STRUKTURA ZAJEDNICE NEMATODA U RAZNIM KULTURAMA NA EKO IMANJU VILIN ŠAPAT U POŽEŠKOM MARKOVCU 2015. GODINE

Siber, Tamara

Master's thesis / Diplomski rad

2017

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Faculty of agriculture / Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Poljoprivredni fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:151:470292

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

Download date / Datum preuzimanja: **2024-04-24**

Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku
Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek

Repository / Repozitorij:

Repository of the Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek - Repository of the Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek

zir.nsk.hr

dabar
DIGITALNI AKADEMSKI ARHIVI I REPOZITORIJI

SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU

POLJOPRIVREDNI FAKULTET U OSIJEKU

Tamara Siber, apsolvent

Sveučilišni diplomski studij Bilinogojstvo

Smjer Zaštita bilja

STRUKTURA ZAJEDNICE NEMATODA U RAZNIM KULTURAMA NA EKO IMANJU VILIN ŠAPAT U POŽEŠKOM MARKOVCU 2015. GODINE

Diplomski rad

Osijek, 2017.

SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU

POLJOPRIVREDNI FAKULTET U OSIJEKU

Tamara Siber

Sveučilišni diplomski studij Bilinogojstvo

Smjer Zaštita bilja

STRUKTURA ZAJEDNICE NEMATODA U RAZNIM KULTURAMA NA EKO IMANJU VILIN ŠAPAT U POŽEŠKOM MARKOVCU 2015. GODINE

Diplomski rad

Povjerenstvo za ocjenu i obranu diplomskog rada:

1. Prof. dr. sc. Emilija Raspudić, predsjednica
2. Prof. dr. sc. Mirjana Brmež, mentorica
3. Prof. dr. sc. Karolina Vrandečić, članica

Osijek, 2017.

SADRŽAJ

1. UVOD 1
1.1. Eko imanje Vilin šapat 2
1.2. Cilj diplomskog rada 2
2. PREGLED LITERATURE 3
3. MATERIJAL I METODE 10
4. REZULTATI 13
4.1. Analiza brojnosti i bioraznolikosti rodova 13
4.2. Analiza trofičkih grupa nematoda 16
4.3. Analiza indeksa uznemirenja i ekoloških indeksa 22
5. RASPRAVA 23
6. ZAKLJUČAK 26
7. LITERATURA 28
8. SAŽETAK 32
9. SUMMARY 33
10. POPIS TABLICA 34
11. POPIS SLIKA 34
12. POPIS GRAFIKONA 35

Temeljna dokumentacijska kartica

Basic documentation card

1. UVOD

Nematode predstavljaju najbrojniju skupinu višestaničnih organizama koja je prisutna u gotovo svim biotipovima (Sohlenius, 1980.). Prema Bongers i Ferris (1999.), četiri od pet višestaničnih organizama pripada nematodama. Naseljavaju tla, vodene biotipove - oceane, rijeke i jezera, polarne krajeve, a osim biljaka mogu parazitirati životinje i čovjeka. Jedni su od rijetkih organizama koji preživljavaju i najsurovije uvijete Antarktike (Andrassy, 2007.).

Nematode koje žive u tlu u potpunosti su ovisne o količini vode, tj. one žive u filmu vode oko čestice tla. Osim što na njihov život utječu uvjeti u okolini, također ostvaruju i mnogo interakcija u tlu, od onih s biljkom do onih s drugim organizmima ili mikroorganizmima. Također je poznato kako pojedine nematode preferiraju određene biljne vrste, npr. krumpirova nematoda *Globodera rostochiensis* hrani se na krumpiru. Veliki broj nematoda su korisni organizmi jer sudjeluju u razgradnji organske tvari u tlu, međutim postoje i vrste koje izazivaju ozbiljne štete u poljoprivredi. Mogu izazivati izravne i neizravne štete na poljoprivrednim kulturama, tj. „otvarati vrata“ za ulaz bakterija ili gljivica u biljku te prenositi virusna oboljenja s biljke na biljku (npr. infektivna degeneracija vinove loze).

Biljnoparazitne nematode mogu biti endoparaziti ili ektoparaziti. Endoparaziti u potpunosti ulaze u biljku i tu se hrane i razmnožavaju, dok se ektoparaziti u biljku ubušuju stiletom, a ostatak tijela ostaje izvan biljke (Brmež, 2004.).

Budući da su toliko brojne i prisutne u svim tlima, vrlo se često koriste u ekološkim procjenama kvalitete tla. Pripadaju velikom broju trofičkih grupa, mogu se rangirati po velikom broju kriterija (c-p grupe, dužina života i sl.), lako se uzorkuju i identificiraju, mogu se uzorkovati u svim godišnjim dobima te se zbog toga može reći da reflektiraju stanje pojedinih ekosustava. Mogu indicirati onečišćenja, biljni pokrivač, klimatske promjene i sl. (Brmež, 2004.).

Cilj je ovoga diplomskog rada opisati strukturu zajednice nematoda u više biljnih kultura na eko imanju Vilin šapat u Požeškom Markovcu.

1.1. Eko imanje Vilin šapat

Eko imanje Vilin šapat (Slika 1.) nalazi se u Požeškom Markovcu, u Požeško-slavonskoj županiji. Osnovano je 2008. godine, a bavi se proizvodnjom ljekovitog bilja, bobičastog voća, facelije za pčelinju pašu, heljdu, zob i sl. te proizvodnjom meda. Ljekovito bilje, samoniklo i uzgojeno, suše te prodaju za čajeve, prerađuju u eterična ulja, hidrolate, kreme i druge kozmetičke proizvode.

Od ljekovitih biljaka uzgajaju mentu, timijan, neven, bosiljak, kadulju, melisu i borač, a prikupljaju i samonikle biljke (divlja menta, majčina dušica, gavez, bijeli i crni sljez, stolisnik, trputac, bazga i dr.).

Do sada su prokrčili i priveli kulturi oko 15 ha zemlje. Posjeduju i dva konja.

Slika 1. Dio vrta na eko imanju Vilin Šapat

Izvor: http://www.vilin-sapat.com/site/ekoloski-uzgoj.html

1.2. Cilj diplomskog rada

Cilj je ovoga diplomskog rada opisati zajednicu nematoda u sedam različitih kultura na eko imanju Vilin šapat u 2015. godini kako bi se utvrdilo preferiraju li određene nematode pojedine kulture budući da su sve kulture prisutne na istom tipu tla i u istom klimatskom okruženju. Pretpostavka je da određene zajednice nematoda preferiraju određene kulture te da će se broj rodova, bioraznolikost rodova, trofičke grupe i nematološki indeksi razlikovati među ispitivanim kulturama.

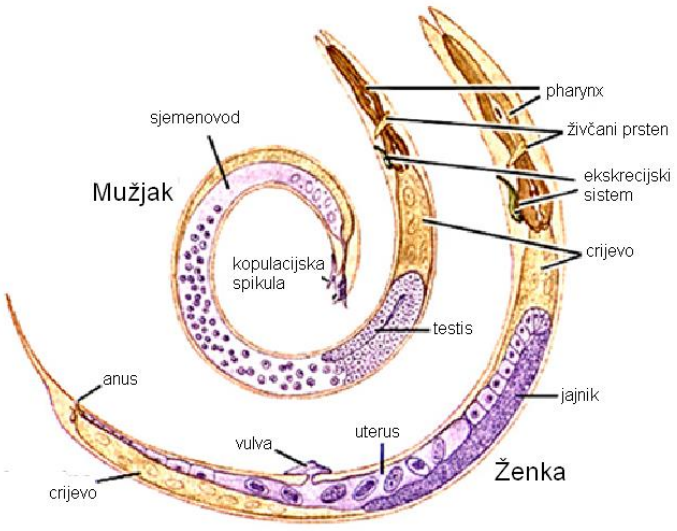
2. PREGLED LITERATURE

Nematode pripadaju: carstvu životinja - ***Animalia***, koljenu **oblenjaci,** razredu **nematode**, podrazredima ***Secernentea*** (***Phasmida***) - predstavnici su tog razreda uglavnom fitoparazitne nematode koje žive u vlažnom tlu - te razredu ***Adenophorea*** (***Aphasmida***) - predstavnici su slobodnoživuće nematode, najčešće žive u morima i rjeđe su paraziti (Oštrec, 1998.).

Nematode imaju jednostavnu građu tijela, raznih su oblika: limunastog, nitastog, crvolikog, vretenastog, kruškolikog i drugog oblika tijela. Boja im ovisi o sadržaju probavnog trakta, a pretežno je mliječnobijela do žuta. Najveći je broj nematoda mikroskopskih dimenzija. Postoje i mnogo veće vrste, ali one uglavnom prazitiraju čovjeka ili životinje.

Tijelo nematoda sastoji se od triju osnovnih dijelova: prednjeg, srednjeg i stražnjeg. Prednji dio čini glava s usnim ustrojem. Građa usnog ustroja ovisi o vrsti hrane kojom se nematode hrane. Srednji dio tijela nematoda počinje iza glave nematoda, a završava kod analnog otvora. Čine ga jednjak, crijeva, probavni i reproduktivni organi. Stražnji ili repni dio počinje iza analnog otvora i proteže se do kraja tijela nematode.

Kod nematoda razlikuju se mužjaci i ženke. Ženke po građi tijela mogu biti cistolike ili crvolike. Mužjaci su crvoliki i uvijek su manji od ženki, a zadnji im je dio tijela povijen kako bi se prihvatili za ženku i kopulirali (Slika 2.).



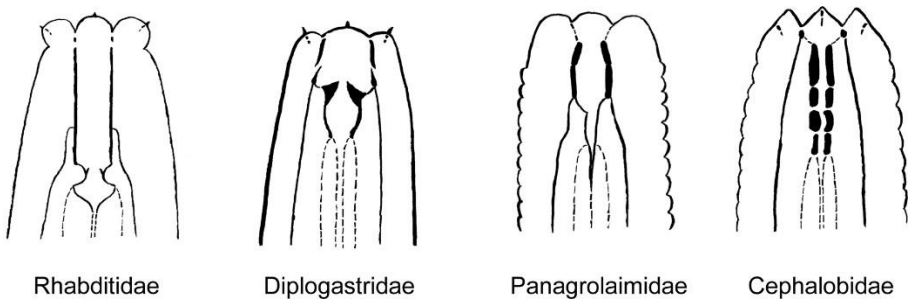
Slika 2**.** Mužjak i ženka nematoda

Izvor: http://sharonapbio-taxonomy.wikispaces.com

Podjela nematoda prema načinu ishrane

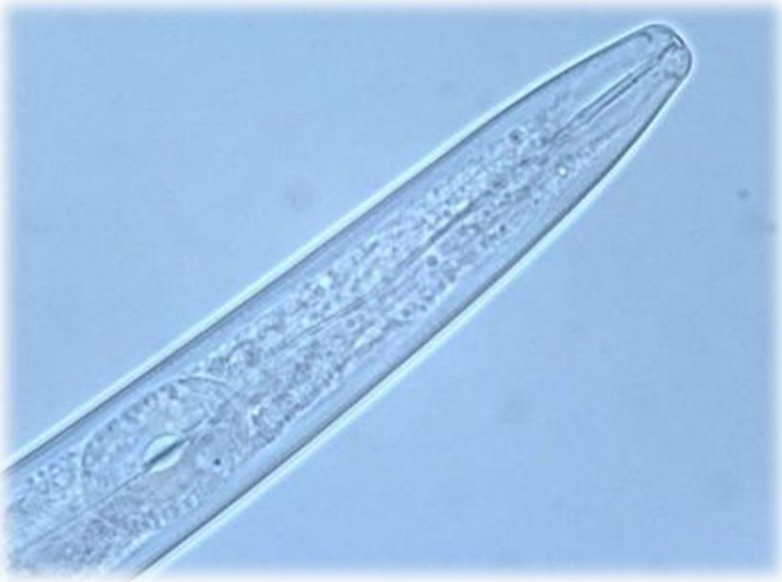
S obzirom na način ishrane, razlikuje se petnaest trofičkih grupa (Yeates i sur., 1993.), ali u tlima je najčešće prisutno pet trofičkih grupa: bakterivore, fungivore, biljni paraziti, omnivore i predatori. Obično u tlima najveću brojnost imaju biljnoparazitne nematode i bakterivore (McSorley, 1997., Brmež, 2004.), a iznimno fungivore u kiselim tlima (Ruess i Funke, 1992.).

Nematode koje pripadaju trofičkoj grupi **bakterivora** na glavi imaju usni ustroj u obliku šupljine, često s različitim izraštajima pomoću kojih ih lakše determiniramo (Slika 3.). Te su nematode bioindikatori onečišćenja tla, a također reflektiraju i povećanu količinu organske tvari u tlu. Predstavnici su rodovi: *Rhabditis, Eucephalobus, Plectus* i dr. (Yeates i sur., 1993.).



Slika 3. Različiti tipovi usnih ustroja kod bakterivora
Izvor: http://www.wormbook.org

Nematode koje pripadaju trofičkoj grupi **fungivora** (Slika 4.) imaju vrlo mali, nježni stilet kojim probijaju hife gljiva i tako se hrane. Često se pri povećanju kiselosti tla povećava i brojnost nematoda fungivora. Predstavnici su rodovi: *Aphelenchus, Aphelenchoides, Ditiylenchus, Filenchus Diphterophora* i dr. One, kao i nematode iz grupe bakterivora, pripadaju sekundarnim razgrađivačima organske tvari u prirodi (Yeates i sur., 1993.).



Slika 4. Nematoda iz grupe fungivora

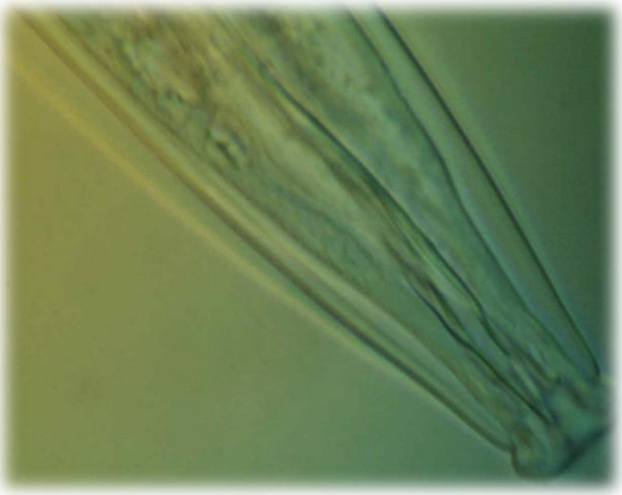
Izvor: http://www.fertilizer.co.za

Nematode koje pripadaju trofičkoj grupi **biljnih parazita** hrane se na ili u biljnom tkivu (ovisno o tome jesu li endoparaziti ili ektoparaziti). Imaju stilet ili bodež kojim probijaju biljne stanice, a na kraju stileta nalaze se guke (Slika 5.). Pripadaju primarnim razgrađivačima organske tvari u prirodi. Predstavnici su rodovi: *Meloidogyne, Pratylenchus, Paratylenchus, Tylenchorhinchus, Xiphinema, Rotylenchus, Helicotylenchus* i dr. (Yeates i sur., 1993.).

Slika 5. Nematoda iz grupe biljnih parazita

Izvor: http://www.wur.nl

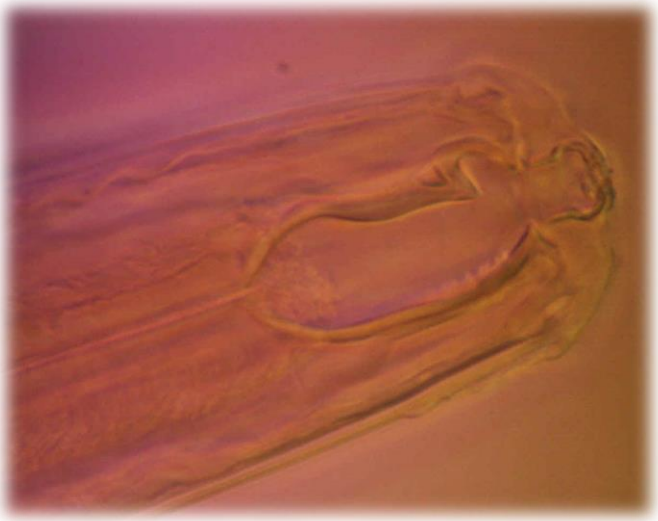
Nematode **omnivore** hrane se različitim vrstama hrane, uglavnom su većih dimenzija (oko 1 mm), imaju dulji životni ciklus od većine bakterivora te su izvrsni indikatori čiste sredine budući da uglavnom ne mogu preživjeti u onečišćenim uvjetima (Slika 6.). Predstavnici su rodovi *Eudorylaimus, Pungentus, Mesodorylaimus* i dr. (Yeates i sur., 1993.).



Slika 6. Nematoda iz grupe omnivora

Izvor: Brmež, M.

Nematode iz grupe **predatora** parazitiraju druge nematode ili neke druge organizme sličnih veličina u tlu (Slika 7.). Predstavnici su čistih ekosustava, a u kruženju tvari u prirodi predstavljaju tercijarne razgrađivače organske tvari. Predstavnici su predatora rodovi *Mononchus, Mylonchulus, Clarkus* i dr. (Yeates i sur., 1993.).



Slika 7. Nematoda iz grupe predatora

Izvor: Brmež, M.

Podjela nematoda po c-p grupama

Bongers (1990.) je klasificirao nematode po načinu i duljini života u kolonizere i perzistere, tzv. c-p grupe. Rangirane su skalom od 1 do 5, pri čemu grupa 1 pripada kolonizerima, grupa 5 perzisterima, a ostale su prijelazne (Bongers i Ferris, 1999.).

Nematode koje pripadaju grupi perzistera žive u čistim sredinama te su vrlo osjetljive na mehanička ili kemijska onečišćenja i uznemirenja u tlu (Brmež, 2004.). Nikada ne pripadaju dominantnoj grupi nematoda u tlu, a brojnost im je uglavnom ujednačena tijekom godine. Životni im je vijek relativno dug, a broj generacija u godini malen. Predstavnici su perzistera nematode iz porodica *Aporcelaimidae*, *Prismatolaimidae, Diphtherophoridae*, *Nygolaimidae* i *Belondiridae* (Brmež, 2004., Benković-Lačić i Brmež, 2013.).

Nematode koje pripadaju grupi kolonizera javljaju se u ranim fazama sukcesije te u vrlo nestabilnim i uznemirenim sredinama. Dobro podnose razna onečišćenja, npr. povišenu količinu nitrata iz gnojiva u tlu ili povećanu količinu teških metala u tlu (Ferris i Tenuta, 2004.). Često su viviparni. Predstavnici su kolonizera nematoda iz porodica *Rhabditidae*, *Diploscapteridae* te *Diplogasteridae* i *Panagrolamidae*.

Korištenje nematoda kao bioindikatora

Nematode predstavljaju najbrojniju skupinu organizama u tlu i jedini su organizmi za koje se može reći da su primarni, sekundarni i tercijarni razgrađivači organske tvari u tlu. Nematode se kao bioindikatore koristi prvenstveno kako bi se proširila znanja o funkcioniranju i osjetljivosti ekosustava tla te ga se tako što dulje održalo ekološki čistim.

U pojedinim je istraživanjima vidljiva tendencija smanjenja ukupnog broja nematoda u nekim tlima, uglavnom zbog promjena klimatskih čimbenika. Tako npr. Hansen i sur. 2006. navode kako je prosječna temperatura porasla za 0,2 ^{o}C po dekadi u posljednjih 30 godina.

Neilsen i sur. 2014. utvrdili su kako je 65 % nematoda u tlu usko povezano s godišnjom količinom padalina, a 58 % s temperaturom.

U istraživanjima u Hrvatskoj Brmež (1999.) izvještava o prosječno 1000 nematoda u 100 g tla u 1997. i 1998. godini u ekosustavu topolika, dok je u nedavnim istraživanjima utvrđeno kako brojnost ne prelazi 200 nematoda na istim ispitivanim mjestima, u prirodnim staništima koja nisu izložena antropogenom utjecaju.

Raspudić (1992.) te Raspudić i sur. (1994.) izvještavaju o 3000 nematoda u 100 g tla pod sojom tijekom više godina (1990. - 1994.), neovisno o vremenu uzorkovanja (prije ili poslije uznemirenja nematofaune u tlu), dok Majić (2009.) izvještava na istim površinama Poljoprivrednog Instituta u Osijeku kako brojnost u soji varira od 317, 204 i 323 od 2005. do 2007. pojedinačno. Osim globalne promjene klime, i godišnja doba također utječu na brojnost nematoda u tlu. Tako je utvrđeno da je najmanja brojnost nematoda u razdoblju od studenog do siječnja, a najveća je brojnost nematoda u razdoblju od travnja do rujna (Yeates, 1982.). Powers i McSorley (1994.) utvrdili su kako su varijacije unutar rodova nematoda više vezane uz godišnja doba nego uz lokalitet.

Yeates (1982.) navodi kako su osim klimatskih i ekoloških čimbenika, vegetacija i kultivacija jednako važne za raznolikost vrsta nematoda. Brmež (2004.) također izvještava o važnosti kulture u formiranju biotskih čimbenika u tlu te navodi kako na broj rodova nematoda više utječe kultura nego način obrade i vrijeme uzorkovanja.

Kako je navedeno, različiti rodovi nematoda preferiraju razne vrste hrane (Yeates i sur., 1993.), a predatori i omnivore najosjetljiviji su na promjene u ekosustavima. Kada dođe do primjena u ekosustavu tla, bilo da su izazvane antropogenim utjecajem ili npr. klimatskim promjenama, to se također odmah reflektira na stanje zajednice nematoda u tlu (Vago i sur., 2006.). Brojni autori proučavali su utjecaj raznih čimbenika na zajednicu nematoda (Ivezić i sur., 2000., Brmež, 2007.). Tako je proučavan utjecaj obrade tla (Freckman i Ettema, 1993.), onečišćenje rijeka (Zullini, 1976.) i onečišćenje zraka (Zullini i Peretti, 1986.) te utjecaj dodavanja organskih gnojiva u tlo (Goede, 1993.), utjecaj teških metala na zajednicu nematoda (Korthals, 1997.) i razna druga praćenja stanja u okolišu (Bongers i Ferris, 1999.).

Kako bi utvrdili utjecaj navodnjavanja i gnojidbe na zajednicu nematoda, Sohlenius i Wasilewska (1984.) proveli su istraživanja na običnom boru (*Pinus sylvestris* L.) i došli do zaključka da kombiniranjem navodnjavanja i gnojidbe (prije svega dodavanjem dušika) brojnost bakterivora raste, dok se brojnost fungivora i omnivora smanjuje. Unosom organskih gnojiva dolazi do uznemirenja tla i povećava se broj kolonizera c-p 1 grupe nematoda. Tijekom sljedeća dva do tri tjedna njihova je dominantnost visoka, a nakon tog razdoblja dominantnost im opada, ali raste dominantnost nematoda c-p 2 grupe (Bongers i Ferris, 1999.). Prema Bošnjak i sur. (2011.), na promjenu zajednice nematoda u tlu utječu gnojidba, obrada tla, toksični elementi, poboljšivači tla i drugi antropogeni utjecaji.

Brmež (1999.) proučavala je zajednice nematoda u devet različitih agroekosustava: pšenica u rotaciji kultura – standardna obrada; pšenica u rotaciji kultura – reducirana obrada; kukuruz – monokultura; šećerna repa; krumpir – klasična zaštita; krumpir – integrirana zaštita; lucerna; travnjak; topolik. Utvrdila je pozitivnu korelaciju između % humusa i ukupnog broja nematoda u tlu te najveću uznemirenost zajednice nematoda u okopavinama (šećerna repa, monokultura kukuruza i krumpir s klasičnom i integriranom zaštitom); najmanje uznemirene zajednice nematoda u tretmanima topolika, travnjaka i lucerne te intermedijalna grupa – zajednice nematoda u tretmanima pšenice s minimalnom i standardnom obradom. Ivezić i sur. (2000.) proučavali su nematode u četirima agroekosustavima (pšenica, kukuruz, šećerna repa i lucerna) te su utvrdili najmanju uznemirenost zajednice nematoda u višegodišnjem usjevu lucerne u odnosu na jednogodišnje kulture.

Strukturu nematoloških zajednica s obzirom na biljku domaćina proučavao je Nombela i sur. (1994.) te su uočili tri velike grupe nematoda : I. je povezana sa žitaricama u rotaciji kultura, II. sa žitaricama u monokulturi i raznim travama, a III. je zajednica nematoda na nekultiviranim tlima.

Yeates (1973.), proučavajući zajednice nematoda iz 14 različitih staništa (vinogradi, travnjaci, tropske prašume i dr.), jedanaest je vrsta izdvojio kao kosmopolite; sedam je vrsta povezao isključivo s tropskim predjelima, dok je dvije vrste pronašao samo na Novom Zelandu.

Yeates (1982.) je na različitim pašnjacima i u različitim godinama opisao varijacije nematofaune te je sedam pašnjaka uzorkovao jednom mjesečno u razdoblju 12 - 36 mjeseci i opisao brojnost, rasprostranjenost i sličnosti među tretmanima.

Ferris & McKenry (1974.) proučavali su zajednicu nematoda na staništima među kojima su travnjaci, pašnjaci, vinogradi i slični agroekosustavi, ali su i mnogi drugi znanstvenici proučavali zajednice nematoda u agroekosustavima šuma, crnogoričnim (Brzeski, 1995; Ruess,1995.) i bjelogoričnim (Yeates, 1972.).

Armendariz & Arpin (1996.) u prirodnom su rezervatu u Francuskoj proučavali odnos nematoda prema starosti šume. Također su proučavali i utjecaj horizontalne i vertikalne distribucije životinja u šumi, na trofičke grupe, zajednice nematoda te na različite vegetacije.

3. MATERIJAL I METODE

Za potrebe su ovoga diplomskog rada nematode uzorkovane u tlu pod različitim biljnim vrstama na eko imanju Vilin šapat, u Požeškom Markovcu tijekom 2015. godine. Obuhvaćeno je uzorkovanje tla na sedam različitih biljnih vrsta i to na paprici, travnjaku, kadifici, pelinu, majčinoj dušici, mrkvi i kamilici. Sva mjesta uzorkovanja nisu udaljena jedno od drugog više od jednoga kilometra.

Uzorci su uzeti 23. listopada 2015. pomoću nematoloških sondi te dostavljeni na Poljoprivredni fakultet Osijek gdje su čuvani u hladnjaku na + 4 C^{o} kako bi se očuvali sve do trenutka izdvajanja nematoda iz tla. Iz svakog uzorka izdvojeno je 100 g tla iz kojega su izdvajane nematode.

Ekstrakcija, odnosno izdvajanje nematoda iz tla provelo se Baermannovom metodom lijevka (Baermann, 1917.) (Slika 8.). Aparatura se sastoji od lijevka, sita, filtar-papira, gumene cjevčice, stezaljke za gumenu cjevčicu te stalaka ili držača lijevka. Postupak je ekstrakcije nematoda iz uzoraka tla sljedeći: na donji dio lijevka stavi se gumena cjevčica kojoj se otvor na dnu zatvori pomoću stezaljke. Lijevak se stavlja na držač ili stalak. U lijevak se stavi sito te filtar-papir kako bi se spriječio prolazak tla u vodu, a omogućio nematodama nesmetan prolaz kroz filtar-papir. Zatim se u lijevak stavlja tlo, lijevak se nadopuni vodom toliko da prelije u potpunosti tlo te se tako ostavi 24 sata. Tako se nematode izdvajaju iz tla, prolaze kroz filtar-papir i sito te se sedimentiraju pri dnu gumene cjevčice, dok uzorak tla ostaje na vrhu sita.

Nakon izdvajanja nematoda iz tla „metodom lijevka“, obavio se pregled, prebrojavanje i determinacija nematoda pod mikroskopom (Slika 9.). Koristili su se sljedeći ključevi: Andrassy, 1984., 1988., 1993.; Bongers, 1994.; Zullini, 1982. te May i Yon, 1975. Zajednica je nematoda determinirana do roda.

Slika 8. Lijevci za izdvajanje nematoda Baermannovom metodom

Izvor: Siber, T.

Slika 9. Mikroskop kojim se pregledavaju i determiniraju nematode

Izvor: Siber, T.

Analiziranje rezultata obuhvaćalo je analizu broja rodova, analizu trofičkih grupa (Yeats i sur., 1993.), analizu indeksa uznemirenja tla, Maturity indeks (MI), Plant parasitic indeks (PPI), PPI/MI te MI (2-5) po Bongersu (1990.) i Bongers (1994.). Također su izračunati ekološki indeksi po Ferris i sur. (2001.), i to Enrichment index i Structure indeks (tablica 1.).

Tablica 1. Indeksi upotrijebljeni u istraživanju

Indeksi	**Formula**	**Literatura**
MI -Maturity index	$\text{MI} = \frac{\sum[v(i) * f(i)]}{n}$	Bongers, 1990.
MI (2-5) - Maturity indeks 2-5	$\text{MI}\ (2-5) = \frac{\sum[v(i) * f(i)\ (bez\ cp1)]}{n}$	Bongers, 1990.
PPI - Plant-parasitic index	$\text{PPI} = \frac{\sum[v(i) * f(i)]}{n}$	Bongers, 1990.
PPI/MI - Maturity index omjer	$\frac{PPI}{MI}$	Bongers i sur., 1997.
EI - Enrichment index	EI = 100 x (e/e+b)	Ferris i sur., 2001.
SI - Structure index	SI = 100 x (s/s+b)	Ferris i sur., 2001

v(i) – c-p vrijednost porodice

f(i) - frekvencija porodice u uzorku

n – ukupan broj jedinki u uzorku

p_i – udio trofičke grupe *i* proporcionalno ukupnoj zajednici nematode

S – broj trofičkih grupa

e – broj bakterivora (c-p 1) i fungivora (c-p 2)

b – broj svih nematoda iz grupe c-p 2

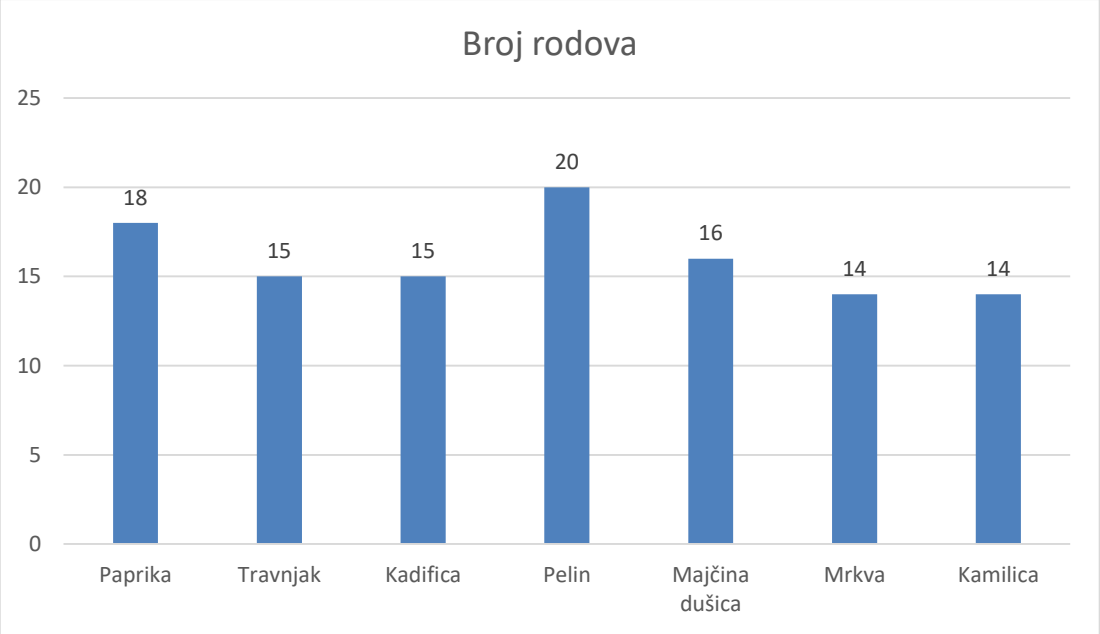
s – broj svih nematode iz grupa c-p 3-5

4. REZULTATI

4.1. Analiza brojnosti i bioraznolikosti rodova

U cjelokupnom istraživanju, u svih sedam uzoraka, ukupno je utvrđeno 37 različitih rodova nematoda, od čega je 17 rodova pripadalo trofičkoj grupi bakterivora, šest rodova grupi fungivora, šest rodova pripadalo je biljnim parazitima, šest omnivorama te tri roda predatorima.

Broj rodova po uzorcima kretao se od 14 u uzorku tla pod mrkvom i kamilicom, do 20 u uzorku tla pod pelinom, što je prikazano grafikonom 1.



Grafikon 1. Broj rodova u uzorcima

Rodovi koji su se pojavili u svih sedam uzoraka tla jesu sljedeći: *Eucephalobus*, *Rhabditis*, *Aphelenchoides*, *Aphelenchus* i *Ditylenchus*. Neki od rodova nematoda bili su prisutni u samo jednom uzorku, npr. rod *Psilenchus* utvrđen je samo u uzorku kamilice. (tablica 3.). U tablici 2. i 3. prikazani su svi rodovu utvrđeni po pojedinim kulturama.

Tablica 2. Utvrđeni rodovi u pojedinim uzorcima tla (bakterivore i fungivore)

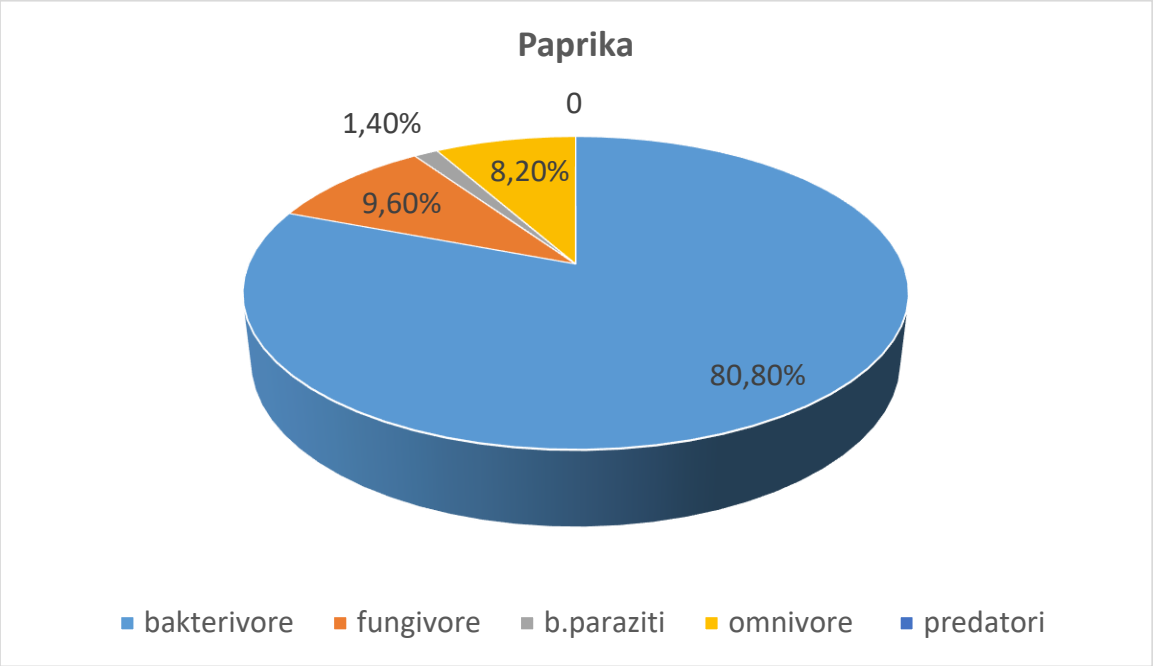
Uzorak tla / Rod nematoda	**paprika**	**travnjak**	**kadifica**	**pelin**	**m.dušica**	**mrkva**	**kamililca**
Bakterivore							
Acrobeles					+		
Acrobeloides		+	+	+	+	+	+
Acrolobus		+					
Alaimus	+	+					
Diploscapter	+						
Eucephalobus	+	+	+	+	+	+	+
Heterocephalobus	+						
Metateratocephalus			+	+		+	+
Monhystera				+			
Panagrobelus	+		+	+			+
Panagrolaimus	+	+		+			
Paramphidelus		+					
Plectus		+	+	+	+		
Rhabditis	+	+	+	+	+	+	+
Teratocephalus			+	+	+		
Turbatrix	+						
Fungivore							
Aphelenchoides	+	+	+	+	+	+	+
Aphelenchus	+	+	+	+	+	+	+
Diphtherophora	+					+	
Ditylenchus	+	+	+	+	+	+	+
Filenchus			+				
Tylencholaimellus	+						

Tablica 3. Utvrđeni rodovi u pojedinim uzorcima tla (biljni paraziti, omnivore i predatori)

Uzorak tla / Rod nematoda	**paprika**	**travnjak**	**kadifica**	**pelin**	**m.dušica**	**mrkva**	**kamililca**
Biljni paraziti							
Helicotylenchus		+		+	+		
Pratylenchus				+	+		
Psilenchus							+
Rotylenchus				+			
Tylenchorhynchus			+	+	+		
Tylenchus	+			+	+	+	+
Omnivore							
Dorylaimus			+				
Eudorylaimus	+	+		+			+
Laimydorus	+						
Mesodorylaimus	+	+	+	+	+	+	
Microdorylaimus		+		+	+	+	
Prodorylaimus						+	
Predatori							
Anatonchus						+	+
Apocerlaimellus						+	+
Oxydirus			+				

4.2. Analiza trofičkih grupa nematoda

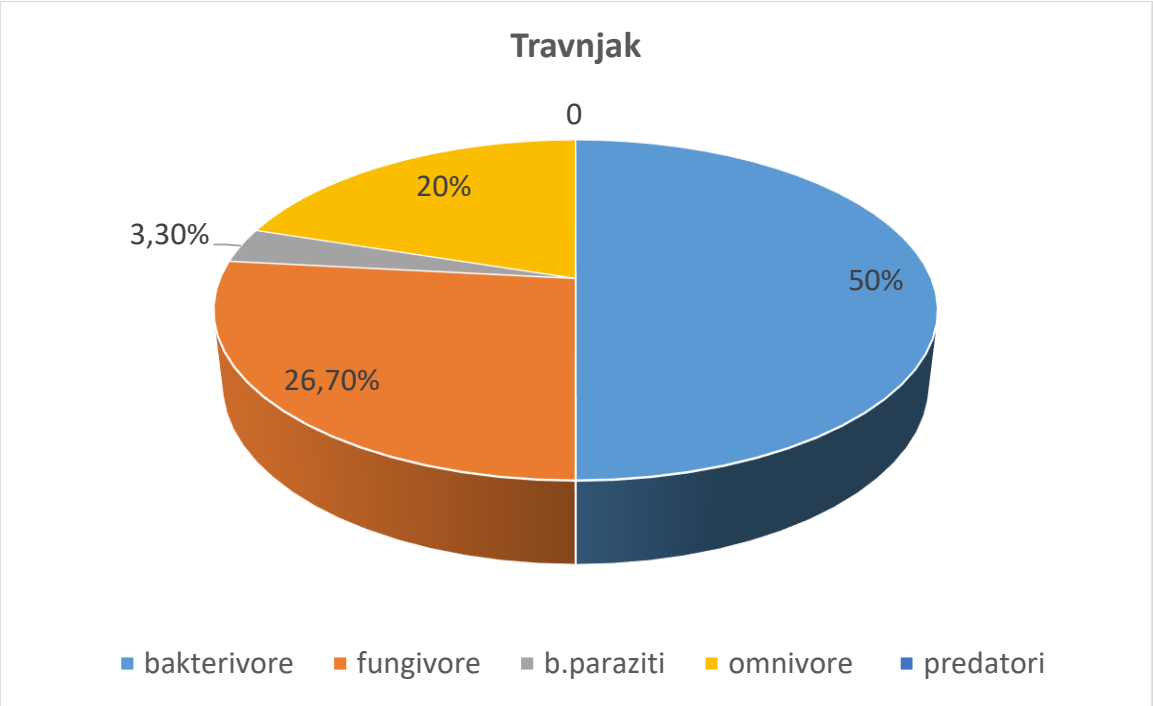
Analizirane su trofičke grupe nematoda u sedam različitih kultura, a rezultati su prikazani grafički po pojedinim kulturama (Grafikoni 2. - 8.).



Grafikon 2. Struktura zajednice nematoda u uzorku tla pod paprikom

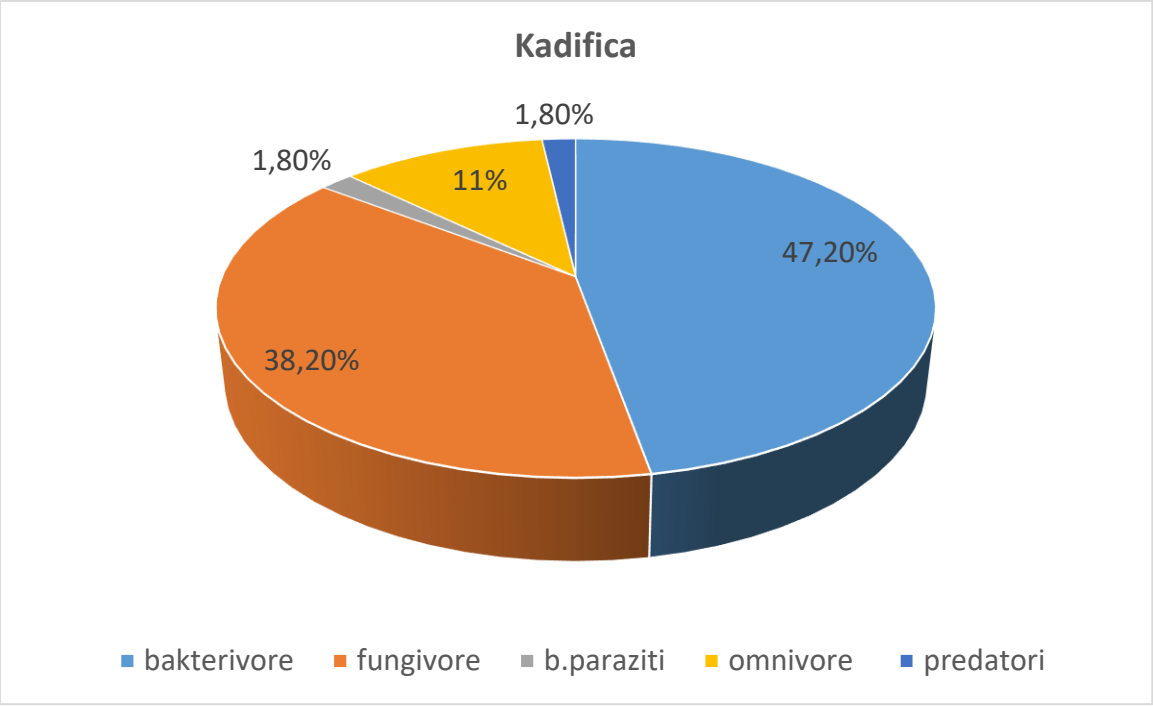
Iz grafikona 2. vidljivo je kako su u uzorku tla pod paprikom najdominantnije nematode bile iz grupe bakterivora. One su bile raspoređene unutar devet različitih rodova. Fungivore i omnivore bile su podjednako zastupljene, dok su biljni paraziti utvrđeni u vrlo malom postotku. Fungivore su bile prisutne s pet različitih rodova, omnivore s trima. Predatori nisu utvrđeni u uzorku paprike.

U uzorku tla pod travnjakom utvrđen je najveći broj nematoda iz grupe bakterivora, slijedile su ih fungivore te omnivore, a biljni paraziti bili su prisutni u vrlo malom broju. Predatori nisu utvrđeni u uzorku tla iz travnjaka (grafikon 3.). Bakterivore su bile zastupljene s 8 različitih rodova, fungivore s trima, omnivore s trima i biljni paraziti sa samo jednim rodom (*Helicotylenchus*).



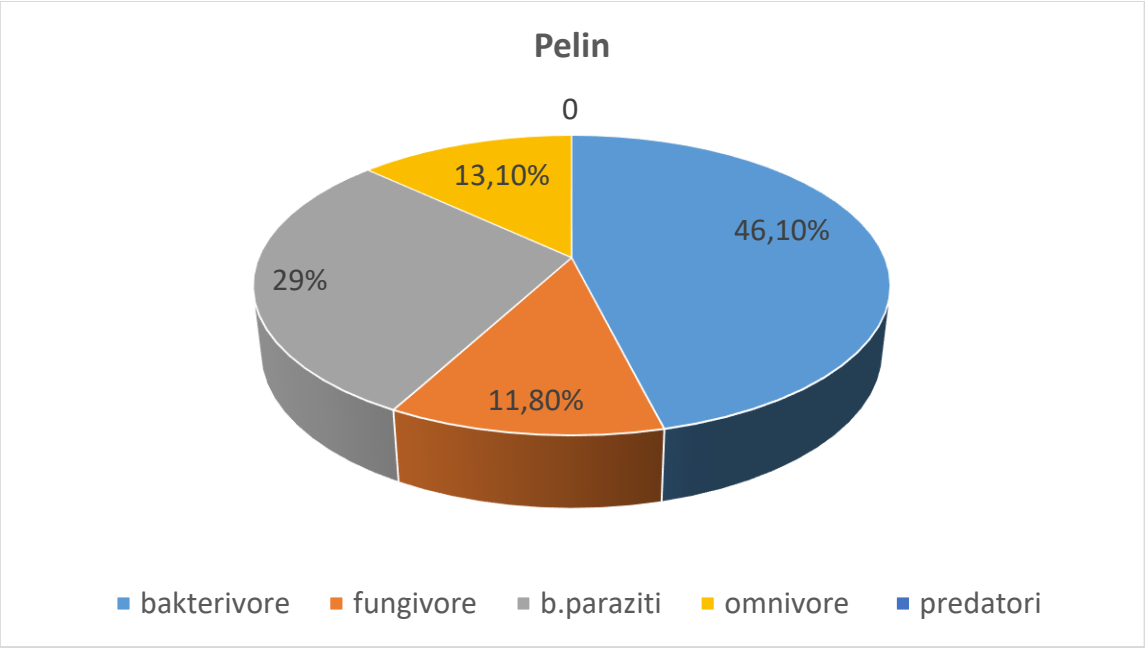
Grafikon 3. Struktura zajednice nematoda u uzorku tla pod travnjakom

U grafikonu 4. prikazana je struktura zajednice nematoda u kadificama. Poznato je da kadifice imaju nematocidno djelovanje i vrlo se često koriste za suzbijanje biljnih parazitnih nematoda.



Grafikon 4. Struktura zajednice nematoda u uzorku tla pod kadificama

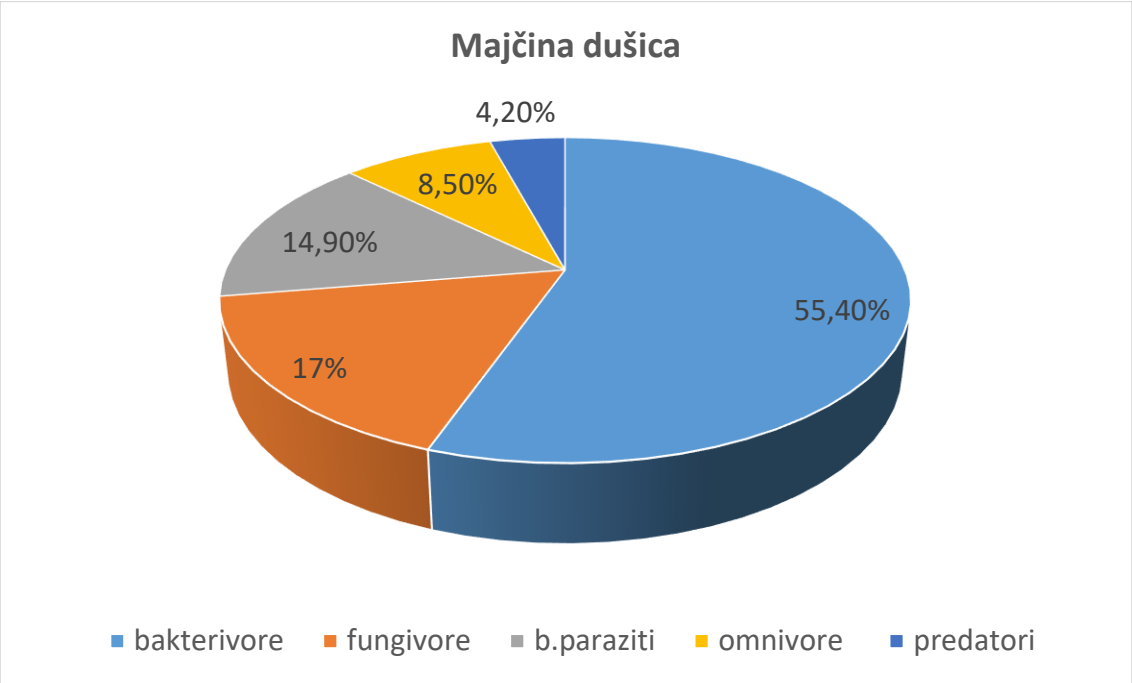
U uzorku pod kadificama najveći broj nematoda pripadao je grupi bakterivora, a zatim su slijedile fungivore i omnivore. Biljni paraziti bili su prisutni u vrlo malom postotku (1,8 %), isto kao i predatori. Bakterivore u uzorku kadifica bile su raspoređene unutar sedam različitih rodova, fungivore unutar četiri roda, omnivore u trima, predatori u jednom, a biljni paraziti također s jednim rodom i to rod *Tylenchorhynchus*.



Grafikon 5. Struktura zajednice nematoda u uzorku tla pod pelinom

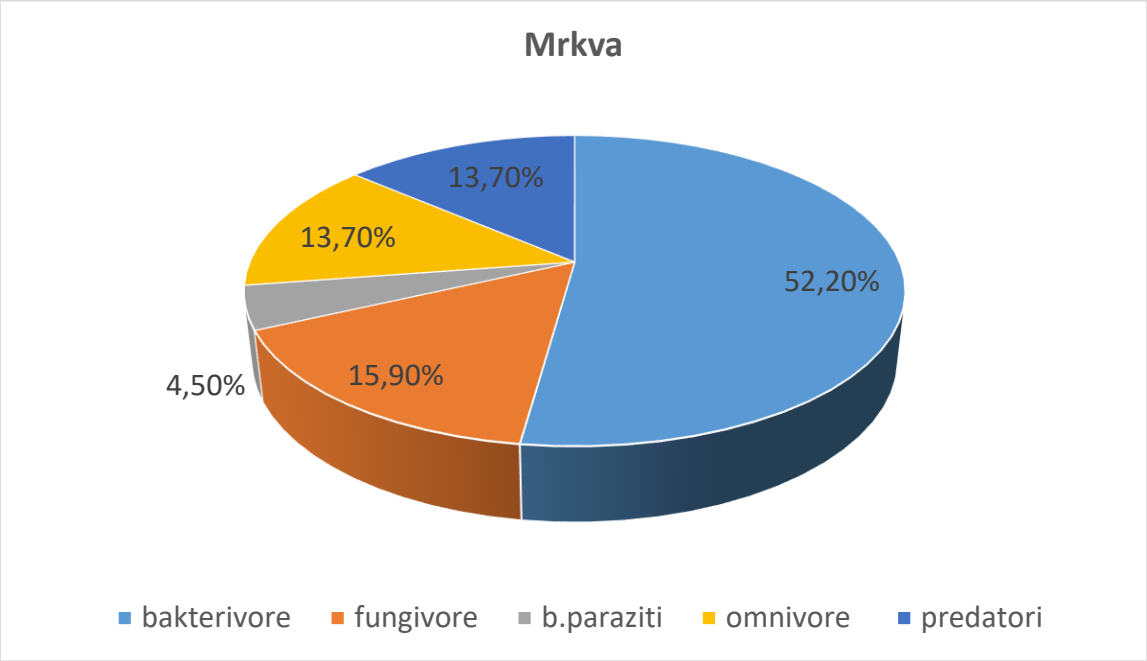
U uzorku tla pod pelinom, kao i u prethodnim uzorcima, dominirale su nematode iz grupe bakterivora. One su bile zastupljene s devet različith rodova. Nakon njih najbrojnije su bile nematode iz grupe biljnih parazita (pet rodova – *Helicotylenchus, Pratylenchus, Rotylenchus, Tylenchorhynchus, Tylenchus)*, dok su onmivore i fungivore bile zastupljene u podjednakim omjerima. Omnivore su bile raspoređenu unutar triju rodova, kao i fungivore. Predatori nisu utvrđeni u uzorku pelina.

U grafikonu 6. prikazana je struktura zajednice nematoda u tlu pod majčinom dušicom (timjanom). Najbrojnije su bile nematode iz grupe bakterivora i to preko 50 % od svih nematoda, raspoređene unutar šest rodova. Slijedile su ih fungivore (tri roda), biljni paraziti (četiri roda – *Helicotylenchus, Pratylenchus, Tylenchorhynchus, Tylenchus*) i predatori. Svi predatori bili su su iz roda *Anatonchus*.



Grafikon 6. Struktura zajednice nematoda u uzorku tla pod majčinom dušicom

U grafikonu 7. prikazana je trofička struktura zajednice nematoda pod mrkvom.

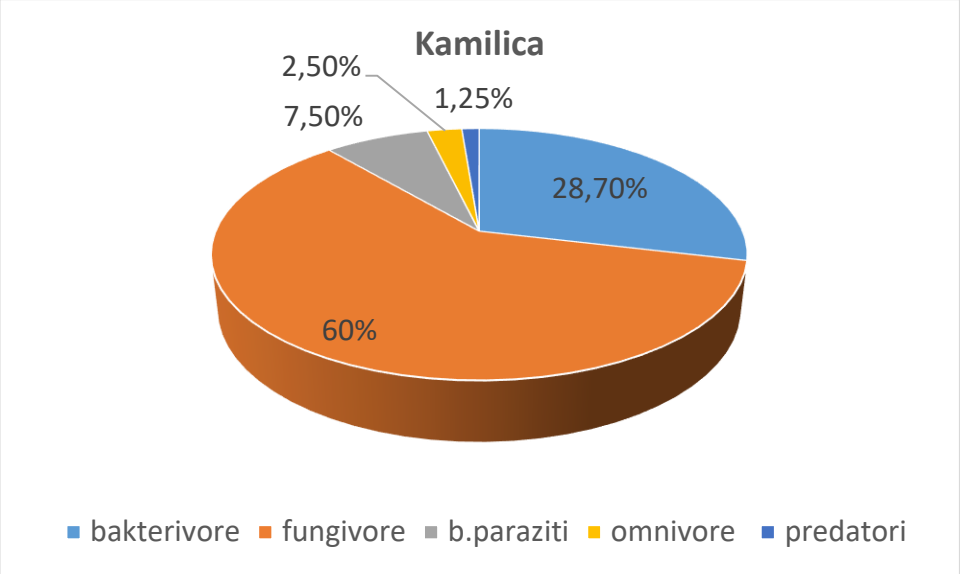


Grafikon 7. Struktura zajednice nematoda u uzorku tla pod mrkvom

Najzastupljenija trofička grupa u mrkvi bile su bakterivore (preko 50 %), a bile su raspoređene unutar samo četiri roda. Slijedile su ih fungivore, također zastupljene u četiri roda te omnivore i predatori koji su prisutni u istom udjelu (13,7 %). Omnivore su bile

raspoređene unutar četiriju različitih rodova, dok su predatori bili raspoređeni unutar dvaju rodova. Biljni paraziti bili su prisutni u relativno maloj brojnosti (ispod 5 %) i to samo s jednim rodom *Tylenchus*.

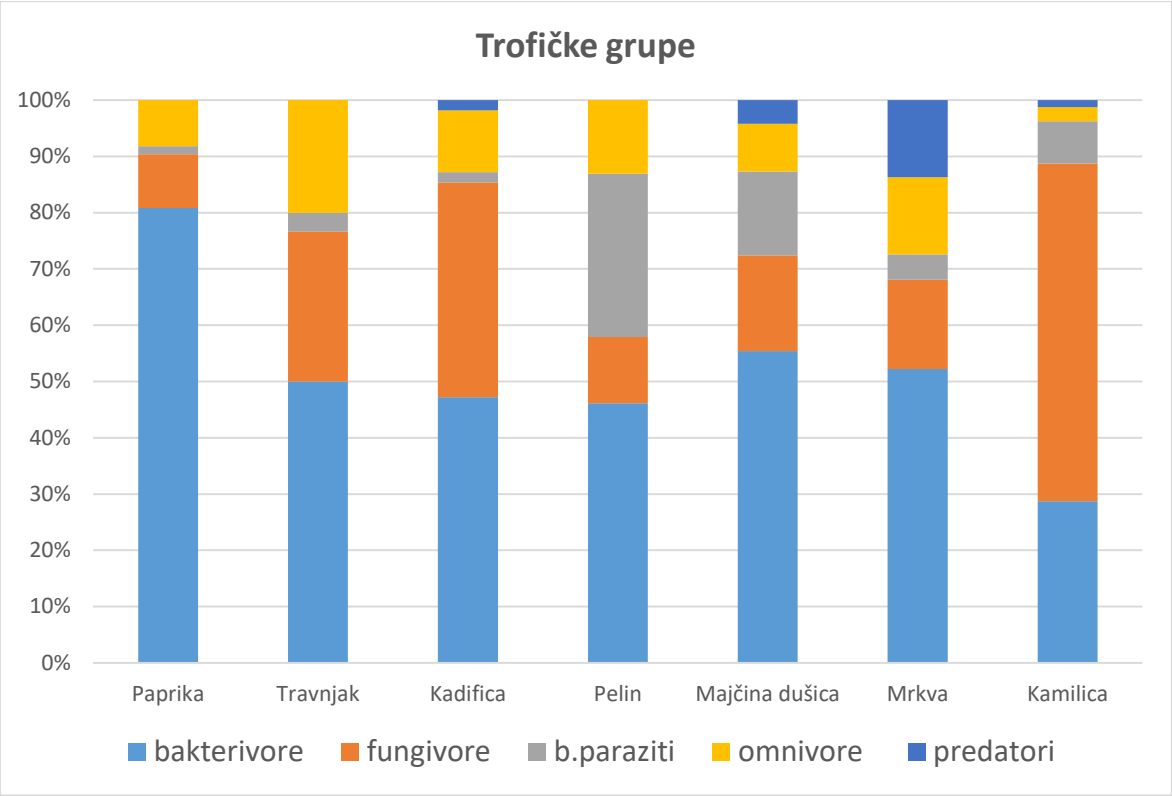
U grafikonu 8. prikazana je trofička bioraznolikost u uzorku tla pod kamilicom.



Grafikon 8. Struktura zajednice nematoda u uzorku tla pod kamilicom

U uzorku tla pod kamilicom, za razliku od svih drugih ispitivanih kultura, dominiraju nematoda iz trofičke grupe fungivora i to sa 60 %. Sve fungivore u kamilici raspoređene su unutar samo triju rodova. Slijede ih bakterivore sa šest rodova te biljni paraziti s tri roda: *Psilenchus* (utvrđen je jedino u kamilici), *Tylenchorhynchus i Tylenchus*. Omnivore su prisutne s jednim rodom, kao i predatori.

Analizom trofičkih grupa svih sedam uzoraka vidljivo je kako su u svim uzorcima dominirale nematode iz trofičke grupe bakterivora, osim u kamilici, gdje su dominirale nematode iz trofičke grupe fungivora (Grafikon 9.).



Grafikon 9. Struktura zajednice nematoda u sedam ispitivanih kultura

Vidljivo je kako su predatori zastupljeni u najmanjem broju u svim uzorcima osim u uzorku mrkve, gdje je utvrđeno više predatora nego biljnih parazita. Najveći broj biljnih parazita u svim ispitivanim kulturama utvrđen je u uzorku pelina, a najmanji postotak u paprici i kadifici. Omnivore su bile prisutne u svim uzorcima s različitim udjelima.

4.3. Analiza indeksa uznemirenja i ekoloških indeksa

Analiza indeksa uznemirenja provodila se izračunavanjem sljedećih parametara: indeksa zrelosti tla (MI), biljnoparazitski indeks (PPI), odnos PPI/MI i analiza MI 2-5 (analiza Maturity indeksa gdje se ne ubrajaju nematode iz c-p grupe 1). Rezultati izračuna vidljivi su u tablici 4.

Tablica 4. Vrijednosti indeksa uznemirenja po kulturama

Kultura	**MI**	**MI (2-5)**	**PPI**	**PPI/MI**
Paprika	1.61	2.76	2	0.002
Travnjak	2.34	2.625	3	1.282
Kadifica	2.426	2.604	3	1.2366
Pelin	2.2963	2.667	2.7273	1.1877
Majčina dušica	2.375	2.447	2.714	1.1427
Mrkva	2.619	2.8378	2	0.7636
Kamilica	2	2.121	2.1667	1.08335

Tablica 5. Vrijednosti ekoloških indeksa po Ferrisu i sur., 1993.

Kultura	**EI**	**SI**
Paprika	91.94	69.51
Travnjak	62.222	64.0212
Kadifica	57.69	65.17
Pelin	66.279	66.66
Majčina dušica	34.78	54.022
Mrkva	53.061	73.49
Kamilica	56.338	21.02

U tablici 5. prikazane su vrijednosti četiriju indeksa po Ferrisu (EI i SI).

5. RASPRAVA

U provedenom istraživanju strukture zajednice nematoda u raznim kulturama na ekoimanju Vilin šapat, u Požeškom Markovcu tijekom 2015. godine utvrđeno je 37 različitih rodova nematoda, a samo sedam rodova bili su zajednički u svim kulturama. Najveća bioraznolikost rodova utvrđena je u tlu pod pelinom koji raste u vrtu (20 rodova nemtoda), slijedio ga je tretman paprike (također u istom vrtu – 18 rodova) te tretman majčine dušice (16 rodova) koja je posijana na otvorenom radi uzgoja za čajeve. Najmanju brojnost imao je tretman mrkve (14 rodova). Poznato je kako je bioraznolikost veća u prirodnim staništima, neometanim antropogenim utjecajem (Brmež, 1999.). Brmež (1999.) proučavajući zajednice nematoda u devet različitih agroekosustava (pšenica- standardna obrada; pšenica – reducirana obrada; krumpir – klasična zaštita; krumpir – integrirana zaštita; lucerna; travnjak; topolik; monokultura kukuruza i šećerna repa) utvrdila je najveći broj rodova u tretmanu topolika (30 rodova) i lucerne (26 rodova), a najmanji u tretmanima krumpira s klasičnom zaštitom (12 rodova). Slične rezultate utvrdio je Thomas (1978.) koji je proučavao zajednice nematoda u kukuruzu pod sedam različitih načina obrade. Utvrdio je najveću brojnost rodova u neobrađenom tlu, a najmanju u tlu preoranom u proljeće i jesen.

Poznato je kako brojnost nematoda varira tijekom različitih godišnjih doba. U ovom istraživanju tlo je uzorkovano u listopadu, što je idealno za uzorkovanje zajednice nematoda jer tada je brojnost u tlu i najveća. Brmež i sur. (2004.) ispitivali su dinamiku populacije nematoda u pšenici tijekom vegetacije i za razliku od većine dostupnih literaturnih navoda, utvrdili su najveću bioraznolikost rodova u travnju, a najmanju u listopadu, tj. kako je brojnost rodova nematoda rasla tijekom vegetacije pšenice.

U ovom provedenom istraživanju ispitivanja strukture zajdnice nematoda u sedam različitih kultura utvrđena je prisutnost pet različitih trofičkih grupa nematoda. Svih pet grupa bilo je prisutno u tretmanima kadifice, majčine dušice, mrkve i kamilice, dok predatori nisu utvrđeni u tlu pod paprici, travnjaku i pelinu. Verschoor i sur. (2001.) utvrdili su dominantnost rodova *Pratylenchus, Tylenchus, Aphelenchoides* u gornjih 10 cm na travnjaku, dok je u ovom istraživanju u tretmanu travnjaka najdominantniji bio rod *Aphelenchus*.

U ovom istraživnju u svim tretmanima najdominantnije su bile nematode iz trofičke grupe bakterivora. Slične rezultate prikazali su brojni autori (Popovici i Cibonau, 2000., Freckman i Etttema, 1993.). Wei i sur. (2012.) utvrdili su kako se porastom količine dušika povećava i brojnost bakterivora.

Fungivore su bile najzastupljenije u tretmanu pod kamilicom, a poznato je kako je njihova brojnost vrlo često vezana za povećanje kiselosti tla. Tako je Ruess i sur. 1993. utvrdila kako se pri povećanju kiselosti tla povećava i broj fungivora, naročito roda *Aphelenchoides*. U ovom istaživanju u tretmanu kamilice rodovi *Aphelenchus* i *Aphelenchoides* bili su najdominantniji.

Analizirajući indekse uznemirenja tla (MI, MI (2-5), PPI i PPI/MI) može se primijetiti kako je MI najniži u tretmanu paprike. To upućuje na činjenicu da je zajednica nematoda u tretmanu paprike najuznemirenija. Međutim, gledajući indeks MI (2-5), kada se izbaci c-p grupa 1, vidljivo je kako je taj tretman bolji od svih ostalih, osim od tretmana mrkve. To upućuje na zaključak da je u tretmanu paprike postojao velik broj nematoda iz c-p grupe 1, tzv. kolonizera koji su utjecali na smanjenje MI. To su nematode rodova *Rhabditis, Panagrobelus i Panagrolaimus* koji se u velikom broju namnože odmah nakon uznemirenja, a u tetmanu paprike vjerojatno je tlo bilo uznemireno obradom ili unosom organskog gnojiva.

Brojni autori izvještavaju o nižim vrijednostima MI u uznemirenijim agroekosustavima. Tako je npr. Brmež 2004. utvrdila najveće vrijednosti MI u topoliku, a niže u pšenici i kukuruzu. Utvrdila je kako su se vrijednosti PPI kretale obrnuto od MI, tj. najniža vrijednost utvrđena je u tretmanu topolika, a više u tretmanima pšenice i kukuruza.

U ovom istraživanju EI najviše vrijednosti imao je u tretmanu paprike. To je indeks obogaćenja tla, a tretman paprike imao je velik broj nematoda iz grupe kolonizera. Gnojidbom tla stajskim gnojem (budući da je tlo u ekološkoj proizvodnji) rastao je broj nematoda iz porodice *Rhabditidae*, a to je utjecalo na povećanje EI. SI (strukturni indeks) najveći je u tretmanu mrkve što upućuje na činjenicu kako je tlo pod kojim se mrkva uzgaja dobro strukturirano. Ono je već godinama u ekološkoj proizvodnji i na pravilan se način održava zdravlje tla. Slične rezultate potvrđuje i Benković-Lačić (2012.) u doktorskoj disertaciji. Ona navodi kako se EI kretao od 70-80 u tretmanima u kojima je primijenjen stajski gnoj (konjski, goveđi, pileći i svinjski).

Najniži SI (Strukturni indeks) u ovom istraživanju utvrđen je u uzorku pod kamilicom što bi značilo da tlo nije dobro strukturirano, a kako je već navedeno, uzorak tla pod kamilicom imao je samo jedan rod nematoda koje pripadaju omnivorama, dok su svi drugi imali po dva ili više. U istaživnju Benković-Lačić i sur. (2013.) utvrđen je najveći SI u kontrolnim uzorcima, zatim u tretmanu s govođim stajnjakom, a najmanji u tretmanu s mineralnim gnojivima i konjskim stajnjakom.

6. ZAKLJUČAK

Istraživanjem provedenim 2015. godine na ekoimanju Vilin šapat analizirana je zajednica nematoda u sedam različitih kultura koje se nalaze u istom klimatskom okruženju i na istom tipu tla.

Rezultati istraživanja upućuju na sljedeće zaključke:

1. U istraživanju je ukupno utvrđeno 37 različitih rodova, a broj rodova po uzorcima kretao se od 14 (u uzorku pod mrkvom) do 20 (u uzorku pod pelinom).
2. Rodovi nematoda *Eucephalabus, Rhabditis, Aphelenchoides, Aphelenchus* i *Ditylenchus* pojavili su se u svih sedam ispitivanih kultura.
3. U provedenom istraživanju utvrđeno je pet različitih trofičkih grupa nematoda. U tlu pod majčinom dušicom, mrkvom, kamilicom i kadificom je utvrđeno svih pet trofičkih grupa. U tlu pod paprikom, travnjakom i pelinom nematode iz trofičke grupe predatora nisu utvrđene.

   U svim uzorcima dominirale su nematode iz trofičke grupe bakterivora, osim u uzorku pod kamilicom gdje su dominirale fungivore. Predatori su bili zastupljeni u najmanjem broju uzoraka, ali je u uzorku mrkve utvrđeno više predatora nego biljnih parazita.

   U uzorku pod kadificama broj biljnih parazita bio je u vrlo malom postotku, a poznato je nematocidno djelovanje kadifica i njihovo korištenje za suzbijanje biljnih parazitnih nematoda. U uzorku pod kamilicom najzastupljenije su bile nematode iz trofičke grupe fungivora.

   Analizirajući indekse uznemirenja tla utvrdilo se kako je MI najlošiji kod uzorka pod paprikom. Međutim, gledajući indeks MI (2-5) (isključujući grupu c-p 1) vidljivo je da je uzorak pod paprikom imao stabilnu zajednicu nematoda, odmah iza mkrve. Najbolje vrijednosti MI (2-5) bile su u uzorku pod mrkvom.
4. Najviše vrijednosti EI (indeks obogaćenja tla) imao je uzorak pod paprikom. Zbog gnojidbe, rastao je broj nematoda iz grupe kolonizera što je utjecalo na povećanje EI-ja. Najniži SI je utvrđen u uzorku pod kamilicom. SI je bio najveći u uzorku pod mrkvom što upućuje na to da je tlo pod mrkvom dobro strukturirano i na pravilan se način održava zdravlje tla.

Iz navedenih rezultata može se zaključiti kako je uzorak mrkve pokazao najbolje vrijednosti nematoloških i ekoloških indeksa. Zatim slijedi uzorak pod pelina koji je ujedno pokazao najveću bioraznolikost rodova nematoda, dok je uzorak pod mrkvom imao najmanji broj rodova i to najmanju brojnost biljnih parazita. S obzirom na to da su SI vrijednosti u uzorku pod mrkvom najveće, zaključuje se da je tlo dobro strukturirano i održavano.

7. LITERATURA

1. Andrassy, I., Gibson, J.A.E. (2007.): Nematodes from saline and freshwater lakes of the Vestfold Hills, East Antarctica, including the description of *Hypodontolaimus antarcticus* sp. n. Polar Biology 30 (6): 669-678.
2. Andrassy, J. (1984.): Klasse nematoda. Gustav Fisher Verlag. Stuttgart. pp. 509.
3. Andrassy, J. (1988.): The superfamily Dorylamoidea (Nematoda) – a review of Family Dorylaimidae. Opus. Zoologica Budapest 23: 3-63.
4. Andrassy, J. (1993.): A taxonomic survey of family Mononchidae (Nematoda). Acta Zoologica Hungaricae. 39: 13-60.
5. Armendariz, I. & Arpin, P. (1996.): Nematodes and their relationship to forest dynamics: I. Species and trophic groups. Biol. Fertil. Soils 23: 405-413.
6. Baermann, G. (1917.): Eine einfache Methode zur Auffindung von Ankylostomum (Nematoden) Larven in Erdproben. Petoemboekan. pp. 41-47.
7. Benković-Lačić, T. (2012.): Nematode kao bioindikatori ekološkog stanja tla. Doktorska disertacija, Poljoprivredni fakultet u Osijeku. pp. 126.
8. Benković-Lačić, T., Brmež, M. (2013.): Nematode – bioindikatori promjena u agroekosustavu. Agronomski glasnik. 1/2013: 43-5.
9. Benković-Lačić, T., Brmež, M., Ivezić, M., Raspudić, E., Pribetić, D., Lončarić, Z., Grubišić, D. (2013.): Influence of organic and inorganic fertilizers on nematode communities in cornfield. Bulgarian Journal of Agricultural Science. 19(2): 235 – 240.
10. Bongers, T. (1990.): The maturity index: an ecological measure of environmental disturbance based on nematode species composition. Oecologia 83(1): 14-19.
11. Bongers, T. (1994.): De Nematoden van Nederland. KNNV-bibliotheekuitgave 46. Pirola, Schoorl. pp. 408.
12. Bongers, T. i Ferris H. (1999.): Nematode community structure as a bioindicator in environmental monitoring. Trends in Ecology & Evolution 14(6): 224-228.
13. Bošnjak, A., Benković-Lačić, T., Brmež, M., Ivezić, M., Raspudić, E., Majić, I., Sarajlić, A. (2011.): Nematode kao bioindikatori zdravlja tla. Proceeding & abstracts of the 4th international scientific/professional conference Agriculture in nature and environment protection. Stipešević, B., Sorić, R. (ur.) – Vukovar. Osječki list d.o.o., Osijek. 221 – 225.

14. Brmež, M. (1999.): Nematode kao bioindikatori stanja agroekosustava. Magistarski rad. pp. 61.
15. Brmež, M. (2004.): Zajednice nematoda kao bioindikatori promjena u agroekosustavu. Doktorska disertacija. Poljoprivredni fakultet u Osijeku. p.p. 100.
16. Brzeski, M. W. (1995.): Changes of the nematode fauna in the successive age classes of a Scots pine forest. Fragmenta faunicstica 38 (15): 339-344.
17. De Goede, R.G.M. (1993.): Terrestrial nematodes in a changing environment. Agricultural University. Department of Nematology. Wageningen. Netherlands.
18. Ferris, H. & Mc Kenry, V. (1974.): Seasonal fluctuations in the spatial distribution of nematode populations in a California vineyard. Journal of Nem. 6: 203-210.
19. Ferris, H., Bongers, T., De Goede, R. (2004.): Nematode faunal analyses to assess food web enrichment and connectance. Nematology Monograophs & Perspectives 2:503-510.
20. Ferris, H., Bongers, T., de Goede, R.G.M. (2001.): A framework for soil food web diagnostics: extension of the nematode faunal analysis concept. *Applied Soil Ecology* 18 (1): 13-29.
21. Freckman, D. W., Whitford, W. G., Steinberger, Y. (1987.): Effect of irrigation on nematode population dynamics and activity in desert Soils. 3: 3-10.
22. Freckman, D.W. and Ettema C.H. (1993.): Assessing nematode communities in agroecosystems of varying human intervention. Agriculture, Ecosystems & Environment. 45(3-4): 239-261.
23. Hansen, J., M. Sato, R. Ruedy, K. Lo, D.W. Lea, and M. Medina-Elizade (2006.). Global temperature change. Proc. Natl. Acad. Sci., 103, 14288-14293.
24. Ivezić, M., Raspudić, E., Brmež, M. (2000.): Structure of nematode communities in different agroecosystem in Croatia. Helminthologia. 37(3): 165-169.
25. Korthals, G. (1997.): Pollutand-induced changes in terretrial nematode communities.Thesis Landbouwuniveristet Wageningen. pp. 107.
26. Majić, I. (2009). Endoparasitic nematodes of the genus Pratylenchus on soybean. PhD Thesis. Faculty of Agriculture in Osijek, pp. 120.
27. May, W.F., Yon, H. H. (1975.): Pictorial key to genera of plant-parasitic nematodes. Cornell University Press. London. pp. 219.
28. McSorley, R. (1997.): Soil Inhabiting Nematodes, Phylum Nematoda. University of Florida. Institute of Food and Agriculture Sciences.

29. Neilsen, U.N., Ayres, E., Wall, D.H., Li, G., Bardgett, R.D., Wu, T., Garey, J.R. (2014). Global-scale patterns of assemblage structure of soil nematodes in relation to climate and ecosystem properties. Global ecology and biogeography: A Journal of Macroecology, 23 (9), 968–978., DOI: 10.1111/geb.12177.
30. Nombela, G., Navas, A. & Bello, A. (1994.): Structure of the nematofauna in Spanish Mediterranean continental soils. Biol. Fertil. Soils 18: 183-192.
31. Oštrec, Lj. (1998.): Zoologija: Štetne i korisne životinje u poljoprivredi. Zrinski. Čakovec. pp. 232.
32. Popovici, J. & Coleman, M. (2000.): Diversity and distribution of nematode communities in grasslands from Romania in relation to vegetation and soil characteristics. *Applied Soil Ecology* 14: 27-36.
33. Powers, L. E. & McSorley, R. (1994.): Soil nematode community in two tropical pastures. Nematropica 24-2:133-141.
34. Raspudić, E. (1992.). Fitoparazitne nematode soje s posebnim osvrtom na nematode roda Pratylenchus na području Istočne Slavonije i Baranje kao i mogućnost kemijskog suzbijanja. Znanost i praksa u poljoprivredi i prehrambenoj tehnologiji, 22 (1), 111-116.
35. Raspudić, E., Ivezić, M., Šamota, D. (1994.). Pratylenchus species of soybean in Croatia. Bulletin OEPP/EPPO, 24, pp. 399-402.
36. Ruess, L. i Funke, W. (1992.): Effects of experimental acidification on nematode populations in soil cultures. Pedobiologia 36: 231-239.
37. Ruess, L.(1995.): Nematode fauna in spruce forest soils: a qualitative/quantitative comparison. Nematologica 41: 106-124.
38. Ruess, L., Funke, W. & Breunig, A. (1993.): Influence of experimental acidification on nematode, bacteria and fungi: Soil microcosns and fiels experiments. *Zool. Jb. Syst.*120: 189-199.
39. Sohlenius, B. (1980.): Abundance, biomass and contribution to energy flow by soil nematodes in terrestrial ecosystem. Oikos. 34: 186 – 194.
40. Sohlenius, B., Wasilewska, L. (1984.): Influence of irrigation and fertilization on the nematode community in a Swedish pine forest soil. Journal of Applied Ecology. 21: 327-342.
41. Thomas, S. H. (1978.): Population densities of nematodes under seven tillage regimes. Journal of Nem. 10: 25-27.

42. Vago, K., Dobo, E., Singh, M. K. (2006): Predicting the biogeochemical phenomenon of drought and climate variability. Cereal Research Communications 34(1(I)): 93-96.
43. Wei, C., Zheng, H., Li, Q., Lu, X., Yu, Q., Zhang, H., Chen, Q., He, N., Kardol, P., Liang, W., Han, X. (2012.): Nitrogen Addition Regulates Soil Nematode Community Composition throught Ammonium Suppresion.
44. Yeates, G.W. (1972.): Nematoda of a Danish beech forest. I. Methods and general analysis. *Oikos* 23: 178-189
45. Yeates, G.W. (1973.): Abundance and distribution of soil nematodes in samples from the new hebrides. New.Zel.J.of Science, 16-2:727-736.
46. Yeates, G.W. (1982.): Variation in soil nematode diversity under pasture with soil and year. Soil.Biol.Biochem. 16-2: 95-102.
47. Yeates, G.W., Bongers, T. R., De Goede, 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(3): 315–331.
48. Yeates, G.W., T. Bongers, R.G.M. de Goede, D.W. Freckman and S.S. Georgieva (1993.): Feeding habits in nematode families and genera on outline for soil ecologist. Journal of Nematology 25: 315.
49. Zullini, A. (1976.): Nematodes as Indicators of River Pollution. Nematol. medit. 4:13 -22.
50. Zullini, A. (1982.): Nematodi (Nematoda). Consiglio Nacionale delle Ricerche. Italy. p.p. 117.
51. Zullini, A. and Peretti, E. (1986.): Lead Pollution and moss-inhabiting nematodes of an industrial area. Water, Air and Soil Pollution 27:403-410.

Internet izvori:

http://www.vilin-sapat.com/site/ekoloski-uzgoj.html

http://sharonapbio-taxonomy.wikispaces.com

http://www.wormbook.org

http://www.fertilizer.co.za

http://www.wur.nl

8. SAŽETAK

Cilj ovog istraživanja bio je opisati stanje zajednice nematoda u sedam različitih biljnih kultura u ekološkom uzgoju (paprika, travnjak, kadifica, pelin, majčina dušica, mrkva, kamilica) i utvrditi preferiraju li određene nematode pojedinu biljnu kulturu koje se nalaze na istom tipu tla i u istom klimatskom okruženju. Analiza je rezultata obuhvatila analizu broja rodova, trofičkih grupa (Yeates i sur., 1993.), analizu nematoloških indeksa (MI, MI (2-5), PPI, PPI/MI) te analizu ekoloških indeksa (EI i SI).

Uzorci su uzeti pomoću nematoloških sondi. Iz svakog je uzorka izdvojeno 100 g tla iz kojega su se izdvajale nematode. Nakon izdvajanja nematoda obavio se pregled, prebrojavanje rodova i determinacija nematoda pod mikroskopom. Ukupno je utvrđeno 37 različitih rodova. Sedamnaest je rodova pripadalo trofičkoj grupi bakterivora, šest rodova grupi fungivora, šest rodova grupi biljnih parazita, šest omnivorama i tri roda predatorima. Rodovi *Eucephalobus*, *Rhabditis*, *Aphelenchoides*, *Aphelencus* i *Ditylenchus* bili su prisutni u svih sedam uzoraka tla. U svim uzorcima tla dominirale su nematode iz trofičke grupe bakterivora, osim u uzorku pod kamilicom gdje su u najvećem postotku bile prisutne fungivore. Najmanju su zastupljenost imale nematode iz trofičke grupe predatora. Iz navedenih rezultata može se zaključiti kako je uzorak mrkve pokazao najbolje vrijednosti nematoloških i ekoloških indeksa. Zatim slijedi uzorak pod pelinom koji je ujedno pokazao najveću bioraznolikost rodova nematoda, dok je uzorak pod mrkvom imao najmanji broj rodova nematoda.

9. SUMMARY

The aim of this study was to describe nematode community structure in 7 different herbicultural crops (pepper, lawn, cadence, pelin, breckland thyme, carrots, chamomile), and to determine whether certain nematodes prefer certain plant cultures in the same type of soil in the same climatic environment. The analysis of the results included an analysis of the number of genera, trophic groups (Yeats et al., 1993), the nematological indices analysis (MI, PPI, PPI / MI, MI (2-5)) and the analysis of ecological indices (EI and SI). Samples were taken using nematological probes. Out of each sample, 100 grams of soil was extracted from nematodes extracion. After the nematode separation, they were identifyed to genus level. 37 different genera were found. 17 genera belonged to a trophic group of bacterivorous nematodes, 6 genera belonged to fungivorous, 6 genera to a group of plant parasites, 6 omnivores and 3 predators were detemined. The *Eucephalobus*, *Rhabditis, Aphelenchoides, Aphelencus* and *Ditylenchus* were present in all inestigated soil samples. All soil samples were dominated by nematodes from the trophic group of bacterivorous nematodes, except in the chamomile sample where fungivorous nematodes were the dominated. The least represented were nematodes from the trophic group of predators. From the above results we can conclude that the carrot sample showed the best values of nematological and ecological indices. Then there is a sample of the wormwood which also showed the largest biodiversity of nematode genera, while the carrot sample had the smallest number of nematode genera.

10. POPIS TABLICA

Br.	Naziv tablice	Str.
Tablica 1.	Indeksi korišteni u israživanju	12.
Tablica 2.	Utvrđeni rodovi u pojedinim uzorcima tla (bakterivore i fungivore)	14.
Tablica 3.	Utvrđeni rodovi u pojedinim uzorcima tla (biljni paraziti i predatori)	15.
Tablica 4.	Vrijednosti indeksa uznemirenja po kulturama	22.
Tablica 5.	Vrijednosti ekoloških indeksa po Ferrisu i sur. 1993.	22.

11. POPIS SLIKA

Br.	Naziv slike	Str.
Slika 1.	Dio vrta na eko imanju Vilin šapat (http://www.vilin-sapat.com/site/ekoloski-uzgoj.html)	2.
Slika 2.	Mužjak i ženka nematoda **(**http://sharonapbio-taxonomy.wikispaces.com)	3.
Slika 3.	Različiti tipovi usnih ustroja kod bakterivora **(**http://www.wormbook.org)	4.
Slika 4.	Nematode iz grupe fungivora (http://www.fertilizer.co.za)	5.
Slika 5.	Nematode iz grupe biljnih parazita (http://www.wur.nl)	5.
Slika 6.	Nematode iz grupe omnivora (izvor: Brmež, M.)	6.
Slika 7.	Nematode iz grupe predatora (izvor: Brmež, M.)	6.
Slika 8.	Lijevci za izdvajanje nematoda Baermannovom metodom (izvor: Siber, T.)	11.
Slika 9.	Mikroskop kojim se pregledavaju i determiniraju nematode (izvor: Siber, T)	11.

12. POPIS GRAFIKONA

Br.	Naziv slike	Str.
Grafikon 1.	Broj rodova u uzorcima	13.
Grafikon 2.	Struktura zajednice nematoda u uzorku tla pod paprikom	16.
Grafikon 3.	Struktura zajednice nematoda u uzorku tla pod travnjakom	17.
Grafikon 4.	Struktura zajednice nematoda u uzorku tla pod kadificama	17.
Grafikon 5.	Struktura zajednice nematoda u uzorku tla pod pelinom	18.
Grafikon 6.	Struktura zajednice nematoda u uzorku tla pod majčinom dušicom	19.
Grafikon 7.	Struktura zajednice nematoda u uzorku tla pod mrkvom	19.
Grafikon 8.	Struktura zajednice nematoda u uzorku tla pod kamilicom	20.
Grafikon 9.	Struktura zajednice nematoda u 7 ispitivanih kultura	21.

TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku **Diplomski rad**

Poljoprivredni fakultet u Osijeku

Sveučilišni diplomski studij, smjer Zaštita bilja

STRUKTURA ZAJEDNICE NEMATODA U RAZNIM KULTURAMA NA EKO IMANJU VILIN ŠAPAT U POŽEŠKOM MARKOVCU 2015. GODINE

Tamara Siber

Sažetak: Cilj ovog istraživanja bio je opisati stanje zajendice nematoda u sedam različitih biljnih kultura u ekološkom uzgoju (paprika, travnjak, kadifica, pelin, majčina dušica, mrkva, kamilica) i utvrditi preferiraju li određene nematode pojedinu biljnu kulturu koje se nalaze na istom tipu tla i u istom klimatskom okruženju. Analiza je rezultata obuhvatila analizu broja rodova, trofičkih grupa (Yeats i sur., 1993.), analizu nematoloških indeksa (MI, PPI, PPI/MI, MI(2-5)) te analizu ekoloških indeksa (EI, BI, SI i CI). Uzorci su uzeti pomoću nematoloških sondi. Iz svakog uzorka izdvojeno je 100 g tla iz kojega su se izdvajale nematode. Nakon izdvajanja nematoda obavio se pregled, prebrojavanje i determinacija nematoda pod mikroskopom. Ukupno je utvrđeno 37 različitih rodova. Sedamnaest je rodova pripadalo trofičkoj grupi bakterivora, šest rodova grupi fungivora, šest rodova grupi biljnih parazita, šest omnivorama i tri roda predatorima. Rodovi *Eucephalobus, Rhabditis, Aphelenchoides, Aphelencus* i *Ditylenchus* bili su prisutni u svih sedam uzoraka tla. U svim uzorcima tla dominirale su nematode iz trofičke grupe bakterivora, osim u uzorku pod kamilicom gdje su u najvećem postotku bile prisutne fungivore. Najmanju su zastupljenost imale nematode iz trofičke grupe predatora. Iz navedenih rezultata može se zaključiti kako je uzorak mrkve pokazao najbolje vrijednosti nematoloških i ekoloških indeksa. Zatim slijedi uzorak pod pelinom koji je ujedno pokazao najveću bioraznolikost rodova nematoda, dok je uzorak pod mrkvom imao najmanji broj rodova nematoda.

Rad je izrađen pri: Poljoprivredni fakultet u Osijeku

Mentor: prof. dr .sc. Mirjana Brmež

Broj stranica: 35

Broj grafikona i slika: 18

Broj tablica: 5

Broj literaturnih navoda: 51

Broj priloga: 3

Jezik izvornika: hrvatski

Ključne riječi: nematode, ekološki uzgoj, nematološki indeksi, bioraznolikost, trofičke grupe

Datum obrane:

Stručno povjerenstvo za obranu:

1. Prof. dr. sc. Emilija Raspudić, predsjednica

2. Prof. dr. sc. Mirjana Brmež, mentorica

3. Prof. dr. sc. Karolina Vrandečić, članica

Rad je pohranjen u: Knjižnica Poljoprivrednog fakulteta u Osijeku, Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Kralja Petra Svačića 1 d, 31 000 Osijek, Hrvatska.

BASIC DOCUMENTATION CARD

Josip Juraj Strossmayer University of Osijek **Graduate thesis**

Faculty of Agriculture

University Graduate Studies, Plant production, course Plant Protection

Abstract: The aim of this study was to describe nematode community structure in 7 different herbicultural crops (pepper, lawn, cadence, pelin, breckland thyme, carrots, chamomile), and to determine whether certain nematodes prefer certain plant cultures in the same type of soil in the same climatic environment. The analysis of the results included an analysis of the number of genera, trophic groups (Yeats et al., 1993), the nematological indices analysis (MI, PPI, PPI / MI, MI (2-5)) and the analysis of ecological indices (EI and SI). Samples were taken using nematological probes. Out of each sample, 100 grams of soil was extracted from nematodes extracion. After the nematode separation, they were identifyed to genus level. 37 different genera were found. 17 genera belonged to a trophic group of bacterivorous nematodes, 6 genera belonged to fungivorous, 6 genera to a group of plant parasites, 6 omnivores and 3 predators were detemined. The *Eucephalobus*, *Rhabditis*, *Aphelenchoides*, *Aphelencus* and *Ditylenchus* were present in all inestigated soil samples. All soil samples were dominated by nematodes from the trophic group of bacterivorous nematodes, except in the chamomile sample where fungivorous nematodes were the dominated. The least represented were nematodes from the trophic group of predators. From the above results we can conclude that the carrot sample showed the best values of nematological and ecological indices. Then there is a sample of the wormwood which also showed the largest biodiversity of nematode genera, while the carrot sample had the smallest number of nematode genera.

Thesis performed at: Faculty of Agriculture in Osijek

Mentor: Prof. dr. sc. Mirjana Brmež

Number of pages: 35

Number of figures: 18

Number of tables: 5

Number of references: 51

Number of appendices: 3

Original in: Croatian

Key words: nematodes, ecological production, nematological indices, biodiversity, trophic groups

Thesis defended on date:

Reviewers:

1. Prof. dr. sc. Emilija Raspudić, chairman

2. Prof. dr. sc. Mirjana Brmež, mentor

3. Prof. dr. sc. Karolina Vrandečić, member

Thesis deposited at: Library, Faculty of Agriculture in Osijek, Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Kralja Petra Svačića 1d, 31 000 Osijek, Croatia.