

Martina KADOIĆ BALAŠKO, Maja ČAČIJA, Zrinka DRMIĆ, Majda KOLENC, Darija LEMIĆ Helena VIRIĆ GAŠPARIĆ, Sandra SKENDŽIĆ, Renata BAŽOK
Sveučilište u Zagrebu, Agronomski fakultet, Zavod za poljoprivrednu zoologiju
mmrganic@agr.hr

ENTOMOPATOGENE NEMATODE U SUZBIJANJU ŠTETNIKA U RATARSTVU

, citation and similar papers at core.ac.uk

brought to

Ratarske kulture u Republici Hrvatskoj zauzimaju najveću površinu, pa je i ukupna vrijednost proizvodnje najveća. Iako je poznat velik broj štetnika na ratarskim kulturama, samo njih nekoliko redovito izaziva štete i mora se suzbijati. U radu su prikazane entomopatogene nematode (EPN) koje djeluju na najvažnije štetnike u ratarstvu. Utvrđena je učinkovitost najmanje jedne vrste EPN-a na većinu najvažnijih štetnika u ratarskoj proizvodnji. Učinkovitost nekih vrsta potvrđena je samo u laboratorijskim uvjetima. Na hrvatskom tržištu ima sedam nematoinsekticida, no uglavnom se preporučaju za suzbijanje štetnika u proizvodnji povrća. Istraživanja provedena u Hrvatskoj pokazala su da je vrsta *Heterorhabditis bacteriophora* učinkovita u suzbijanju ličinaka repine pipe te može pridonijeti smanjenju populacije slijedeće godine, i da vrste *S. carpocapsae* i *S. feltiae* učinkovito suzbijaju odrasle krumpirove zlatice u proljeće prije njihova izlaska iz tla. Zbog prednosti nematoinsekticida u odnosu na kemijske insekticide, sve češćih ograničenja i zabrana kemijskih insekticida te sve izraženijeg problema rezistentnosti, EPN ima velik potencijal za korištenje u biološkom suzbijanju ratarskih štetnika u budućnosti.

Ključne riječi: biološko suzbijanje, entomopatogene nematode, krumpirova zlatica, nematoinsekticidi, repina pipa štetnici u ratarstvu,

UVOD

Nematode, osim što su nametnici biljaka, čovjeka i životinja, mogu biti patogene i za kukce, te su poznate pod nazivom entomopatogene nematode (EPN). Oštrec (2001.) navodi da najznačajniji EPN-i pripadaju porodicama Steinernematidae, Heterorhabditidae i Mermithidae. Brojnim su istraživanjima dokazane prednosti korištenja EPN-a u odnosu na kemijske pripravke: djeluju brzo i učinkovito dulje vremensko razdoblje, imaju široku listu domaćina, jednostavno se uzgajaju i primjenjuju, nisu štetne za druge žive organizme i za okoliš, nema opasnosti od rezidua, nije potrebno čekati od primjene do sjetve ili sadnje i prilikom aplikacije nije potrebna zaštitna oprema (Oštrec, 2001.). Kao glavni nedostatak najčešće se navodi viša cijena tih pripravaka (Bažok i sur., 2014.).

Premda ratarske kulture napadaju mnogi štetnici, samo se nekoliko njih redovito mora suzbijati. Njihova pojava, kao i visina šteta koje uzrokuju, ovisi o vremenskim uvjetima. Ekonomska isplativost ratarske proizvodnja uglavnom je niža u odnosu na druge kulture (primjerice povrće i voće). Zato se za zaštitu od štetnika uglavnom biraju jeftiniji insekticidi. To su najčešće „stariji“ sintetički insekticidi iz grupe organofosfornih insekticida, karbamata, piretroida i neonikotinoida. Zbog novih i strožih propisa u vezi s primjenom pesticida, te su djelatne tvari proizvođačima sve manje dostupne. Zato je nužno iznaći nove učinkovite metode suzbijanja, među koje se ubraja i primjena EPN-a.

Cilj je rada prikazati sve mogućnosti primjene EPN-a u suzbijanju štetnika u ratarskoj proizvodnji, te primjerima istraživanja ilustrirati učinkovitost, vrijeme i način primjene te potencijalne nedostatke korištenja EPN-a.

ŠTETNICI RATARSKIH KULTURA I MOGUĆNOST SUZBIJANJA ENTOMOPATOGENIM NEMATODAMA

Prikaz ekonomski važnih štetnika ratarskih kultura koji se učestalo suzbijaju vidljiv je u tablici 1. U istoj tablici prikazani su podaci o učinkovitim EPN-ima koji se koriste ili bi se mogli koristiti za suzbijanje štetnika.

Tablica 1. Učinkoviti EPN-i za suzbijanje ekonomski važnih štetnika u ratarstvu

KULTURA	ŠTETNIK hrvatski/latinski naziv	UČINKOVITA ENTOMOPATOGENA NEMATODA	IZVOR
polifagni štetnici podzemnih organa	žičnjaci/ <i>Agriotes</i> spp.	<i>Heterorhabditis bacteriophora</i> , <i>Steinernema carpocapse</i>	Morton i Garcia del Pino, 2017.
	ličinke hrušta/ <i>Melolontha melolontha</i>	<i>H. downesi</i>	Lakatos i Toth, 2006.
	sovice pozemljuše/ (<i>Agrotis ypsilon</i> , <i>A. segetum</i> i <i>E. temera</i>)	<i>H. megidis</i> , <i>H. bacteriophora</i> , <i>H. indica</i> , <i>S. carpocapsae</i> <i>S. riobrave</i> , <i>S. glaseri</i>	Ebbsa i Koppenhofer, 2012.; Goudrazi i sur., 2015.; Radhakrishnan i sur., 2017.
polifagni štetnici nadzemnih organa	lisne uši- Aphidina	<i>S. feltiae</i>	Mikaia, 2017.
	lisne sovice (<i>Autographa gamma</i> , <i>Mamestra brassicae</i> , <i>M. oleracea</i>)	<i>S. carpocapsae</i>	Zhilyaeva i sur., 1973.
kukuruz	kukuruzna zlatica/ <i>Diabrotica virgifera virgifera</i>	<i>H. bacteriophora</i> , <i>H. megidis</i> , <i>S. feltiae</i> , <i>S. carpocapsae</i> , <i>S. glaseri</i>	Journey i Ostlie, 2000.; Riga i sur., 2001.; Toepfer i sur., 2008.;

			Hipold i sur., 2010.
	kukuruzni moljac/ <i>Pyrausta nubilalis</i>	<i>H. bacteriophora</i> , <i>S. feltiae</i> , <i>S. glaseri</i>	Ben-Yakir i sur., 1998.; Riga i sur., 2001.
strne žitarice	žitni balci/ <i>Oulema melanopus</i> , <i>O. lichenis</i>	<i>S. carpocapsae</i>	Laznik i sur., 2012.
šćerna repa	repina pipa/ <i>Bothynoderes punctiventris</i>	<i>H. bacteriophora</i> , <i>S. carpocapsae</i> , <i>S. feltiae</i> , <i>S. weiseri</i>	Bosseli i sur., 1997.; Hassan, 2008.; Susurluk i sur., 2010.; Drmić i sur., 2017.
	repin buhač/ <i>Chaetocnema tibialis</i>	nema podataka za ovu vrstu iako za druge vrste buhača ima podataka	
uljana repica	repičina osa listarica/ <i>Athalia rosae</i>	<i>S. carpocapsae</i>	Saringer i sur., 1996.
	repičin sjajnik/ <i>Brassicogethes aeneus</i>	<i>S. carpocapsae</i>	Hokkanen, 2008.
	proljetne repine pipe/ <i>Ceutorhynchus napi</i> , <i>Ceutorhynchus pallidactylus</i>	<i>S. carpocapsae</i>	Hokkanen, 2008.
lucerna	lucernina zlatica/ <i>Gonioctena fornicata</i>	nema podataka	
	lucernina lisna pipa/ <i>Hypera postica</i>	<i>H. indica</i> , <i>S. carpocapsae</i> , <i>S. thermophilum</i>	Shah i sur., 2011.
crvena djetelina	dvadesetčetritočkasta božja ovčica/ <i>Subcoccinella vigintiquatuorpunctata</i>	nema podataka	
krumpir	krumpirova zlatica/ <i>Leptinotarsa decemlineata</i>	<i>S. feltiae</i> , <i>S. carpocapsae</i> , <i>H. bacteriophora</i> , <i>H. megidis</i>	Welch, 1958., Trdan i sur., 2009.

Iz tablice je vidljivo da na većinu štetnika u ratarstvu djeluje barem jedna vrsta EPN-a. Nema podataka za repina buhača, lucerninu zlaticu i dvadesetčetiri točkastu božju ovčicu. Učinak EPN-a prikazanih u tablici 1 na različite razvojne stadije ekonomski važnih štetnika u ratarstvu nije uvijek istražen u polju. Neki od literaturnih navoda izvještavaju samo o rezultatima laboratorijskih pokusa. Istraživanja koja su citirana kao izvor podataka navode i različite načine primjene EPN-a. Za njihovu uspješnu primjenu neobično je važno razviti metode aplikacije koje možemo izvesti standardnom opremom za primjenu pesticida i koje daju zadovoljavajuće rezultate na određeni razvojni

stadij kukca. Većina EPN-a djeluje na ličinke, a kod kornjaša učinkoviti su uglavnom i na odrasle. Suzbijanje je najčešće usmjereno na razvojni stadij štetnika koji se odvija u tlu. Tako je zbog činjenice što su nematode osjetljive na nedostatak vlage, a bilo koji oblik folijarne primjene podrazumijeva sušenje škropiva na listu. Stoga se EPN-i rjeđe koriste prskanjem nadzemne mase biljaka.

PRIPRAVCI NA OSNOVI ENTOMOPATOGENIH NEMATODA NA TRŽIŠTU U REPUBLICI HRVATSKOJ

U Hrvatskoj je dostupno sedam pripravaka na bazi entomopatogenih nematoda njemačkog proizvođača „E-nema“ (tablica 2). Postoje pripravci na bazi tri vrste nematoda: *Steinernema feltiae*, *Steinernema carpocapsae* i *Heterorhabditis bacteriophora*. Dvije su tvrtke distributeri entomopatogenih nematoda proizvođača „E-nema“. To su Pro-eco d. o. o. i BioGeist d. o. o. U pojedinu pripravku može biti 5 do 500 milijuna nematoda. Pripravci se biraju na osnovi veličine površine na kojoj se primjenjuju. Za površinu od 10 m² potrebno je 5 milijuna nematoda, a za površine veličine 1000 m² treba 500 milijuna nematoda (Pro-eco, 2019.).

Tablica 2. Nematoinsekticidi dostupni u Republici Hrvatskoj u 2019. godini (Pro-eco, 2019.)

TRGOVAČKI NAZIV	ENTOMOPATOGENA NEMATODA	KUKCI DOMAĆINI
Nemacel®	<i>Steinernema feltiae</i>	<i>Bradysia</i> spp., <i>Lycoriella</i> spp.
Nemaflor®	<i>Steinernema feltiae</i>	<i>Frankliniella occidentalis</i>
Nemagreen®	<i>Heterorhabditis bacteriophora</i>	<i>Popillia japonica</i> , <i>Melolontha melolontha</i> L.
Nemaplus®	<i>Steinernema feltiae</i>	<i>Bradysia</i> spp., <i>Lycoriella</i> spp.
Nemapom®	<i>Steinernema feltiae</i>	<i>Synanthedon myopaeformis</i> , <i>Cydia pomonella</i>
Nemastar®	<i>Steinernema carpocapsae</i>	<i>Gryllotalpa gryllotalpa</i> , <i>Agrotis segetum</i> , <i>Agrotis ipsilon</i> , <i>Euxoa temera</i> , <i>Tipula paludosa</i>
Nematop®	<i>Heterorhabditis bacteriophora</i>	<i>Otiorhynchus</i> spp.

ISKUSTVA SUZBIJANJA ŠTETNIKA U RATARSTVU ENTOMOPATOGENIM NEMATODAMA

U sklopu tri znanstvena projekta koja je provodio Zavod za poljoprivrednu zoologiju Agronomskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu (Jačanje suradnje između znanosti, industrije i poljoprivrednih proizvođača: transfer tehnologije za integriranu zaštitu šećerne repe s ciljem povećanja prihoda poljoprivrednih

.....

proizvođača i smanjenja uporabe pesticida (2007/HR/16IPO/001-040511) financiranoga iz Fonda za ulaganje u znanost i inovacije (2007/HR/16IPO/001-040511) kroz *Regional competitiveness operational programme* 2007-2013; CCI2007HR16IPO003, projekta Hrvatske zaklade za znanost (09/23): „Unaprjeđenja u tehnologiji proizvodnje šećerne repe sukladno načelima integrirane zaštite od štetnika“; „Unaprjeđenja u tehnologiji proizvodnje šećerne repe sukladno načelima integrirane zaštite od štetnika“ i projekta Hrvatske zaklade za znanost „Monitoring rezistentnosti štetnika: nove metode detekcije i učinkovite strategije upravljanja rezistentnošću MONPERES“ (IP-2016-06-7458)) provedena su istraživanja mogućnosti suzbijanja repine pipe i krumpirove zlatice.

U dvogodišnjim (2014. i 2015.) pokusima utvrđivanja učinkovitosti entomopatogenih nematoda na ličinke repine pipe korišten je pripravak Nematop. Pripravak Nematop sadržava entomopatogenu nematodu *Heterorhabditis bacteriophora*, a namijenjen je suzbijanju pipinih ličink. U pokusima su korištene tri doze pripravka Nematop (3, 5 i 7 milijuna nematoda/10 m²) i netretirana kontrola. Poljski pokusi postavljeni su u Tovarniku. Zbog činjenice da pipa za odlaganje jaja bira uzvisine, odabrana je parcela na kojoj ima dovoljno uzvisina. Rok tretiranja određen je na temelju opažanja repine pipe, koja su se provodila u polju svakoga tjedna. Deset dana nakon što je utvrđen početak kopulacije repine pipe određen je datum tretiranja, te je tretiranje provedeno 10. svibnja 2014. i 1. lipnja 2015. Svaka varijanta primijenjena je na 270 m² pokusne parcele na koju je bilo zasijano prosječno 3375 biljaka šećerne repe 2014. i prosječno 3000 biljaka šećerne repe 2015. godine. Tretiranje je provedeno vučenom prskalicom Amazone UG 3000 Special, radnog zahvata 18 m (36 redova šećerne repe). Na kontrolnu varijantu aplicirana je čista voda, a na varijante s pripravkom Nematop aplicirano je po 100 l vode u koju je dodana određena količina pripravka. Nakon aplikacije cijela je pokusna parcela još jednom poprskana čistom vodom u količini od 400 l vode/1080 m².

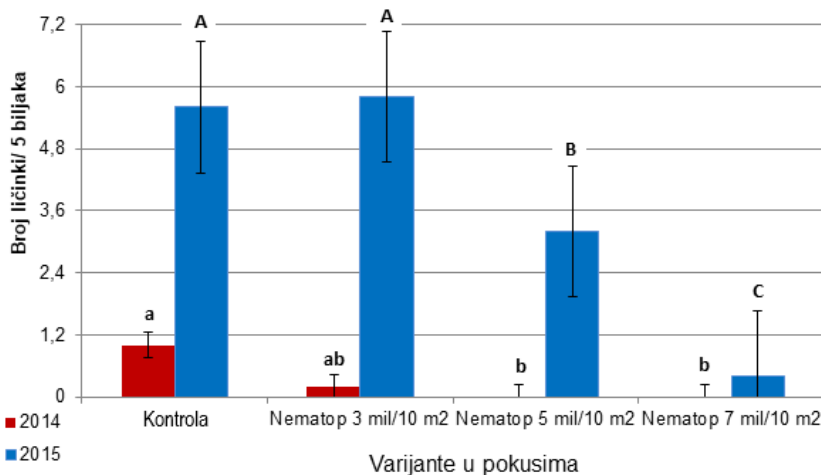
Istraživanje učinkovitosti EPN-a na prezimljene krumpirove zlatice provedeno je na pokušalištu Maksimir Agronomskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu, na polju na kojemu je prethodne godine uzgajan krumpir. U pokusu su korištena dva pripravka: Nemaplus, koji sadržava vrstu *Steinernema feltiae*, i Nemastar koji sadržava vrstu *Steinernema carpocapsae*. Istraživanje je obuhvaćalo ukupno sedam varijanta. Oba pripravka primijenjena su u tri različite doze: 7,5 milijuna/10 m², 5,0 milijuna/10 m² i 2,5 milijuna/10 m². Varijanta 7 bila je kontrola u kojoj je korištena samo čista voda. Svaka varijanta primijenjena je na površinu veličine 2 m² u tri ponavljanja po slučajnom bloknom rasporedu. Nematode su primijenjene 4. travnja 2018. zalijevanjem tla. Nakon tretiranja tlo je zaliveno s dodatnom 1 l vode/m². Sa svrhom praćenja broja zlatice koje su

uspješno prezimile, na svaku je parcelu postavljen entomološki kavez (slika 1) u koji su prikupljane krumpirove zlatice.



Slika 1. Postavljeni entomološki kavezi
Snimila: M. Kolenc

Zaraza ličinkama repine pipe u 2014. bila je značajno niža nego u 2015. godini. U uvjetima niske zaraze pripravak Nematop u dozama od 5 i 7 milijuna/10 m² statistički je opravdano smanjio broj ličinku. i u uvjetima više zaraze, u 2015. godini, zabilježeno je smanjenje broja ličinku, no učinkovitost srednje doze bila je tek negdje oko 50 %, a najveće je smanjenje zabilježeno kod primjene 7 milijuna/10 m² (slika 2).

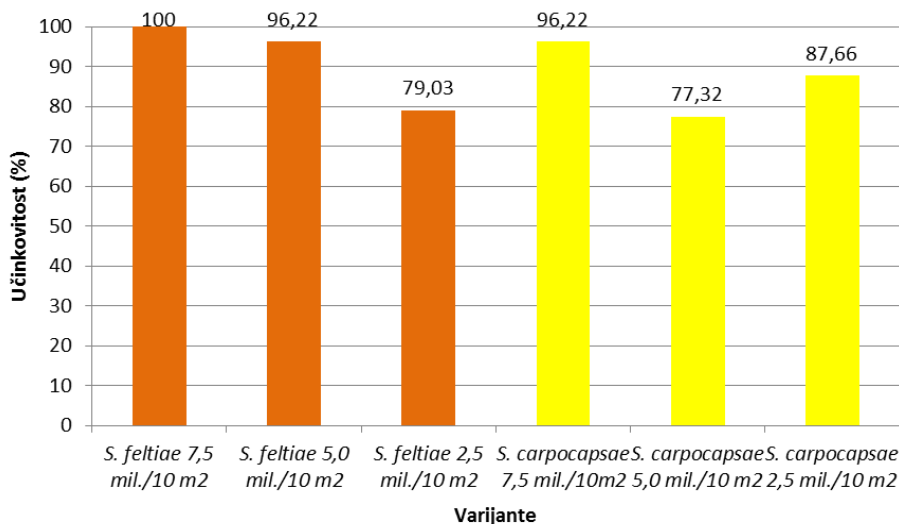


Slika 2. Broj ličinku repine pipe nakon primjene entomopatogene nematode *Heterorhabditis bacteriophora* Poinar u dvogodišnjem poljskom pokusu

Primjena EPN-a za suzbijanje repine pipe usmjerena je na suzbijanje ličinku koje zapravo rijetko čine štetu na korijenu (Maceljski, 2002.). Stoga se ovaj način suzbijanja mora koristiti u organiziranim naporima smanjenja populacije štetnika na nekom većem području. Bažok i sur. (2019.) predlažu primjenu entomopatogenih nematoda kao nadopunu metodi masovnog ulova. To je

mjera koja je usmjerena na potiskivanje populacije odraslih i provodi se na starim repištima. Za uspješno suzbijanje repine pipe, zbog nedostatka insekticida i slabog djelovanja postojećih, jedino je rješenje provedba dobro razrađene strategije u kojoj bi se s više različitih mjera pristupilo potiskivanju populacije toga štetnika na širem području.

Učinkovitost EPN vrsta *S. feltiae* i *S. carpocapsae* na prezimljene odrasle jedinice krumpirove zlatice utvrđena u poljskom pokusu prikazana je slikom 3.



Slika 3. Učinkovitost nematoda na krumpirovu zlaticu u poljskom pokusu (Maksimir, 2018.)

U cijelom su pokusu obje vrste primijenjenih EPN-a pokazale dobru učinkovitost na odrasle krumpirove zlatice, a između vrsta i različitih doza nisu utvrđene značajne razlike (slika 3).

Iz provedena istraživanja može se zaključiti da su nematode vrsta *Steinernema feltiae* i *Steinernema carpocapsae* učinkovite u suzbijanju prezimljenih krumpirovih zlatice, što se može smatrati vrijednom nadopunom brojnim drugim istraživanjima koja su provedena većinom na stadijima ličinke. Suzbijanje prezimljenih odraslih zlatice važno je jer se smanjivanjem njihove populacije smanjuje brojnost sljedećih generacija, odnosno sprječava se proširenje novih generacija na okolna područja uzgoja krumpira. Istraživane entomopatogene nematode kao biološki insekticidi mogle bi se koristiti kao praktična i ekološki prihvatljiva alternativa klasičnom kemijskom suzbijanju ovog važnog štetnika. Budući da je to istraživanje provedeno samo u jednom dijelu sezone, odnosno u jednom dijelu životnog ciklusa krumpirove zlatice, valjalo bi istražiti učinak ovih nematoda na ličinke, kukuljice i odrasle jedinice ostalih generacija koje se javljaju tijekom vegetacije krumpira te pratiti njihovu

brojnost nakon što se nematode primijene na prezimljene odrasle zlatice. Također, trebalo bi istražiti i učinak ponavljanja tretmana tijekom sezone ili pak kombinacije EPN-a s nekim drugim biološkim ili kemijskim pripravcima.

BUDUĆNOST PRIMJENE NEMATOINSEKTICIDA U RATARSTVU

Lacey i Georgis (2012.) navode neke razloge manje uporabe nematoinsekticida u poljoprivredi:

1. Osjetljivost nematoda u nepovoljnim okolišnim uvjetima za vrijeme primjene (samo optimalna vlaga i temperatura osiguravaju zadovoljavajuću infektivnost i preživljavanje, osjetljive su na UV zračenje, neke pesticide, kemijska svojstva tla, salinitet i kiselost)
2. Ograničen vijek trajanja proizvoda, insektonematocida i nužnost posebnih uvjeta skladištenja
3. Visoka cijena proizvoda.

Tim razlozima svakako treba dodati još neke, ne manje važne:

4. Iako postižu zadovoljavajuću učinkovitost, insektonematocidi su uglavnom manje učinkoviti od klasičnih kemijskih insekticida.
5. Primjena EPN-a zahtijeva educirana poljoprivrednika koji jako dobro poznaje životni ciklus štetnika jer je za postizanje dobre učinkovitosti ključno insektonematocid primijeniti u optimalno vrijeme (usklađeno s razvojem štetnika).

Svi navedeni nedostaci posebno su istaknuti u ratarskoj proizvodnji koja se odvija na otvorenom gdje se uglavnom ne može upravljati uvjetima uzgoja (osim ako postoji mogućnost navodnjavanja). Ratarska proizvodnja ne podnosi visoke troškove, pa će korištenje EPN-a biti moguće samo u ekološkoj proizvodnji ili u organiziranim akcijama kojima se smanjuje populacija štetnika na nekom području te se ekonomičnost računa na duži rok i za veći broj proizvođača.

S obzirom na to da su zbog sve većih ograničenja i zabrana primjene kemijskih insekticida štetnici u ratarskoj proizvodnji sve veći problem, a poznati su EPN-i koji suzbijaju većinu najvažnijih štetnika u ratarstvu, diljem svijeta provode se brojna znanstvena istraživanja EPN-a. Ona su usmjerena prema iznalaženju novih ekološki prihvatljivih načina suzbijanja štetnika, uključujući EPN, kao i njegovu kombinaciju s drugim raspoloživim mogućnostima. Zato se može očekivati da će u budućnosti znanstvenici raspolagati inovativnim rješenjima koja će se moći primijeniti u praksi.

THE CONTROL OF INSECT PESTS IN ARABLE CROPS WITH ENTOMOPATHOGENIC NEMATODES

SUMMARY

Field crops in the Republic of Croatia occupy the largest area, so the total value of production is the largest. Although a large number of crop pests are known, only a few regularly cause damage and must be controlled. The paper presents the entomopathogenic nematodes (EPNs) that act on the most important pests in crop production. The effectiveness of at least one species of EPN on majority of the most important pests in crop production has been established. The efficacy of some species has only been validated under laboratory conditions. There are seven nematoinsecticides on the market of the Republic of Croatia, but they are mainly recommended for the control of pests in the production of vegetables. Research conducted in Croatia has shown that EPN *Heterorhabditis bacteriophora* is effective in controlling sugar beet weevil larvae and may reduce the population for the next year, and that *Steinernema carpocapsae* and *S. feltiae* effectively suppress adults of Colorado potato beetle in the spring before they emerge from the soil. Due to the advantages of nematoinsecticides over chemical insecticides, the increasing restrictions and bans on chemical insecticides, and the growing problem of resistance, EPNs have great potential for use in the biological control of crop pests in the future.

Keywords: biological control, entomopathogenic nematodes, field crop pests, Colorado potato beetle, sugar beet weevil

LITERATURA

Bažok, R., Gotlin Čuljak, T., Grubišić, D. (2014). Integrirana zaštita bilja od štetnika na primjerima dobre prakse. Glasilo biljne zaštite, 14(5), 357-390.

Bažok, R., Drmić, Z., Gašparić, H.V., Mrganić, M., Lemić, D., Čačija, M. (2019). Suzbijanje štetnika na velikim površinama (Area-wide pest management), 63. seminar biljne zaštite, 61 – 62.

Ben-Yakir, D., Efron, D., Chen, M., Glazer, I. (1998). Evaluation of Entomopathogenic Nematodes for Biocontrol of the European Corn Borer, *Ostrinia nubilalis*, on Sweet Corn in Israel. Phytoparasitica, 26(2), 101-108

Bosseli, M., Curto, R.M., Taconi, R. (1997). Field Efficacy of Entomopathogenic Nematodes against the Sugar-beet Weevil *Temnorhinus (=Conorrhynchus) mendicus* Gyll. (Coleoptera:Curculionidae). Biocontrol Science and Technology, 7(2), 231-238

Drmić, Z., Virić Gašparić, H., Čačija, M., Lemić, D., Grubišić, D., Bažok, R. (2017). Primjena entomopatogene nematode (*H. bacteriophora* Poinar 1976) u suzbijanju repine pipe - nadopuna metodi masovnog ulova. Glasilo biljne zaštite, 17(1), 52-52.

Ebssa, L., Koppenhoffer, A.M. (2012). Entomopathogenic nematodes for the management of *Agrotis ipsilon*: effect of instar, nematode species and nematode production method. Pest Man. Sci., 68(6), 947-57.

Goudarzi, M., Moosavi, M.R., Asadi, R. (2015). Effects of entomopathogenic nematodes, *Heterorhabditis bacteriophora* (Poinar) and *Steinernema carpocapsae* (Weiser), in biological control of *Agrotis segetum* (Denis & Schifferrmüller) (Lepidoptera: Noctuidae). *Türk. entomol. derg.*, 39(3), 239-250.

Hassan, A. T. (2010). Nematodes as Biocontrol agents, *Sustainable Agricultural reviews*, 3, 347-378.

Hokkanen, H.M.T. (2008). Biological control methods of pest insects in oilseed rape. *Bulletin OEPP/EPPO Bulletin*, 38(1), 104-109.

Journey, A.M., Oslie, K.R. (2000). Biological Control of the Western Corn Rootworm (Coleoptera: Chrysomelidae) Using the Entomopathogenic Nematode *Steinernema carpocapsae*. *Environmental Entomology*, 29(4), 822-831.

Lacey, L.A., Georgis, R. (2012). Entomopathogenic Nematodes for Control of Insect Pests Above and Below Ground with Comments on Commercial Production. *Journal of Nematology*, 44(2), 218-225.

Lakatos, T., Toth, T. (2006). Biological control of european cockchafer larvae (*Melolontha melolontha* L.)– preliminary results. *J. Fruit Ornament. Plant. Res.*, 14 (3), 73-78.

Laznik, Ž., Vucajnk, M., Vidrich, F., Trdan, S. (2012). Is foliar application of entomopathogenic nematodes (Rhabditida) an effective alternative to thiametoxam in controlling cereal leaf beetle (*Oulema melanopus* L.) on winter wheat? *Journal of Food Agriculture and Environment*, 10(2), 716-719.

Maceljski, M. (2002). *Poljoprivredna entomologija*, II. dopunjeno izdanje. Zrinski d.d., Čakovec.

Mikaia, N. (2017). Efficacy of Entomopathogenic Nematodes *Steinernema feltiae* and *Heterorhabditis bacteriophora* against the Melon Aphid (*Aphis gossypii* Glow., Hemiptera, Aphididae). *Bulletin of the Georgian National Academy of Sciences*, 11(1), 96-101.

Morton, A., Garcia del Pino, F. (2017). Laboratory and field evaluation of entomopathogenic nematodes for control of *Agriotes obscurus* (L.) (Coleoptera: Elateridae). *Journal of Applied Entomology*, 141, 241–246.

Oštrec, Lj. (2001). Biološko suzbijanje štetnih insekata entomopatogenim nematodama. *Agriculturae Conspectus Scientificus*, 66(3), 179-185.

Pro-eco (2019). Pro-eco: Entomopatogene nematode. Dostupno na: <http://www.proeco.hr/kategorija-proizvoda/entomopatogene-nematode/>.

Pristupljeno: 20.8.2019.

Radhakrishnan, S., Shanmugam, S., Ramasamy, R. (2017). Bio control Efficacy of Entomopathogenic Nematodes against Black Cutworms, *Agrotis ipsilon* (Hufnagel) (Noctuidae: Lepidoptera) in Potato. *Chemical Science Review and Letters*, 6(21), 219-224.

Riga, E., Whistelcraft, J., Potter, J. (2001). Potential of controlling insect pests of corn using entomopathogenic nematodes. *Canadian Journal of Plant Science*, 81(4), 783-787.

Saringer, G., Fodor, A., Nadasy, M., Lucskai, A., Georgis, R. (1996). Possibilities of biological control using entomopathogenic nematodes against *Leptinotarsa decemlineata* L. and *Athalia rosae* L. larvae. *Meded. Fac. Landbouwk. Toegep. Biol. Wet. Univ. Gent*, 61, 961 – 966.

Shah, N. K., Azmi, M. I., Tyagi, P. K. (2011). Pathogenicity of Rhabditid nematodes (Nematoda: Heterorhabditidae and Steinernematidae) to the grubs of alfalfa weevil, *Hypera postica* (Coleoptera: Curculionidae). *Range Management and Agroforestry*, 32(1), 64-67.

Susurluk, A. (2008). Potential of the entomopathogenic nematodes *Steinernema feltiae*, *S. weiseri* and *Heterorhabditis bacteriophora* for the biological control of the sugar beet weevil *Bothynoderes punctiventris* (Coleoptera: Curculionidae). *Journal of pest science*, 81(4), 221-225.

Toepfer, S., Peters, A., Ehlers, R.U., Kuhlmann, U. (2008). Comparative assessment of the efficacy of entomopathogenic nematode species at reducing western corn rootworm larvae and root damage in maize. *Journal of Applied Entomology*, 132, 337-348.

Trdan, S., Vidrih, M., Andjus, L., Laznik, Ž. (2009). Activity of four entomopathogenic nematode species against different developmental stages of Colorado potato beetle, *Leptinotarsa decemlineata* (Coleoptera, Chrysomelidae). *Helminthologia*, 46(1), 14-20.

Welch, H. E. (1958). Test of a nematode and its associated bacterium for control of the Colorado potato beetle *Leptinotarsa decemlineata* (Say). *Annual Report Entomological Society of Ontario*, 88, 53-54.

Zhilyaeva, I. N., Ezhov, G. I., Kondratov, E. S. (1973). Raising the entomopathogenic nematode *Neoaplectana carpocapsaeagrios* (Veremchuk, 1972) in larvae of the cabbage moth (*Barathra brassicae*). *Materialy Naushnoi Konferentsii Vsesoyuznogo Obshchestva Gelmintologov*, 25,97-102.

Stručni rad