

**УНИВЕРЗИТЕТ У БАЊОЈ ЛУЦИ
ПОЉОПРИВРЕДНИ ФАКУЛТЕТ**



УНИВЕРЗИТЕТ У БАЊОЈ ЛУЦИ
ПОЉОПРИВРЕДНИ ФАКУЛТЕТ
Број: 103, 2337/14
Датум: 21.08.2014. године

**ИЗВЈЕШТАЈ
о оцјени урађене докторске дисертације**

I ПОДАЦИ О КОМИСИЈИ

- 1) Одлуком Наставно-научног вијећа Пољопривредног факултета број 10/3.1347-6-15/17 од 23.05.2017. године именована је комисија за писање извјештаја о оцјени урађене докторске дисертације и за одбрану докторске дисертације кандидата мр Бранимира Њежића под насловом "Контрола осица шљиве (*Hoplocampsa flava* L. и *Hoplocampsa minuta* Christ.) ентомопатогеним нематодама" у сљедећем саставу:
- Проф. др Гордана Ђурић, редовни професор Универзитета у Бањој Луци, Пољопривредни факултет, у же научне области: Хортикултура и Очувanje генетичких ресурса, предсједник,
 - Проф др Ралф-Удо Елерс, ванредни професор Универзитета у Килу, Пољопривредно-прехрамбени факултет, Њемачка, у же научна област Заштита биљака, ментор,
 - Проф. др Сњежана Хрчић, редовни професор Универзитета Црне Горе, Биотехнички факултет, у же научна област Ентомологија, члан,
 - Проф. др Марек Томалак, редовни професор Националног истраживачког института, Институт за заштиту биља, Познан, Польска, у же научна област Ентомологија и нематологија, члан,
 - Проф. др Станислав Трдан, редовни професор Универзитета у Љубљани, Биотехнички факултет, Словенија, у же научна област Заштита биљака, члан.

- 1) Навести датум и орган који је именовао комисију;
2) Навести састав комисије са назнаком имена и презимена сваког члана, научно-наставног звања, назива у же научне области за коју је изабран у звање и назива универзитета/факултета/института на којем је члан комисије запослен.

II ПОДАЦИ О КАНДИДАТУ

1. Бранимир, Милоша, Њежић.
2. Рођен 04.01.1979. године у Бањој Луци, Босна и Херцеговина.
3. Ерасмус Мундус програм: Европски магистериј из нематологије, магистар пољопривредних наука.
4. Универзитет у Генту, Белгија, наслов магистарске тезе: "Утицај *Tagetes patula* cv Single Gold на *Meloidogyne chitwoodi*, *Pratylenchus penetrans* и *Steinerinema feltiae*". Научна област: пољопривредне науке, одбрањена 30.06.2010. године.
5. Научна област пољопривредне науке
6. Докторска дисертација је пријављена 2015. године, складу са Законом о високом образовању, Члан 149. (Службени гласник Републике Српске 73/10; 104/11; 84/12;

108/13; 44/15; 90/16).

- 1) Име, име једног родитеља, презиме;
- 2) Датум рођења, општина, држава;
- 3) Назив универзитета и факултета и назив студијског програма академских студија II циклуса, односно послиједипломских магистарских студија и стечено стручно/научно звање;
- 4) Факултет, назив магистарске тезе, научна област и датум одбране магистарског рада;
- 5) Научна област из које је стечено научно звање магистра наука/академско звање мастера;
- 6) Година уписа на докторске студије и назив студијског програма.

III УВОДНИ ДИО ОЦЈЕНЕ ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ

1. Наслов докторске дисертације "Контрола осица шљиве (*Hoplocampa flava* L. и *Hoplocampa minuta* Christ.) ентомопатогеним нематодама",
 2. Тема дисертације је прихваћена од стране Наставно-научног вијећа Польопривредног факултета одлука бр 10/3.3951-1-12/15 од 23.11.2015. године и Сената Универзитета бр 02/04-3.4139-128/15 од 28.12.2015. године.
 3. Садржај докторске дисертације по поглављима је сљедећи:
 - 1 Увод 1-5;
 - 2 Преглед литературе 6-20;
 - 3 Мониторинг на присуство ентомопатогених нематода у Босни и Херцеговини 21-31;
 - 4 Ефикасност ентомопатогених нематода у сузбијању осица шљиве (*Hoplocampa minuta* L. и *Hoplocampa flava* H.) у лабораторијским и пољским условима 32-56;
 - 5 Температурни модел појаве првих имага осица шљиве (*Hoplocampa flava* и *Hoplocampa minuta*) 57-67;
 - 6 Општа дискусија 68-75;
 - 7 Литература 76-88;
 Прилози у дисертацији су:
 - Списак табела, слика и графика 89-93;
 - Биографија кандидата 94-95.
 4. Докторска дисертација је написана на укупно 103 странице, А4 формата од чега је 9 уводних страница: поднасловница, подаци о ментору, сажетак на енглеском и српском језику, захвала и садржај; затим 88 страница текста дисертације на енглеском језику са 7 табела, 24 графика и слика, попис 115 коришћених литературних извора, као и 6 страница са листом табела, графика и слика и биографијом кандидата.
- 1) Наслов докторске дисертације;
- 2) Вријеме и орган који је прихватио тему докторске дисертације
- 3) Садржај докторске дисертације са страничњем;
- 4) Истаћи основне податке о докторској дисертацији: обим, број табела, слика, шема, графика, број цитиране литературе и навести поглавља.

IV УВОД И ПРЕГЛЕД ЛИТЕРАТУРЕ

1. Осице шљиве *Hoplocampa flava* L. и *Hoplocampa minuta* Christ су најзначајније штеточине шљиве. Мјере сузбијања које су тренутно доступне произвођачима су искључиво засноване на примјени синтетисаних инсектицида у вријеме отпадања латица. Стога је циљ ове дисертације био да се оцијени потенцијал ентомопатогених нематода (ЕПН) као биолошких агенаса у сузбијању једних од најзначајнијих штеточина шљиве, жуте шљивине осице (*Hoplocampa flava* L.) и црне шљивине осице (*Hoplocampa minuta* Christ). Комерцијални препарати три врсте ЕПН *Steinernema feltiae*, *S. carpocapsae* и *Heterorhabditis bacteriophora* су тестирали за сузбијање различитих развојних стадијума осица шљиве. Огледи су извођени у

контролисаним лабораторијским условима, полуkontrolisanim пољским условима и пољским условима. Кроз ова тестирања одабрана је врста нематода која је показала највећу ефикасност, те испитани најпогоднији услови њене примјене. Да би се побољшала ефикасност дјеловања ЕПН праћен је животни циклус штеточине, с посебним освртом на стадијум који је сузбијан. Пошто су се имага осица шљиве показали као најпогоднији стадијум за сузбијање, развијен је модел праћења појаве имага у зависности од температуре. Земљишни узорци из цијеле Босне и Херцеговине су сакупљени и испитани на присуство аутотоних популација ЕПН. Пошто локална легислатива, за регистрацију препарата за биолошку контролу, захтијева потврду присуства врсте на територије државе, потврда присуства врста ЕПН омогућиће регистрацију и примјену њихових препарата на територији БиХ.

2. Црна осица шљиве (*Hoplocampa minuta* Christ.) и жута осица шљиве (*H. flava* L.) (Hymenoptera, Symphyta, Tenthredinidae) се једним именом називају осице шљиве. Оне представљају једне од најзначајнијих штеточина шљиве и широко су распрострањене. Могу да проузрокују веома значајне штете, које понекад износе и до 100%. Тренутно мјере сузбијања се заснивају искључиво на примјени синтетичких пестицида јер произвођачима нису доступне друге мјере сузбијања које су довољно ефикасне. Примјесна инсектицида је у вријеме отпадања латица, мада у неким подручјима производићи врше третмане и на почетку цвјетања шљиве. Једини биолошки агенс који је детаљно проучаван за сузбијање блиске штетне врсте, јабукинс осице, је паразитска осица *Lathrolestes ensator*. Резултати су показали да ефекат сузбијања није задовољавајући. Такође, сличан ниво контроле постигнут је и са примјеном екстраката биљке *Quassia amara*.

Веома блиске врсте осицама шљиве су и штетне врсте јабукина осица *Hoplocampa testudinea* и крушкина осица *Hoplocampa brevis*. Осице шљиве имају једну генерацију годишње и већину времена проведу у земљи као одрасле ларве у кокону. Њихов животни циклус је готово идентичан. Еклозија имага се догађа у вријеме цвјетања раних сорти шљиве. Женке полијежу јаја у чашићне листиће из којих се када плод почне развој пиле ларве и убушују у плод. Током развоја ларве оштећују сјемену кућицу што доводи до отпадање плода. Једана ларва може да оштети 3-6 плодова. Штеточине презимљавају као одрасле ларве у кокону у земљи на дубини 5-25 см. Пошто су осице шљиве, као и сви инсекти, покилотермне животиње њихов развој је у директној вези са вањском температуром.

До сада није развијен метод за биолошко сузбијање ових штеточина који би био прихватљив производићима. Пошто већину времена осице шљиве проведу у земљи, оне представљају потенцијално погодне организме за сузбијање коришћењем ЕПН. Кроз преглед литературе, може се видјети да су ЕПН тестиране за сузбијање јабукине и крушкине осице у одређеним условима. Међутим, једини стадијум који је сузбијан је ларва. Бршени су и фолијарни третмани и третмани земљишта али са ограниченим резултатима.

Ентромопатогене нематоде припадају типу Nematoda. Ова група животиња је веома разнолика, бројна и широко распрострањена. По типу исхране могу бити бактериоворне, фунгиворне, предаторске, омниворне, те паразити животиња и биљака. Међу овим групама највећу пажњу научника привлаче нематоде паразити животиња и биљака. Нематоде повезане са инсектима су описане у преко 30 фамилија, али је потенцијал за биолошко сузбијање штених инсеката ограничен на 7 фамилија. Ипак, највећу пажњу као средство за биолошко сузбијање привлаче нематоде из двије фамилије Steinernematidae и Heterorhabditidae, познате као ентромопатогене нематоде. Иако је прва врста ентромопатогених нематода описана прије готово 100 година, њихова масовна примјена за сузбијање штених инсеката почела је тек прије 30-так година. Нова сазнања о биологији нематода, кругу домаћина, развој технологије масовне производње, формулатија, чувања и примјене

ЕПН, резултирали су експоненцијалним повећањем употребе ових биолошких агенаса. Поред научног и технолошког напретка, брзом расту употребе ЕПН доприњела је и легислатива која или не захтијева регистрацију препарата или је она дosta једноставна. Овакав статус је заснован на подацима који кажу да нема негативног утицаја на људе, сисаре, животну средину и биљке. Успјешност у сузбијању штетних инсеката заснована је на односу нематоде и бактерија, које нематоде носе у свом пробавном систему. Сматра се да је овај однос развијен кроз конвергентну еволуцију. Брзо повећање употребе ЕПН од 80-тих година прошлог вијека, у заштити биљака је засновано на смањењу цијене коштања препарата, повећању проблема са резистентношћу на инсектициде, налазима о повећаним концентарцијама остатака пестицида у храни те њиховом негативном ефекту на животну средину. ЕПН се могу произвести у *in vivo* или *in vitro* условима. *In vivo* је производња у ларвама восковог мольца. Овај вид производње је јефтин, али захтијева велику потребу за радном снагом. На овај начин се могу произвести мање количине за огледе. Производња *in vitro* може бити у чврстом или течном медијуму. Производња у чврстом медијуму је погодна за средње велике апликације, а основна предност је ниска цијена инвестиција у опрему. Производња у течним медијима има велике инсталационе трошкове за биоферменторе, а потребно је и високо технолошко знање о процесу гајења нематода у овим условима. Ипак, конкурентноист на великим тржиштима могуће је постићи само уз производњу великог обима као што су биоферментори. Примјесна ЕПН зависи од саме културе те циљаног штетног организма. Теоретски ЕПН се могу аплицирати било којом опремом за примјену пестицида, водећи рачуна о мијешању, типу дизни, притиску и температури радног раствора. ЕПН су потпуно сигурне за раднике који рукују са препаратима, али и животну средину. Од прве примјене ЕПН за сузбијање неког штеног организма, а то је *Popillia japonica* из 1935. године, нема података о негативном утицају на животну средину. ЕПН готово да не могу имати никакав негативан дугорочни ефекат на нециљане организме пошто нису перзистентне на површини земље и у случају одсуства домаћина брзо угину. У већини случајева, ЕПН су у процесу регистрације третиране као и други макроорганизми, заједно са корисним зглавкарима, те су често изузете од регистрације. Примјена ЕПН за сузбијање штетних организама је у литератури детаљно обрађена. Оне су се показале ефикасне у сузбијању многих штетних инсеката. У већини случајева примјењују се у сузбијању земљишних стадијума инсеката пошто су и саме присутне у земљи у природним стаништима. Поред тога, постоје и примјери где су ЕПН ефикасне у сузбијању штеточина унутар биљног ткива, на надземним органима и у затвореним просторима.

Присуство ЕПН је потврђено на свим континентима изузев Антарктика. Континент на коме је узорковање вршено најчешће је Европа. Steinernematidae су чешће присуте у узорцима изузев у узорцима са пјесковитих земљишта.

3. У литератури не постоје подаци о биолошком сузбијању осица шљиве. Ова дисертација имала је за циљ да испита потенцијал ЕПН у сузбијању осица шљиве у лабораторијским и пољским условима. Да би се повећала ефикасност ЕПН праћени су параметри животног циклуса циљаних штеточина с циљем прецизније апликације. Узорковање на присуство аутохтоних популација ЕПН у БиХ је урађено јер је присуство врсте у природним популацијама предуслов регистрације препарата. Поред тога резултати добијени кроз ово истраживање, могу се екстраполирати под одређеним условима у циљу сузбијања осица јабуке и крушке.
4. Научни допринос дисертације огледа се у примјени новог приступа у сузбијању осица шљиве, коришћењем ентромопатогених нематода. Сузбијање имага ентромопатогеним нематодама није уобичајено, а ово истраживање је показало да такав приступ може изузетно ефикасан. Такође, кроз дисертацију је показано

да у природним стаништима у БиХ обитавају најмање 4 врсте ентомопатогених нематода, што представља пви налаз ЕПН у БиХ.

Цитирана литература:

- Akhurst, R.J. (1983). species: specificity of the association with bacteria of the genus *Xenorhabdus*. *Experimental Parasitology* 55, 258–263.
- Andreev, R. and Kutinkova, H. (2010). Possibility of reducing chemical treatments aimed at control of plum insect pests. IX International Symposium on Plum and Prune Genetics, Breeding and Pomology. *ISHS Acta Horticulturae* 874, 215-220.
- Ansari, M.A., Tirry, L. and Moens, M. (2004). Interaction between *Metarhizium anisopliae* CLO 53 and entomopathogenic nematodes for control of *Hoplia philanthus*. *Biological Control* 31, 172-180.
- Arthurs, S., Heinz, K.M. and Prasifka, J.R. (2004). An analysis of using entomopathogenic nematodes against above-ground pests. *Bulletin of Entomological Research* 94, 297-306.
- Babendreier, D. (2000). Life history of *Aptesis nigrocincta* (Hymenoptera: Ichneumonidae), a cocoon parasitoid of the Apple Sawfly, *Hoplocampa testudinea* (Hymenoptera: Tenthredinidae). *Bulletin of Entomological Research* 90, 291-297.
- Baumgartner, J., Graf, B. and Zahner, P. (1984). A stochastic population model to simulate the annual growth pattern of mature Golden Delicious apple tree. *Schweizerische Landwirtschaftliche Forschung* 23, 489-501.
- Batalla-Carera, L. Morton, A. and Garcia del Pino, F. (2010). Efficacy of entomopathogenic nematodes against the tomato leafminer *Tuta absoluta* in laboratory and greenhouse conditions. *BioControl* 55, 523-530.
- Bathon, H. (1996). Impact of entomopathogenic nematodes on non-target hosts. *Biocontrol Science and Technology* 6, 421-434.
- Bedding, R. A., and A. S. Molyneux. (1982). Penetration of insect cuticle by infective juveniles of *Heterorhabditis* spp. (Heterorhabditidae: Nematoda). *Nematologica* 28, 354–359.
- Belair, G., Vincent, C. and Chouinard, G. (1998). Foliar sprays with *Steinernema carpocapsae* against early-season apple pests. *Supplement to the Journal of Nematology* 30, 599– 606.
- Blaxter, M. L., De Ley, P., Garey, J. R., Liu, L. X., Scheldeman, P., Vierstraete, A., Vanfleteren, J. R., Mackey, L. Y., Dorris, M., Frisse, L. M., Vida, J. T. and Thomas, W. K. (1998). A molecular evolutionary framework for the phylum Nematoda. *Nature* 392, 71–75.
- Bovicic, P. and Stapel, C. (1940). Forsøg med bekæmpelse af blommenvespen (*Hoplocampa fulvicornis*). *Tidsskrift for Planteavl* 44, 699–730.
- Brinkman, M.A. and Gardner, W.A. (2000). Possible antagonistic activity of two entomopathogens infecting workers of the red imported fire ant (Hymenoptera : Formicidae). *Journal of Entomological Science* 2, 205-207.
- Bedding, R.A. and Akhurst R.J. (1975). A simple technique for the detection of insect parasitic rhabditid nematodes in soil. *Nematologica* 21, 109–110.
- Campbell, J.F. and Gaugler, R. (1993). Nictation behavior and its ecological implications in the host search strategies of entomopathogenic nematodes (Heterorhabditidae and Steinernematidae). *Behaviour* 126, 155-169.
- Campos-Herrera, R., Escuer, M., Labrador, S., Robertson, L., Barrios, L., and Gutierrez, C. (2007). Distribution of the entomopathogenic nematodes from La Rioja (Northern Spain). *Journal of Invertebrate Pathology* 95, 125–139.
- Caruso, S. and Cera, M. C. (2004). Control strategies for Plum Sawflies (*Hoplocampa flava*, *Hoplocampa minuta*) in organic farming. *IOBC/WPRS Bull.27* (5), 107–111.
- Chen, S., Li, J., Han, X. and Moens, M.(2003). Effect of temperature on the pathogenicity of entomopathogenic nematodes (*Steinernema* and *Heterorhabditis* spp.) to *Delia radicum*. *BioControl* 48, 713-724.
- Choudhury, B.N. and Sivakumar, C.V. (2000). Biocontrol potential of *Mylonchulus minor* against some plant-parasitic nematodes. *Annals of Plant Protection Science* 8, 53-57.
- Ciche, T.A. Darby, C., Ehlers, R.-U., Forst, S. and Goodrich-Blair, H. (2006). Dangerous liaisons: The symbiosis of entomopathogenic nematodes and bacteria. *Biological Control* 38, 22-46.
- Cobb, N. (1914). Nematodes and their relationships. *Yearbook United States Department of Agriculture* pp. 457–490.
- Cuthbertson, A.G.S., Walters, K.F.A., Northing, P. and Luo, W. (2007). Efficacy of the entomopathogenic nematode, *Steinernema feltiae*, against sweetpotato whitefly *Bemisia tabaci* (Homoptera: Aleyrodidae) under laboratory and glasshouse conditions. *Bulletin of Entomological Research* 97, 9-14.
- Curto, G., Boselli, M., Vergnani, S. and Reggiani, A.. (2007). Effectiveness of entomopathogenic nematodes in the control of sawflies (*Hoplocampa brevis*) in pear orchards. *IOBC/wprs Bulletin* 30 (1), pp.13-17.
- Danclski, W., Badowska-Cybik, T., Rozpara, E. and Pniak, M. (2014). A study on the possibility of limiting damage to frit by the apple sawfly (*Hoplocampa testudinea* Klug) in organic apple orchards. *Journal of Research and Applications in Agricultural Engineering* 59, 27-30.
- Danks, H.V. (2004). The roles of insect cocoon in cold conditions. *European Journal of Entomology* 101, 433-437.
- De Lay, P. and Blaxter, M. (2002). Systematic position and phylogeny. In: Lee D.L. (ed.) *Biology of Nematodes*. London: Taylor and Francis, pp. 1-30.
- Directive 2009/128/EC of the European Parliament and of the Council of 21 October 2009 Establishing a framework for Community action to achieve the sustainable use of pesticides (O. J. L 309, 24.11.2009), 71-86.
- Ehlers, R.-U. (2001). Mass production of entomopathogenic nematodes for plant protection. *Applied Microbiology Biotechnology* 56, 623-633.
- Ehlers, R.-U. (2003). Biocontrol nematodes. In: Hokkanen, H.M.T. and Hajek, A. (eds.). *Environmental Impact of Microbial Insecticides: Need and Methods for Risk Assessment*. Kluwer Scientific Publisher, Dordrecht, NL, pp.170-220.
- Ehlers, R.-U. (2005). Forum on Safety and Regulations. In: Grewal, P.S. Ehlers, R.-U. and Shapiro-Ilan, D.I. (eds.). *Nematodes as Biocontrol Agents*. Wallington: CABI Publishing, pp. 107-114.
- Ehlers, R.-U. and Shapiro-Ilan, D. (2005). Mass production. In: Grewal, P.S. Ehlers, R.-U. and Shapiro-Ilan, D.I. (eds.) *Nematodes as Biocontrol Agents*. Wallington: CABI Publishing, pp. 65-77.

- Ehlers, R.-U. (2007). Entomopathogenic nematodes: from science to commercial use. In: Vincent, C., Goettel, M.S. and Lazarovits, G. (eds). *Biological Control: A Global Perspective*, pp. 136-151.
- EPPO (2016). List of biological control agents widely used in the EPPO region - PM 6/3. Available at: http://archives.eppo.int/EPPOStandards/biocontrol_web/bio_list.htm.
- FAOSTAT (2016). Food and Agricultural Organisation of the United Nations Statistics. Available online at <http://www.fao.org/documents/card/en> (accessed 8 February, 2017).
- Faria, M. and Wraight, S. (2007). Mycoinsecticides and mycoacaricides: a comprehensive list with worldwide coverage and international classification of formulation types. *Biological Control* 43, 237– 256.
- Garcia del Pino, F. and Morton, A. (2005). Efficacy of entomopathogenic nematodes against neonate larvae of *Capnodis tenebrionis* (L.) (Coleoptera: Buprestidae) in laboratory trials. *Biocontrol* 50, 307-316.
- Glaser, R.W. and Farrell, C.C. (1935). Field experiments with Japanese beetle and its nematode parasite. *Journal of the New York Entomological Society* 43, 345-371.
- Gradinarov, D., Petrova, E., Mutafchiev, Y. and Karadjova, O. (2012). Distribution of entomopathogenic nematodes of the genus *Heterorhabditis* (Rhabditida: Heterorhabditidae) in Bulgaria. *Nematologia Mediterranea* 40, 173-180.
- Graf, B., Höhn, H. and Höpli, H.U. (1996a). The apple sawfly, *Hoplocampa testudinea*: a temperature driven model for spring emergence of adults. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 78, 301-307.
- Graf, B., Höhn H. and Höpli, H.U. (1996b). Moddeling spring emergence of the apple sawfly *Hoplocampa testudinea* Klug (Hymenoptera, Tenthredinidae). *Acta horticulturae* 416 (416): 263-272.
- Graf, B., Höhn, H. and Höpli, H.U. (1996c). Optimizing the risk assessment for the apple sawfly *Hoplocampa testudinea* Klug (Hymenoptera, Tenthredinidae). *Acta horticulturae* 422, 113-122.
- Graf, B., Höhn H. & Höpli, H.U. (2002).The apple sawfly, *Hoplocampa testudinea*: egg development and forecasting of egg hatch. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 105, 55–60.
- Grewal, P.S. Ehlers, R.-U. and Shapiro-Ilan, D.I. (2005). Nematodes as biocontrol agents. Wallington: CABI Publishing.
- Griffin, C.T., Dix, I., Joyce, S.A., Burnell, A.M. and Downes, M.J. (1999). Isolation and characterisation of *Heterorhabditis* spp. (Nematoda: Heterorhabditidae) from Hungary, Estonia and Denmark. *Nematology* 1, 321–332.
- Griffin, C.T., O'Callaghan, K. and Dix, I.A. (2001). Self-fertile species of *Steinerinema* from Indonesia: further evidence of convergent evolution amongst entomopathogenic nematodes? *Parasitology*. 122, 181–186.
- Griffin, C.T., Boemare, N.E., and E.E. Lewis (2005). Biology and bahaviour. In: Grewal, P.S. Ehlers, R.-U. and Shapiro-Ilan, D.I. (eds.) *Nematodes as Biocontrol Agents*. Wallington: CABI Publishing, pp. 47-64.
- Gouy M., Guindon S. and Gascuel O. (2010). SeaView version 4: a multiplatform graphical user interface for sequence alignment and phylogenetic tree building. *Molecular Biology and Evolution* 27, 221-224.
- Happe, S., Nježić, B. and Ehlers, R.-U. (2016). Control of apple sawfly (*Hoplocampa testudinea* Klug) and plum sawflies (*H. flava* L. and *H. minuata* Christ.) with entomopathogenic nematodes. *Proceedings of 17th International Conference on Organic Fruit-Growing*, Hohenheim 15-17 February 2016, 258-260.
- Hominick, W.M. (2002). Biogeography. In: R. Gaugler (ed.) *Entomopathogenic Nematology*. Wallingford, UK: CABI Publishing, pp.115–143.
- Hominick, W.M., Briscoe, B.R., del Pino, F.G., Heng, J., Hunt, D.J., Kozodoi, E., Mracek, Z., Nguyen, K.B., Reid, A.P., Spiridonov, S., Stock, P., Sturhan, D., Waturu, C. and Yoshida, M. (1997). Biosystematics of entomopathogenic nematodes: current status, protocols, and definitions. *Jurnal of Helminthology* 71, 271-298.
- Hugot, J.P., Baujard, P. and Morand, S. (2001). Biodiversity in helminths and nematodes as a field study: an overview. *Nematology* 3, 199-208.
- Jarošík, V., Honěk, A., Magarey, R.D. and Skuhrovec J. (2011). Developmental database for phenology models: Related insect and mite species have similar thermal requirements. *Journal of Economic Entomology* 104, 1870-1876.
- Lacey, L. and Georgis R. (2012). Entomopathogenic nematodes for control of insects pests above and below ground with comments on commercial production. *Journal of Nematology* 44, 218-225.
- Johnigk, S.-A. and Ehlers, R.-U. (1999). Endotokia matricida in hermaphrodites of *Heterorhabditis* spp. and the effect of the food supply. *Nematology* 1, 717–726.
- Joyce, S.A., Reid, A., Driver, F. and Curran, J. (1994). Application of polymerase chain reaction (PCR) methods to identification of entomopathogenic nematodes. In: Burnell, A.M., Ehlers, R.U., Masson J.P. (eds.) *Biotechnology: Genetics of Entomopathogenic Nematode Bacteria Complexes*. European Commission, Luxembourg, DG XII, pp. 178-187.
- Kaya, H.K. (2002). Natural enemies and other antagonists. In: Gaugler, E. (ed.), *Entomopathogenic Nematology*. Wallington: CABI Publishing, pp.189-204.
- Koppenhöfer, A.M., Kaya, H.K. and Taormino, S.P. (1995). Infectivity of entomopathogenic nematodes (Rhabditida: Steinernematidae) at different soil depths and moistures. *Journal of Invertebrate Pathology* 65, 193–199.
- Koppenhöfer, A.M. and Kaya, H. K. (1997). Additive and synergistic interaction between entomopathogenic nematodes and *Bacillus thuringiensis* for scarab grub control. *Biological Control* 8, 131-137.
- Koppenhöfer, A.M. (2007). Nematodes. In: Lacey, L.A. and Kaya, H.K. (eds.), *Field manual of techniques in invertebrate pathology*. Springer Netherlands, pp. 249-264.
- Hunt, D.J. (2007). Overview of taxonomy and systematics. In: Nguyen, K.B. and Hunt, D.J. (eds). *Entomopathogenic Nematodes: Systematics, Phylogeny and Bacterial Symbionts* 5. Brill, pp. 27-57.
- Lacey, L. A., Shapiro-Ilan, D. I., and Glenn, G. M. (2010). Post-application of anti-desiccant agents improves efficacy of entomopathogenic nematodes in formulated host cadavers or aqueous suspension against diapausing codling moth larvae (Lepidoptera: Tortricidae). *Biocontrol Science and Technology* 20, 909-921.
- Lacey, L. and Georgis R. (2012). Entomopathogenic nematodes for control of insects pests above and below ground with comments on commercial production. *Journal of Nematology* 44, 218-225.
- Lacey, L., Grzywacz, D., Shapiro-Ilan, D.I., Frutos, R., Brownbridge, M. and Goettel, M.S. (2015). Insect pathogens as biological control agents: Back to the future. *Journal of Invertebrate Pathology* 131, 1-41.
- Lazník, Ž. and Trdan, S. (2012). Entomopathogenic nematodes (Nematoda: Rhabditida) in Slovenia: from tabula rasa to implementation into crop production systems. In: Perveen, F. (ed.). *Insecticides – Advances in Integrated Pest Management*.

- Intech, Rijeka, Croatia, pp. 627-656.
- Llacer, E., Martinez de Altube, M.M. and Jacas, J.A. (2009). Evaluation of the efficacy of *Steinernema carpocapsae* in a chitosan formulation against the red palm weevil, *Rhynchophorus ferrugineus*, in *Phoenix canariensis*. *BioControl* 54, 559-565.
- Lootsma, M. and Scholte, K. (1997). Effects of springtail *Folsomia fimetaria* and the nematode *Aphelenchus avenae* on *Rizoctonia solani* stem infection of potato at temperatures of 10 and 15°C. *Plant Pathology* 46, 203-208.
- Ludwig, D. (1928). The effects of temperature on the development of an insect (*Popilia japonica* Newman). *Physiological Zoology* 1, 358-389.
- Menti, H., Wright, D. and Perry, R. (1997). Desiccation survival of populations of the entomopathogenic nematodes *Steinernema feltiae* and *Heterorhabditis megidis* from Greece and the UK. *Journal of Helminthology* 71, 41-4.
- Mićić, N., Đurić, G. and Životić, A. (2015). Yield potential of long bearing shoots of ten plum cultivars (*Prunus domestica* L.). *Agro-Knowledge Journal* 1, 15-19.
- Miller, M.A., Pfeiffer, W., and Schwartz, T. (2010) Creating the CIPRES Science gateway for inference of large phylogenetic trees. In: Proceedings of the Gateway Computing Environments Workshop (GCE), 14 Nov. 2010, New Orleans, LA, pp. 1 - 8.
- Mráček, Z. and Becvar, S. (2000). Insect aggregations and entomopathogenic nematode occurrence. *Nematology* 2, 297-301.
- Neupane, D. (2012). Apple sawfly (*Hoplocampa testudinea*, Klug) situation, forecasting, monitoring and use of extract from *Quassia amara* for controlling the apple sawfly in organic apple orchards in Sweden. *Master thesis at Alnarp University*, Sweden, pp. 1-50.
- Nguyen, K.B., Hunt D.J. (2007). Heterorhabditidae: species descriptions. In: Nguyen, K.B., Hunt, D.J. (Eds) *Entomopathogenic Nematodes: Systematics, Phylogeny and Bacterial Symbionts. Nematology Monographs and Perspectives*, 5. Brill, Leiden, The Netherlands, pp. 611 – 692.
- Oroian I., Oltean I., Odagiu A., Paulette L., Iederan C. and Brasovean I. (2009). The control and monitoring of the orchard pests in Transylvania. *Research Journal of Agricultural Science*, 41, 277-283.
- Panini, M., Manicardi, G.C., Moores, G.D. and Mazzoni, E. (2016). An overview of the main pathways of metabolic resistance in insects. *Invertebrate Survival Journal* 13, 326-335.
- Peters, A. (1996). The natural host range of *Steinernema* and *Heterorhabditis* spp. and their impact on insect populations. *Biocontrol Science and Technology* 6, 389-402.
- Peters, A. and Ehlers, R.-U. (1994). Susceptibility of Leatherjackets (*Tipula paludosa* and *Tipula oleracea*; Tipulidae; Nematocera) to the entomopathogenic nematode *Steinernema feltiae*. *Journal of Invertebrate Pathology* 63, 163-171.
- Poinar, G.O. (1993). Origins and phylogenetic relationships of the entomophilic rhabditids, *Heterorhabditis* and *Steinernema*. *Fundamental and Applied Nematology* 16, 333-338.
- Premachandra, W.T.S.D., Borgemeister, C., Berndt , O., Ehlers, R.-U. and Poehling, H.-M. (2003). Combined releases of entomopathogenic nematodes and the predatory mite *Hypoaspis aculeifer* to control soil-dwelling stages of western flower thrips *Frankliniella occidentalis*. *BioControl* 48, 528-543.
- Půža V., Mráček Z., Nermut, J. (2016). Novelties in pest control by entomopathogenic and mollusc-parasitic nematodes. In: Harsimran G. (ed.), *Integrated Pest Management (IPM): Environmentally Sound Pest Management*. InTech, pp. 71-102.
- Rainey, F.A., Ehlers, R.-U. and Stackebrandt, E. (1995). Inability of the polyphasic approach to systematics to determine the relatedness of the genera *Xenorhabdus* and *Photorhabdus*. *International Journal of Systematic Bacteriology* 45, 339-381.
- Riga, E., Lacey, L.A., Guerra, N. and Headrick, H.L. (2006). Control of the oriental fruit moth, *Grapholita molesta*, using entomopathogenic nematodes in laboratory and fruit bin assays. *Journal of Nematology* 38, 168-171.
- Rosa, A.J.S., Boinifassi, E., Ameral, J., Lacey, L.A., Simoes, N. and Laumond, C. (2000). Natural occurrence of entomopathogenic nematodes (Rhabditida: *Steinernema*, *Heterorhabditis*) in the Azores. *Journal of Nematology* 32, 215-222.
- Rozpara E., Badowska-Czubik T. and Kowalska J. (2010). Problems of the plum and cherry plants protection in ecological orchard. *Journal of Research and Applications in Agricultural Engineering*, 55, 73-75.
- Schroer, S. and Ehlers, R.-U. (2005). Foliar application of the entomopathogenic nematode *Steinernema carpocapsae* for biological control of diamondback moth larvae (*Plutella xylostella*). *Biological Control* 33: 81-86.
- Shapiro-Ilan, D.J. (2001a). Virulence of entomopathogenic nematodes to pecan weevil adults (Coleoptera: Curculionidae). *Journal of Entomological Science* 36, 325-328.
- Shapiro-Ilan, D. I. (2001b). Virulence of entomopathogenic nematodes to pecan weevil larvae *Curculio caryae* (Coleoptera: Curculionidae) in the laboratory. *Journal of Economic Entomology* 94, 7-13.
- Shapiro-Ilan, D.I., Cottrell, T.E., Mizell, R.F., Horton, D.L. and Davis, J. (2009). A novel approach to biological control with entomopathogenic nematodes: Prophylactic control of the peachtree borer, *Synanthedon exitiosa*. *Biological Control* 48, 259-263.
- Shapiro-Ilan, D.I., Morales-Ramos, J.A., Rojas, M.G. and Tedders, W.L. (2010). Effects of a novel entomopathogenic nematode-infected host formulation on cadaver integrity, nematode yield, and suppression of *Diaprepes abbreviatus* and *Aethina tumida*. *Journal of Invertebrate Pathology* 103:103-108.
- Shapiro-Ilan, D.I., Han, R. and Dolinski, C. (2012). Entomopathogenic nematode production and application technology. *Journal of Nematology* 4, 206-217.
- Sjöberg, P., Swiergiel, W., Neupane, D., Lennartsson, E., Thierfelder, T., Tasin, M. and Rämert, B. (2015). Evaluation of temperature sum models and timing of *Quassia amara* (Simaroubaceae) wood-chip extract to control apple sawfly (*Hoplocampa testudinea* Klug) in Sweden. *Journal of Pest Science*; 88, 301-310.
- Smits, P. (1996). Post-application persistence of entomopathogenic nematodes. *Biocontrol Science and Technology* 6, 379-387.
- Somasekhar, N., Grewal, P.S., De Nardo, E.A.B. and Stinner, B.R. (2002). Non-target effects of entomopathogenic nematodes on the soil nematode community. *Journal of Applied Ecology* 39, 735-744.
- Steiner, G. (1923). *Aplectana kraussei* n. sp., eine in der Blattwespe *Lyda* sp. parasitierende Nematodenform, nebst Bemerkungen über das Seitenorgan der parasitischen Nematoden. *Zentralblatt für Bakteriologie, Parasitenkunde, Infektionskrankheiten und Hygiene, Abteilung 2*, 14-18.

- Stock, S.P. and Hunt, D.J. (2005). Morphology and systematics of nematodes used in biocontrol. In: Grewal, P.S. Ehlers, R.-U. and Shapiro-Ilan, D.I. (eds.) *Nematodes as Biocontrol Agents*. Wallington: CABI Publishing, pp. 3-43.
- Stuart, R.J., Barbercheck, M.E., Grewal, P.S., Taylor, R.A.J. and Hoy, C.W. (2006). Population biology of entomopathogenic nematodes: Concepts, issues, and models. *Biological Control* 38, 80-102.
- Tallosi, B., Peters, A. and Ehlers, R. U. (1995). *Steinerinema bicornutum* sp. n. (Rhabditida: Steinernematidae) from Vojvodina, Yugoslavia. *Russian Journal of Nematology* 3, 71-80.
- Tamošunas R., Valiuškaite A. (2013). The study on temperature sum model for predicting apple sawfly spring emergence and flight intensity in Lithuania. *Scientific works of the institute of horticulture, Lithuanian research center for agriculture and forestry*. 32: 23-36.
- Tamošunas, R., Valiuškaite, A., Surviliene, E. and Rasiukevičiute, N. (2014). Species ratio, spring emergence, population dynamics and damage of plum sawflies *Hoplocampa minuta* and *H. flava* in plum orchard. *Zemdirbyste-Agriculture* 101, 91-100.
- Tarasco, E., Clausi, M., Rapazzo, G., Panzavolta, T., Curto, G., Sorino, R., Oreste, M., Longo, A., Leone, D., Tiberi, R., Vinciguerra, M.T. and Triggiani, O. (2014). Biodiversity of entomopathogenic nematodes in Italy. *Journal of Helminthology* 10, 1-8.
- Toepfer, S., Peters, A., Ehlers, R.-U. and 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.
- Tomalak, M., Piggott, S., and Jagdale, G.B. (2005). Glasshouse application. In: Grewal, P.S. Ehlers, R.-U. and Shapiro-Ilan, D.I. (eds.) *Nematodes as Biocontrol Agents*. Wallington: CABI Publishing, pp. 191-214.
- Tomalak, M. (2006). Potential of entomopathogenic nematodes for control of orchard and urban tree sawflies. *Progress in Plant Protection* 46, 249-255.
- Tóth, T. (2006). Collection of entomopathogenic nematodes for the biological control of insect pests. *Journal of Fruit and Ornamental Plant Research* 14, 225- 230.
- Ulu, T.C., Sadic, B., Susurluk, I.A. and Aksit, T. (2015). Virulence of four entomopathogenic nematode species for plum sawfly, *Hoplocampa flava* L. (Hymenoptera: Tenthredinidae). *Invertebrate Survival Journal* 12, 274-277.
- Vincent, C. and Belair, G. (1992). *Biocontrol of the apple sawfly, Hoplocampa testudinea*, with entomogenous nematodes. *Entomophaga* 37, 125-149.
- Weiser, J. (1955). *Neoaplectana carpocapsae* n. sp. (Anguillata, Steinernematidae) novy cizopasnik housenek obalec jablecncho, *Carpocapsae pomonella* L.. *Vestnik Ceskoslovenske Spolecnosti Zoologicke* 19, 44-52.
- White, G. F. (1929). A method for obtaining infective nematode larvae from cultures. *Science* 66, 302-303.
- Williams, C.D., Dillon, A.B., Harvey, C.D., Hennessey, R., Mc Namara L. and Griffin C.T. (2013). Control of major pest of forestry, *Hylobius abietes*, with entomopathogenic nematodes and fungi using eradication and prophylactic strategies. *Forest Ecology and Management* 305, 212-222.
- Wilson, M.J. and Gaugler, R. (2000). Terrestrial molusc pests. In: Lacey, L. and Kaya, H.K. (eds). *Field Manual of Techniques in Invertebrate Pathology*. Kluwer Academic Publisher, Dordrecht, The Netherlands, pp. 787-804.
- Woodring, J. L. and Kaya, H. K. (1998). Steinernematid and heterorhabditid nematodes: Hand book of biology and techniques. *South Cooperative Series Bulletin of the Arkansas Agricultural Experimental Station, Fayetteville* 331, 1-30.
- Yeates, G.W., Bongers, T., De Goede, R.G.M., Freckman, D.W. and Georgieva, S.S. (1993). Feeding habits in soil nematode families and genera - an outline for soil ecologists. *Journal of Nematology* 25, 315-331.
- Zijp, J.P. and Blommers, L. (1993). *Lathrolestes ensator*, a parasitoid of the apple sawfly. *Proceedings of the Section Experimental and Applied Entomology*, N.E.V. Amsterdam 4, 237-242.
- Zijp, J.P. and Blommers, L.H.M. (1997). Prediction of flight of apple sawfly, *Hoplocampa testudinea*, using temperature sums. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 84, 71-75.
- Zijp, J.P. and Blommers L. (2002). Apple sawfly *Hoplocampa testudinea* (Hym., Tenthredinidae) and its parasitoid *Lathrolestes ensator* in Dutch apple orchards (Hym., Ichneumonidae, Ctenopelmatinae). *Journal of Applied Entomology* 126, 265-274.

- 1) Укратко истићи разлог због којих су истраживања предузета и представити проблем, предмет, циљеве и хипотезе;
- 2) На основу прегледа литературе сажето приказати резултате претходних истраживања у вези проблема који је истраживан (водити рачуна да обухвата најновија и најзначајнија сазнања из те области код нас и у свијету);
- 3) Навести допринос тезе у рјешавању изучаваног предмета истраживања;
- 4) Навести очекивање научне и прагматичне доприносе дисертације.

V МАТЕРИЈАЛ И МЕТОД РАДА

- 1) Сви огледи и испитивања су добро организовани, а методе су правилно одабране и примјењене. Поглавље 3 се односи на преглед присуства ЕПН у БиХ и њихову идентификацију. Узорци су узети са цијеле територије Босне и Херцеговине. Укупно је узет 221 узорак и испитан на присуство ЕПН. Мјеста узорковања су била на удаљености до 100 m од проходних путева, а одабрана су на основу типа вегетације и приступачности. За сваки локалитет узети су подаци о типу вегетације, ГПС координате и надморска висина локалитета. Цијели земљишни узорак је по

доношењу у лабораторију измијешан од чега је узето 250 ml узорка и стављено у пластичну посуду од 400 ml. Десет јединки посљедњег ларвалног стадијума восковог мольца (*Galleria mellonella* L.) је стављено на површину земље и посуда је поклопљена и окренута наопачке. Мртве ларве су сакупљане у интервалима од 3 дана и стављане на Вајтову клопку. Добијене нематоде су умножене *in vivo* на ларвама восковог мольца и чуване на 6°C. Да би се идентификовали добијени изолати извршена је молекуларна идентификација. ДНК је изолована из 20 индивидуа дауер стадијума. Умножена ДНК је послата у Макротен (Холандија) где је извршено секвенционирање. Добијене ДНК секвенце су упоређене са базом података у GenBank уз помоћ Basic Local Alignment Search Tool (BLAST) Националног центра за биотехнолошку информатику (the National Center for Biotechnology Information, NCBI). Добијене секвенце су филогенетски поређене са секвенцима из GenBank уз помоћ програма SeaView. и Mr Bayes 3.2.6.. *Oscheius* sp. добијен у процесу мониторинга и *Caenorhabditis elegans* из GenBank су кориштени као аутгруп.

Поглавље 4 се односи на оцену ефикасности ЕПН у сузбијању осице шљиве. Испитивања и огледи су обављени у лабораторијским и пољским условима. Кориштени су комерцијални препарати три врсте ЕПН *Steinernema feltiae*, *S. carpocapsae* и *Heterorhabditis bacteriophora*, компаније Е-нема из Њемачке. За лабораторијски оглед кандидат је сакупио ларве осице шљиве из воћњака који се налази у Бањој Луци. Почетком маја, прије него су први плодови оштећени од осице шљиве пали на земљу, постављене су мреже за заштиту од инсеката су испод стабала шљиве. На мреже су падали плодови који су свакодневно сакупљани и стављени у канту са стеријним кварцним пијеском. Ларве које су напустиле плодове су сакупљане и кориштене у експериментима. Кориштене су ларве четри старости: оне које су тог дана изашле из плода, те ларве које су прије 10, 20 и 40 дана формирале кокон. 10 ларви или кокона је стављено у петријеву посуду пречника 5,5 см у коју је стављено 10 g стеријног кварцног пијеска величине 180-500 μm овлајсан са дестилованом водом до 10 % запреминске влаге. За фолијарну примјену гране са оштећеним плодвима донешене су у лабораторију и третиране ЕПН. Након 3 дана плодови су отворени, те утврђен морталитет ларви. Тестирање осјетљивост ларви у пољским условима рађено је у 10 година старом воћњаку. Три препарата ЕПН кориштених у лабораторијским испитивањима кориштени су и у пољском огледу. Нематоде су аплициране 26.04.2014. године у дози $0.5 \times 10^6 \text{ m}^{-2}$ са кантом за залијевање, прије очекиваног силазка првих ларви у земљу. Апликација препарата је урађена у редном простору ширине два метра. Нематоде су аплициране са 0.75 l m^{-2} воде, уз додатних 1.5 l m^{-2} чисте воде након апликације представља да би се утврдила ефикасност. Број имага са сваке третирања имага постављене су изнад третирање површине мреже за заштиту од инсеката. Испод сваке мреже постављена је бијела љепљива плоча. На карју лета осице бијеле плоче су прегледане и утврђен је број јединки у сваком третману и у контроли. Оглед са утврђивањем ефикасности у сузбијању имага у полуkontrolisanim пољским условима рађен је у 2013., 2014. и 2015. години. Да би се третирана површина изоловала од остатка воћњака стабла су прекривана мрежом за заштиту од инсеката. Мрежа је стављена преко привремене жељезне конструкције која је направљена преко 12 стабала. Мрежа је учвршћена а унутрашњост тунела подијељена је на 4 дијела. Мрежа је прекривала редни простор ширине 2 m а била је дугачка 24 m. Мрежа је анти трипс величине отвора 150 x 490 μm или за заштиту од комараца отвора 1 x 1 mm. Нематоде су аплициране у редном простору у дози од $0.5 \times 10^6 \text{ m}^{-2}$ са кантом за залијевање прије очекиване еклозије имага осице шљиве. Пројектена очекиване еклозије првих имага одређивана је на основу појаве првих бијелих балона, а потврђена постављањем бијелих љепљивих

плоча. Да би се утврдила ефикаснот појединих врста нематода вршено је бројање оштећених плодова. У ту сврху мрежа је постављена испод стабала крајем априла, прије почетка отпадања плодова усљед оштећења од осица шљиве. За огледе на отвореном пољу одабрани су по могућности органски воћњаци са великим процентом оштећења у претходној години. Одабрани воћњаци су из Хрватске и БиХ. Нематоде су аплициране помоћу атомизера или тракторских прскалица у двије дзе. Пуна доза је износила $0.5 \times 10^6 \text{ m}^{-2}$ а примјењивана је и упона мања доза. Нематоде су аплициране са 0,2 литра воде m^{-2} . У воћњацима у Хрватској у року од 30-так минута аплицирани је $0,2 \text{ l/m}^2$ док је за вријеме апликације у воћњаку у БиХ падала киша. У вријеме отпадања латица 12-13 стабала је прегледано. Преглед је подразумијевао утврђивање присуства положених јаја на 50 цвјетова по стаблу. Подаци су упоређени коришћењем општег линеарног модела са одговарајућим тестирањем у случају утврђивања статистичке разлике. Статистички значајна разлика је подразумијевана уколико је $p < 0.05$.

Поглавље 5 обрађује еклозију имага осица шљиве засновану на доњем температурном прагу развоја, акумулираној температури у условима сјеверне Босне и Херцеговине. Праћење је вршено током 5 година 2012-2016. године у воћњаку површине 0,2 ha са 45 стабала шљиве смјештен у Бањој Луци. Сорте шљиве су чачанска родна, чачанска љепотица и стенлеј калемљени на цанарику (*Prunus cerasifera* Ehrh.). Сваке године прије почетка лета у воћњак је постављано 5 ручно израђених бијелих љепљивих плоча. Плоче су направљене од бијеле церадс димензија $22 \times 13 \text{ cm}$. На обје стране постављене су безбојне љепљиве плоче. Овако направљене клопке објешене су у вањски дио крошње на висину од 1,5 m. Клопке су провјесраване дневно на присуство имага осица шљиве. Мјерене су средње дневне температуре ваздуха на 2 m изнад земље, те температура земље на дубини 5 cm and 10 cm су вршена у метеоролошкој станици Бања Лука. Метеоролошка станица је удаљена 4,5 km од воћњака.

- 2) 1. Примјењене методе су адекватне, прецизне и савремене. Резултати истраживања су представљени јасно.
2. Није било одступања од плана истраживања.
3. Истраживани параметри дају доволно информација за доношење научно засnovаних закључака.
4. Статистичка обрада података је адекватно урађена.

- 1) Објаснити материјал који је обрађиван, критеријуме који су узети у обзир за избор материјала;
- 2) Дати кратак увид у примијењени метод истраживања при чему је важно описати следеће:
 1. Да ли су примијењене методе истраживања адекватне, доволно тачне и савремене, имајући у виду достигнућа на том пољу у свјетским нивоима;
 2. Да ли је дошло до промјене у односу на план истраживања који је дат приликом пријаве докторске тезе, ако јесте зашто;
 3. Да ли испитивани параметри дају доволно елемената или је требало испитивати још неке, за поуздано истраживање;
 4. Да ли је статистичка обрада података адекватна.

VI РЕЗУЛТАТИ И НАУЧНИ ДОПРИНОС ИСТРАЖИВАЊА

1. Резултати мониторинга на присуство ЕПН показали су да су у БиХ присутне четири врсте ентромопатогених нематода. *S. feltiae* је врста која је нађена у највише узорака, након чега слиједе *S. kraussei* и *S. carposcapsae*. *H. bacteriophora* је једина врста из рода *Heterorhabditis*. И поред географске разноликости БиХ, већина позитивних узорака је из средишњег брдско-планинског региона. Једина врста која је нађена у равничарском предјелу је *H. bacteriophora*. Карактеристике вегетације локалитета са

којих су нематоде изоловане одговарају литературним наводима. Двије популације *S. kraussei* су нађене на локалитетима у планинском региону где је средња дневна температура испод 9°C. *S. feltiae* је нађена на локалитетима са различитих надморских висина и типова вегетације, што потврђује њено космополитско распрострањење. *S. carpocapsae* је изолована са локалитета са глиновитим земљиштем на којем се екстензивно гаје шљиве. Значајан број узорака узет је из шума, али у њима нису нађене ЕПН. Наредни мониторинг, који би укључивао локалитете са већом бројношћу инсеката, могао би имати већу шансу за проналазак популација ЕПН. У домаћој легислативи је обавезно да се потврди присуство врсте у природној средини прије него се да дозвола средству да се користи у биолошкој заштити. Због тога, резултати овог мониторинга представљају основу за регистрацију четири врсте ентомопатогених нематода за биолошку контролу.

Резултати оцјене ефикасности ЕПН у сузбијању осица шљиве. Кроз ово истраживање, се показало да ЕПН имају потенцијал за сузбијање осица шљиве. У свим истраживањима циљани животни стадијум је била ларва. Кроз ово истраживање, поред ларви показано је и да се имага осица шљиве могу сузбијати са ЕПН. Земљишни стадијуми осица шљиве су осјетљиви на ЕПН, али искључиво покретни стадијуми. Ларве унутар кокона су заштићене, јер ЕПН не могу да продру кроз кокон. Само покретни стадијуми су осјетљиви на ЕПН, ларве током кретања кроз земљу, прије него формирају кокон и имага током еклозије. Кокон представља механичку баријеру која штити ларве од ЕПН и за нематоде представља непремостиву препреку. Поред ЕПН, кокон представља механичку баријеру и заштиту за ларву и од других природних непријатеља. Ларва у кокону или лутка, представљају потенцијално најпогоднији стадијум за третман са ЕПН, пошто би сви чланови популације могли да се сузбију у једном тренутку. У овом стадијуму осице шљиве проведу готово 10 мјесеци што би оставило више него довољно времена за апликацију ЕПН. Међутим, ово истраживање је показало да ови стадијуми нису погодни за сузбијање. ЕПН нематоде могу да инфицирају током кратког времена када се ларве или имага крећу кроз земљу.

Док се у лабораторијским условима мораталитет ларви осица шљиве није разликовао у зависности од врсте ЕПН, најмањи број имага је ухваћен у третманима са *H. bacteriophora*, иако су све три врсте имале ефикасност преко 90% након апликације ЕПН кроз двије узастопне године. На ефикасност ЕПН у пољу могу утицати услови животне средине као што су температура, влажност, прозрачност и механички састав земљишта, али и биотски фактори као што су бројност организма који се сузбија, те присуство осталих организама у земљишту.

Приликом апликације ЕПН за сузбијање ларви осица шљиве, потребно је обезбиједити да су нематоде присутне у земљишту прије него прве ларве падну на земљу и почну да праве коконе. У условима сјеверне БиХ овај процес почиње крајем априла или почетком маја и траје отприлике три седмице. Да би се постигла жељена ефикасност потребо је да су нематоде способне да паразитирају ларве осица сво ово вријеме. Ларве најчешће формирају кокон у површинском слоју земљишта на дубини 0-5 см а веома ријетко и до дубине од 20 см. Пошто нематоде не треба да трагају за ларвама осица, већ да "чекају", ЕПН које имају изражену карактеристику за активним тражењем домаћина нису у предности у односу на врсте које домаћина чекају на једном мјесту. Међутим, нематоде треба да буду способне да најмање три седмице задрже високу бројност и виталност у површинском слоју земљишта да би биле способне да изврше паразитирање ларви осица. Влажност земљишта је најзначајнији абиотски фактор који утиче на ефикасност ЕПН. Због тога би било неопходно држати влажност земљишта близу польског водног капацитета, чиме би се обезбиједили оптимални услови за дјеловање нематода. Међутим, уколико се третирају имага, онда се период апликације помјера за неких мјесец до 45 дана, чиме

се обезбеђују бољи еколошки услови за дјеловање нематода. Температура земљишта у вријеме еклозије имага је значајно нижа у односу на вријесме када ларви падају на земљу. У условима сјеверне БиХ почетак цвјетања шљиве и еклозије имага осица шљиве у периоду 2012-2016. године се кретао од средине марта до средине априла. Поред тога еклозија имага се дешава кроз знатно краћи период времена у поређењу са силаском ларви у земљиште.

Ефикасност ЕПН у полуkontrolisanim пољским огледима за сузбијање имага осица шљиве је варирала током три године. Ипак, *S. feltiae* се показала као врста која посједује најбољи потенцијал за сузбијање осица шљиве. Разлог за ово би могао бити и температура у вријеме апликације и очекиваног дјеловања нематода. Током цвјетања, температуре земљишта су нешто ниже и врсте које су активније на нижим температурима имају повољније услове. Варијација у ефикасности у појединим огледима у различitim годинама може бити због ралике у временским приликама. Када су апликацији нематода претходиле оборине ефикасност је ишла и до 100%.

У огледима на отвореном пољу ефикасност *S. feltiae* зависила је од концентрације нематода и временских услова прије и током апликације. Највећа ефикасност је постигнута у условима када су нематоде аплициране током кишне. Поред тога у овом воћњаку редни простор је био без присуних корова. Апликација ЕПН са 0.2 l/m^2 плус 0.2 l/m^2 воде у року од 30 мин у редном простору на отвореном је дала много мању ефикасност у односу на апликацију нематода у 0.75 l/m^2 плус 1.5 l/m^2 воде непосредно након апликације нематода. Аплициране нематоде треба да доспију на површински слој земљишта, јер је земљиште много повољније станиште за ЕПН у односу на површину листа. У случају када се апликација врши по трави, потребно је значајно више воде да би нематоде доспјеле на површину земље. Апликација нематода са 10 000 литара воде по хектару не чини се изводљивом за производњу. Такође кишни период не претходи увијек еклозији имага. Чак и у случају кишног периода, нагиби воћњака често не дозвољавају апликацију нематода током падавина. Механичка или хемијска обрада редног простора, чиме би се постигло да у вријеме апликације нематода нема травног покривача, дала би значајно повољније услове за апликацију нематода. Када је земљиште било влажно и када су ЕПН аплициране са довољном количином воде њихова ефикасност је достигла ефикасност инсектицида. Такође, обезбеђењем оптималних услова апликације могла би се смањивати и доза ЕПН, чиме би се утицало на смањење цијене коштања сузбијања осица шљиве овим биолошким агенсом.

Резултати еклозије имага осица шљиве. Еклозија имага осице шљиве у условима Литваније је почетком маја (Tamošiunas, et al., 2014). Модел који предвиђа појаву имага је заснован на суми ефективних температура од првог априла. Међутим, у овом истраживању у условима сјеверне БиХ почетак еклозије имага се дешавао у периоду од 12.03. до 12.04. сугеришући да је за услове БиХ потребан другачији модел. Најмања вриједност стандардне девијације акумулираних вриједности температуре за земљиште на дубини од 5 cm од времена хватања првог имага током петогодишњег истраживања, била је када је акумулација почињала првог јануара, док је за температуру ваздуха то било 15.01. Акумулирана сума средњих дневних температура изнад прага развоја је износила $169 \pm 10 \text{ DD}$ за земљиште и $181 \pm 8 \text{ DD}$ за ваздух када је за температурни праг развоја одабрана вриједност од 4°C . Да би се избегло кашњење у апликацији средстава у пракси се за тренутак апликације препоручује да се од средње вриједности одузме двострука вриједност стандардне девијације. С тога би у случају да се прати температура земљишта апликација требала бити када се акумулира 149 DD од 01.01., а за температуру ваздуха 165 DD када се акумулација почне од 15.01. У оба случаја температурни праг је 4°C .

Резултати овог истраживања су показали да се ЕПН могу успешно користити за сузбијање осица шљиве у одређеним условима. Ипак, биолошко сузбијање осица

шљиве је још увијек скупље од сузбијања синтетисаним инсектицидима. У другу руку цијесна коштања производње ЕПН се стално смањују, чиме се стављају у бољу позицију за коришћење од стране производњача. Ипак производњачи немају друге могућности за сузбијање осица шљиве у органској производњи. Стога би ЕПН могле бити укључене у сузбијање осица шљиве. У процесу планирања сузбијања осица шљиве производњачи треба да имају на уму да се ради о штеточинама које имају једну генерацију годишње. То значи да уколико се квалитетна апликација изврши током двије године, у наредној години осице шљиве не би требало да могу причинити економске штете. Поред тога, ако се узме у обзир сличност у животном циклусу јабукине и крушкине осице, резултати овог истраживања се могу екстраполирати и за сузбијање ових штеточина, те примјенити сличан концепт сузбијања.

2. Добијени резултати су јасно приказани, те адекватно критички анализирани и интерпретирани. Сазнања до којих се дошло кроз истраживање су веома добро смјештена у контексту литературе која описује сличну проблематику. Кандидат је јасно образложио како његова достигнућа доприносе рјешавању одређене проблематике, као и значај самих достигнућа са научног и практичног аспекта.
3. Најзначајнији научни резултати научног истраживања су:
 - I. Утврђено је присуство четири врсте ЕПН на територији БиХ: *S. feltiae*, *S. kraussei*, *S. carposcae* и *H. bacteriophora*.
 - II. Стадијуми ларве и имага осице шљиве се могу сузбијати ентомопатогеним нематодама. При одређеним условима ЕПН се могу успешно користити за сузбијање осица шљиве.
 - III. Већа ефикасност ЕПН у сузбијању осица шљиве се може постићи тачнијом апликацијом, која је заснована на примјени модела за одређивања почетка лета имага осице.

Кандидат је навео да се резултати његових истраживања могу интерполирати и за блиске штетне организме осице јабуке и крушке. Такође навео је да је могуће да се сузбијањем осица шљиве може мажда истим третманом сузбити и шљивин савијач.

- 1) Укратко навести резултате до којих је кандидат дошао;
- 2) Оцијенити да ли су добијени резултати јасно приказани, правилно, логично и јасно тумачени, упоређујући са резултатима других аутора и да ли је кандидат при томе испољавао довољно критичности;
- 3) Посебно је важно истаћи до којих нових сазнања се дошло у истраживању, који је њихов теоријски и практични допринос, као и који нови истраживачки задаци се на основу њих могу утврдити или назирати.

VII ЗАКЉУЧАК И ПРИЈЕДЛОГ

1. Дисертација кандидата мр Бранимира Њежића обрађује примјену ентомопатогених нематода за сузбијање осица шљиве, као једених од најважнијих штеточина ове воћне врсте. Прегледом доступне литературе је утврђено да досада нема података о успешном сузбијању осица шљиве са ЕПН или другим биолошким агенсима. Истраживање је обављено у лабораторијским, полуkontrolisanim пољским и пољским условима с циљем испитивања могућности сузбијања поједињих стадијума осице шљиве ентомопатогеним нематодама. Да би се поспешила ефикасност примјене ЕПН проучавани су и параметри животног циклуса осице шљиве. Такође, мониторинг на присуство врста ЕПН на територији БиХ је био један од предмета истраживања, што је рађено с циљем остваривања могућности за регистрацију препарата на бази ЕПН. Поред тога, резултати добијени кроз ово истраживање могу се примјенити и за моделирање сузбијања сродних врста јабукине и крушкине осице.

Дисертација је јасно написана и добро документована. Текст је добро написан на јасан и концизан начин. Резултати су јасни и презентовани на јасан начин. Хипотеза је јасно аргументована. Закључци потврђују да је циљ истраживања успешно остварен. Најважнији резултати истраживања су представљени на већем број интернационалних и националних научних скупова.

Дисертација представља висок ниво оригиналног научног рада. Она укључује резличите аспекте рада. Отвара потпуно нове могућности за биолошку контролу осица шљиве ентомопатогеним нематодама, приказује нове параметре животног циклуса ових штеточина и рас прострањеност врста ЕПН у БиХ.

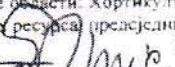
2. На основу спроведеног увида, анализа и закључака, Комисија једногласно предлаже Наставно-научном вијећу Пољопривредног факултета у Бањој Луци да прихвати овај позитиван извјештај и прослиједи у даљу процедуру ка Сенату Универзитета у Бањој Луци, и да се кандидату одобри јавна одбрана.

- 1) Навести најзначајније чињенице што тези даје научну вриједност, ако исте постоје затим позитивну вриједност самој тези;
- 2) На основу укупне оцене дисертације комисија предлаже:
 - да се докторска дисертација прихвати, а кандидату одобри одбрана;
 - да се докторска дисертација враћа кандидату на дораду (да се допуни или изменјени) или,
 - да се докторска дисертација одбија.

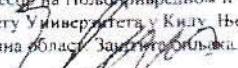
Датум и место: Бања Лука – Кил – Подгорица – Познан – Љубљана 28.07.2017

ПОТПИСИ ЧЛНОВА КОМИСИЈЕ

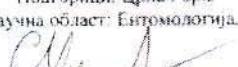
1. Проф. др Гордана Ђурић,
редовни професор Пољопривредног факултета Универзитета у
Бањој Луци, ужа научна област: Хортикултура и Очување
генетичких ресурса, предсједник



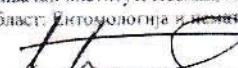
2. Проф др Ралф Удо Елерс,
ванредни професор из Пољопривредном и прехрамбеном
факултету Универзитета у Килу, Немачка,
ужа научна област: Заштита биљака, ментор



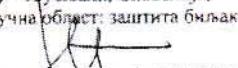
3. Проф. др Сњежана Хрчић,
редовни професор, Биотехничког факултета Универзитета у
Подгорици, Црна Гора,
ужа научна област: Ентомологија, члан



4. Проф. др Marek Tomalak,
редовни професор, Институт за заштиту биља – Национални
истраживачки институт, Познан, Польска,
ужа научна област: Ентомологија и нематологија, члан



5. Проф. др Станислав Трдан,
редовни професор, Биотехничког факултета Универзитета у
Љубљани, Словенија,
ужа научна област: заштита биљака, члан



ИЗДВОЈЕНО МИШЉЕЊЕ: Члан комисије који не жели да потпише извјештај јер се не слаже са мишљењем већине чланова комисије, дужан је да унесе у извјештај образложение, односно разлог због којих не жели да потпише извјештај.