

Mogućnost biološkog i hemijskog suzbijanja prouzrokovala zelenog uvenuća u početnim fenofazama razvoja paprike

Emil Rekanović

Institut "Srbija", Centar za pesticide i zaštitu životne sredine, Beograd–Zemun

REZIME

Proučavana je mogućnost biološkog i hemijskog suzbijanja prouzrokovala zelenog uvenuća paprike u zaštićenom prostoru primenom biopreparata Polyversum na bazi *Pythium oligandrum*, i fungicida benomil i propamokarb-hidrohlorid. U cilju utvrđivanja značaja vremena izvođenja hemijskih i bioloških mera zaštite, preparati su primenjeni pre ili posle obavljene inokulacije u različitim fenofazama razvoja paprike: seme, ponik i razvijen treći list na stablu. Najveću efikasnost u suzbijanju *Verticillium* sp. u svim fenofazama razvoja paprike ispoljio je benomil (72.3–84.1%). Biofungicid Polyversum ispoljio je najveću efikasnost primenom pre inokulacije – preventivno (48.1–54.3%). Propamokarb-hidrohlorid je ispoljio najmanju efikasnost (37.7–50.9%) primenjen preventivno, ili nakon inokulacije. Utvrđeno je da se primenom propamokarb-hidrohlorida ne može postići dovoljno dobra zaštita paprike od verticilioze. Razlike između efekata primene Polyversum-a i propamokarb-hidrohlorida bile su minimalne.

Ključne reči: Paprika; *Verticillium* sp.; Polyversum; *Pythium oligandrum*; benomil; propamokarb-hidrohlorid

UVOD

Verticiliozno uvenuć paprike je jedna od njenih najštetnijih bolesti. Rasprostranjeno je u različitom intenzitetu u svim važnijim područjima gajenja paprike, zavisno od uslova gajenja i plodoreda (Marinković, 1985). Zbog karakterističnih simptoma koji se javljaju, oboljenje je poznato i kao

”zeleno uvenuć paprike”. Prouzrokuju ga patogene gljive roda *Verticillium*.

Dezinfekcija zemljišta i plodored su najčešći način zaštite paprike od verticilioznog uvenuća. Od hemijskih mera dugo su korišćeni preparati na bazi metil-bromida, od čije primene se gotovo odustalo zbog opasnosti po ljudsko zdravlje i životnu sredinu (Watson i sar., 1992).

Od drugih fungicida najčešće su korišćeni benzimidazoli (Benomil, Karbendazim i Tiofanat-metil) (Talboys, 1984; Tian i sar., 1988). Njihovom primenom nije postizana zadovoljavajuća zaštita, pre svega zbog dugog održavanja patogena u prirodi i njegovog lakog rasejavanja prilikom obrade zemljišta i nege useva.

U svetu se sve intenzivnije proučava i mogućnost primene alternativnih metoda u suzbijanju prouzrokovaca zelenog uvenuća. Značajna istraživanja usmerena su u pravcu ispitivanja upotrebe mikopatogene gljive *Pythium oligandrum* u suzbijanju *Verticillium* sp. (Al-Rawahi i Hancock, 1998).

Preparat Polyversum® je novi biofungicid čiji aktivni deo čine spore *P. oligandrum*. Zahvaljujući povoljnim toksikološkim karakteristikama primenjuje se kako u konvencionalnoj, tako i u organskoj biljnoj proizvodnji.

Pored direktnog parazitiranja biljnih patogena, *P. oligandrum* indukuje stvaranje fenola i lignina u intercelularnom prostoru biljnih tkiva, čime se sprečava dalje prodiranje i razvoj patogena. Kratka i saradnici (1994) su u svojim ispitivanjima utvrdili da *P. oligandrum* povećava bujnost biljaka i stimuliše usvajanje fosfora, koji ima značajnu energetska ulogu u metabolizmu biljaka. Takođe, u istraživanjima Benhamou-a i saradnika (1997) utvrđeno je da u biljkama paradajza u prisustvu *P. oligandrum* dolazi do stvaranja fitoauksina, što predstavlja primer aktivne otpornosti biljaka. Postoji velika sličnost u mehanizmu delovanja između *P. oligandrum* i *Trichoderma* sp. jer u određenim ulovima mogu da stvaraju antibiotike (Foley i Deacon, 1986).

Cilj ovog rada bio je da se ispita efikasnost konvencionalnih fungicida i biofungicida Polyversum® u suzbijanju prouzrokovaca zelenog uvenuća paprike.

MATERIJAL I METODE

Test-organizam

Verticillium sp. je izolovan aseptičnim postavljanjem fragmenata obolelog ksilema na ravnu podlogu od krompira, dekstroze i agara (KDA) (Dhingra i Sinclair, 1995). Nakon inkubacije od 15 dana, pri temperaturi od $25 \pm 1^\circ\text{C}$, micelija je presejana da bi se dobila čista kultura, koja je za dalji rad održavana na istoj podlozi i istom temperaturnom režimu. Provera patogenosti izolata vršena je prilikom presađivanja biljaka u fazi četiri lista. Za ova testiranja korišćena je osetljiva sorta paprike Šorokšari. Korenov sistem svake biljke pojedinačno je potapan u inokulum, u trajanju 10 - 15 minuta. Nakon toga biljke su presađivane u saksije prečnika 100 mm i zalivane, najpre preostalim količinom inokuluma (oko 5 ml po biljci), a potom čistom vodom. Kao kontrola korišćene su neinokulisane biljke paprike, koje su zalivane sterilnom vodom. Promene na inokulisanim biljkama praćene su svakodnevno u uslovima staklenika.

Ispitivanje biološke efikasnosti

Ispitivano je delovanje hemijskih jedinjenja sa različitim mehanizmom delovanja, kao i biopreparata (Polyversum) na bazi *Pythium oligandrum*. U Tabeli 1 prikazani su

Tabela 1. Pregled ispitivanih fungicida
Table 1. Review of investigated fungicides

Jedinjenje (a.m.) Active ingredient	Preparat Preparation	Proizvođač Manufacturer	Sadržaj a.m Amount of active ingredient	Koncentracija Concentration (%)
Benomil Benomyl	Benlate WP-50	DuPont	500 g/kg	0.05
Propamokarb-hidrochlorid Propamocarb-hydrochloride	Previcur 607 SL	Bayer CropScience	722 g/L	0.11
<i>Pythium oligandrum</i> ATCC 38472	Polyversum	Biopreparaty	10^6 oospora/g	0.05 i 1.0*
Natrijumhipohlorit Natriumhypochlorite	Belkina	Henkel-Merima	40 g/L aktivnog hlora	0.02

*Za tretiranje semena – For seed treatment

osnovni podaci o ovim jedinjenjima i radne koncentracije korišćene u ogledima.

Efikasnost suzbijanja *Verticillium* sp. ispiti-vana je modifikovanim metodama koje su opisali Marinković (1985) i D'Ercole i saradnici (2000).

U cilju utvrđivanja značaja vremena izvođenja hemijskih i bioloških mera zaštite, preparati su primenjeni pre ili posle obavljene inokulacije u različitim fenofazama razvoja paprike: seme, ponik i razvijen treći list na glavnom stablu.

Ispitivanje efikasnosti suzbijanja *Verticillium* sp. u fenofazi – suvo seme

Saksije dimenzija (15 x 10 cm) napunjene su sa 500 ml gotovog sterilnog supstrata B – Medium Course (Floragard). U svaku saksiju (ponavljanje) potom je zalivanjem dodavano po 5 ml prethodno pripremljenog inokuluma. Ispitivani tretman predstavljalo je seme paprike (*cv.* Šorok-šari) koje je tretirano (zapašivanje) preparatom Polyversum u količini od 10 g preparata na 1 kg semena. Kao standard, seme je potapano u rastvor natrijum-hipohlorita (Belkina) u koncentraciji 0.02% preparata. Nakon tretiranja, seme je sejano u sterilan ili inokulisan supstrat, u zavisnosti od tretmana. U svako ponavljanje (saksiju) zasejano je po 25 semenki paprike. Jedna kontrola je bila netretirano seme u inokulisanom supstratu (K-1), a druga netretirano seme u sterilnom supstratu (K-2). Radi provere efekta *P. oligandrum* na razvoj biljaka i provere fitotoksičnosti natrijum-hipohlorita, tretirano seme je sejano i u sterilan supstrat. Saksije su održavane u uslovima klima komore pri temperaturi od 20°C, svetlosnom režimu od 8000 lux-a i relativnoj vlažnosti od 70%.

Nakon nicanja, svakodnevno su praćene promene na mladim biljkama paprike. Konačna ocena je obavljena 42 dana nakon setve, merenjem visine (od kotiledonog kolenca do vrha biljke) i sveže mase biljaka (bez korena), i utvrđivanjem intenziteta oboljenja po skali: **0** = (0%) bez vidljivih simptoma; **1** = (0–10%) blago uvenuće donjeg lišća; **2** = (10–25%) umereno uvenuće donjeg lišća; **3** = (25–50%) umereno uvenuće lišća cele biljke; **4** (50–75%) = jako uvenuće lišća cele biljke, i **5** (75–100%) = uginule biljke (EPPO, 1997c; D'Ercole i sar., 2000).

Ogled je postavljen po blok-sistemu sa četiri ponavljanja. Intenzitet oboljenja je izračunavan po Townsend-Heuberger-u, efikasnost po Abbott-u, a za obradu rezultata korišćene su standardne statističke metode, analiza varijante i Duncan-ov test (EPPO, 1997a; EPPO, 1997b).

Ispitivanje efikasnosti suzbijanja *Verticillium* sp. u fenofazi – ponik

Inokulum je pripremljen na isti način kao i u prethodnoj fenofazi. Saksije dimenzija 15 x 10 cm su napunjene sa 500 ml gotovog sterilnog supstrata, a potom je svaka zasejana sa po 10 netretiranih semenki paprike (*cv.* Šorok-šari). Nakon nicanja klijanaca, 15 dana posle setve, primenjeni su sledeći tretmani: Polyversum (0.05%), benomil (0.05%) i propamokarb-hidrohlorid (0.11%), u količini od 60 ml tečnosti po saksiji. Ispitivani tretmani su primenjivani tri dana pre inokulacije, ili tri dana nakon inokulacije. Kontrolne biljke (K-1) su inokulisane i zalivane sa 60 ml sterilne vode. Kao druga kontrola (K-2) korišćene su biljke paprike koje su neinokulisane i zalivene sa 60 ml sterilne vode. Saksije su održavane u stakleniku pri temperaturi 24–26°C, umerenom svetlosnom režimu 8000–10000 lux-a i relativnoj vlažnosti 70–80%. Promene na biljkama su praćene svakodnevno, a konačna ocena uvenuća je obavljena 45 dana nakon inokulacije merenjem visine i sveže mase biljaka, i utvrđivanjem intenziteta oboljenja. Ogled je postavljen po potpunom slučajnom blok-sistemu sa četiri ponavljanja i deset biljaka po ponavljanju. Za obradu rezultata korišćene su standardne statističke metode.

Ispitivanje efikasnosti suzbijanja *Verticillium* sp. u fenofazi – razvijen treći list

Postupak ispitivanja biološke efikasnosti je isti kao i u prethodnoj fenofazi, s tom razlikom što su preparati primenjeni kada je na biljkama paprike razvijen treći list na glavnom stablu. Inokulacija je obavljena tri dana pre ili tri dana posle tretmana. Ogled je postavljen po potpunom slučajnom blok-sistemu sa četiri ponavljanja i deset biljaka po ponavljanju. Konačna ocena uvenuća biljaka paprike obavljena je 45 dana nakon inokulacije, merenjem

visine i sveže mase biljaka i utvrđivanjem intenziteta oboljenja.

REZULTATI

Efikasnost suzbijanja *Verticillium sp.* u fenofazi – suvo seme

U Tabelama 2, 3 i 4 prikazani su podaci o pojavi verticilioznog uvenuća, efikasnosti preparata primenjenih tretiranjem semena, visini i masi biljaka paprike.

U varijanti gde je primenjivan Polyversum, intenzitet oboljenja iznosio je 48.0%, a u varijanti primene natrijum-hipohlorita 71.2%. Intenzitet zaraze u kontroli (K-1) iznosio je 75.4%. Utvrđena je statistički značajna razlika u pogledu intenziteta oboljenja između biljaka paprike niklih iz semena tretiranog preparatom Polyversum i biljaka paprike iz semena tretiranog natrijum-hipohloritom. Polyversum je u odnosu na natrijum-hipohlorit ispoljio znatno veću efikasnost (36.4%).

Visina biljaka paprike u inokulisanoj kontroli (K-1) iznosila je 4.7 cm, a u kontroli (K-2) 7.0 cm.

U varijantama gde je primenjivan Polyversum visina biljaka iznosila je 7.4 cm (sterilan supstrat) i 5.0 cm (inokulisani supstrat). Nešto manja je bila u varijantama gde je primenjivan natrijum-hipohlorit, 6.8 cm (sterilan supstrat) i 4.5 cm (inokulisani supstrat). Između varijante sa primenom Polyversum-a i natrijum-hipohlorita postoji statistički značajna razlika u visini biljaka, u zavisnosti da li je seme sejano u inokulisani ili sterilni supstrat. Razlika u visini biljaka sejanih u neinokulisani supstrat nije bila statistički značajna, bez obzira na primenjeni tretman.

Sveža masa biljaka paprike u kontroli (K-1) iznosila je 1.0 g, a u tretmanima gde je korišćen Polyversum 2.8 g (sterilan supstrat), odnosno 1.3 g (inokulisani supstrat). U tretmanima gde je korišćen natrijum-hipohlorit masa biljaka iznosila je 2.2 g (sterilan supstrat) i 1.0 g (inokulisani supstrat).

U varijantama setve semena u inokulisani supstrat utvrđena je statistički značajna korelacija između efikasnosti primenjenog biofungicida i visine biljaka ($r = 0.98$), kao i efikasnosti preparata i mase biljaka ($r = 0.98$).

Tabela 2. Intenzitet oboljenja i efikasnost fungicida 42 dana nakon setve paprike (BBCH 16 – razvijeno šest stalnih listova)

Table 2. The disease severity in pepper plants and efficacy of fungicides 42 days after seeding (BBCH 16 – six leaf stage)

Tretmani i koncentracija Treatments and Concentration	Sterilan supstrat Sterile substrate		Inokulisani supstrat Inoculated substrate	
	Ms (%)*	E (%)	Ms (%)*	E (%)
Polyversum (1.0 %)	0.0 a	100.0	48.0 b	36.4
Natrijum-hipohlorit (0.02%) Natriumhypochlorite (0.02%)	0.0 a	100.0	71.2 c	5.6
K-1 (Inokulisani supstrat) K-1 (Inoculated substrate)	-	-	75.4 c	-
K-2 (Neinokulisani supstrat) K-2 (Uninoculated substrate)	0.0 a	-	-	-
LSD	4.6	-	10.5	-

Ms (%) = Intenzitet oboljenja – Disease severity;

E (%) = Efikasnost fungicida – Efficacy of fungicides;

*Srednje vrednosti u kolonama obeležene različitim slovima se statistički značajno razlikuju ($p < 0.05$) u skladu sa Dankanovim testom.

* Mean values within columns followed by different letters are significantly ($p < 0.05$) different according to Duncan's test.

Tabela 3. Visina biljaka paprike 42 dana nakon setve (BBCH 16 – razvijeno šest stalnih listova)
Table 3. The pepper plants height 42 days after seeding (BBCH 16 - six leaf stage)

Tretmani i koncentracija Treatments and Concentration	Sterilan supstrat Sterile substrate	Inokulisani supstrat Inoculated substrate
	Ms (cm)*	Ms (cm)*
Polyversum (1.0 %)	7.4 a	5.0 b
Natrijum-hipohlorit (0.02%) Natriumhypochlorite (0.02%)	6.8 a	4.5 b
K-1 (Inokulisani supstrat) K-1 (Inoculated substrate)	-	4.7 b
K-2 (Neinokulisan supstrat) K-2 (Uninoculated substrate)	7.0 a	-
LSD	1.5	1.2

Ms (cm) = Visina biljaka – Plants height;

*Srednje vrednosti u kolonama obeležene različitim slovima se statistički značajno razlikuju ($p < 0.05$) u skladu sa Dank-anovim testom.

*Mean values within columns followed by different letters are significantly ($p < 0.05$) different according to Duncan's test.

Tabela 4. Masa biljaka paprike 42 dana nakon setve (BBCH 16 – razvijeno šest stalnih listova)
Table 4. The pepper plants weight 42 days after seeding (BBCH 16 - six leaf stage)

Tretmani i koncentracija Treatments and Concentration	Sterilan supstrat Sterile substrate	Inokulisani supstrat Inoculated substrate
	Ms (g)*	Ms (g)*
Polyversum (1.0 %)	2.8 a	1.3 c
Natrijum-hipohlorit (0.02%) Natriumhypochlorite (0.02%)	2.2 b	1.0 c
K-1 (Inokulisani supstrat) K-1 (Inoculated substrate)	-	1.0 c
K-2 (Neinokulisan supstrat) K-2 (Uninoculated substrate)	2.4 ab	-
LSD	0.5	0.4

Ms (g) = masa biljaka – Plants weight;

*Srednje vrednosti u kolonama obeležene različitim slovima se statistički značajno razlikuju ($p < 0.05$) u skladu sa Dank-anovim testom.

*Mean values within columns followed by different letters are significantly ($p < 0.05$) different according to Duncan's test.

Efikasnost suzbijanja *Verticillium* sp. u fenofazi – ponik

U Tabelama 5, 6 i 7 prikazani su podaci o pojavi verticilioznog uvenuća, efikasnosti preparata primenjenih pre, odnosno tri dana nakon inoku-

lacije, visini i masi biljaka paprike. Intenzitet zaraze u kontroli K-1 iznosio je 83.3%. Pri ovako visokom intenzitetu oboljenja, intenzitet zaraze u varijantama gde su primenjivani benomil i propamokarb-hidrohlorid iznosio je 13.2–51.9% u zavisnosti od

vremena primene. U varijantama gde je primenjivan Polyversum, intenzitet oboljenja bio je 43.4% (preventivna primena) i 51.1% (posle inokulacije). Između ispitivanog jedinjenja (benomil) i Polyversum-a postojala je statistički značajna razlika u pogledu intenziteta oboljenja, u zavisnosti od vremena primene. Od ispitivanih varijanti, najveću efikasnost ispoljio je benomil a najmanju propamokarb-hidrohlorid. Razlika u efikasnosti biofungicida Polyversum-a i propamokarb-hidrohlorida bila je zanemarljiva.

Prosečna vrednost sveže mase biljaka paprike u kontroli (K-1) iznosila je 1.6 g, a u varijantama gde je primenjivan Polyversum 2.7 g, odnosno 2.6 g. Kod ispitivanog jedinjenja (benomil) pomenuti parametar bio je nešto viši – 3.7 g, odnosno 2.8 g, dok je kod propamokarb-hidrohlorida iznosio 3.3 g, odnosno 2.3 g.

U varijantama primene posle inokulacije utvrđena je, takođe, statistički značajna korelacija između efikasnosti primenjenih preparata i visine biljaka ($r = 0.86$), i efikasnosti i mase biljaka ($r = 0.84$).

Tabela 5. Intenzitet oboljenja i efikasnost fungicida 45 dana nakon inokulacije (BBCH 19 – razvijeno devet i više stalnih listova)

Table 5. The disease severity in pepper plants and efficacy of fungicides 45 days after inoculation (BBCH 19 - nine leaf stage)

Tretmani i koncentracija Treatments and Concentration	Primena pre inokulacije Application before inoculation		Primena posle inokulacije Application after inoculation	
	Ms (%)*	E (%)	Ms (%)*	E (%)
Polyversum (0.05 %)	43.2 c	48.1	51.1 c	38.7
Benomil (0.05%) Benomyl (0.05%)	13.2 b	84.1	20.9 b	74.9
Propamokarb-hidrohlorid (0.11%) Propamocarb-hydrochloride (0.11%)	43.4 c	47.9	51.9 c	37.7
K-1 (Inokulisane biljke) K-1 (Inoculated plants)	83.3 d	-	83.3 d	-
K-2 (Netretirane i neinokulisane biljke) K-2 (Uninoculated and untreated plants)	0.0 a	-	0.0 a	-
LSD	2.25	-	2.73	-

Ms (%) = intenzitet oboljenja – Disease severity;

E (%) = efikasnost fungicida – Efficacy of fungicides;

*Srednje vrednosti u kolonama obeležene različitim slovima se statistički značajno razlikuju ($p < 0.05$) u skladu sa Dank-anovim testom.

*Mean values within columns followed by different letters are significantly ($p < 0.05$) different according to Duncan's test.

U kontroli (K-1) visina biljaka je iznosila 5.5 cm, a u kontroli (K-2) 8.1 cm. U varijantama gde je primenjivan Polyversum visina biljaka iznosila je 7.1 cm, odnosno 6.6 cm. Između varijanti primene benomila, propamokarb-hidrohlorida i Polyversum-a nije bilo statistički značajne razlike u visini biljaka paprike.

Utvrđena je statistički značajna korelacija između efikasnosti tretmana i visine biljaka ($r = 0.97$) i efikasnosti i mase biljaka ($r = 0.95$) u varijantama primene preparata pre inokulacije.

Efikasnost suzbijanja *Verticillium* sp. u fenofazi – razvijen treći list

U Tabelama 8, 9 i 10 prikazani su podaci o pojavi zelenog uvenuća paprike i efikasnosti preparata primenjenih u fenofazi razvijenog trećeg lista.

Intenzitet zaraze u kontrolnoj varijanti (K-1) iznosio je 69.0%. Pri ovom intenzitetu oboljenja, intenzitet zaraze u varijantama gde su primenjivani benomil i propamokarb-hidrohlorid iznosio je 11.8 – 40.9%. U varijantama gde je primenjivan

Tabela 6. Visina biljaka paprike 45 dana nakon inokulacije (BBCH 19 – razvijeno devet i više stalnih listova)
Table 6. The pepper plants height 45 days after inoculation (BBCH 19 - nine leaf stage)

Tretmani i koncentracija Treatments and Concentration	Primena pre inokulacije Application before inoculation	Primena posle inokulacije Application after inoculation
	Ms (cm)*	Ms (cm)*
Polyversum (0.05 %)	7.1 ab	6.6 bc
Benomil (0.05%) Benomyl (0.05%)	7.4 a	6.7 b
Propamokarb-hidrohlorid (0.11%) Propamocarb-hydrochloride (0.11%)	7.4 a	5.9 bc
K-1 (Inokulisane biljke) K-1 (Inoculated plants)	5.5 b	5.5 c
K-2 (Netretirane i neinokulisane biljke) K-2 (Uninoculated and untreated plants)	8.1 a	8.1 a
LSD	1.22	0.90

Ms (cm) = visina biljaka – Plant height;

*Srednje vrednosti u kolonama obeležene različitim slovima se statistički značajno razlikuju ($p < 0.05$) u skladu sa Dank-anovim testom.

*Mean values within columns followed by different letters are significantly ($p < 0.05$) different according to Duncan's test.

Tabela 7. Masa biljaka paprike 45 dana nakon inokulacije (BBCH 19 – razvijeno devet i više stalnih listova)
Table 7. The pepper plants weight 45 days after inoculation (BBCH 19 – nine leaf stage)

Tretmani i koncentracija Treatments and Concentration	Primena pre inokulacije Application before inoculation	Primena posle inokulacije Application after inoculation
	Ms (g)*	Ms (g)*
Polyversum (0.05 %)	2.7 c	2.6 b
Benomil (0.05%) Benomyl (0.05%)	3.7 b	2.8 b
Propamokarb-hidrohlorid (0.11%) Propamocarb-hydrochloride (0.11%)	3.3 bc	2.3 bc
K-1 (Inokulisane biljke) K-1 (Inoculated plants)	1.6 d	1.6 c
K-2 (Netretirane i neinokulisane biljke) K-2 (Uninoculated and untreated plants)	4.7 a	4.7 a
LSD	1.05	0.92

Ms (g) = masa biljaka – Plants weight;

*Srednje vrednosti u kolonama obeležene različitim slovima se statistički značajno razlikuju ($p < 0.05$) u skladu sa Dank-anovim testom.

*Mean values within columns followed by different letters are significantly ($p < 0.05$) different according to Duncan's test.

Polyversum, intenzitet oboljenja je bio viši - 31.5, odnosno 41.5%. Između benomila i Polyversum-a postojala je statistički značajna razlika u efikasnosti, u oba načina primene. Od ispitivanih varijanti, najveću efikasnost ispoljio je benomil, a najmanju Polyversum.

primenjivan Polyversum 6.0, odnosno 4.0 g zavisno od vremena primene. Kod ispitivanih hemijskih jedinjenja, srednje vrednosti mase biljaka bile su nešto više, 6.9, odnosno 6.4 g (benomil), dok su kod propamokarb-hidrohlorida iznosile 4.5, odnosno 4.0 g.

Tabela 8. Intenzitet oboljenja i efikasnost fungicida 45 dana nakon inokulacije (BBCH 51 – vidljiv prvi cvetni pupoljak)

Table 8. The disease severity in pepper plants and efficacy of fungicides 45 days after inoculation (BBCH 51 - visible first flower bud)

Tretmani i koncentracija Treatments and Concentration	Primena pre inokulacije Application before inoculation		Primena posle inokulacije Application after inoculation	
	Ms (%)*	E (%)	Ms (%)*	E (%)
Polyversum (0.05 %)	31.5 c	54.3	41.5 c	39.8
Benomil (0.05%) Benomyl (0.05%)	11.8 b	83.0	17.1 b	72.3
Propamokarb-hidrohlrid (0.11%) Propamocarb-hydrochloride (0.11%)	33.8 c	50.93	40.9 c	40.7
K-1 (Inokulisane biljke) K-1 (Inoculated plants)	69.0 d	-	69.0 d	-
K-2 (Netretirane i neinokulisane biljke) K-2 (Uninoculated and untreated plants)	0.0 a	-	0.0 a	-
LSD	7.40	-	6.85	-

Ms (%) = intenzitet oboljenja – Disease severity;

E (%) = efikasnost fungicida – Efficacy of fungicides;

*Srednje vrednosti u kolonama obeležene različitim slovima se statistički značajno razlikuju ($p < 0.05$) u skladu sa Dank-anovim testom.

*Mean values within columns followed by different letters are significantly ($p < 0.05$) different according to Duncan's test.

U kontrolnoj varijanti (K-1) visina biljaka je iznosila 10.5 cm, a u varijanti netretiranih i neinokulisanih biljaka (K-2), 18.6 cm. U varijantama gde je primenjivan Polyversum visina biljaka iznosila je 16.5, odnosno 13.1 cm. Između ispitivanih varijanti primene benomila, propamokarb-hidrohlrida i Polyversum-a posle inokulacije, zabeležena je statistički značajna razlika u visini biljaka paprike.

Utvrđena je statistički značajna korelacija između visine i mase biljaka ($r = 0.99$), efikasnosti i visine biljaka ($r = 0.99$) i efikasnosti i mase biljaka ($r = 0.98$), u varijantama primene preparata pre inokulacije.

U kontroli (K-1) prosečna vrednost sveže mase biljaka paprike bila je 2.2 g, a u varijantama gde je

Statistički značajna korelacija između efikasnosti primenjenih preparata i visine biljaka ($r = 0.97$), i efikasnosti i mase biljaka ($r = 0.93$), utvrđena je i u varijantama primene posle inokulacije.

Efikasnost ispitivanih fungicida u zavisnosti od vremena primene

Na Slici 1 prikazana je efikasnost fungicida primenjenih pre ili posle inokulacije. Najveću efikasnost ispoljio je benomil primenjen pre inokulacije, u svim ispitivanim fenofazama razvoja paprike. Polyversum je ispoljio veću efikasnost u varijantama primene pre inokulacije, a propamokarb-hidrohlrid je, u odnosu na Polyversum, ispoljio približno

Tabela 9. Visina biljaka paprike 45 dana nakon inokulacije (BBCH 51 – vidljiv prvi cvetni pupoljak)**Table 9.** The pepper plants height 45 days after inoculation (BBCH 51 - visible first flower bud)

Tretmani i koncentracija Treatments and Concentration	Primena pre inokulacije Application before inoculation	Primena posle inokulacije Application after inoculation
	Ms (cm)*	Ms (cm)*
Polyversum (0.05 %)	16.5 a	13.1 bc
Benomil (0.05%) Benomyl (0.05%)	17.5 a	17.4 a
Propamokarb-hidrohlid (0.11%) Propamocarb-hydrochloride (0.11%)	14.9 ab	14.3 ab
K-1 (Inokulisane biljke) K-1 (Inoculated plants)	10.5 b	10.5 c
K-2 (Netretirane i neinokulisane biljke) K-2 (Uninoculated and untreated plants)	18.6 a	18.6 a
LSD	1.22	0.90

Ms (cm) = visina biljaka – Plant height;

*Srednje vrednosti u kolonama obeležene različitim slovima se statistički značajno razlikuju ($p < 0.05$) u skladu sa Dank-anovim testom.

*Mean values within columns followed by different letters are significantly ($p < 0.05$) different according to Duncan's test.

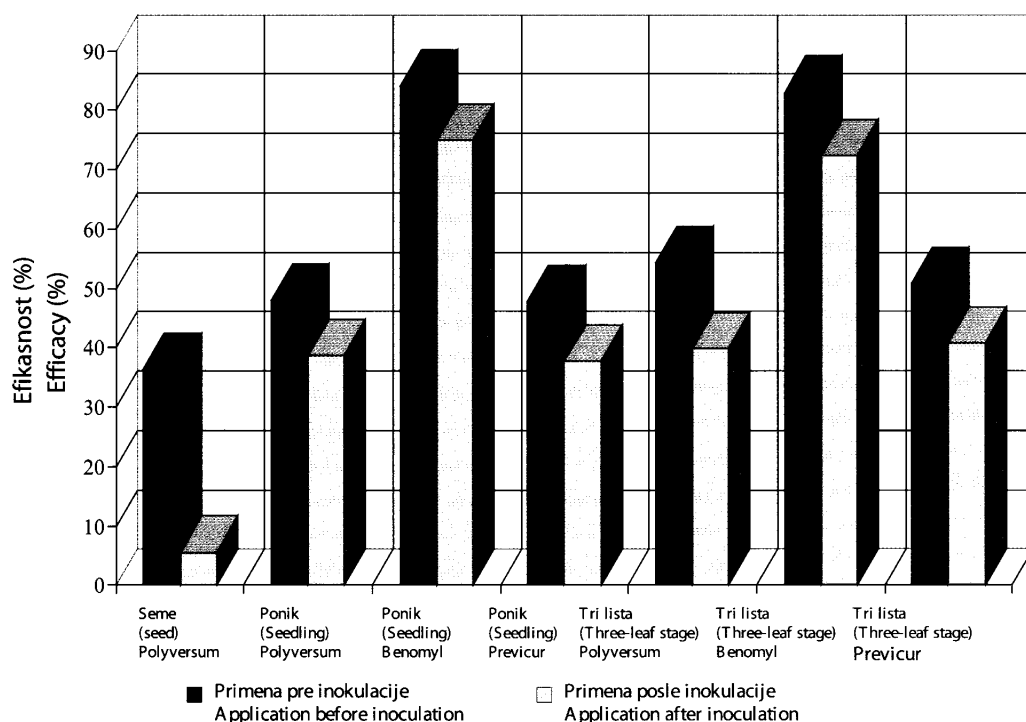
Tabela 10. Masa biljaka paprike 45 dana nakon inokulacije (BBCH 51 – vidljiv prvi cvetni pupoljak)**Table 10.** The pepper plants weight 45 days after inoculation (BBCH 51 - visible first flower bud)

Tretmani i koncentracija Treatments and Concentration	Primena pre inokulacije Application before inoculation	Primena posle inokulacije Application after inoculation
	Ms (g)*	Ms (g)*
Polyversum (0.05 %)	6.0 ab	4.0 b
Benomil (0.05%) Benomyl (0.05%)	6.9 ab	6.4 a
Propamokarb-hidrohlid (0.11%) Propamocarb-hydrochloride (0.11%)	4.5 b	4.0 b
K-1 (Inokulisane biljke) K-1 (Inoculated plants)	2.2 c	2.2 b
K-2 (Netretirane i neinokulisane biljke) K-2 (Uninoculated and untreated plants)	7.3 a	7.3 a
LSD	2.60	1.82

Ms (g) = masa biljaka – Plant weight;

*Srednje vrednosti u kolonama obeležene različitim slovima se statistički značajno razlikuju ($p < 0.05$) u skladu sa Dank-anovim testom;

*Mean values within columns followed by different letters are significantly ($p < 0.05$) different according to Duncan's test.



Sl. 1. Efikasnost fungicida u suzbijanju *Verticillium* sp. u različitim fenofazama razvoja paprike

Fig. 1. Efficacy of fungicides in the control of *Verticillium* sp. at various developmental stages of pepper

jednaku ili manju efikasnost u svim ispitivanim varijantama.

DISKUSIJA

Najvažnije i najosetljivije fenofaze u razvoju paprike su: seme, ponik i razvijen treći list na glavnom stablu. Prema našim rezultatima, Polyversum nije dovoljno efikasan za suzbijanje *Verticillium* sp. ako se primeni za tretiranje semena. Pri visokom intenzitetu oboljenja (75.4%) u kontroli (K-1), efikasnost Polyversum-a je iznosila 36.4%. Međutim, iako efikasnost nije bila zadovoljavajuća, utvrđeno je da *P. oligandrum* svojom aktivnošću pospešuje rast biljaka i tako, na indirektan način, utiče na njihovu otpornost (Vesely, 1997; cit. Brožova, 2002). Sveža masa mladih biljaka paprike niklih iz semena tretiranog oosporama *P. oligandrum* i potom sejanog u sterilan supstrat, statistički se značajno razlikovala od varijante primene natrijum-hipohlorita u sterilnom supstratu. Značajan koeficijent korelacije utvrđen je između efikasnosti primenjenog biofungicida i visine biljaka ($r = 0.98$), kao i efikasnosti i mase biljaka ($r = 0.98$). Al-Rawahi i Hancock (1998) su u

svojim istraživanjima, takođe, utvrdili da je u odnosu na netretiranu kontrolu (K-2) (25.4 g), masa biljaka paprike bila uvek veća u tretmanima u koje je dodat *P. oligandrum* (30.5 g).

Ispitivani biofungicid je ispoljio nešto veću efikasnost pri primeni zalivanjem mladih biljaka paprike u fenofazi ponika. Efikasnost Polyversum-a se razlikovala u zavisnosti od vremena primene. U tretmanima primene tri dana pre inokulacije efikasnost je iznosila 48.1%, dok je pri primeni tri dana nakon inokulacije bila 38.7%. Veća efikasnost biofungicida u tretmanu primene pre inokulacije može se objasniti samom prirodom mikopatogena. Prilikom dospevanja u zemljište, potreban je određeni period da oospore *P. oligandrum* klijaju u začetak hife i da uspostave direktan kontakt sa patogenom gljivom i korenom paprike. Ukoliko je taj period duži, utoliko je mogućnost *P. oligandrum* da se dovoljno razvije, veća (Vesely, 1997; cit. Brožova, 2002). Mada je poznato da se vrste roda *Pythium* veoma brzo razvijaju, utvrdil smo da je period od tri dana ipak nedovoljan da bi se manifestovao značajniji antagonistički efekat. Od svih ispitivanih varijanti, najveću efikasnost je ispoljio

benomil (72.3–84.1%) a najmanju propamokarb-hidrohlorid (37.7–47.9%). Ovako mala efikasnost propamokarb-hidrohlorida u suzbijanju *Verticillium* sp. je očekivana, imajući u vidu mehanizam i spektar delovanja ovog fungicida. Naime, iako je poznato da se karbamatni fungicidi koriste za suzbijanje prouzrokovala plamenjača i poleganja rasada (Schwinn i Staub, 1995), kod nas u praksi se preporučuju i za suzbijanje *Verticillium* sp. Naša ispitivanja su pokazala da se primenom propamokarb-hidrohlorida ne može postići dovoljno dobra zaštita paprike od verticilioze.

Slični rezultati u efikasnosti ispitivanih fungicida utvrđeni su i pri primeni u fenofazi tri lista. Međutim, u ovoj fenofazi efikasnost Polyversum-a bila je veća u varijantama primene pre inokulacije, jer je i korenov sistem biljaka bio razvijeniji, tako da se brže i u većoj meri uspostavljala veza između korena paprike i hifa *P. oligandrum*. Kao posledica tako intenzivnih procesa javljao se i izraženiji mikoparazitizam, ali i veća masa i visina biljaka stimulisana indirektnim delovanjem *P. oligandrum*.

Ispitivani preparati su ispoljili najveću efikasnost u svim fenofazama razvoja paprike kada su primenjeni pre inokulacije – preventivno. U varijantama primene preparata posle inokulacije najveću efikasnost ispoljio je benomil, dok su razlike između Polyversum-a i propamokarb-hidrohlorida bile minimalne.

LITERATURA

- Al-Rawabi, A. K. and Hancock, J. G.*: Parasitism and Biological Control of *Verticillium dahliae* by *Pythium oligandrum*. Plant Disease, 82: 1100-1106, 1998.
- Benhamou, N., Rey, P., Cherif, M., Hockenbull, J. and Tirilly, Y.*: Treatment with the mycoparasitic *Pythium oligandrum* triggers induction of defense-related reactions in tomato roots when challenged with *Fusarium oxysporum* f. sp. *radicis lycopersici*. Phytopathology, 87: 108-122, 1997.
- Brožova, J.*: Exploitation of the Mycoparasitic Fungus *Pythium oligandrum* in Plant Protection. Plant Protect. Sci., 38: 29-35, 2002.
- Dhingra, O. D., and Sinclair, J. B.*: Basic Plant Pathology Methods. CRC Press, Inc., Boca Raton, Florida, USA, 1995, p. 359.
- D'Ercole, N., Nipoti, P., Di Pillo, L. and Gavina, F.*: In Vitro and In Vivo Tests of *Trichoderma* spp. as a Biocontrol Agent of *Verticillium dahliae* Kleb. in Eggplants. Advances in *Verticillium* Research and Disease Management. Proc. Int. *Verticillium* Symp., American Phytopathological Society, St. Paul, Minn., USA, 2000, pp. 260-263.
- EPPO (a)**: Guidelines for the Efficacy Evaluation of Plant Protection Products: Design and Analysis of Efficacy Evaluation Trials – PP 1/152(2). In: EPPO Standards: Guidelines for the Efficacy Evaluation of Plant Protection Products, EPPO, Paris, 2, 37-51, 1997.
- EPPO (b)**: Guidelines for the Efficacy Evaluation of Plant Protection Products: Conduct and Reporting of Efficacy Evaluation Trials – PP 1/181(2). In: EPPO Standards: Guidelines for the Efficacy Evaluation of Plant Protection Products, EPPO, Paris, 2, 52-58, 1997.
- EPPO (c)**: Guidelines for the Efficacy Evaluation of Plant Protection Products: Soil Fungi Attacking Ornamental Plants – PP 1/40(2). In: EPPO Standards: Guidelines for the Efficacy Evaluation of Plant Protection Products, OEPP/EPPO, Paris, 2, 62-66, 1997.
- Foley, M. F. and Deacon, J. W.*: Susceptibility of *Pythium* spp. and other fungi to antagonism by the mycoparasite *Pythium oligandrum*. Soil. Biol. Biochem., 18: 91-95, 1986.
- Kratka, J., Bergmanova, E. and Kudelova A.*: Effect of *Pythium oligandrum* and *Pythium ultimum* on biochemical changes in cucumber (*Cucumis sativus* L.). Z. Pfl.-Krank. Pfl. Schutz, 101: 406-413, 1994.
- Marinković, N.*: Otpornost paprike (*Capsicum* sp.) prema *Verticillium albo-atrum* Reinke et Berth. Doktorska disertacija, Poljoprivredni fakultet, Beograd, 1985.
- Schwinn, F. and Staub, T.*: Oomycetes Fungicides. Phenylamides and Other Fungicides against Oomycetes. In: Modern Selective Fungicides, 2nd Revised and Enlarged Edition (Lyr, H., ed.). Gustav Fisher Verlag, Stuttgart, Germany, 1995, pp. 260-273.
- Talboys, P.W.*: Chemical control of *Verticillium* wilts. Phytopathol. Mediter., 23: 163-175, 1984.
- Tian, L., Wang, K.R. and Lu, J.Y.*: Effect of carbendazim and tricyclazole on microsclerotia and melanin formation of *Verticillium dahliae*. Acta Phytopathol. Sinica, 28: 263-268, 1998.
- Watson, R.T., Albritton, D.T., Anderson, S.O., and Lee-Bapty, S.*: Methyl bromide, Its Atmospheric Science, Technology and Economics. Montreal Protocol Assessment Suppl., United Nations Environment Programme, Nairobi, Kenya, 1992, p. 234.

The Possibility of Biological and Chemical Control of Verticillium Wilt at Initial Developmental Stages of Pepper

SUMMARY

The possibility of biological and chemical control of *Verticillium* species in pepper by biofungicide Polyversum (*Pythium oligandrum*), benomyl, and propamocarb-hydrochloride was studied. In order to determine the most appropriate time for fungicide application, pepper plants were inoculated with *Verticillium* sp. isolate at various developmental stages: seed, seedling and three-leaf-stage. The fungicides were applied either before or after the inoculation of pepper plants in each of the stages mentioned. Benomyl was the most efficient fungicide at all developmental stages of pepper (the efficacy was 72.3–84.1%), while Polyversum was the most efficient when applied prior to inoculation (48.1–54.3%). The efficacy of propamocarb-hydrochloride was low in both application times, prior to or after inoculation (37.7–50.9%). The use of Propamocarb-hydrochloride did not provide sufficient verticillium wilt control in pepper, and there was little difference in the efficacy of Polyversum and Propamocarb-hydrochloride.

Keywords: Pepper; *Verticillium* sp.; Polyversum; *Pythium oligandrum*; Benomyl; Propamocarb-hydrochloride