesti paprike u svetu. Ova bakterioza predstavlja ograničavajući faktor proizvodnje paprike u Srbiji usled nedostatka otpornih genotipova, pojave novih rasa bakterije, sojeva rezistentnih prema jedinjenjima bakra, sumnjivog kvaliteta semena i ograničenih mera zaštite (Šević i sar., 2017).

Početni simptomi bakteriozne pegavosti paprike uočavaju se u vidu tamnozelenih, vlažnih pega na mladim listovima. Vremenom, središnji deo pega nekrotira i postaje mrk. Pege se šire i spajaju, obrazujući veće zone nekrotiranog tkiva. Oboleli listovi se deformišu, dobijaju bledezelenu boju, lako se odvajaju od stabla i opadaju. Na plodu paprike uočavaju se nekrotične, mrke pege koje usled pucanja perikarpa vremenom dobijaju

krstav izgled (Ignjatov i sar., 2010). Osim šteta koje nastaju usled narušenog kvaliteta plodova i smanjenja prinosa, veliki gubici nastaju u proizvodnji semena usled prisustva patogena (Šević, 2019).

Pri povoljnim uslovima za razvoj bolesti, zaštita paprike od prouzrokovala bakteriozne pegavosti predstavlja konstantan izazov, kako za proizvođače, tako i istraživače (Šević i sar., 2017). Zaštita paprike od *X. euvesicatoria* može se uspešno sprovesti samo integrisanim merama (Šević i sar., 2014; Šević i sar., 2017). One obuhvataju skup mera kojima se smanjuje rizik od nastanka infekcije: setva zdravog sertifikovanog semena, proizvodnja zdravog rasada, izbor parcele i sprovođenje odgovarajućih agrotehničkih mera. Ukoliko i pored primene preventivnih mera dođe do infekcije biljaka, preostaje vrlo ograničena hemijska zaštita (Šević, 2019.; Šević i sar., 2017).

Od hemijskih mera zaštite mogu se primenjivati preparati na bazi bakra, najčešće bakar-oksihlorida i bakar-hidroksida (Mijatović i sar., 2007; Obradović, 2009; Delibašić i sar., 2018; Šević, 2019). Pored bakarnih jedinjenja, primenjuju se i etilen-bis-ditiokarbamati (EBDC) - maneb i mankozeb, i to u kombinaciji sa preparatima na bazi bakra. U nekim zemljama se koriste i antibiotici, ali ne i u Republici Srbiji (Šević i sar., 2019; Šević, 2019).

Alternativne strategije kontrole *X. euvesicatoria* podrazumevaju gajenje otpornih genotipova (Ignjatov i sar., 2012), primenu aktivatora sistemice otpornosti (acibenzolar-S-metil - ASM) (Gašić i Obradović, 2012), kao i brojne pokušaje primene bioloških agenasa - nepatogenih antagonističkih sojeva bakterija i bakteriofaga (Šević i sar., 2014; Šević i sar., 2019; Šević, 2019). Živa priroda bioloških agenasa zahteva pažljivu optimizaciju vremena, broja tretmana i usaglašavanje sa konvencionalnim tretmanima, kako bi se postigla maksimalna efikasnost (Šević i sar., 2017; Šević, 2019). Integracija bioloških agenasa - bakteriofaga i sojeva *Bacillus subtilis*, sa konvencionalnim baktericidima na bazi bakra, predstavlja značajnu strategiju u kontroli bakteriozne pegavosti u organskim sistemima proizvodnje (Šević, 2019).

U cilju proučavanja mogućnosti biološke zaštite paprike od *X. euvesicatoria* - prouzrokovala bakteriozne pegavosti, u ovom radu je testirana efikasnost nekoliko bioloških preparata dostupnih na domaćem tržištu.

Materijal i metode rada

Ogled za proučavanje efikasnosti baktericida u kontroli bakterijske pegavosti paprike postavljen je u stakleniku Instituta za povrtarstvo u Smederevskoj Palanci tokom jula meseca 2023. godine. Proučavana je efikasnost pet bioloških preparata, komercijalno dostupnih u Republici Srbiji (Tab. 1). Kao standardni tretman korišćen je preparat na bazi bakarnog hidroksida (Everest) koji je primenjen u koncentraciji 0,5%.

Tabela 1. Biološki preparati i koncentracije primene

Naziv preparata i proizvođač	Biološki agens(i)	Koncentracija (%)
Serenade ASO (Bayer CropScience)	<i>Bacillus amyloliquefaciens</i> QST 713	4
Erwix (Agrounik)	<i>Bacillus subtilis</i> Z3	2
Bakterije (Agrocentar Volođa)	<i>Bacillus subtilis</i> <i>Bacillus megaterium</i> <i>Saccharomyces</i> spp.	1,5
Ekstrasol (Biogenesis)	<i>Bacillus subtilis</i> Č13	1
Bacillomix Original (Bacillomix)	12 sojeva <i>Bacillus</i> spp.	1

Eksperimentalni dizajn ogleda je potpuno slučajni plan u tri ponavljanja sa sledećim tretmanima:

1. biljke tretirane preparatima ponaosob i nakon dva sata inokulisane suspenzijom bakterija;
2. biljke netretirane, inokulisane suspenzijom bakterija (pozitivna kontrola);
3. biljke tretirane vodom, neinokulisane (negativna kontrola).

Za proučavanje je korišćena sorta paprike Paraćinka. Inokulacija biljaka suspenzijom bakterija (10^8 cfu/ml) izvršena je u fazi 8-9 listova upotrebom ručne prskalice. Za pripremu inokuluma korišćen je soj *X. euvesicatoria* KFB1 gajen 48h na ravnoj mesopeptonskoj podlozi. Soj se nalazi u kolekciji fitopatogenih bakterija Instituta za fitomedcinu, Poljoprivrednog fakulteta u Beogradu.

Svi testirani preparati primenjeni su preventivno, tačnije dva sata pre inokulacije. Nakon tretmana, biljke su pokrivene providnim PVC kesama u trajanju 48h, kako bi se obezbedili povoljni uslovi za ostvarenje infekcije.

Prvi simptomi su uočeni 10 dana nakon inokulacije, a efikasnost preparata ocenjena je 3 nedelje posle inokulacije. Indeks oboljenja izračunat je preko površine nekrotičnih pega na lišću paprike, vizuelnim pregledom, korišćenjem Horsfall-Barratt (HB) skale (Horsfall & Barratt, 1945). Procenjene vrednosti HB skale su pretvorene u srednje vrednosti indeksa oboljenja korišćenjem Elanco konverzije tablice za Horsfall-Barratt skalu za procenjene srednje vrednosti indeksa oboljenja (Redman et al., 1969).

Efikasnost proučavanih baktericida (EB) izračunata je korišćenjem Abbott-ove jednačine (Abbott, 1925):

$$EB (\%) = \frac{X-Y}{X} \times 100,$$

za koju je X – intenzitet oboljenja u kontroli i Y – intenzitet oboljenja u tretmanu.

Za statističku obradu korišćena je metoda analize varijanse, a za pojedinačna poređenja tretmana korišćeni su Dunnett-ov i Duncan-ov test.

Rezultati i diskusija

Svi tretmani u ogledu, izvedenom tokom jula 2023. godine u stakleniku Instituta za povrtarstvo u Smederevskoj Palanci, značajno su umanjili intenzitet bakteriozne pegavosti paprike u poređenju sa netretiranom kontrolom.

Tabela 2. Indeks oboljenja i efikasnost ispitivanih preparata u suzbijanju X. euvesicatoria

Preparat	Indeks oboljenja (%)	Efikasnost (%)	Indeks statističke značajnosti
Serenade ASO	15,4	71	b
Erwix	23,8	55	b
Bakterije	20,7	61	b
Ekstrasol	20,8	61	b
Bacillomix Original	24,3	54	b
Everest	2	96	a
Kontrola	53	/	c

Međutim, testirani biološki preparati ispoljili su manju efikasnost (54-71%), u poređenju sa standardnim tretmanom (96%) (Tab. 2).

Na osnovu rezultata statističke analize zaključuje se da su svi tretmani smanjili intenzitet pojave oboljenja u odnosu na kontrolu na nivou značajnosti 0,05. Među biološkim preparatima nije bilo statistički značajne razlike. Najvišu efikasnost ispoljio je preparat Serenade ASO sa 71% efikasnosti, zatim preparati Bakterije i Ekstrasol sa 61%, a najnižu efikasnost ispoljili su preparati Erwix i Bacillomix, sa 55% i 54% efikasnosti.

Kada je u pitanju standardni tretman, tačnije efikasnost bakar-hidroksida u kontroli *X. euvesicatoria*, do sličnih rezultata došli su Milijašević i sar. (2006) i Šević i sar. (2016). Milijašević i sar. (2006) su proučavali efikasnost bakarnih preparata (bakar-hidroksid i bakar-oksihlorid) u zaštiti paprike od bakteriozne pegavosti u uslovima otvorenog polja tokom 2005. i 2006. godine. Bakar-hidroksid je 2005. godine ispoljio efikasnost 74,6-78,9%, dok je 2006. godine pokazao višu efikasnost, 86,1-89,1%.

Tokom 2009. i 2010. godine, u Institutu za povrtarstvo u Smederevskoj Palanci je, pored efikasnosti bakarnih jedinjenja i drugih bioloških tretmana, ispitivana i efikasnost antagonističkih bakterija roda *Bacillus*. *B. subtilis* QST 713 (preparat Serenade) primenjen u koncentraciji 2×10^6 CFU/ml, ispoljio je efikasnost od 87%, dok je *B. subtilis* AAac, primenjen u koncentraciji 10^8 CFU/ml ispoljio značajno nižu efikasnost – 37,6%. Bakar-hidroksid u koncentraciji od 0,102% ispoljio je efikasnost od 90,1% (Šević i sar., 2016).

Upotreba bakarnih preparata je u stalnom porastu. Međutim, kao posledica njihove česte primene registrovani su rezistentni sojevi *X. euvesicatoria* u SAD, Australiji, Meksiku, Češkoj i Slovačkoj (Milijašević i sar., 2006). Ignjatov i sar. (2010) proučavali su osetljivost sojeva *X. euvesicatoria* prema različitim koncentracijama bakar-sulfata *in vitro*. Rezultati oglada ukazali su da postoji opasnost od pojave rezistentnosti ove bakterije i u našim uslovima.

Načini delovanja biopesticida se obično razlikuju od delovanja konvencionalnih preparata. Primena bioloških jedinjenja doprinosi smanjenju selekcionog pritiska. Bakterije iz roda *Bacillus* su najčešće korišćeni biološki agensi, što pokazuje i činjenica da svi biološki preparati obuhvaćeni ovim istraživanjem sadrže neku od vrsta iz pomenutog roda. Bakterije ovog roda su dobro proučene, dokazano su nepatogene,

proizvode spore koje su otporne na nepovoljne uslove (temperatura; pH; nedostatak hranljivih materija, vode, kiseonika) (Cawoy i sar., 2011). Vrste roda *Bacillus* su veoma efikasni proizvođači antibiotika, a najpoznatiji način inhibicije patogena je putem antibioze. Ciklična lipopeptidna jedinjenja, sa tri glavne porodice - iturin, surfaktin i fengicin, imaju ključnu ulogu u biokontroli (Fira i sar., 2018).

Zbog razvoja rezistentnosti *X. euvesicatoria* na bakarna jedinjenja i inicijative za smanjenje njihove upotrebe (Šević, 2019), potrebno je raditi na razvoju bioloških metoda ili njihovoj integraciji sa ostalim metodama za zaštitu paprike.

U ogledu izvedenom u Institutu za povrtarstvo tokom leta 2023. godine, biološki preparati su smanjili intenzitet oboljenja u tretmanima u odnosu na netretiranu kontrolu, ali je standardni tretman (bakar-hidroksid) bio znatno efikasniji. Treba naglasiti da je eksperiment izveden u stakleniku bez klimatizacije pri visokim spoljnim temperaturama, što je moglo nepovoljno uticati na efikasnost bioloških preparata. Stoga je u cilju objektivnosti, prilikom narednih ogleada, neophodno obezbediti kontrolisane uslove, a takođe treba isprobati i različito vreme primene, kao i integraciju ovih preparata sa drugim merama zaštite.

Zaključak

Na osnovu dobijenih rezultata zaključuje se da su komercijalno dostupni biološki preparati smanjili intenzitet oboljenja u tretmanima u odnosu na netretiranu kontrolu i ispoljili efikasnost 54-71% u zaštiti od prouzrokovala bakterijske pegavosti paprike, što ih čini potencijalnom alternativom merama konvencionalne zaštite. Ogled je izveden tokom jula meseca u stakleniku pri visokim spoljnim temperaturama koje su mogle nepovoljno uticati na efikasnost bioloških preparata. Pri narednim ogledima je potrebno obezbediti kontrolisane uslove i integraciju bioloških metoda sa drugim merama zaštite, u cilju poboljšanja efikasnosti.

Zahvalnica

Rad je podržan Ugovorom o realizaciji i finansiranju naučnoistraživačkog rada u 2023. godini od strane Ministarstva nauke,

tehnološkog razvoja i inovacija Republike Srbije i Instituta za povrtarstvo u Smederevskoj Palanci (evidencioni br.: 451-03-47/2023-01/200216), kao i Poljoprivrednog fakulteta u Beogradu (evidencioni br.: 451-03-47/2023-01/200116).

Literatura

- Abbott, W.S. (1925). A method of computing the effectiveness of an insecticide. *Journal of Economic Entomology* 18(2): 265-267. doi: 10.1093/jee/18.2.265a
- Cawoy, H., Bettiol, W., Fickers, P., Ongena, M. (2011). *Bacillus*-Based Biological Control of Plant Diseases. In: *Pesticides in the Modern World – Pesticides Use and Management*, Stoytcheva M. (Ed.). InTech, Rijeka, Croatia, pp. 265-267.
- Delibašić, G., Obradović, A., Tanović, B. (2018). Bolesti sadnog materijala povrtarskih biljaka. Univerzitet u Beogradu, Beograd, Poljoprivredni fakultet, Zemun.
- Fira, D., Dimkić, I., Berić, T., Lozo, J., Stanković, S. (2018). Biological control of plant pathogens by *Bacillus* species. *Journal of Biotechnology* 285: 44-55. doi: 10.1016/j.jbiotec.2018.07.044
- Gašić, K., Obradović, A. (2012). Indukovana otpornost biljaka. *Ratarstvo i povrtarstvo* 49(3): 326-334. doi: 10.5937/ratpov49-1877
- Horsfall, J.G., Barratt, R.W. (1945). An improved grading system for measuring plant disease. *Phytopathology* 35: 655.
- Ignjatov, M., Šević, M., Gašić, K., Jovičić, D., Nikolić, Z., Milošević, D., Obradović, A. (2012). Proučavanje osetljivosti odabranih genotipova paprike prema prouzročivaču bakterijske pegavosti. *Ratarstvo i Povrtarstvo* 49(2): 177-182. doi: 10.5937/ratpov49-1769
- Ignjatov, M., Gašić, K., Ivanović, M., Šević, M., Obradović, A., Milošević, M. (2010). Karakterizacija sojeva *Xanthomonas euvesicatoria*, patogena paprike u Srbiji. *Pesticidi i fitomedicina (Beograd)* 25(2): 139-149. doi: 10.2298/PIF1002139I
- Mijatović, M., Obradović, A., Ivanović, M. (2007). *Zaštita povrća*. AgroMivas, Smederevska Palanka.
- Milijašević, S., Rekanović, E., Todorović, B., Stepanović, M. (2006). Efikasnost bakarnih preparata u suzbijanju u *Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria*, prouzročivača bakterijske pegavosti lišća paprike. *Pesticidi i fitomedicina (Beograd)* 21: 305-310.
- Obradović, A. (2009). Najznačajnije bakterioze biljaka gajenih u zaštićenom prostoru. *Biljni lekar* 37(5): 513-527.

- Redman, C.E., King, E.P., Brown Jr., I.F. (1969). Tables for Converting Barratt and Horsfall Rating Scores to Estimated Mean Percentages. Elanco Products, Indianapolis, IN.
- Šević, M. (2019). Integralna zaštita paprike od bakteriozne pegavosti biološkim i hemijskim metodama. Doktorska disertacija. Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni fakultet, Zemun.
- Šević, M., Gašić, K., Obradović, A. (2014). Novi pravci zaštite paprike i paradajza od bakteriozne pegavosti. *Biljni lekar* 42(4): 296-307.
- Šević, M., Gašić, K., Đorđević, M., Ignjatov, M., Mijatović, M., Zečević, B., Obradović, A. (2016). Efficacy of biocontrol agents and bactericides in control of pepper bacterial spot. *Acta Horticulturae* 1142: 147-150. doi: 10.17660/ActaHortic.2016.1142.23
- Šević, M., Gašić, K., Ignjatov, M., Obradović, A. (2017). Zaštita paprike i paradajza od prouzrokovala bakteriozne pegavosti lista i krastavosti plodova. *Biljni lekar* 45(6): 596-609.
- Šević, M., Gašić, K., Ignjatov, M., Mijatovic, M., Prokić, A., Obradović, A. (2019). Integration of biological and conventional treatments in control of pepper bacterial spot. *Crop Protection* 119: 46–51. Doi: 10.1016/j.cropro.2019.01.006

CIP - Каталогизација у публикацији

Народна библиотека Србије, Београд

631.52(082)

606:63(082)

НАЦИОНАЛНИ научни скуп са међународним учешћем Биотехнологија и савремени приступ у гајењу и оплемењивању биља (2023 ; Смедеревска Паланка)

Zbornik radova / Nacionalni naučni skup sa međunarodnim učešćem Biotehnologija i savremeni pristup u gajenju i oplemenjivanju bilja, Smederevska Palanka, 2. novembar 2023. ; [urednici Milan Ugrinović, Vladimir Perišić]. - Smederevska Palanka : Institut za povrtarstvo, 2023 (Starčevo : Art Vision). - 277 str. : ilustr. ; 24 cm

Tiraž 60. - Str. 12: Predgovor / Milan Ugrinović, Kristina Luković. - Bibliografija uz svaki rad. - Abstracts.

ISBN 978-86-89177-06-0

а) Биљке -- Оплемењивање -- Зборници б) Биотехнологија -- Зборници

COBISS.SR-ID 128067593