

Mogućnost zaštite pasulja od *Xanthomonas campestris* pv. *phaseoli* primenom bakarnih preparata i aktivatora otpornosti

Biljana Todorović¹, Svetlana Milijašević¹, Emil Rekanović¹ i Jelica Balaz²

¹Institut za pesticide i zaštitu životne sredine, Beograd

²Poljoprivredni fakultet, Novi Sad

REZIME

U radu je ispitivana efikasnost novijih formulacija bakarnih jedinjenja; Cuprozin 35 WP (bakar-oksihlorid), Cuproxat (bakar-sulfat), Funguran OH (bakar-hidroksid) i aktivatora otpornosti Bion-a (acibenzolar-S-metil), i njihovih kombinacija sa ditiokarbamatima (Dithane M-70), u suzbijanju *Xanthomonas campestris* pv. *phaseoli* (veštačka inokulacija). Ispitivanja su obavljena tokom 2006. godine u poljskim uslovima na dva lokaliteta. Na lokalitetu Zemun, efikasnost bakarnih preparata kretala se 92.7-98.5%. Sličnu efikasnost ispoljio je i aktivator otpornosti Bion 50 WG (94.4-97.1%). Zadovoljavajuću efikasnost (98.3-99.3%) imale su i kombinacije preparata Funguran OH i Dithane M-70 pri različitim koncentracijama primene, kao i kombinacije Bion-a sa drugim preparatima (95.5-96.8%). Statistički značajne razlike u efikasnosti primenjenih preparata i njihovih mešavina nisu zabeležene, izuzev kod preparata Cuproxat, koji je ispoljio slabiju efikasnost pri nižoj koncentraciji primene. Na lokalitetu Smederevska Palanka efikasnost bakarnih jedinjenja iznosila je 95.0-98.2%, a za Bion 96.8-97.7%. Kombinacije bakar-hidroksida (Funguran OH) i ditiokarbamata (Dithane M-70) ispoljile su nešto veću efikasnost (98.1-99.4%), ali razlike nisu bile statistički značajne. Efikasnost Bion-a u mešavini sa bakar-hidroksidom i mankozebom iznosila je 97.9-98.9%. Na ovom lokalitetu nisu konstatovane statistički značajne razlike između samostalno primenjenih preparata i njihovih kombinacija.

U ovim ispitivanjima potvrđena je i visoka efikasnost acibenzolar-S-metil-a (preparat Bion), koja je bila na nivou efikasnosti standardnih baktericida. Zbog toga ovo jedinjenje predstavlja dobru alternativu konvencionalnom hemijskom suzbijanju bakterioza pasulja.

Ključne reči: Obična plamenjača pasulja; *Xanthomonas campestris* pv. *phaseoli*; bakarni preparati; Bion; mankozeb

UVOD

Xanthomonas campestris pv. *phaseoli*, prouzrokovatelj obične plamenjače pasulja, je veoma rasprostranjen u svim rejonima gajenja pasulja u svetu. Opisane su i epifitotične pojave ove bakterije (Wallen i sar., 1963; Sutton i Wallen, 1970; Weller i Saettler, 1980; Wimalajeewa i Nancarrow, 1980; Lahman i Schaad, 1985). U našim klimatskim uslovima *X. c.* pv. *phaseoli* se intenzivno širi u drugom delu vegetacije, prouzrokujući potpuno sušenje lišća i pegavost mahuna. Smanjenje prinosa pasulja prouzrokovano ovom bakterijom često je i preko 50% (Arsenijević i Balaž, 1980; Arsenijević, 1982; Arsenijević i sar., 1985).

Zaštita pasulja od prouzrokovatelja obične plamenjače, *X. c.* pv. *phaseoli*, uglavnom se svodi na preventivne mere, koje često nisu dovoljne za uspešnu zaštitu. Od hemijskih mera preporučuje se tretiranje semena, kao i suzbijanje bakterije folijarnom primenom baktericida. Od hemijskih preparata najviše se koriste bakarna jedinjenja. Podaci o hemijskom suzbijanju prouzrokovatelja bakteriozne plamenjače pasulja veoma su oskudni. Ovim problemom bavio se mali broj istraživača kako u svetu tako i u našoj zemlji (Saettler, 1971; Weller i Saettler, 1976; Arsenijević i Balaž, 1980; Balaž, 1991).

Primena bakarnih jedinjenja u suzbijanju bakterijskih oboljenja je često ograničena razvojem rezistentnosti (Adaskaveg i Hine, 1985). Stoga se u novije vreme razvijaju alternativne metode, a jedna od njih je primena „biljnih aktivatora” koji indukuju sistemsku otpornost u biljkama, ograničavajući razvoj brojnih patogena, uključujući i bakterije (Sticher i sar., 1997; Louws i sar., 2001). Među ovim sintetičkim jedinjenjima najpoznatiji je acibenzolar-S-metil. Ovo jedinjenje ne poseduje direktnu mikrobiotsku aktivnost, ali aktivira preinfekcione biohemijske procese u biljci.

U ovom radu je ispitivana efikasnost novijih formulacija bakarnih jedinjenja (bakar-sulfat, bakar-hidroksid, bakar-oksihlorid), kao i efikasnost formulacije aktivatora otpornosti, acibenzolar-S-metil-a, ili njihovih kombinacija sa mankozebom, u suzbijanju *X. c.* pv. *phaseoli*.

MATERIJAL I METODE

Ispitivanja su obavljena na biljkama osetljive sorte Sumporaš, u poljskim uslovima na dva lokaliteta: Zemun i Smederevska Palanka.

Ogledi su postavljeni po potpunom slučajnom blok sistemu u četiri ponavljanja. Veličina eksperimentalne parcele je iznosila 25 m². Primenjeni su sledeći baktericidi: Cuproxat (bakar-sulfat, 190 g/L), proizvod firme „Nufarm”, Funguran OH (bakar-hidroksid, 500 g/kg Cu), proizvod „Spiess Urania”, Cuprozin 35 WP (bakar-oksihlorid; 350 g/kg Cu) proizvod „Spiess Urania”, Dithane M-70 (mankozeb, 700 g/kg), proizvod kompanije „Dow AgroSciences”. Primenjen je i aktivator otpornosti Bion 50 WG (acibenzolar-S-metil, 500 g/kg), proizvod firme „Syngenta”. Koncentracije primene i kombinacije preparata prikazane su (zajedno sa rezultatima ispitivanja) u Tabelama 1 i 2.

Preparati su primenjeni jednom, pre veštačke inokulacije, prskanjem biljaka pasulja u fenofazi BBCH 15 (Meier, 1997) ručnom prskalicom „Solo”, uz utrošak tečnosti od 400 L/ha. Kontrolne biljke pasulja tretirane su običnom vodom, pre inokulacije.

Kao inokulum je korišćena bakterijska suspenzija (koncentracije oko 10⁸ ćel/ml), pripremljena od kultura bakterije (soj VS-1) gajenih na podlozi od kvaščevog ekstrakta i CaCO₃ tokom 48 časova. Koncentracija suspenzije bakterija podešena je pomoću Mc Farland-ove skale, a to je potvrđeno tehnikom zasejavanja razređenja i brojanja bakterija koje su se razvile na ravnoj mesopeptonskoj podlozi nakon 48 sati (Klement i sar., 1990).

Biljke pasulja inokulisane su suspenzijom bakterije nakon sušenja depozita (dva časa posle primene preparata).

Intenzitet zaraze je ocenjen 14 dana po inokulaciji očitavanjem 400 listova po varijanti prema skali 0-5, na osnovu procenta nekroze lisne površine (0 = zdravi listovi; 1 = 1-5% nekroze lista; 2 = 6-20% nekroze lista; 3 = 21-40% nekroze lista; 4 = 41-75% nekroze lista; 5 = 76-100% nekroze lista (Balaž, 1991)) (Slika 1). Za obradu rezultata korišćena je analiza varijanse i Duncan-ov test, a efikasnost baktericida izračunata je po Abbott-u.

REZULTATI I DISKUSIJA

Na lokalitetu Zemun, efikasnost bakarnih preparata u suzbijanju *X. c.* pv. *phaseoli* kretala se u granicama 92.7-98.5%, a sličnu efikasnost ispoljio je i aktivator otpornosti Bion 50 WG (94.4-97.1%). Zadovoljavajuću efikasnost (98.3-99.3%) imale su, takođe, i sve kombinacije preparata Funguran OH i Dithane M-70 pri različitim koncentracijama primene, kao i kombinacije



Sl. 1. Skala za ocenu intenziteta oboljenja: 0 = zdravi listovi; 1 = 1-5% nekroze lista; 2 = 6-20% nekroze lista; 3 = 21-40% nekroze lista; 4 = 41-75% nekroze lista; 5 = 76-100% nekroze lista

Fig. 1. Scale for disease severity estimation: 0 = no symptoms; 1 = 1-5% leaf necrosis; 2 = 6-20% leaf necrosis; 3 = 21-40% leaf necrosis; 4 = 41-75% leaf necrosis; 5 = 76-100% leaf necrosis

Tabela 1. Srednje vrednosti indeksa oboljenja (Ms) i efikasnost ispitivanih preparata u suzbijanju *X. c. pv. phaseoli* (lokalitet Zemun)
Table 1. Mean values of disease severity index (Ms) and efficacy of tested bactericides in *X. c. pv. phaseoli* control (Locality Zemun)

Preparati Bactericides	Koncentracije (%) Concentrations (%)	Ms*	Efikasnost (%) Efficacy (%)
Cuprozin 35 WP	0.5	1.08 ab	95.2
Cuprozin 35 WP	0.3	1.17 ab	94.7
Funguran OH	0.5	0.32 ab	98.5
Funguran OH	0.3	0.73 ab	96.7
Cuproxat	0.35	1.17 ab	94.7
Cuproxat	0.25	1.63 b	92.7
Bion 50 WG	0.002	1.25 ab	94.4
Bion 50 WG	0.006	0.65 ab	97.1
Dithane M-70 + Funguran OH	0.5 + 0.5	0.15 a	99.3
Dithane M-70 + Funguran OH	0.35 + 0.3	0.38 ab	98.3
Dithane M-70 + Funguran OH	0.5 + 0.3	0.20 a	99.1
Dithane M-70 + Funguran OH	0.35 + 0.5	0.30 ab	98.6
Bion 50 WG + Dithane M-70	0.006 + 0.5	0.70 ab	96.8
Bion 50 WG + Dithane M-70	0.002 + 0.35	1.00 ab	95.5
Bion 50 WG + Funguran OH	0.002 + 0.5	0.90 ab	96.0
Kontrola Control	-	22.25 c	-

*Srednje vrednosti obeležene istim slovima ne razlikuju se statistički značajno (LSD test, $p < 0.05$)

* Mean values within columns followed by the same letters are not significantly different (LSD test, $p < 0.05$)

Bion-a sa drugim preparatima (95.5-96.8%) (Tabela 1). Statistički značajne razlike u efikasnosti primenjenih preparata i njihovih mešavina, nisu zabeležene izuzev kod preparata Cuproxat, koji je ispoljio slabiju efikasnost pri nižoj koncentraciji primene.

Svi ispitivani tretmani pokazali su visoku efikasnost u suzbijanju prouzrokovača obične plamenjake i na lokalitetu Smederevska Palanka (Tabela 2). Efikasnost bakarnih jedinjenja iznosila je 95.0-98.2%, a za Bion 96.8-97.7%. Kombinacije bakar-hidroksida (Funguran OH) i mankozeba (Dithane M-70) ispolji-

le su nešto veću efikasnost (98.1-99.4%), ali razlike nisu bile statistički značajne. Efikasnost Bion-a u mešavini sa bakar-hidroksidom i mankozebom iznosila je 97.9-98.9% (Tabela 2). Na ovom lokalitetu nisu zabeležene statistički značajne razlike između samostalno primenjenih preparata i njihovih kombinacija.

Prema podacima iz literature (Weller i Saettler, 1976; Arsenijević i Balaž, 1980; Balaž, 1991), preparati na bazi bakar-sulfata, bakar-oksihlorida i bakar-hidroksida su efikasni u suzbijanju *X. c. pv. phaseoli*. Ovi autori, kao najefikasnije među bakarnim jedinjenjima,

Tabela 2. Srednje vrednosti indeksa oboljenja (Ms) i efikasnost ispitivanih preparata u suzbijanju *X. c. pv. phaseoli* (lokalitet Smederevska Palanka)**Table 2.** Mean values of disease severity index (Ms) and efficacy of tested bactericides in *X. c. pv. phaseoli* control (Locality Smederevska Palanka)

Preparati Bactericides	Koncentracije (%) Concentration (%)	Ms*	Efikasnost (%) Efficacy (%)
Cuprozin 35 WP	0.5	0.35 a	98.1
Cuprozin 35 WP	0.3	0.60 a	96.7
Funguran OH	0.5	0.40 a	97.8
Funguran OH	0.3	0.52 a	97.1
Cuproxat	0.35	0.32 a	98.2
Cuproxat	0.25	0.82 a	95.5
Bion 50 WG	0.002	0.57 a	96.8
Bion 50 WG	0.006	0.43 a	97.7
Dithane M-70 + Funguran OH	0.5 + 0.5	0.10 a	99.4
Dithane M-70 + Funguran OH	0.35 + 0.3	0.32 a	98.2
Dithane M-70 + Funguran OH	0.5 + 0.3	0.35 a	98.1
Dithane M-70 + Funguran OH	0.35 + 0.5	0.17 a	99.0
Bion 50 WG + Dithane M-70	0.006 + 0.5	0.38 a	97.9
Bion 50 WG + Dithane M-70	0.002 + 0.35	0.20 a	98.9
Bion 50 WG + Funguran OH	0.002 + 0.5	0.30 a	98.4
Kontrola Control	-	18.20 b	-

Srednje vrednosti obeležene istim slovima ne razlikuju se statistički značajno (LSD test, $p < 0.05$) Mean values within columns followed by the same letters are not significantly different (LSD test, $p < 0.05$)

izdvajaju bakar-oksihlorid, odnosno bakar-hidroksid. Rezultati naših ispitivanja, međutim, pokazuju da nije bilo statistički značajnih razlika u efikasnosti bakarsulfata, bakarsulfata i bakar-hidroksida.

Naši rezultati su, takođe, pokazali da kombinovanje bakarnih jedinjenja sa ditiokarbamatima ne povećava značajno efekat suzbijanja. Međutim, primena ovakvih kombinacija je opravdana u kontekstu usporavanja razvoja rezistentnosti na bakarne preparate, koja je, na primer, registrovana kod bakterija *Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria* na paprici u SAD, Meksiku, Češkoj i Slovačkoj (Marco i Stall, 1983; Adaskaveg i Hine, 1985; Pernezny i sar., 1995).

Drugi način za prevladavanje problema rezistentnosti je primena „biljnih aktivatora” (među kojima je najpoznatiji acibenzolar-S-metil) koji indukuju sistemičnu otpornost u biljkama, ograničavajući razvoj brojnih patogena, uključujući i bakterije (Sticher i sar., 1997; Louws i sar., 2001).

Romero i saradnici (2001) su utvrdili da primena preparata Bion 50 WG, samostalno ili u kombinaciji sa bakarnim preparatima, u odnosu na standardni baktericidni tretman, obezbeđuje uspešniju zaštitu paprike od *X. c. pv. vesicatoria*. Slične rezultate, u zaštiti paradajza i paprike od prouzrokača pegavosti (*X. c.*

pv. *vesicatoria* i *P. s. pv. tomato*) dobili su i Louws i saradnici (2001). Takođe, postoje podaci da Bion 50 WG efikasno suzbija bakterioze pasulja (Louws i sar., 2001; Romero i sar., 2001; Hammerschmidt i sar., 2001).

U našim ispitivanjima potvrđena je visoka efikasnost acibenzolar-S-metila, koja je bila na nivou efikasnosti standardnih baktericida. Kombinovanje ovog jedinjenja sa mankozebom i bakar-hidroksidom nije statistički značajno povećalo njegovu efikasnost. Imajući u vidu njegovu visoku efikasnost, povoljne ekotoksikološke osobine i ulogu u sprečavanju razvoja rezistentnosti, acibenzolar-S-metil je dobra alternativa konvencionalnim baktericidima u suzbijanju bakterioza pasulja.

LITERATURA

- Adaskaveg, J.E. and Hine, R.B.: Copper tolerance and zinc sensitivity of Mexican strains of *Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria* causal agent of bacterial spot of pepper. Plant Dis., 69: 993-996, 1985.
- Arsenijević, M. i Balaž, J.: Bakterioze boranije i mogućnost njihovog hemijskog suzbijanja. Glasnik zaštite bilja, 11: 380, 1980.
- Arsenijević, M.: Bakterioze pasulja i boranije. Zaštita bilja, 161: 347-356, 1982.

- Arsenijević, M., Balaž, J. i Ozorak G.:** *Xanthomonas campestris* pv. *phaseoli* (Smith) Dye kao parazit boranije i pasulja u nas. *Zaštita bilja*, 173: 273-285, 1985.
- Balaž, J.:** Ispitivanje mogućnosti hemijskog suzbijanja *Xanthomonas campestris* pv. *phaseoli* (Smith) Dye parazita pasulja. *Pesticidi*, 6: 171-173, 1991.
- Hammerschmidt, R., Metraux, J.P. and van Loon, L.C.:** Inducing resistance. A summary of papers at the First International Symposium on Induced Resistance to Plant Diseases, Corfu, Greece, 2000 – *Eur. J. Plant Pathol.*, 107: 1-6, 2001.
- Klement, Z., Rudolph, K. and Sands, D.C.:** Methods in Phytobacteriology. Academia Kiado, Budapest, 1990.
- Lahman, L.K. and Schaad, N.W.:** Evaluation of the “dome test” as a reliable assay for seedborne bacterial blight pathogens of beans. *Plant Dis.*, 69: 680-683, 1985.
- Louws, F.J., Wilson, M., Campbell, H.L., Cuppels, D.A., Jones, J.B., Shoemaker, P.B., Sabin, F. and Miller, S.A.:** Field control of bacterial spot and bacterial speck of tomato using a plant activator. *Plant Dis.*, 85: 481-488, 2001.
- Marco, G. M. and Stall, R.E.:** 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, 1983.
- Meier, U.:** Entwicklungsstadien mono- und dikotylter Pflanzen. BBCH-Monograph, Blackwell Wissenschaftsverlag, Berlin, 1997.
- Pernežny, K., Kudela, V., Kokošková, B. and Hladka, I.:** Bacterial diseases of tomato in the Czech and Slovak Republics and lack of streptomycin resistance among copper-tolerant bacterial strains. *Crop Prot.*, 14: 267-270, 1995.
- Romero, A.M., Kousik, C.S. and Ritchie, D.F.:** Resistance to bacterial spot in bell pepper induced by acibenzolar-S-methyl. *Plant Dis.*, 85: 189-194, 2001.
- Saettler, A.W.:** Seedling injection as an aid in identifying bean blight bacteria. *Plant Dis. Rep.*, 55: 703-706, 1971.
- Sticher, L., Mauchmani, B. and Metraux, J.P.:** Systemic acquired resistance. *Annu. Rev. Phytopathol.*, 35: 235-270, 1997.
- Sutton, M.D. and Wallen, V.R.:** Epidemiological and ecological relations of *Xanthomonas phaseoli* and *X. phaseoli* var. *fuscans* on beans in southwestern Ontario, 1961-1963. *Can. J. Botany*, 48: 1329-1334, 1970.
- Wallen, V.R., Sutton, M.D. and Grainger, P.N.:** A high incidence of fuscous blight in Sanilac beans from southwestern Ontario. *Plant Dis. Rep.*, 47: 652-653, 1963.
- Weller, D.M. and Saettler, A.W.:** Chemical control of common and fuscous bacterial blights in Michigan navy (pea) beans. *Plant Dis. Rep.*, 60: 793-797, 1976.
- Weller, D.M. and Saettler, A.W.:** Evaluation of seedborne *Xanthomonas phaseoli* and *X. phaseoli* var. *fuscans* as primary inocula in bean blight. *Phytopathology*, 70: 148-152, 1980.
- Wimalajeewa, D.L.S. and Nancarrow, R.J.:** Survival in soil of bacteria causing common and halo blights of french bean in Victoria. *Aust. J. Exp. Agric. Anim. Husb.*, 20: 102-104, 1980.

Control of *Xanthomonas campestris* pv. *phaseoli* on Bean Using Copper Compounds and a Plant Activator

SUMMARY

The efficacy of several new formulations of copper compounds, namely Cuprozin 35 WP (copper-oxochloride), Cuproxat (copper-sulphate), Funguran OH (copper-hydroxide) and the plant activator Bion (acibenzolar-S-methyl), and their combinations with dithiocarbamates (Dithane M-70) was estimated in controlling *Xanthomonas campestris* pv. *phaseoli* (artificial inoculation) in field conditions in two localities during 2006. In the locality Zemun, the efficacy of copper compounds ranged from 92.7% to 98.5%. The plant activator Bion 50 WG exhibited similar efficacy (94.4-97.1%). Combinations of Funguran OH and Dithane M-70, applied at different concentrations, also showed high efficacy (98.3-99.3%), as well as the combinations of Bion 50 WG and the other bactericides (95.5-96.8%). There was no significant difference between the efficacies achieved by the compounds applied individually and their combinations, except Cuproxat, which exhibited decreased efficacy at lower concentration. In the locality Smederevska Palanka, the efficacy of copper compounds

was 95.0-98.2%, while Bion achieved 96.8-97.7% efficacy. Combinations of copper-hydroxide (Funguran OH) and dithiocarbamates (Dithane M-70) also showed high efficacy (98.1-99.4%) but without a significant difference. The efficacy of combinations of Bion and copper-hydroxide, and Bion and mancozeb was 97.9-98.9%. There was no significant difference in the efficacies of the bactericides tested or the efficacies of their combinations in that locality.

Our investigation confirmed high efficacy of acibenzolar-S-methyl, which was equal to the efficacy of standard bactericide treatment. This compound therefore offers a very good alternative to conventional chemicals used for controlling bacterial diseases in beans.

Keywords: Common blight of beans; *Xanthomonas campestris* pv. *phaseoli*; Copper compounds; Bion; Mancozeb