

Izvorni znanstveni rad
Original scientific paper

SUZBIJANJE PREZIMLUJUĆE POPULACIJE JABUKOVA SAVIJAČA PRIMJENOM ENTOMOPATOGENIH NEMATODA

Božena BARIĆ, Ivana PAJAČ ŽIVKOVIĆ
Sveučilište u Zagrebu Agronomski fakultet, Zavod za poljoprivrednu zoologiju,
Svetošimunska cesta 25, 10 000 Zagreb

baric@agr.hr

Prihvaćeno: 15-5-2020

SAŽETAK

Istraživanje učinkovitosti biološkog preparata na bazi entomopatogene nematode *Steinernema feltiae* (Filipjev, 1934) u suzbijanju prezimljujuće populacije jabukova savijača provedeno je u jesen 2018. godine u dvama voćnjacima (Buzin i Kloštar Ivanić) na području sjeverozapadna Hrvatska. U svakom voćnjaku odabrane su pokusne plohe od 1ha koje su tretirane nematodama i standardnom kemijskom zaštitom, a učinkovitost tretmana procjenjivana je ulovom štetnika pomoću feromonskih lovki postavljenih na obje varijante pokusa, te pregledom plodova sorte Idared u berbi. Rezultatima istraživanja u obama voćnjacima ustanovljen je manji broj štetnika na pokusnim plohama tretiranim nematodama u odnosu na plohe na kojima je provedena standardna zaštita štetnika insekticidima, no i dalje je populacija štetnika prelazila kritični broj, za što su bila potrebna dodatna suzbijanja insekticidima. U voćnjaku Buzin, u kojemu je brojnost populacije štetnika bila nekoliko puta veća u odnosu na voćnjak Kloštar Ivanić, sveukupno je provedeno 12 tretiranja na jednoj i drugoj varijanti pokusa, a postotak napadnutih plodova u berbi bio je višestruko veći u odnosu na dopuštenih

1 %. U voćnjaku Kloštar Ivanić na pokusnoj plohi na kojoj je provedena standardna zaštita sveukupno je obavljeno osam tretiranja insekticidima, a na plohi tretiranoj nematodama dva tretiranja manje. Postotak napadnutih plodova na standardnom dijelu iznosio je niskih 0,25 %, dok se na dijelu tretiranom nematodama kretao oko dopuštenih 1 %. U voćnjaku s umjerenom inicijalnom populacijom štetnika primjena preparata na bazi nematoda pokazala se uspješnom te se preporuča kako bi se smanjio pritisak primjene insekticidnih tretmana. No u voćnjaku s vrlo visokom inicijalnom populacijom štetnika primjena nematoda nije se pokazala zadovoljavajućom te se u suzbijanju preporuča primjena dodatnih ekološki povoljnijih mjera zaštite.

Ključne riječi: *Cydia pomonella*, *Steinernema feltiae*, učinkovitost zaštite, sorta Idared

SUPPRESSION OF OVERWINTERING CODLING MOTH POPULATION USING ENTOMOPATHOGENIC NEMATODES

SUMMARY

The efficiency of biological product based on the entomopathogenic nematode *Steinernema feltiae* (Filipjev, 1934) in suppressing the overwintering codling moth population was conducted in the autumn of 2018 in two orchards (Buzin and Kloštar Ivanić) in northwestern Croatia. Experimental plots of 1ha were selected in each orchard, and were treated with nematodes and standard chemical control. Effectiveness of the treatment was assessed by catching the pests using pheromone traps placed on both variants of the experiment and by examining the fruits of cv. Idared in harvest. In both researched orchards a lower number of pests was observed in nematode treated sections compared to sections treated with chemicals, but still the pest population required chemical suppression. In orchard Buzin, in which the pest population was several times higher than the Kloštar Ivanić orchard, 12 treatments were carried out in both variants of the experiment and the percentage of attacked fruits was several times higher than the allowed 1%. In orchard Kloštar Ivanić, eight insecticide treatments were performed on section with standard chemical control, and two treatments less on the nematode treated section. Percentage of attacked fruits in the standard chemical control section was low (0.25%), while in the nematode treated section was around 1%. In an orchard with a moderate initial pest population, the use of nematode based products has been successful and their use is recommended to reduce the pressure of using chemicals, while in an orchard with a very high initial pest population, their use has not been satisfactory and for pest suppression additional application of environmentally friendly protection measures is advisable.

Key words: *Cydia pomonella*, *Steinernema feltiae*, protection efficiency, cv. Idared

UVOD

Spoznaje o nematodama kao parazitima kukaca datiraju od sedamnaestog stoljeća (Nickle, 1984 cit. Smart, 1995), prve podatke o parazitaciji japanskog pivca (*Popillia japonica* Newman) objavili su Glaser i Fox, 1930. (cit. Smart, 1995). Glaser i suradnici (cit. Smart, 1995) započinju istraživanja primjene entomopatogenih nematoda *Neoapectana glaseri* (Steiner, 1929) u suzbijanju japanskog pivca. Glaserovi izvrsni rezultati istraživanja potaknuli su suzbijanje štetnika biološkim agensima, nematodama. Zanimanje za primjenu bioloških mjera zaštite zamrlo je sredinom dvadesetog stoljeća zbog dostupnosti jeftinijih insekticida šireg spektra djelovanja, da bi se zbog spoznaja o negativnim stranama kemijskih insekticida kao što je perzistentnost, rezistentnost, onečišćenje tla i voda krajem devetnaestog stoljeća ponovno pokrenulo zanimanje za biološku zaštitu bilja (Van Der Gaag, 2000; Tiryaki i

Temur, 2010; Damalas i Eleftherohorinos, 2011). Prednost primjene nematoda u zaštiti bilja jest ta što su potpuno bezopasne za okoliš i mogu se primjenjivati postojećim uređajima za zaštitu bilja uz pridržavanje određenih specifičnosti (vremenski uvjeti za vrijeme primjene, kapacitet dizni...). Međutim nedostatci primjene nematoda kao bioloških agenasa koji kompliciraju primjenu jesu fotolabilnost, kratak vijek trajanja preparata, cijena preparata, uvjeti pri kojima se trebaju primijeniti kao što je viša vlaga zraka, vlažnost površine koja se tretira i veći volumen vode u prskanju (Bedding, 2006).

Nematode i drugi biološki agensi imaju važnu ulogu u integriranoj proizvodnji poljoprivrednih kultura prije svega zato što su sigurni za okoliš (Ehlers, 1996). Mogu se dobro uklopiti u ostale mjere zaštite bilja i smanjiti unos agrokemikalija u okoliš. Od prvih početaka istraživanja entomopatogenih nematoda (1930.) do danas mijenjalo se zanimanje za njih ovisno o dostupnosti kemijskih insekticida na tržištu, njihovoj cijeni i udjelu troškova zaštite od štetnika za pojedine kulture. Više cijene bioloških preparata nastaju zbog manje mogućnosti primjene u odnosu na veliku primjenu kemijskih insekticida, viših troškova registracije preparata, što je također povezano s ukupno potrebnim količinama preparata.

U zaštiti jabuke od jabukova savijača (*Cydia pomonella* L.) i drugih štetnika koristi se velik broj tretiranja insekticidima (Pajač Živković i Barić, 2017). Broj tretiranja insekticidima u pojedinim godinama kreće se od 8 do 12 puta. Za razliku od nekadašnjih grupa insekticida (organofosforni i karbamati) koji su imali širi spektar djelovanja, danas su prisutne druge aktivne tvari koje su užeg spektra djelovanja, te se ciljano primjenjuju za pojedine razvojne stadije štetnika. Zbog specifičnog djelovanja na određene točke metabolizma štetnika dolazi do brže pojave rezistentnosti (Reyes, 2007). U današnje vrijeme sužen je izbor insekticida koji bi se mogli koristiti jer gotovo svi imaju jednak ili sličan način djelovanja (Reyes i sur., 2009). Ponovo se poseže za drugim mjerama zaštite koje mogu smanjiti unos kemijskih insekticida, a jedna od mjera jest biološka zaštita nematodama (Kadoić Balaško i sur., 2020).

Nakon berbe jabuka ujesen druga ili treća generacija savijača (ako je prisutna) spušta se u stadiju gusjenice na niže grane i na deblo (Pajač i sur., 2012). Gusjenice u mirovanju prezimljuju plitko ispod kore debla jabuke zapredajući se i stvarajući kukuljicu (Alford, 1984; Ciglar, 1998; Maceljki, 2002). Ovakav način razvoja štetnika omogućio je primjenu entomopatogenih nematoda tretiranjem debla i debljih grana u vrijeme kad se gusjenice nalaze na prezimljenju. Provođeni su pokusi radi odabira najučinkovitije vrste nematode u suzbijanju vrste *C. pomonella* (Züger i sur., 2007). U laboratorijskim i poljskim pokusima koristilo se vrstama *Steinernema carpocapsae* (Weiser 1955), *Steinernema feltiae* (Filipjev, 1934), *Heterorhabditis bacteriophora* Poinar 1976 i *Heterorhabditis megidis* Poinar, Jackson & Klein, 1987. U poljskim pokusima nije bilo razlike u LD₅₀ između vrsta nematoda, dok je *Steinernema carpocapsae* pokazala najveću učinkovitost u suzbijanju gusjenica jabukova savijača. Međutim mortalitet tretiranih gusjenica iznosio je svega 46,4 %. Dvogodišnja istraživanja suzbijanja gusjenica jabukova savijača nakon berbe

plodova u jesen tijekom 2004. i 2005. godine preparatom Nemaplus (*Steinernema feltiae*) pokazala su učinkovitost od 32,7 % do 53,5 %, ovisno o vlažnosti zraka, insolaciji i dozi preparata (Peters i sur., 2008). Autori su primijenili preparat u različitim dozama, najnižoj dozi $1,5 \times 10^9$ do $3,75 \times 10^9$ nematoda uz volumen vode 4000 l/ha.

Istraživanja u simuliranim terenskim uvjetima (Odendaal i sur., 2016) pokazala su učinak *S. feltiae* na mortalitet gusjenica *C. pomonella* od 67 %. Mortalitet gusjenica tretiranih ovom nematodom iznosio je 100 % nakon 24 sata primjene, kada su gusjenice prije tretiranja bile podvrgnute temperaturama od 14 °C. U usporedbi s lokalnim sojevima nematoda (*Steinernema yirgalemense* i *Steinernema jeffreyense*) primjenjivanim u navedenom istraživanju, koji su bili učinkoviti na višim temperaturama, ustanovljeno je da je nematoda *S. feltiae* aktivna na nižim temperaturama, odnosno da se treba primjenjivati u hladnijim područjima.

Suzbijanje jabukova savijača primjenom nematoda do sada nije bilo provođeno u Hrvatskoj, stoga je cilj ovog istraživanja bio odrediti učinkovitost preparata na bazi nematoda *Steinernema feltiae* u smanjenju brojnosti prezimljujuće populacije ovog štetnika u voćnjacima na području sjeverozapadne Hrvatske.

MATERIJALI I METODE RADA

Istraživanje suzbijanja jabukova savijača nematodama, preparatom Nemapom (*Steinernema feltiae*), provedeno je u jesen 2018. godine u dva voćnjaka, Buzin (45° 44' 59.66" N, 15° 59' 38.09" E) i Kloštar Ivanić (45°44'24"N, 16°25'12"E).

U pokusu u obama voćnjacima upotrebljavana je doza preparata $2,5 \times 10^9$ nematoda uz volumen vode 1500 l/ha. Pokusne površine su iznosile 1ha. Voćnjak u Buzinu nalazi se uz zapušteni voćnjak jabuke. U nekoliko prethodnih godina zabilježena je velika populacija jabukova savijača uz veliki postotak oštećenja plodova u berbi koji je iznosio više od 5 %.

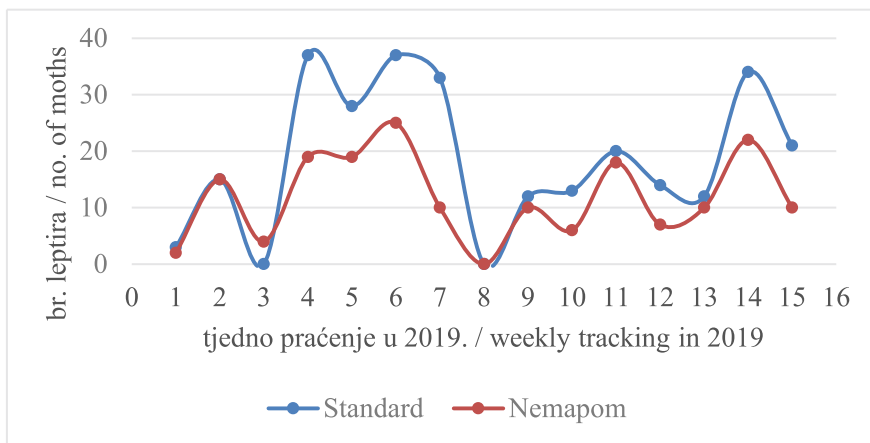
U voćnjaku u Kloštar Ivaniću tijekom nekoliko godina zabilježena je manja populacija jabukova savijača te uz redovito praćenje leta leptira pomoću feromonskih lovki i optimalnih rokova suzbijanja šteta na plodovima u berbi ne prelazi 1 % .

U Kloštar Ivaniću tretiranje nematodama provedeno je 11. studenog 2018., a u Buzinu 12. studenog iste godine. Oba su tretiranja provedena po maglovitom vremenu. U procjeni populacije leptira jabukova savijača na dijelu voćnjaka tretiranom nematodama i na dijelu voćnjaka standardne zaštite insekticidima upotrebljavane su feromonske lovke Csalomon®. Ulovi su registrirani na tjednoj bazi, u razdoblju 10. travnja do 1. rujna 2019. godine, a rokovi su tretiranja određivani prema kritičnom ulovu (5 leptira po lovci) i potrebnom zbroju efektivnih temperatura za razvoj gusjenice iz jaja (90°) (Ciglar, 1998). U berbi jabuka sorte Idared obavljen je pregled plodova na oštećenja jabukovim

savijačem. U pregled je uzimano sa svake varijante pokusa 4 x 100 plodova, a oštećenja su izražena postotkom napadnutih plodova.

REZULTATI I RASPRAVA

Temeljem praćenja populacije jabukova savijača feromonskim lovkama ustanovljeno je da je let jabukova savijača u Buzinu započeo 20. travnja i trajao do 26. kolovoza 2019. godine. Tijekom cijelog razdoblja praćenja na dijelu voćnjaka standardne zaštite insekticidima ukupno je ulovljeno 279 primjeraka savijača, dok je na dijelu voćnjaka koji je bio tretiran nematodama ukupno ulovljeno 177 primjeraka. Uspoređujući ulove na navedenim pokusnim površinama, vidljivo je da je ulov na dijelu tretiranom nematodama bio 36,6 % manji u odnosu na ulov na dijelu voćnjaka na kojem je provođena standardna zaštita (grafikon 1), ali su ulovi i dalje bili iznad tolerantnog broja (pet leptira u razdoblju od tjedan dana) što je rezultiralo velikim brojem tretiranja insekticidima. Smanjenje populacije jabukova savijača na nematodama tretiranoj površini u skladu je s rezultatima Zügera i sur. (2007) koji su ustanovili smanjenje populacije savijača od 46 %, međutim njihovo je istraživanje provedeno u kontroliranim uvjetima. Temeljem praćenja dinamike populacije i izračuna rokova suzbijanja ustanovljeno je da je na obadje pokusne površine bilo potrebno primijeniti 12 tretiranja insekticidima tijekom vegetacijske sezone.

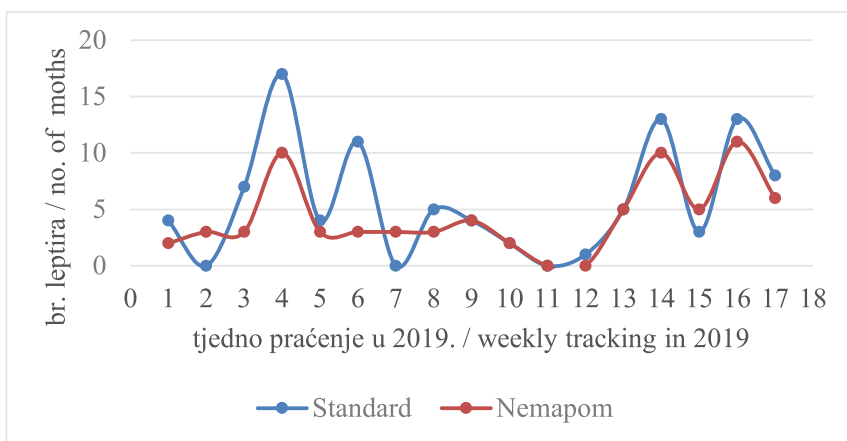


Grafikon 1. Dinamika ulova jabukova savijača tijekom vegetacijske sezone 2019. godine u voćnjaku Buzin na dijelu voćnjaka standardne zaštite i tretiranom nematodama

Figure 1 Catch dynamics of codling moth during the 2019 growing season in orchard Buzin in standard control section and treated with nematodes

U voćnjaku Kloštar Ivanić s umjerenom populacijom savijača let leptira zabilježen je 5. svibnja i trajao je do 27. kolovoza 2019. godine. Populacija

savijača u ovom voćnjaku bila je nekoliko puta manja u odnosu na voćnjak Buzin (grafikon 1) te je tijekom cijelog razdoblja praćenja na dijelu voćnjaka standardne zaštite ulovljeno 97 primjeraka savijača, a na dijelu tretiranom nematodama 73 primjerka. Analizom ulova ustanovljeno je da je na dijelu voćnjaka tretiranom nematodama ulovljeno 25 % manje savijača u odnosu na dio voćnjaka standardne zaštite (grafikon 2), ali je i broj tretiranja insekticidima na tom dijelu bio manji. Rezultati ovih istraživanja znatno su lošiji od istraživanja Odendaal i sur. (2016). Ona su pokazala veći mortalitet gusjenica savijača u diapauzi tretiranih u laboratoriju nematodom *S. feltiae* (100 %). Međutim u tom je istraživanju ustanovljeno da ova vrsta djeluje u hladnijim područjima do 14 °C. Na višim su temperaturama veću učinkovitost pokazali lokalni sojevi roda *Steinernema*. Temeljem praćenja dinamike populacije i izračuna rokova suzbijanja računanjem zbroja efektivnih temperatura u voćnjaku Kloštar Ivanić, na dijelu tretiranom nematodama sveukupno je bilo potrebno obaviti šest tretiranja insekticidima, dok je na dijelu voćnjaka na kojem je provedena standardna zaštita bilo potrebno obaviti osam tretiranja insekticidima.



Grafikon 2. Dinamika ulova jabukova savijača tijekom vegetacijske sezone 2019. godine u voćnjaku Kloštar Ivanić na dijelu voćnjaka standardne zaštite i tretiranom nematodama

Figure 2 Catch dynamics of codling moth during the 2019 growing season in orchard Kloštar Ivanić in standard control section and treated with nematodes

Pregledom plodova sorte Idared na oštećenja od jabukova savijača u voćnjaku Buzin u berbi prosječno je ustanovljeno 4,7 % napadnutih plodova na dijelu standardne zaštite i 5,3 % napadnutih plodova na dijelu tretiranom nematodama (tablica 1). Rezultati istraživanja u voćnjaku Buzin pokazali su nedovoljnu učinkovitost obaju programa zaštite od jabukova savijača u

uvjetima velike populacije štetnika, kada su ulovi na feromonske lovke učestalo veći od 5 do 10 leptira tjedno.

Peters i sur. (2008) istraživali su učinkovitost preparata Nemaplus (*Steinernema feltiae*) na jabukova savijača. Najniži postotak učinkovitosti prema Abbottu iznosio je 32,7 %, a najviši 53,5 %. Uspoređujući postotke napadnutih plodova na netretiranoj kontroli u njihovom istraživanju, koji se kretao od 8,2 % do najviše 42,9 %, može se zaključiti da je populacija štetnika u njihovim uvjetima bila puno manja nego što je uobičajeno u našim voćnjacima. Učinkovitost preparata Nemaplus bila je sukladna postotku oštećenih plodova na kontroli, a postotak oštećenih plodova na površini tretiranoj isključivo nematodama kretao se od najmanjeg 3,8 % do najvećeg 28,9 % (Peters i sur., 2008).

Tablica 1. Postotak napadnutih plodova sorte Idared od jabukovog savijača u voćnjaku Buzin

Table 1 Percentage of attacked cv. Idared fruits by codling moth in orchard Buzin

Repeticija/ Repetition	I.	II.	III.	IV.	Prosjek/ Average
Standard	5,1%	4,7%	4,2%	4,8%	4,7%
Nemapom	3,8%	5,2%	7,0%	5,3%	5,3%

Rezultati pregleda plodova u voćnjaku Kloštar-Ivanić prikazani su u tablici 2 iz koje je vidljivo da je prosjek napadnutih plodova na standardnom dijelu zaštite iznosio 0,25 %, a na dijelu tretiranom nematodama nešto više od dopuštenoga postotka (1 %). Prema navedenim rezultatima, populacija štetnika u voćnjaku Kloštar Ivanić uspješno je suzbijena primjenom kemijskih preparata, no i primjena nematoda uz smanjen broj tretiranja insekticidima pokazala se uspješnom jer se postotak napadnutih plodova kretao oko 1 % .

Tablica 2. Postotak napadnutih plodova sorte Idared od jabukovog savijača u voćnjaku Kloštar Ivanić

Table 2 Percentage of attacked cv. Idared fruits by codling moth in orchard Kloštar Ivanić

Repeticija/ Repetition	I.	II.	III.	IV.	Prosjek/ Average
Standard	0%	1%	0%	0%	0,25%
Nemapom	1%	3%	0%	1%	1,25%

ZAKLJUČCI

Primjena entomopatogenih nematoda u suzbijanju prezimjele generacije jabukova savijača u ovom istraživanju pokazala je manju učinkovitost od očekivanih rezultata navedenih u literaturi. Za bolju učinkovitost nematoda potrebna je viša relativna vlaga zraka, veći volumen vode u tretiranju i povoljniji klimatski uvjeti. Može se pretpostaviti da bi primjena lokalnih sojeva entomopatogenih nematoda koji su prilagođeni našim klimatskim uvjetima rezultirala boljom učinkovitošću.

Može se zaključiti da su entomopatogene nematode učinkovite u voćnjacima gdje je populacija savijača niska, dok se u voćnjacima s velikom populacijom trebaju koristiti dodatne nekemijske mjere kao što je konfuzija, protugradne i ostale mreže u zaštiti od kukaca.

Zahvala

Istraživanje je financirano iz projekta Hrvatske zaklade za znanost **HRZZ-IP-2016-06-7458** - Monitoring rezistentnosti štetnika: nove metode detekcije i učinkovite strategije upravljanja rezistentnošću, stoga autori rada zahvaljuju voditeljici projekta prof. dr. sc. Renati Bažok na potpori u istraživanju.

LITERATURA

ALFORD, D. V. (1984). A colour atlas of fruit pests their recognition, biology and control. Wolfe Publishing Ltd., London.

BEDDING, R. A. (2006). Entomopathogenic Nematodes From Discovery to Application. *Biopestic. Int.*, Vol. 2, 2: 87-119.

CIGLAR, I. (1998). Integrirana zaštita voćaka i vinove loze. Čakovec, Zrinski d.d.

DAMALAS C. A., ELEFTHEROHORINOS I. G. (2011). Pesticide exposure, safety issues, and risk assessment indicators. *Int. J. Environ. Res. Public. Health*, Vol. 8, 5: 1402-1419.

EHLERS, R. U. (1996). Current and Future Use of Nematodes in Biocontrol: Practice and Commercial Aspect with Regard to Regulatory Policy Issues. *Biocontrol Science Technology*, Vol. 6, 3: 303-3016.

KADOIĆ BALAŠKO, M., BAŽOK, R., MIKAC, M. K., LEMIC, D., PAJAČ ŽIVKOVIĆ, I. (2020). Pest Management Challenges and Control Practices in Codling Moth: A Review. *Insects*, Vol. 11, 38, 1-22.

MACELJSKI, M. (2002). Poljoprivredna entomologija. II. izdanje. Čakovec, Zrinski d.d.

ODENDAAL, D., ADDISON, M. F., MALAN, A. P. (2016). Entomopathogenic nematodes for the control of the codling moth (*Cydia pomonella* L.) in field and laboratory trials. *Journal of Helminthology*, Vol. 90, 5, 615-623.

PAJAČ, I., BARIĆ, B., MIKAC, M. K., PEJIĆ, I. (2012). New insights into the biology and ecology of *Cydia pomonella* from apple orchards in Croatia. *Bulletin of Insectology*, Vol. 65, 2: 185-193.

PAJAČ ŽIVKOVIĆ, I., BARIĆ, B. (2017). Rezistentnost jabukova savijača na insekticidne pripravke. *Glasilo biljne zaštite*, Vol. 17, 5: 469-479.

PETERS, A., KATZ, P., ELIAS, E. (2008). Entomopathogenic nematodes for biological control of codling moth. ed. Boos Markus, Proceedings of 13th International Conference on Cultivation Technique and Phytopathological Problems in Organic Fruit-Growing, Weinsberg, 18-20. 2. 2008., pp. 284-286.

REYES, M., FRANCK, P., CHARMILLOT, P. J., IORIATTI, C., OLIVARES, J., PASQUALINI, E., SAUPHANOR, B. (2007). Diversity of insecticide resistance mechanisms and spectrum in European populations of the codling moth, *Cydia pomonella*. Pest Manag. Sci. Vol. 63, 890-902.

REYES, M., FRANCK, P., OLIVARES, J., MARGARITOPOULOS, J., KNIGHT, A., SAUPHANOR, B. (2009). Worldwide variability of insecticide resistance mechanisms in the codling moth, *Cydia pomonella* L. (Lepidoptera: Tortricidae). Bulletin of Entomological Research, Vol. 99, 359-369.

SMART, G. C. Jr. (1995). Entomopathogenic Nematodes for the Biological Control of Insects. Supplement to the Journal of Nematology, Vol. 27, 45: 529-534.

TIRYAKI, D., TEMUR, C. (2010). The fate of pesticide in the environment. J. Biol. Environ. Sci. Vol. 4, 10: 29-38.

VAN DER GAAG N. (2000). Pick your poison. New Internationalist, Vol. 323: 9-11.

ZÜGER, M., BOLLHALDER, F., ANDERMATT, M. (2007). Control of Codling Moth, *Cydia pomonella* (Lepidoptera: Tortricidae) with nematodes (*Steinernema spp.* and *Heterorhabditis spp.*). IOBC/wprs Bulletin, Vol. 30, 1: 7-11.