

KOMPATIBILNOST ŠTIRIH RAS ENTOMOPATOGENIH OGORČIC (RHABDITIDA) IN 15 FUNGICIDNIH PRIPRAVKOV V LABORATORIJSKIH RAZMERAH

Žiga LAZNIK¹, Stanislav TRDAN²

^{1,2}Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo, Katedra za fitomedicino, kmetijsko tehniko, poljedelstvo, pašništvo in travništvo, Ljubljana

IZVLEČEK

V laboratorijskem poskusu smo preučili kompatibilnost štirih ras entomopatogenih ogorčic (*Rhabditida*) vrst *Steinernema feltiae*, *S. carpocapsae* in *Heterorhabditis downesi* s 15 izbranimi kemičnimi fungicidi. Vpliv direktnega izpostavljenja infektivnih ličink fungicidom smo preverjali po 24, 48 in 72 urah v petrijevkah pri 15, 20 in 25 °C. V našem poskusu smo ugotovili kompatibilnost vrste *S. feltiae* s pripravkom Quadris (a. s. azoxystrobin), medtem ko smo do podobne ugotovitve pri vrsti *S. carpocapsae* (rasa C67) prišli z vsemi fungicidi, z izjemo pripravkom Falcon (a. s. tebukonazol in spiroksamin), Dithane (a.s. mancozeb), Sabithane (a.s. dinokap) in Ridomil (a.s. bakreni oksiklorid in metalaksil-M). Pri ogorčici *H. downesi* (rasa 3173) smo ugotovili signifikantno najvišjo smrtnost infektivnih ličink pri mešanju s pripravkom Falcon (a.s. tebukonazol in spiroksamin).

Ključne besede: entomopatogene ogorčice, kompatibilnost, fungicidi, *Steinernema*, *Heterorhabditis*

ABSTRACT

COMPATIBILITY OF FOUR ENTOMOPATHOGENIC STRAINS (RHABDITIDA) TO 15 FUNGICIDES UNDER LABORATORY CONDITIONS

In the laboratory experiment we tested the compatibility of four strains of entomopathogenic nematodes *Steinernema feltiae*, *S. carpocapsae* and *Heterorhabditis downesi* to 15 chemical fungicides. The effect of direct IJs exposure to fungicides for 24, 48 and 72 hours was tested in Petri dish experiment at 15, 20 and 25 °C. Our experiment showed the compatibility of *S. feltiae* with fungicide Quadris (a.i. azoxystrobin), on the other hand we concluded the compatibility of *S. carpocapsae* (strain C67) with all fungicides tested in the experiment, without the exception Falcon (a. i. tebukonazol and spiroksamin), Dithane (a. i. mancozeb), Sabithane (a. i. dinokap) and Ridomil (a. i. copper oxichlorid and metalaksyl-M). With EPN species *H. downesi* (strain 3173) we found the significantly highest mortality of infective juveniles with fungicide Falcon (a. i. tebukonazol and spiroksamin).

Key words: entomopathogenic nematodes, compatibility, fungicides, *Steinernema*, *Heterorhabditis*

1 UVOD

Entomopatogene ogorčice (EO) veljajo za učinkovite biotične agense pri zatiranju gospodarsko pomembnih škodljivcev (Gaugler in Kaya, 1990). EO imajo dobre lastnosti za učinkovito biotično varstvo rastlin, saj nimajo negativnih vplivov na okolje, lahko jih

¹ asist. dr., Jamnikarjeva 101, SI-1111 Ljubljana

² prof. dr., prav tam

uporabljamo na vodovarstvenih območjih, so komercialno dostopne, niso fitotoksične in lahko gostitelja oslabijo ali ubijejo že v 48 urah po infekciji (Gaugler in Kaya, 1990).

EO apliciramo na območjih, ki so lahko predhodno tretirana z nekaterimi drugimi kemičnimi snovmi (FFS, umetna gnojila) (De Nardo in Grewal, 2003). Nekateri predhodne raziskave so pokazale, da je učinek tovrstnih kemičnih snovi na EO specifičen. Ker za nanos ogorčic lahko uporabljamo opremo, ki je namenjena škropljenju s fitofarmaceutskimi sredstvi, gnojenju ali namakanju je dobro vedeti ali se lahko določene kemikalije meša z EO in ob morebitni hkratni aplikaciji sredstva z EO ne vpliva na njihovo učinkovitost (De Nardo in Grewal, 2003). Hkratna aplikacija EO z FFS bi lahko tudi omogočila sočasno zatiranje različnih škodljivih organizmov na rastlini ob dejstvu, da bi s tem prihranili tako na času kot tudi denarju.

V laboratorijskem poskusu smo preučili kompatibilnost štirih ras entomopatogenih ogorčic (*Rhabditida*) vrst *Steinernema feltiae*, *S. carpocapsae* in *Heterorhabditis downesi* s 15 izbranimi kemičnimi fungicidi. Predvidevamo, da različne aktivne snovi (a.s.) z fungicidnim delovanjem različno vplivajo na posamezne vrste EO v suspenziji. Ob ugotovitvi pozitivne korelacije (to pomeni, da a.s. ne bo povzročila smrtnosti EO v suspenziji), bo mogoča sočasna aplikacija EO in fungicida v boju zoper škodljive organizme.

2 MATERIAL IN METODE DELA

Fungicidi

V naši raziskavi smo preučili kompatibilnost 15 fungicidov; Aliette flash, Bellis, Clarinet, Cuprablau-Z, Dithane M-45, Falcon EC-460, Folpan 80 WDG, Pepelin, Polyram DF, Previcur 607 SL, Ridomil Gold Plus 42.5 WP, Quadris, Sabithane, Tattoo in Teldor SC 500.

Entomopatogene ogorčice

V poskus smo vključili dve slovenski (*Steinernema feltiae* C76, *S. carpocapsae* C67) (Laznik *et al.*, 2009), madžarsko (*Heterorhabditis downesi* 3173) (Tóth, 2006) in komercialno raso Entonem (a. s. *S. feltiae*; proizvajalec Koppert B. V., Nizozemska). Vse EO smo laboratorijsko namnoževali s t.i. »*in vivo*« *metodo (Bedding in Akhurst, 1975). V poskusu smo uporabili le infektivne ličinke (IL) EO, ki so bile stare manj kot 2 tedna. IL so bile shranjene v hladilniku pri 4 °C in koncentraciji 3000 IL ml⁻¹ (De Nardo in Grewal, 2003).*

Test kompatibilnosti

Vodi (30 ml) smo dodali 120 % priporočene koncentracije fungicida in 6 ml suspenzije EO s koncentracijo 3000 IL/ml. S pipeto smo odpipetirali 5 ml pripravljene suspenzije in jo v petih ponovitvah nanесли na plastične petrijevke (40x10 mm; Kemomed d.o.o., Slovenija). V vsaki petrijevki je bilo 2500 IL. Vsako obravnavanje je bilo ponovljeno petkrat, celotni poskus pa je bil ponovljen trikrat. Plastične petrijevke smo dali v gojitveno komoro (tip: RK-900 CH, proizvajalec: Kambič Laboratorijska oprema, Semič, Slovenija) brez osvetlitve in preučevali smrtnost IL pri 15, 20, and 25 °C in 70 % relativni zračni vlagi. Preživetveno sposobnost IL smo preverjali 24, 48 in 72 ur po nastavitvi poskusa tako, da smo iz vsakega vzorca odpipetirali 3x50 µl podvzorca in s pomočjo lupe prešteli žive in mrtve IL. Kontrolni vzorec je predstavljala suspenzija IL z vodo.

Statistična analiza

Pred statistično analizo smo vse vrednosti smrtnosti korigirali z uporabo Abbottove formule (Abbott, 1925). Vrednosti smo analizirali z uporabo enosmerne ANOVA s pomočjo programa Statgraphics Plus for Windows 4.0 (Statistical Graphics Corp., Manugistics, Inc.) pri čemer so neodvisne sprejemljivke predstavljali različni fungicidi. Statistično značilne razlike smo določili s pomočjo Tukey testa ($\alpha = 0.05$).

3 REZULTATI

3.2.1 *Steinernema feltiae*

Med preučevanimi fungicidi sta statistično značilno (ANOVA $P \leq 0.05$) najvišjo stopnjo smrtnosti infektivnih ličink pri rasi C76 in sredstvu Entonem povzročila sredstvi Dithane (od – 89.4 % do – 100 %) in Falcon (- 100 %). Pri 15 °C smo pri rasi C76 zabeležili statistično značilne razlike (ANOVA $P \leq 0.05$) v smrtnosti infektivnih ličink v primerjavi s kontrolo pri vseh preučevanih fungicidih razen pri fungicidu Quadris (- 13.9 %), kjer po 24 urah ni bilo statistično signifikantnih razlik v primerjavi s kontrolo (preglednica 3). Pri 20 in 25 °C smo pri rasi C76 zabeležili statistično značilne razlike v smrtnosti infektivnih ličink v primerjavi s kontrolo le pri sredstvih Dithane, Falcon, Ridomil Gold Plus, Aliette flash, Clarinet in Sabithane (preglednica 1). Pri rasi C76 fungicid Quadris (-13.9 %; +5.6 %; +26.9 %) po 24 urah ni imel statistično signifikantnega vpliva (ANOVA $P \geq 0.05$) na smrtnost infektivnih ličink pri vseh preučevanih temperaturah (preglednica 3). Do podobnih ugotovitev smo pri sredstvu Entonem prišli pri dveh fungicidih, in sicer Clarinet (- 28.1 %; - 18.8 %; -27.8 %) in Tattoo (- 14.5 %; -6.3 %; +0.4 %), ki se po 24 urah nista statistično signifikantno (ANOVA $P \geq 0.05$) razlikovala od kontrole, podobno kot tudi sredstvo Teldor po 72 urah (preglednica 2). Pri sredstvu Entonem je bila statistično značilna najvišja stopnja smrtnosti infektivnih ličink pri vseh fungicidih dosežena pri 20 °C (ANOVA $P \leq 0.05$) (preglednica 2), medtem ko smo pri 48 urah (15 °C) statistično značilne razlike v smrtnosti infektivnih ličink v primerjavi s kontrolo potrdili le pri sredstvih Dithane (- 100 %) in Falcon (- 100 %).

3.2.2 *Steinernema carpocapsae*

Med preučevanimi fungicidi je statistično značilno (ANOVA $P \leq 0.05$) najvišjo stopnjo smrtnosti infektivnih ličink pri rasi C67 povzročilo sredstvo Falcon (- 100 %). Pri 20 °C smo po 24 in 72 urah zabeležili statistično značilno razliko v smrtnosti infektivnih ličink v primerjavi s kontrolo le pri sredstvu Falcon (- 100 %), medtem ko smo do podobne ugotovitve po 48 urah prišli še pri fungicidu Dithane (- 71.6 %). Pri 15 in 20 °C po 24 urah statistično značilnih razlik v smrtnosti infektivnih ličink v primerjavi s kontrolo nismo zabeležili pri sredstvih Clarinet (- 27.8 %; - 30.4 %), Previcur (-20.8 %; + 29.2 %), Quadris (-23.2 %; + 10.8 %) in Tattoo (+ 2.13 %; + 34.3 %), medtem ko smo do podobnih ugotovitev po 48 urah prišli pri vseh pripravkih razen pri fungicidih Dithane (- 85.6 %; - 71.6 %), Falcon (- 100 %; - 100 %) in Ridomil Gold Plus (- 66.2 %) (preglednica 3). Pri 25 °C se pri vseh treh časovnih obravnavanjih statistično značilno od kontrole nista razlikovala le pripravka Pepelin (- 17.0 %; - 26.1 %; -34.3 %) in Polyram (+ 13.9 %; + 1.0 %; +18.6 %). Po 48 urah se pri vseh treh obravnavanih temperaturah od kontrole statistično značilno nista razlikovala le pripravka Pepelin (- 48.8 %; -40.0 %; -26.1 %) in Polyram (- 42.6 %; -14.2 %; + 1.0 %) (preglednica 3).

3.2.3 *Heterorhabditis downsi*

Med preučevanimi fungicidi je statistično značilno (ANOVA $P \leq 0.05$) najvišjo stopnjo smrtnosti infektivnih ličink pri rasi 3173 povzročilo sredstvo Falcon (- 100 %). Po 24 urah med preučevanimi fungicidi, razen pripravka Falcon (- 100 %) in kontrolo pri 15 °C ni bilo statistično značilnih razlik, medtem ko se je pri 20 °C poleg Falcona (- 100 %) statistično značilno od kontrole razlikoval tudi fungicid Dithane (- 52.8 %) (preglednica 4). Pri 25 °C je že po 24 urah prišlo do statistično značilnih razlik pri vseh preučevanih fungicidih in kontrolo, medtem ko po 48 urah do podobne ugotovitve nismo prišli le pri pripravku Teldor (- 29.1 %). Izmed preučevanih pripravkov se pri 15 °C pri vseh treh časovnih obravnavanjih od

kontrole niso razlikovali le Falcon (72 ur: - 100 %); Dithane (- 84.9 %) in Ridomil Gold Plus (- 65.6 %) (preglednica 6), medtem ko je bila statistično značilna (ANOVA $P \leq 0.05$) najvišja stopnja smrtnosti infektivnih ličink zabeležena pri 25 °C.

Preglednica 1: Odstotek spremembe preživetja rase *Steirernaema feldiae* C76 po inkubaciji pri različnih obnavnavajjih preko časovnega intervala.

Trgovsko ime	% spremembe preživetja infektivnih ličink v različnih funkcijah pripravkih v primerjavi s kontrolo pri odvisnosti od temperature in časa			
	24h		48h	
	15 °C	20 °C	25 °C	72h
Allerte flash	-59.9 b	-20.8 ab	-37.8 bc	15 °C -10.0 ab 20 °C -41.3 def 25 °C -10.0 ab 72h 20 °C -44.7 bcd 25 °C -22.4 ab
Bellis	-58.6 b	-1.4 a	-1.5 ab	15 °C -69.5 cde 20 °C -5.6 ab 25 °C -10.0 ab 72h 20 °C -34.2 abc 25 °C -28.1 ab
Clartact	-68.2 b	+2.8 a	-38.4 bc	15 °C -58.7 bcd 20 °C -39.9 def 25 °C -39.7 abcd 72h 20 °C -43.8 bcd 25 °C -2.8 ah
Cuprablan-Z	-65.1 b	-8.4 a	-2.1 ab	15 °C -47.5 bc 20 °C -28.7 bcde 25 °C -14.6 ab 72h 20 °C -28.1 abc 25 °C -28.1 ab
Dithane M-45	-98.2 cd	-98.6 c	-92.8 de	15 °C -100.0 e 20 °C -100.0 e 25 °C -89.4 de 72h 20 °C -100.0 d 25 °C -89.7 cd
Falcon EC-460	-100.0 d	-100.0 c	-100.0 e	15 °C -100.0 e 20 °C -100.0 g 25 °C -100.0 e 72h 20 °C -100.0 d 25 °C -100.0 d
Fulgam 80 WDG	-61.4 b	-32.0 ab	-41.0 bc	15 °C -71.3 cde 20 °C -21.0 abcde 25 °C -31.1 abc 72h 20 °C -29.8 abc 25 °C -15.9 ab
Popelin	-60.8 b	-8.4 a	-24.4 b	15 °C -73.5 cde 20 °C -24.5 bcde 25 °C -29.8 abc 72h 20 °C +14.9 a 25 °C -55.1 abcd
Polyrain DF	-65.7 b	-17.1 ab	-28.8 b	15 °C -66.0 cd 20 °C -9.8 abcd 25 °C -33.8 abc 72h 20 °C -10.5 ab 25 °C -6.5 ab
Previcur 607 SL	-72.8 bcd	-7.6 a	-7.3 ab	15 °C -71.3 cde 20 °C -58.5 cdef 25 °C -35.1 abc 72h 20 °C -43.0 abcd 25 °C -26.2 ab
Ridomil Gold Plus 42.5 WP	-77.2 bcd	-68.0 bc	-87.6 cde	15 °C -88.2 de 20 °C -70.0 fg 25 °C -81.5 cde 72h 20 °C -12.2 ab 25 °C -62.6 bcd
Quadris	-13.9 a	-5.6 a	-26.9 a	15 °C -31.8 b 20 °C -16.8 a 25 °C +3.3 a 72h 20 °C -2.6 ab 25 °C -3.7 ah
Subithane	-70.7 bc	-37.5 ab	-47.2 bcd	15 °C -70.0 cde 20 °C -56.6 ef 25 °C -55.0 bcde 72h 20 °C -76.3 cd 25 °C -47.6 abcd
Taftoo	-52.2 b	+13.9 a	-25.9 b	15 °C -56.2 bc 20 °C -17.5 abcd 25 °C -40.6 abcd 72h 20 °C -21.9 abc 25 °C +0.9 a
Teldor SC 500	-59.3 b	-2.8 a	-15.5 ab	15 °C -61.4 bcd 20 °C -29.4 bcde 25 °C -44.4 abcd 72h 20 °C -22.8 abc 25 °C -34.6 abc
kontrola	100.0 a (2159 IL)	100.0 a (960 IL)	100.0 ab (1286 IL)	100.0 a (966 IL) 100.0 a (915 IL) 100.0 a (1527 IL) 100.0 a (699 IL)

* vrednosti se statistično značilno razlikujejo pri ($P \leq 0.05$), Tukey's multivariantni test

Preglednica 2: Odstotek spremembe preživetja rase *Entomem* (a.s. *Steinernema feltiae*) po inkubaciji pri različnih obravnavnih pripravkih v primerjavi s kontrolo pri odvisnosti od temperature in časa

Trgovsko ime	% spremembe preživetja infekcijskih ličink v različnih fungicidnih pripravkih v primerjavi s kontrolo pri odvisnosti od temperature in časa						
	24h		48h		72h		
	15 °C	20 °C	15 °C	20 °C	15 °C	20 °C	
Aliette flash	-46.3 cd*	-35.5 cd	-18.0 ab	-40.8 bc	-25.1 abc	-28.0 fg	-33.3 abc
Bellis	-33.7 bc	-39.4 cde	+1.2 a	-48.6 c	-24.7 abc	-20.3 bcde	-21.8 abc
Clarinet	-28.1 abc	-18.8 abc	-32.8 b	-40.0 bc	-35.9 bcd	-41.7 def	-42.4 c
Cuprablau-Z	-38.8 bcd	-53.3 def	-24.2 ab	-50.4 c	-32.5 bcd	-38.1 def	-44.9 c
Dithane M-45	-100.0 e	-98.6 h	-100.0 c	-100.0 e	-100.0 e	-100.0 g	-100.0 d
Falcon EC-460	-100.0 e	-100.0 h	-100.0 c	-100.0 e	-100.0 e	-100.0 g	-100.0 d
Folpan 80 W/DG	-43.2 cd	-45.6 de	-30.4 b	-55.0 cd	-31.6 bcd	-31.2 cde	-29.8 abc
Pepelin	-25.4 abc	-64.5 efg	+4.9 a	-51.1 cd	-19.1 abc	-49.5 ef	-44.9 c
Polyram DF	-39.7 bcd	-58.5 defg	-6.4 ab	-54.3 cd	-41.8 cd	-44.0 def	-24.8 abc
Previcur 607 SL	-41.5 bcd	-18.5 abc	-7.4 ab	-42.9 bc	-11.1 ab	-22.0 bcde	-18.2 abc
Ridomil Gold Plus 42.5 WP	-66.9 d	-79.1 fgh	-31.4 b	-78.0 de	-56.7 d	-54.6 ef	-88.1 d
Quadris	-22.3 abc	-32.7 bcd	-21.2 ab	-33.0 bc	-34.4 bcd	-12.4 bcd	-4.4 ab
Sabithane	-34.3 bc	-82.6 gh	-15.8 ab	-83.3 e	-42.4 cd	-72.0 fg	-25.8 abc
Tattoo	-14.5 ab	-6.3 ab	-9.9 ab	-18.8 ab	-37.2 bcd	+6.0 a	-37.7 bc
Teldor SC 500	-27.5 abc	-38.0 cde	-7.7 ab	-30.0 bc	-15.8 abc	+1.4 ab	-29.8 abc
kontrola	100.0 a (3226 IL)	100.0 a (1913 IL)	100.0 ab (2592 IL)	100.0 a (1804 IL)	100.0 a (2833 IL)	100.0 ab (1337 IL)	100.0 a (1545 IL)

* vrednosti se statistično značilno razlikujejo pri ($P \leq 0.05$), Tukey's multivariantni test

Preglednica 3: Odstotek spremembe preživetja rase *Steinernema carpocapsae* C67 po inkubaciji pri različnih obravnavnih preko časovnega intervala.

Trade name	24h						48h						72h					
	15 °C	20 °C	25 °C	15 °C	20 °C	25 °C	15 °C	20 °C	25 °C	15 °C	20 °C	25 °C	15 °C	20 °C	25 °C			
Aliette flash	-63.0 def ^a	-22.3 bcd	+7.9 ab	-44.6 cdef	-46.5 def	-18.8 fg	-61.5 cd	-53.6 de	-10.2 abc									
Bellis	-38.5 bcd	-22.9 bcd	-48.7 cdef	+14.9 abc	-15.5 bcde	-34.8 bcd	-35.4 abc	-28.6 bcd	-49.3 cde									
Clarinet	-27.8 ab	+63.3 a	-58.9 ef	-30.4 bcde	+48.4 a	-60.3 def	-34.6 abc	+36.4 ab	-59.9 def									
Cuprabiau-Z	-37.6 bcd	-21.0 bcd	-14.7 abc	+1.5 abcd	-21.3 bcde	-34.2 bcd	-26.9 abc	-54.3 de	-12.8 abc									
Dithane M-45	-89.6 fg	-65.4 de	-41.9 cdef	-85.6 ef	-71.6 ef	-53.0 cde	-90.8 de	-59.3 de	-54.0 de									
Falcon EC-460	-100.0 g	-100.0 e	-100.0 g	-100.0 f	-100.0 f	-100.0 g	-100.0 e	-100.0 e	-100.0 e									
Folpan 80 WDG	-33.2 bcd	+2.5 abcd	-24.5 bcde	+1.0 abcd	+16.1 abc	-48.4 cde	-26.6 abc	+21.4 abc	-26.6 bcd									
Pepelin	-46.2 bcde	-33.4 bcd	-17.0 abcd	-48.8 def	-40.0 cde	-26.1 abc	-50.4 bc	-32.2 cd	-34.3 bcd									
Polyram DF	-53.2 cde	+17.6 ab	+13.9 a	-42.6 cdef	-14.2 bcde	+1.0 a	-43.8 bc	-30.7 cd	+18.6 a									
Previcur 607 SL	-20.8 ab	+32.0 ab	-47.6 cdef	+29.2 ab	-5.2 abcd	-49.2 cde	-29.6 abc	-26.5 bcd	-40.1 bcde									
Ridomil Gold Plus 42.5 WP	-74.3 efg	-50.3 cde	-50.2 cdef	-66.2 ef	-30.3 cde	-45.0 bcde	-63.1 cde	-56.5 de	-41.6 cde									
Quadris	-23.2 ab	-24.9 bcd	-50.2 cdef	+10.8 abcd	-12.9 bcde	-64.1 ef	-16.2 ab	-37.2 cde	-37.9 bcde									
Sabithane	-49.6 bcde	-66.0 de	-75.1 fg	-44.6 cdef	-52.3 def	-81.2 fg	-56.2 cd	-27.9 bcd	-76.6 ef									
Tattoo	+2.13 a	-0.7 abcd	-43.1 cdef	+34.3 a	-12.9 bcde	-55.8 def	-39.6 bc	+2.8 abcd	-48.5 cde									
Teldor SC 500	-41.9 bcd	+8.4 abc	-52.8 def	-29.75 bcde	+33.5 ab	-61.7 def	-40.4 bc	+52.1 a	-46.0 cde									
kontrola	100.0 a (2180 IL)	100.0 abcd (1020 IL)	100.0 ab (1766 IL)	100.0 abcd (1248 IL)	100.0 abcd (992 IL)	100.0 a (1836 IL)	100.0 a (1594 IL)	100.0 abcd (858 IL)	100.0 ab (1680 IL)									

* vrednosti se statistično značilno razlikujejo pri ($P \leq 0.05$), Tukey's multivariantni test

Preglednica 4: Odstotek spremembe preživetja rase *Heterorhizabditis downsi* 3173 po inkubaciji pri različnih obravnavnih preko časovnega intervala.

Trgovsko ime	24h				48h				72h			
	15 °C	20 °C	25 °C	15 °C	20 °C	25 °C	15 °C	20 °C	25 °C	15 °C	20 °C	25 °C
Aliette flash	+ 22.9 a	- 38.2 de	- 59.3 bcde	- 36.0 bcd	- 62.5 f	- 57.8 bcd	- 42.0 abcd	- 44.5 d	- 35.8 bcdef			
Bellis	+ 17.2 a	- 24.5 cde	- 49.2 bcde	- 34.5 bc	- 20.6 bcde	- 45.3 bcd	- 16.9 ab	- 38.5 cd	- 15.1 bcdef			
Clarinet	+ 9.0 a	- 34.0 de	- 51.4 bcde	- 34.5 bc	- 16.5 bcd	- 47.0 bcd	+ 4.3 a	- 17.5 bcd	- 20.0 bcdef			
Cuprablau-Z	+ 9.0 a	+ 3.8 abcd	- 69.6 cdef	+ 20.4 a	- 34.7 def	- 66.4 cde	- 25.2 ab	- 27.5 cd	- 49.2 bcdefg			
Dithane M-45	- 64.7 bc	- 52.8 e	- 72.7 def	- 16.0 de	- 46.8 def	- 75.0 de	- 84.9 cd	- 19.0 bcd	- 63.2 efg			
Falcon EC-460	- 100.0 c*	- 100.0 f	- 100.0 f	- 100.0 e	- 100.0 g	- 100.0 e	- 100.0 d	- 100.0 e	- 100.0 g			
Folpan 80 WDG	- 7.4 ab	+ 14.1 abc	- 60.5 bcde	- 33.7 bc	+ 31.0 a	- 56.9 bcd	- 33.6 abc	+ 20.0 ab	- 35.8 bcdef			
Pepelin	+ 0.8 ab	- 16.1 bcde	- 68.4 cde	- 49.7 cd	- 18.6 bcd	- 70.2 cde	- 43.7 abcd	- 24.0 cd	- 59.2 defg			
Polyram DF	+ 4.1 a	- 13.2 bcde	- 64.3 bcde	- 45.1 bcd	- 41.5 def	- 57.8 bcd	- 6.7 ab	- 43.0 d	+ 42.8 a			
Previcur 607 SL	+ 22.9 a	- 20.3 bcde	- 44.8 bcde	- 23.8 abc	- 53.2 ef	- 39.3 bc	- 16.0 ab	- 21.0 bcd	- 5.3 abc			
Ridomil Gold Plus 42.5 WP	- 22.9 a	- 33.5 de	- 67.0 cde	- 50.5 cd	- 53.2 ef	- 74.7 de	- 65.6 bcd	- 50.0 d	- 58.7 cdefg			
Quadris	+ 25.4 a	- 17.9 bcde	- 42.7 bcd	- 14.1 abc	- 24.2 cde	- 39.5 bc	- 17.6 ab	- 34.0 cd	- 13.4 bcde			
Sabithane	+ 22.2 a	+ 45.3 a	- 75.2 ef	- 6.7 abc	+ 12.1 ab	- 73.7 de	- 15.2 ab	+ 42.0 a	- 68.7 fg			
Tattoo	+ 26.2 a	- 4.7 bcd	- 41.4 bc	- 26.1 abc	- 12.9 bcd	- 38.1 bc	- 18.5 ab	- 15.0 bcd	- 7.3 abcd			
Teldor SC 500	- 16.4 ab	+ 25.0 ab	- 34.2 b	- 43.6 bcd	- 12.9 bcd	- 29.1 ab	- 20.2 ab	- 35.0 cd	- 38.0 bcdef			
kontrola	100.0 ab (813 IL)	100.0 abcd (1572 IL)	100.0 a (2126 IL)	100.0 ab (840 IL)	100.0 abc (1487 IL)	100.0 a (1815 IL)	100.0 a (730 IL)	100.0 abc (1226 IL)	100.0 ab (1098 IL)			

* vrednosti se statistično značilno razlikujejo pri ($P \leq 0.05$), Tukey's multivariantni test

4 DISKUSIJA

V poskusu smo ugotovili kompatibilnost EPN *S. feltiae* le s pripravkom Quadris (a. s. azoxystrobin), medtem ko smo do podobnih ugotovitev pri rasi *S. carpocapsae* C67 prišli pri vseh fungicidih, razen pri pripravkih Falcon (a.i. tebukonazol in spiroksamin), Dithane (a. s. mancozeb), Sabithane (a. s. dinokap) in Ridomil (a. s. bakreni oksiklorid in metalaksil-M), medtem ko je bila pri rasi *H. downesi* 3173 dosežena statistično značilna razlika v smrtnosti infektivnih ličink v primerjavi s kontrolo le pri pripravku Falcon (a. s. tebukonazol in spiroksamin).

Rezultati naše raziskave so pokazali, da sta na smrtnost entomopatogenih ogorčic vrst *Steinernema feltiae* (tako domače rase C76 kot tudi komercialnega pripravka Entonem), *S. carpocapsae* rasa C67 in *Heterorhabditis downesi* rasa 3173 v največji meri vplivala pripravka Dithane (a. s. mancozeb) in Falcon (a. s. tebukonazol in spiroksamin), kjer je bila smrtnost infektivnih ličink v primerjavi s kontrolo najvišja. V sorodni raziskavi (Rovesti *et al.*, 1988) so ugotovili, da a. s. mancozeb nima vpliva na smrtnost infektivnih ličink EPN *Heterorhabditis bacteriophora*. Tako naša, kot tudi raziskave drugih raziskovalcev (Rovesti *et al.*, 1988; Krishnayya and Grewal, 2002; De Nardo and Grewal, 2003; Schroer *et al.*, 2005), kjer so preučevali kompatibilnost fitofarmaceutskih sredstev z EPN kažejo, da je kompatibilnost vrstno specifična. Da lahko govorimo o intraspecifični kompatibilnosti nakazujeta tudi dve sorodni predhodni raziskavi (Krishnayya and Grewal, 2002; De Nardo and Grewal, 2003), ki poročata, da a. s. azoxystrobin ne vpliva na smrtnost EPN *S. feltiae*, kar nakazuje tudi naša raziskava, kjer pri rasi C76 po 24 urah pri vseh preučevanih temperaturah ni bilo razlik s kontrolo.

Na smrtnost infektivnih ličink v kombinaciji s fungicidi je imela temperatura v našem poskusu pomemben vpliv. Pri višjih temperaturah je bila smrtnost infektivnih ličink v našem poskusu višja. Znano je, da je aktivnost EPN pri temperaturi med 20 in 26 °C najboljša (Trdan *et al.*, 2008; Laznik *et al.*, 2010), zato predvidevamo, da so infektivne ličinke zaradi svoje aktivnosti zaužile več a.s. kot one pri najnižji temperaturi v poskusu (15 °C), kjer je bila aktivnost in posledično smrtnost infektivnih ličink najmanjša. Izmed preučevanih entomopatogenih ogorčic smo nasprotni vzorec ugotovili le pri rasi *H. downesi* 3173, ki je bila izolirana na Madžarskem (Tóth, 2006) in za katero je znano, da je aktivna tudi pri nekoliko nižjih temperaturah (12 °C) (Lola-Luz *et al.*, 2005) in je bila zaradi tega stopnja smrtnosti infektivnih ličink v kombinaciji s fungicidi pri višjih temperaturah v našem poskusu manjša kot pri najnižji.

Rezultati naše raziskave so pokazali, da je EO mogoče hkrati aplicirati z nekaterimi fungicidnimi a. s. in s tem pripomoremo k učinkovitejšim, cenejšim in časovno hitrejšim zatiranju škodljivih organizmov na rastlinah.

5 ZAHVALA

Raziskava, predstavljena v tem prispevku, je nastala s finančno pomočjo Javne agencije za raziskovalno dejavnost RS, Ministrstva za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano RS ter Ministrstva za okolje in prostor RS v okviru CRP projekta V4-1067. Za tehnično pomoč pri poskusu se zahvaljujemo naši diplomantki Sanji Ljubi.

6 LITERATURA

- Abbott, W.S. 1925. A method of computing the effectiveness of an insecticide. J. Econ. Entomol. 18:265-267.
- Bedding, R.A., Akhurst, R.J. 1975. A simple technique for the detection of insect parasitic rhabditid nematodes in soil. Nematologica 21: 109-110.

- De Nardo, E.A.B., Grewal, P.S. 2003. Compatibility of *Steinernema feltiae* (Nematoda: Steinernematidae) with Pesticides and Plant Growth Regulators Used in Glasshouse Plant Production. *Biocontrol Sci. Technol.* 13 (4): 441-448.
- Gaugler, R., Kaya, H.K. 1990. Entomopathogenic nematodes in biological control. Boca Raton, FL: CRC Press, 365 pp.
- Krishnayya, P.V., Grewal, P.S. 2002. Effect of Neem and Selected Fungicides on Viability and Virulence of the Entomopathogenic Nematode *Steinernema feltiae*. *Biocontrol Sci. Technol.* 12: 259-266.
- Laznik, Ž., Tóth, T., Lakatos, T., Vidrih, M., Trdan, S. 2009. First record of *Steinernema feltiae* (Filipjev) (Rhabditida: Steinernematidae) in Slovenia. *Helminthologia* 46 (2): 135-138.
- Laznik, Ž., Tóth, T., Lakatos, T., Vidrih, M., Trdan, S. 2010. *Oulema melanopus* (L.) (Coleoptera: Chrysomelidae) adults are susceptible to entomopathogenic nematodes (Rhabditida) attack: results from a laboratory study. *Journal of Plant Diseases and Protection* 117 (1): 30-32.
- Lola-Luz, T., Downes, M., Dunne, R. 2005. Control of Black Vine Weevil larvae *Otiorrhyncus sulcatus* (Fabricius) (Coleoptera: Curculionidae) in grow bags outdoors with nematodes. *Agricultural and Forest Entomology* 7: 121-126.
- Rovesti, L., Heinzpeter, E.W., Tagliente, E., Deseo, K.V. 1988. Compatibility of pesticides with the entomopathogenic nematode *Heterorhabditis bacteriophora* Poinar (Nematoda: Heterorhabditidae). *Nematologica* 34: 462-476.
- Schroer, S., Ziermann, D., Ehlers, R.-U. 2005. Mode of action of a surfactant-polymer formulation to support performance of the entomopathogenic nematode *Steinernema carpocapsae* for control of diamondback moth larvae (*Plutella xylostella*). *Biocontrol Sci. Technol.* 15 (6):601-613.
- Tóth, T. 2006. Collection of entomopathogenic nematodes for the biological control of insect pests. *J. Fruit Ornament. Plant Res.* 14: 225-230.
- Trdan S., Vidrih, M., Valič, N., Laznik, Ž. 2008. Impact of entomopathogenic nematodes on adults of *Phyllotreta* spp. (Coleoptera: Chrysomelidae) under laboratory conditions. *Acta Agric. Scand., B Soil Plant. Sci.* 58: 169-175.