

# Struktura zajednice nematoda na travnjacima i povrtnarskim kulturama u Gradištu 2015. godine

---

Baran, Ivana

Master's thesis / Diplomski rad

2015

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:151:944153>

Rights / Prava: [In copyright](#) / [Zaštićeno autorskim pravom.](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2024-06-25**



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](#)



**SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA  
POLJOPRIVREDNI FAKULTET U OSIJEKU**

Ivana Baran, apsolvent

Diplomski studij Povrćarstvo i cvjećarstvo

**STRUKTURA ZAJEDNICE NEMATODA NA TRAVNJACIMA I  
POVRTLARSKIM KULTURAMA U GRADIŠTU 2015. GODINE**

**Diplomski rad**

**Osijek, 2015.**

**SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA  
POLJOPRIVREDNI FAKULTET U OSIJEKU**

Ivana Baran, apsolvant

Diplomski studij Povrćarstvo i cvjećarstvo

**STRUKTURA ZAJEDNICE NEMATODA NA TRAVNJACIMA I  
POVRTLARSKIM KULTURAMA U GRADIŠTU 2015. GODINE**

**Diplomski rad**

**Osijek, 2015.**

**SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA  
POLJOPRIVREDNI FAKULTET U OSIJEKU**

Ivana Baran, apsolvent

Diplomski studij Povrćarstvo i cvjećarstvo

**STRUKTURA ZAJEDNICE NEMATODA NA TRAVNJACIMA I  
POVRTLARSKIM KULTURAMA U GRADIŠTU 2015. GODINE**

**Diplomski rad**

Povjerenstvo za ocjenu i obranu diplomskog rada:

1. Prof. dr. sc. Emilija Raspudić, predsjednik
2. Prof. dr. sc. Mirjana Brmež, mentor
3. Prof. dr. sc. Karolina Vrandečić, član

**Osijek, 2015.**

## SADRŽAJ

|  |    |
|--|----|
| 1. UVOD .....  | 1  |
| 1.1. Nematode .....                                      | 2  |
| 1.2. Morfologija nematoda .....                          | 3  |
| 1.3. Sistematika nematoda .....                          | 5  |
| 1.4. Trofičke grupe .....                                | 5  |
| 1.5. C – p grupe .....                                   | 6  |
| 1.6. Cilj istraživanja .....                             | 9  |
| 2. PREGLED LITERATURE .....                              | 10 |
| 3. MATERIJAL I METODE .....                              | 13 |
| 3.1. Uzorkovanje tla .....                               | 13 |
| 3.2. Izdvajanje i analiza nematoda iz uzoraka tla .....  | 14 |
| 4. REZULTATI .....                                       | 16 |
| 4.1. Ukupna brojnost nematoda .....                      | 16 |
| 4.2. Broj rodova .....                                   | 17 |
| 4.3. Rezultati udjela trofičkih grupa .....              | 19 |
| 4.4. Rezultati izračuna indeksa uznemirenja .....        | 22 |
| 5. RASPRAVA .....  | 23 |
| 5.1. Analiza ukupnog broja nematoda i broja rodova ..... | 23 |
| 5.2. Analiza udjela trofičkih grupa .....                | 24 |
| 5.3. Analiza indeksa uznemirenja .....                   | 25 |
| 6. ZAKLJUČAK .....                                       | 26 |
| 7. POPIS LITERATURE .....                                | 27 |
| 8. SAŽETAK .....   | 33 |
| 9. SUMMARY .....   | 34 |
| 10. POPIS TABLICA .....                                  | 35 |
| 11. POPIS SLIKA .....                                    | 36 |
| 12. POPIS GRAFIKONA .....                                | 37 |
| TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA                         |    |
| BASIC DOCUMENTATION CARD                                 |    |

## 1. UVOD

Jedan od osnovnih uvjeta za uspješnu poljoprivrednu proizvodnju je zdravlje tla. Zdravlje tla moguće je pratiti i kontrolirati ispitivanjem fizikalnih, kemijskih i bioloških svojstava tla. Tlo je važna komponenta zemljine biosfere i njezina svrha nije samo proizvodnja hrane nego i održavanje kvalitete okoliša (Glanz, 1995.). Tlo kao supstrat za život brojnim organizmima osigurava neophodne funkcije ekosustava kao što su povećanje produktivnosti biljaka, reguliranje odnosa, mineralizacija hraniva, razgradnja organske tvari, te može poslužiti za razna istraživanja stabilnosti agroekosustava (Neher, 1999.). Zdravim tlima se smatraju ona koja su bogata raznolikim organizmima. Bioraznolikost može poslužiti kao bioindikator onečišćenja tla. Raznim onečišćenjima tla dolazi do smanjenja ili potpunog nestanka pojedinih vrsta (Raspudić i sur., 2014.).

Mnoga istraživanja utemeljena na bioindikatorima mogu pridonijeti poboljšanju agroekosustava. Od 1970- ih godina nematode se koriste kao bioindikator onečišćenja staništa (Neher, 2001.). Struktura zajednice nematoda u tlu pokazatelj je razine onečišćenja tla (pesticidima, teškim metalima, gnojivima), količine organske tvari u tlu, te biogenosti i zdravlja tla (Bongers i Ferris, 1999.).

Prije se smatralo da nematode imaju isključivo negativan utjecaj na poljoprivrednu proizvodnju, ali nakon niza istraživanja i pokusa utvrđeno je da nematode koje se hrane bakterijama i gljivama imaju značajnu ulogu u izmjeni biomase tla i osiguranju organskih hranjivih tvari u tlu (Bardgett i sur., 1999.). Nematode se danas zbog svoje prisutnosti u raznim ekosustavima, te zbog niza drugih karakteristika ( lako uzorkovanje i identificiranje, velika raznolikost vrsta i dr.), koriste kao bioindikator stanja i promjena u agroekosustavima (Benković-Lačić, 2012.).

## 1.1. Nematode

Nematode su najbrojniji višestanični organizmi na Zemlji (Yeates, 2003.). Nematodama pripada četiri od pet višestaničnih organizama na Zemlji (Platt, 1994.). Mnogi autori procjenjuju da na svijetu postoji između 40 000 i 10 000 000 vrsta nematoda (Blaxter, 1998.; Fürst von Lieven i sur., 2005.; Yeates i Boag, 2006.). Mogu preživjeti ekstremne uvjete od slanih mora do tropske i polarne klime, te ih možemo naći u svim ekosustavima (Ax, 2003.; McSorley, 2003.). Nematode žive u kapilarnoj vodi tla, te su uvijek okružene filmom vode koja im omogućava preživljavanje i kretanje u tlu (Bongers i Ferris, 1999.). Razlikujemo slobodnoživuće vrste i vrste koje parazitiraju ljude, biljke i životinje (Olsen, 1974.). Nematode mogu biti prenosioci različitih virusa (rodovi: *Xiphinema*, *Longidorus*, *Trichodorus*), dok se nematoda *Caenorhabditis elegans* (Slika 1.) koristi u brojnim istraživanjima kao model organizam (Oštrec, 1998.). Osim što su nametnici biljaka, životinja i čovjeka, nematode su i nametnici insekata, pa tako entomopatogene nematode koristimo za biološko suzbijanje štetnih insekata (Oštrec, 2001.).



Slika 1. *Caenorhabditis elegans*

Izvor: <http://www.socmucimm.org/>

Vrlo su prikladne za istraživanje zbog niza pozitivnih karakteristika, kao što su: prisutnost u gotovo svim ekosustavima, sposobnost preživljavanja ekstremnih uvjeta, brojne su, u jednom m<sup>2</sup> mogu se pojaviti milijuni jedinki nematoda, lako se uzorkuju i testiraju u laboratorijima, metodama koje nisu financijski i vremenski zahtjevne, brzo reagiraju na promjene koje se događaju u tlu, slabo su pokretne pa ne migriraju puno u tlu (Bongers i Ferris, 1999.).

## 1.2. Morfologija nematoda

Tijelo nematoda je crvoliko i valjkasto, blijedo žute do mliječno bijele boje. Oblik tijela može biti končaste forme, cilindričan, vretenast, kruškolik, limunast, okrugli (Slika 2.). Duljina tijela se najčešće kreće između 400  $\mu\text{m}$  i 5 mm, a širine 15 – 20  $\mu\text{m}$ , dok neke dosežu i do 8 m duljine. Stjenku tijela čine kutikula, epiderma i uzdužna mišićna vlakna. Nematode nemaju dišni sustav i krvotok, ali imaju živčani sustav sa živčanim prstenom u predjelu ždrijela. Disanje im se odvija preko kutikule, dok se između stjenke tijela i unutrašnjih organa nalazi pseudocel ispunjen tekućinom koja je pod pritiskom. Nematode dišu cijelom površinom tijela i potrebe za kisikom im ovise o okolnoj temperaturi. Razmnožavaju se spolno i odnos spolova je uglavnom isti. Jedinke su hermafroditne ili se razmnožavaju partenogenetski, a neke su interseksualne (Oštrec, 1998.).



Slika 2. Unutarnja građa nematode

Izvor: <http://water.me.vccs.edu/courses/>

### Tijelo nematoda dijelimo na tri dijela:

- a) Prednji dio – Na prednjem dijelu tijela nalazi se glava na kojoj je usni ustroj koji se razlikuje u ovisnosti od načina ishrane i na njega se nastavlja jednjak. Fitoparazitne nematode u usnom ustroju imaju hitiniziranu bodlju ili stilet koji zabadaju u biljne stanice i tako se hrane (Slika 3.). Prilikom ishrane one izlučuju sekrete, a ukoliko dođu u kontakt sa zaraženom biljkom postaju virulentne i prenose viruse na zdrave biljke daljnjom ishranom i izlučivanjem sekreta. Pomoću karakteristika stileta određuje se pripadnost redu nematoda.



- b) Srednji dio – Na srednjem dijelu tijela nematoda smješteni su reproduktivni organi, probavni organi, te glavina primitivnog živčanog tkiva. U pravilu su razdvojena spola, ali mogu biti i hermafroditi. Najčešće su oviparne, a rijede viviparne, dok je moguća i partenogeneza. Srednji dio završava analnim otvorom.
- c) Stražnji dio – Stražnji dio tijela nematoda čini rep. Rep se nalazi iza analnog otvora. Može biti različite dužine i širine, te s raznim izraštajima i važna je odrednica prilikom determinacije vrsta (Oštrec, 1998.).



Slika 3. Stilet

Izvor: <http://www.wageningenur.nl/en/>

### 1.3. Sistematika nematoda

Carstvo: Animalia

Koljeno: Nemathelminthes (Aschelminthes) – Oblenjaci

Razred: Nematoda – Oblići

Podrazred: Secernentea (Phasmidia)

Adenophorea (Aphasmidia)

Podrazred Secernentea (Phasmidia) na stražnjem dijelu tijela tj. repu ima bradavičaste kemoreceptore ili fazmide po čemu je i dobio naziv (fazmid – *phasmids*). U ovu skupinu pripada većina nematoda koje parazitiraju čovjeka i biljke i uglavnom su prilagođene vlažnim staništima, dok je manji dio prilagođen životu u vodi. Podrazred Adenophorea (Aphasmidia) na prednjem dijelu glave ima kemoreceptore u obliku jednog para kutikularnih jamica, nedostaje mu fazmid na repu, te većinom nastanjuje vodeni okoliš (Oštrec, 1998.; Bongers i Ferris, 1999.).

### 1.4. Trofičke grupe

Prema načinu ishrane nematode se dijele na trofičke grupe kojih je do danas utvrđeno preko 15 (Yeates i sur., 1993.). Nematode koje pripadaju istom rodu ili porodici uglavnom pripadaju i istoj trofičkoj grupi, ali ima i iznimaka, pa tako neke vrste unutar roda fitoparazitnih nematoda često pripadaju fungivorama (Brmež, 2004.).

Prihvaćena je podjela na 5 trofičkih grupa koje su u našim tlima najčešće zastupljene, a to su: herbivore (fitoparazitne ili biljno parazitne nematode), bakterivore, fungivore, omnivore i predatori (McSorley, 1997.; Neher i Barbercheck, 1999.).

- a) **Herbivore** – Usni ustroj im je stilet (odontostilet ili stomatostilet) kojim probijaju biljne stanice i tako se hrane istovremeno ispuštajući sekret, te tako osim izravne štete na biljci, mogu biti i prenosioci virusa. Prema načinu ishrane mogu biti ektoparaziti (na površini biljke), endoparaziti (unutar biljke), semiendoparaziti (dio životnog ciklusa unutar biljke).

Predstavnici: porodice Tylenchidae, Paratylenchidae, Pratylenchidae, Meloidogynidae i dr. (Yeates i sur., 1993.; Oštrec, 1998.).

b) **Bakterivore** – Usni ustroj im je prazna šupljina. Hrane se bakterijama i brojne su na mjestima s dosta organske tvari u tlu. Lako se determiniraju zbog karakterističnih izraštaja na glavi i najbrže reagiraju na promjene u tlu, te su dobri bioindikatori onečišćenja tla.

Predstavnici: porodice Cephalobidae, Rhabditidae, Panagrolaimidae, Teratocephalidae, Alaimidae, Plectidae i dr. (Brmež, 2004.).

c) **Fungivore** – Usni ustroj im je stilet kojim probijaju hife i spore saprofitskih i parazitskih gljiva i na taj se način hrane. Dobri su pokazatelji kiselosti tla.

Predstavnici: porodice Aphelenchidae, Tylenchidae, Aphelenchoididae, Tylencholaimidae i dr. (Benković – Lačić, 2012.).

d) **Omnivore** – Hrane se raznim vrstama organizama, dugog su tijela i dugog životnog ciklusa. Ne javljaju se na tlima u kojima je došlo do nekih uznemirenja te ukazuju na stabilan ekosustav.

Predstavnici: porodice Dorylaimidae, Tylencholaimidae i dr. (Benković – Lačić, 2012.).

e) **Predatori** – Usni ustroj im je u obliku zuba i hrane se nematodama i njima sličnim organizmima. Sličnih su karakteristika kao omnivore – dugog tijela, dugog životnog vijeka i pokazatelji ekološki zdravog tla.

Predstavnici: porodice Monochida, Anatonchida i dr. (Benković – Lačić, 2012.).

### 1.5. C – p grupe

Nematode možemo razlikovati prema raznim karakteristikama, kao što su duljina životnog ciklusa, sposobnost reprodukcije i tolerantnost na razna onečišćenja. Prema tome su podijeljene u 5 grupa. Kolonizeri pripadaju prvoj c – p grupi, grupama 4 – 5 pripadaju perzisteri, dok su ostale grupe prijelazne. Kolonizeri se smatraju organizmima koji se lako prilagođavaju uznemirenim tlima te ukazuju na prisutnost trofičke grupe bakterivora koju karakterizira velika mikrobiološka raznolikost, dok su perzisteri pokazatelji stabilnog ekosustava i u uznemirenim sredinama nisu prisutni (Bongers i Ferris, 2009.; De Goede, 1993.).

## **C – p grupe:**

- a) **c – p 1** – Ovoj grupi pripadaju uglavnom bakterivore. Imaju kratak životni ciklus, tolerantne su na onečišćenja i imaju visoku stopu reprodukcije, te proizvode veliki broj malih jaja.  
Predstavnici: Rhabditidae, Pangrolaimidae, Diplogastridae.
- b) **c – p 2** - Predstavnici ove grupe također imaju kratak životni ciklus i visoku stopu reprodukcije, ali nešto nižu od grupe c – p 1. Javljaju se u svim sredinama i vrlo su tolerantne na razna onečišćenja.  
Predstavnici: bakterivore – Cephalobidae, Plectidae, Monhysteridae, fungivore – Aphelenchoidae.
- c) **c – p 3** – Ovu grupu karakterizira duži životni ciklus i veća osjetljivost na uznemirenja u odnosu na grupu c – p 2.  
Predstavnici: bakterivore – Araeolaimidae, Chromadoridae, fungivore i neki predatori – Tripylidae.
- d) **c – p 4** – Ova grupa ima dug životni ciklus i visoku osjetljivost na razna onečišćenja. One imaju male gonade i proizvode mali broj velikih jaja.  
Predstavnici: veći predatori, manje omnivore – Dorylaimidae, neke bakterivore – Alaimidae.
- e) **c – p 5** – Predstavnici ove grupe imaju dug životni vijek, nisku stopu reprodukcije i iznimno visoku osjetljivost na onečišćenja.  
Predstavnici: velike omnivore – *Apocerlaimellus*, *Tylencholaimellus*, veliki predatori – *Actinolaimus*, *Nygolaimus*.

## **Indeksi uznemirenja zajednice nematoda**

### **MI – Maturity index – indeks zrelosti tla**

MI predstavlja srednju vrijednost c – p grupa i kreće se od 1 – 5. On uključuje sve trofičke grupe osim fitoparazitnih nematoda. Izračunava se po formuli (Bongers, 1990.):

$$MI = \frac{\sum[v(i) * f(i)]}{\sum f(i)}$$

Gdje je:

v(i) – vrijednost c – p grupe

f(i) – frekvencija te grupe u uzorku

Vrijednosti MI se kreću od 1,0 u tlima pod utjecajem raznih uznemirenja, do 4,0 – 5,0 u sredinama bez uznemirenja (Benković – Lačić, 2012.)

### **PPI – Plant parasitic index – biljnoparazitni indeks**

Indeks koji uključuje samo biljnoparazitne nematode. Predstavlja srednju vrijednost c – p grupa, ali se vrijednosti kreću od 2 – 5, jer je 2 najmanja c – p grupa kod biljnoparazitnih nematoda. Izračunava se na isti način kao MI.

### **MI/PPI – odnos Maturity index/ Plant parasitic index – odnos indeksa zrelosti i biljnoparazitnog indeksa**

U ekosustavima koji su stabilni vrijednost ne prelazi 0,9, a pri uznemirenjima raste do 1,6 i više (Bongers i sur., 1997.).

## 1.6. Cilj istraživanja

Cilj istraživanja je utvrditi strukturu zajednice nematoda u tlu, u tri različite kulture:

- a) Djetelina – *Trifolium sp.* L.
- b) Krastavac – *Cucumis sativus* L.
- c) Paprika – *Capsicum annuum* L.,

analizirajući ukupnu brojnost nematoda, broj rodova, trofičke grupe, te izračunati indekse uznemirenja.

## 2. PREGLED LITERATURE

Provedena su brojna istraživanja koja su ispitivala strukturu zajednice nematoda u tlu kao bioindikatora stabilnosti ekosustava i njihove promjene u ovisnosti od raznih uznemirenja (Bongers, 1990.; Ettema, 1998.; Bongers i Ferris, 1999.; Neher, 2001.; Brmež i sur., 2007. itd.).

Kako bi ih uspješno analizirali i koristili kao bioindikatore, nematode je potrebno izdvojiti iz tla, a postoje brojni autori koji su proučavali razlike u brojnosti nematoda izdvojenih pomoću različitih metoda izdvajanja. Nematode možemo izdvojiti iz tla, biljnog materijala i ekstrakcijom cista. Kod izdvajanja nematoda iz tla najčešće se koriste slijedeće metode: Cobova metoda sita, Baermanova metoda lijevka i Seinhorstova metoda boca, od kojih su Prot i sur. (1993.) , te Zec (2012.) utvrdili kako je najučinkovitija Baermanova metoda lijevka kojom se dobivaju najčišći uzorci.

Brojni autori navode kako su nematode izvrsni bioindikator jer svojim karakteristikama i prisutnošću u gotovo svim ekosustavima, omogućuju dobar uvid u biološko stanje tla (Ritz i Trudgrill, 1999.; Li i sur., 2007.; Todd, 1996.; Neher, 2001.; Wasilewska, 1989.), te predstavljaju dominantnu skupinu mikrofaune jer se lako i brzo prilagođavaju raznim staništima i imaju važnu ulogu u hranidbenoj mreži tla (Ax, 2003.; McSorley, 2003.; Bongers, 1998.).

U svom istraživanju Yeates (1979.) navodi kako su sezonske promjene faune fitoparazitnih nematoda povezane s drugim vremenskim čimbenicima, te da je distribucija korijena biljke u izravnoj vezi sa strukturom zajednice nematoda u tlu.

Budući su nematode izuzetno dobri bioindikator, osmišljeni su brojni indeksi u svrhu što lakše interpretacije rezultata u očitovanju razlika između pojedinih zajednica nematoda. To su Maturity index, biljno parazitni indeks i dr. (MI, PPI, MI/PPI). U brojnim istraživanjima vrijednost PPI raste s porastom uznemirenja i reagira suprotno od vrijednosti MI, no PPI može i ne mora biti u pozitivnoj korelaciji sa vrijednostima MI (Bongers, 1990.; Neher i Campbell, 1994.).

Nematode se koriste za procjenu uvjeta i promjena u tlu kao što su: uzgoj raznih usjeva (Villenave i sur., 2001.), u različitim tipovima ekosustava (Neher i sur., 2005.), kod mehaničkog uznemirenja (Brmež i sur., 2006.), kod primjene mineralnih i organskih gnojiva

(Nahar i sur., 2006.), kod primjene pesticida (Liang i sur., 2001.), kod procjene kvalitete tla u ekološkoj i konvencionalnoj proizvodnji (Ferris i sur., 1996.), kod onečišćenja ekosustava teškim metalima (Korthals, 1997.), kod procjene kvalitete tipova tla i staništa (Yeates i sur., 2006.) i dr.

Ekschmitt i sur. (2001.) su u svom istraživanju dokazali da što je veća raznolikost zajednica nematoda to je u tlu aktivnija mineralizacija i razgradnja organske tvari.

Provedenim istraživanjima dokazano je da organska gnojiva povećavaju mikrobiološku aktivnost tla i brojnost bakterivora i fungivora, a smanjuju brojnost fitoparazitnih nematoda (Freckman, 1988.; Ferris i sur., 1996.). Unosom organskih gnojiva povećava se broj kolonizera (c – p 1 grupa), koji su tada dominantna zajednica dva do tri tjedna, a nakon toga im brojnost opada a raste dominantnost zajednica nematoda c – p 2 grupe (Bongers i Ferris, 1999.).

Brojna istraživanja ispitivala su prisutnost teških metala (Zn, Cu, Co, Cd, Fe, Hg, Pb, Mn, Mo, Ni) u tlu i njihov utjecaj na strukturu zajednice nematoda u tlu (Cruz Viggi i sur., 2010.; Popovici i Korthals, 1995.; Karanja i sur., 2010.; Dechang i sur., 2009. itd.), te je dokazano da su nematode roda *Rhabditidae* najbrojnije u tlu nakon uznemirenja onečišćenjem teškim metalima (Weiss i Larkin, 1991.). U nekim istraživanjima se znatno smanjio broj bakterivora, a povećao broj fungivora (Korthals i sur., 1996.), dok su u nekim istraživanjima više koncentracije teških metala dovele do povećanja brojnosti bakterivora i fitoparazitnih nematoda, a smanjenja omnivora i predatora (Georgieva i sur., 2002.).

Provedeno je istraživanje na paprici pod utjecajem primjene gnojidbe cinkom i fosforom (Varga, 2011.), te je dokazano kako je kod većeg uznemirenja došlo do povećanja ukupne brojnosti nematoda kao posljedica povećanja brojnosti kolonizera, a istovremeno se broj rodova smanjio. Osim toga, omnivore su pokazale veliku osjetljivost na uznemirenja, te im je brojnost smanjena za 50% pri svakom uznemirenju.

Prema Yeates i sur. (1997.) bakterivore su najbrojnija trofička grupa nematoda u ekološkoj proizvodnji.

Kako danas sve veći udio poljoprivredne proizvodnje zauzima ekološka proizvodnja, tako su provedene brojne analize i usporedbe ekološki i konvencionalno obrađivanog tla, te razlike u strukturi zajednice nematoda u tim tlima (Neher, 1999.; Van Diepeningen i sur., 2006.; Briar i sur., 2007.), pa je utvrđeno kako su zajednice nematoda pokazale veću bioraznolikost i



otpornost na uznemirenja, te povećanu brojnost bakterivora, a smanjenu brojnost fitoparazitnih nematoda na ekološkom tlu.

U svom istraživanju Wasilewska (1994.) je proučavala utjecaj sukcesije travnjaka na strukturu zajednice nematoda u tlu. Utvrdila je pozitivnu korelaciju između vrijednosti MI i starosti travnjaka, dok su Hodda i Wanless (1994.) utvrdili veću vrijednost MI u ljetnom periodu.

Brojni autori dokazali su u svojim pokusima da entomopatogene nematode daju jako dobre rezultate u biološkom suzbijanju štetnih kukaca (Webster, 1972.; Gaugler, 1992.; Silva i sur., 1995.).

U Hrvatskoj su također provedena brojna istraživanja kao što su: utjecaj obrade i NPK gnojidbe na zajednicu nematoda u tlu (Šamota i sur., 1991.), utjecaj gnojidbe kalijem u poljima kukuruza (Ivezić i sur., 1996.), razlike između trofičkih grupa nematoda pri uzgoju sedam sorti soje (Ivezić i sur., 2008.), ispitivanje prisutnosti nematoda *Xiphinema spp.* u 61 vinogradu (Ivezić i sur., 2002.), nematode u proizvodnji povrća (Ivezić i sur., 2001.; Grubišić i sur., 2007., 2008.; Raspudić i sur., 2006.), zajednice nematoda kao bioindikator stanja sustava (Ivezić i sur., 1997.), zajednice nematoda pod utjecajem mehaničkog uznemirenja (Brmež i sur., 2006.), kemijskog uznemirenja (Brmež i sur., 2008.) i razlike između uznemirenih agroekosustava (Brmež i sur., 2007.) itd..

### 3. MATERIJAL I METODE

#### 3.1. Uzorkovanje tla

Uzorci tla za potrebe istraživanja uzeti su u selu Gradište kraj Županje iz vrta, na dvije povrtlarske kulture: krastavac i paprika, te na djetelini (Slika 4.). Dana 03.05.2015. godine uzeti su slijedeći uzorci:

- a) uzorak 1 - djetelina – *Trifolium sp.* L.
- b) uzorak 2 - krastavac – *Cucumis sativus* L.
- c) uzorak 3 - paprika – *Capsicum annuum* L.

Uzorci tla uzeti su nematološkom sondom, na dubini od 0 – 25 cm. Spremljeni su u najlonske vrećice, označeni te spremljeni u hladnjak. Slijedećeg dana, 04.05.2015. godine, uzorci su dostavljeni na analizu na Poljoprivredni fakultet u Osijeku, Zavod za zaštitu bilja, Katedra za entomologiju i nematologiju, Laboratorij za entomologiju i nematologiju.



Slika 4. Vrt u kojem je obavljeno uzorkovanje tla

Izvor: Ivana Baran

### 3.2. Izdvajanje i analiza nematoda iz uzoraka tla

Nematode su u ovom istraživanju izdvojene Baermanovom metodom lijevka (Slike 5. i 6.), a korišten je slijedeći laboratorijski pribor: lijevak, filter papir, sito, gumena cjevčica, stezaljka za cjevčicu i držač lijevka.

Postupak izdvajanja – Na dno lijevka postavi se gumena cjevčica, a njezino dno pričvrsti se stezaljkom. Tako pripremljen lijevak napuni se vodom i postavi na držač. U lijevak se zatim postavi sito s filter papirom tako da se uroni u vodu. Uzorak tla se usitni, te odvaže 100 g tla koje se usipa u sito s filter papirom, tako da se ravnomjerno rasporedi po situ i prelije vodom. Tako pripremljen uzorak ostavi se u laboratoriju 24 h kako bi se nematode odvojile od uzorka tla. Nematode zatim prolaze kroz sito i talože se na dnu gumene cjevčice, a odvojimo ih tako da otpustimo stezaljku i pustimo dio vode s nematodama u staklenu čašicu.



Slike 5. i 6. Baermanova metoda lijevka

Izvor: Ivana Baran

Nakon izdvajanja nematoda iz uzorka tla, izvršen je pregled, prebrojavanje i determinacija pomoću svjetlosnog mikroskopa (Slike 7. i 8.). Za determinaciju su korišteni slijedeći ključevi:

- Andrassy, 1984., 1988., 1993.;
- Bongers, 1994.;
- Hunt, 1993.;
- Mai i Lyon, 1975.;
- Zullini, 1982..



Slike 7. i 8. Pribor za determiniranje nematoda

Izvor: prof. dr. sc. Mirjana Brmež

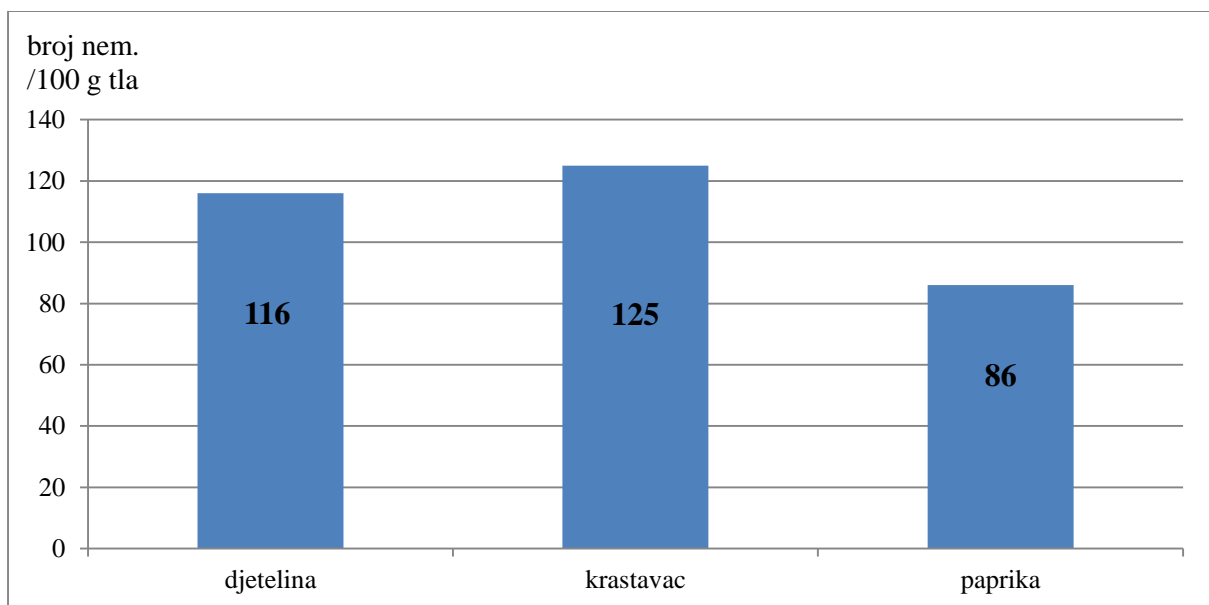
U provedenom istraživanju analizirana je ukupna brojnost nematoda, broj rodova, trofičke grupe (Yeates i sur. 1993.), te indeksi uznemirenja – Maturity index (MI), Plant parasitic index (PPI) i njihov omjer (PPI/MI) (Bongers, 1990.).

## 4. REZULTATI

Nakon provedenog istraživanja na tri različita uzorka tla, utvrđena je ukupna brojnost nematoda u uzorcima, te su nematode determinirane do roda, raspoređene prema trofičkim grupama i izvršeni su izračuni indeksa uznemirenja.

### 4.1. Ukupna brojnost nematoda

U grafikonu 1. prikazana je ukupan broj nematoda u uzorcima.



Grafikon 1. Ukupan broj nematoda u uzorcima

Ukupna brojnost nematoda po uzorcima kretala se od 86 do 125 nematoda u 100 g tla, što je relativno mala brojnost, te nije utvrđeno veliko odstupanje između uzoraka.

## 4.2. Broj rodova

U uzorku tla pod djetelinom, kao i u uzorku pod paprikom, utvrđeno je 13 rodova. U uzorku krastavca utvrđeno je 14 rodova (Tablica 1.). U grupi fitoparazitnih nematoda, u uzorku djeteline utvrđeno je 10 jedinki roda *Helicotylenchus*. Rod *Paratylenchus* (Slika 9.) utvrđen je samo kod krastavca, dok je rod *Pratylenchus* prisutan kod djeteline i paprike, a u uzorcima krastavca ga nema.

|                           | <b>c - p</b> | <b>djetelina</b> | <b>krastavac</b> | <b>paprika</b> |
|---------------------------|--------------|------------------|------------------|----------------|
| <b>Bakterivore</b>        |              |                  |                  |                |
| <i>Rhabditis</i>          | 1            | 7                | 7                | 9              |
| <i>Acrobeloides</i>       | 2            | 8                | 4                | 2              |
| <i>Eucephalobus</i>       | 2            | 2                | 3                | 9              |
| <i>Plectus</i>            | 2            | 1                |                  |                |
| <i>Cephalobus</i>         | 2            |                  | 2                | 1              |
| <i>Metateratocephalus</i> | 2            |                  |                  | 1              |
| <b>Fitoparazitne nem.</b> |              |                  |                  |                |
| <i>Paratylenchus</i>      | 2            |                  | 1                |                |
| <i>Helicotylenchus</i>    | 3            | 10               | 4                | 2              |
| <i>Pratylenchus</i>       | 3            | 3                | 1                |                |
| <b>Fungivore</b>          |              |                  |                  |                |
| <i>Aphelenchus</i>        | 2            |                  | 3                | 4              |
| <i>Ditylenchus</i>        | 2            | 4                | 5                | 2              |
| <i>Aphelenchoides</i>     | 2            | 4                | 1                |                |
| <i>Dipterophora</i>       | 2            | 4                |                  | 1              |
| <b>Omnivore</b>           |              |                  |                  |                |
| <i>Eudorylaimus</i>       | 4            | 3                | 9                | 3              |
| <i>Pungentus</i>          | 4            | 1                |                  |                |
| <i>Dorylaimellus</i>      | 4            |                  | 1                |                |
| <i>Microdorylaimus</i>    | 4            |                  | 1                | 1              |
| <i>Mesodorylaimus</i>     | 5            | 7                | 4                | 4              |
| <i>Apocerlaimellus</i>    | 5            | 1                |                  |                |
| <b>Predatori</b>          |              |                  |                  |                |
| <i>Mylonchulus</i>        | 4            |                  |                  | 1              |

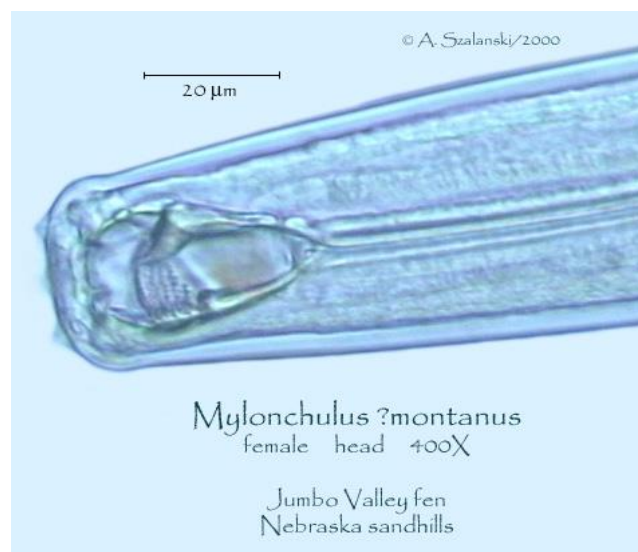
Tablica 1. Utvrđeni rodovi nematoda i njihova brojnost u pojedinim uzorcima



Slika 9. Nematoda roda *Paratylenchus*

Izvor: <http://plpnemweb.ucdavis.edu/>

U trofičkoj grupi predatora utvrđena je samo jedna jedinka roda *Mylonchulus* (Slika 10.) u uzorku tla pod paprikom.

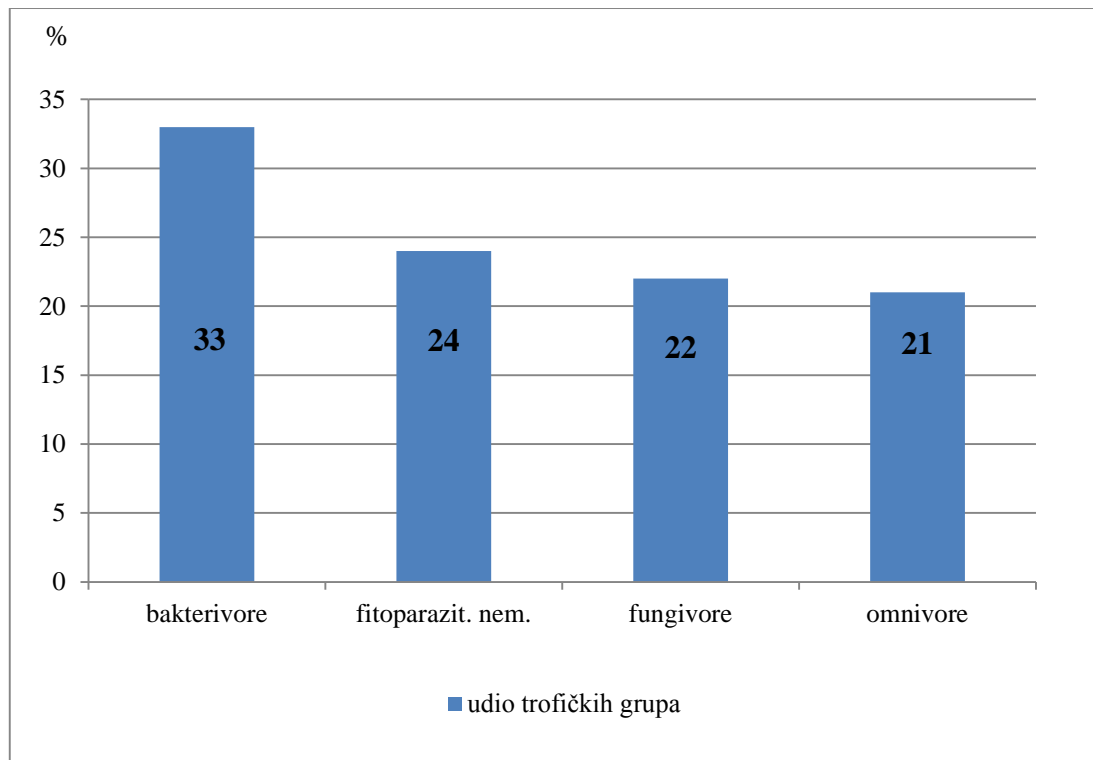


Slika 10. *Mylonchulus montanus*

Izvor: <http://nematode.unl.edu/>

### 4.3. Rezultati udjela trofičkih grupa

U grafikonu 2. prikazan je udio pojedinih trofičkih grupa u analiziranom uzorku tla pod djetelinom.

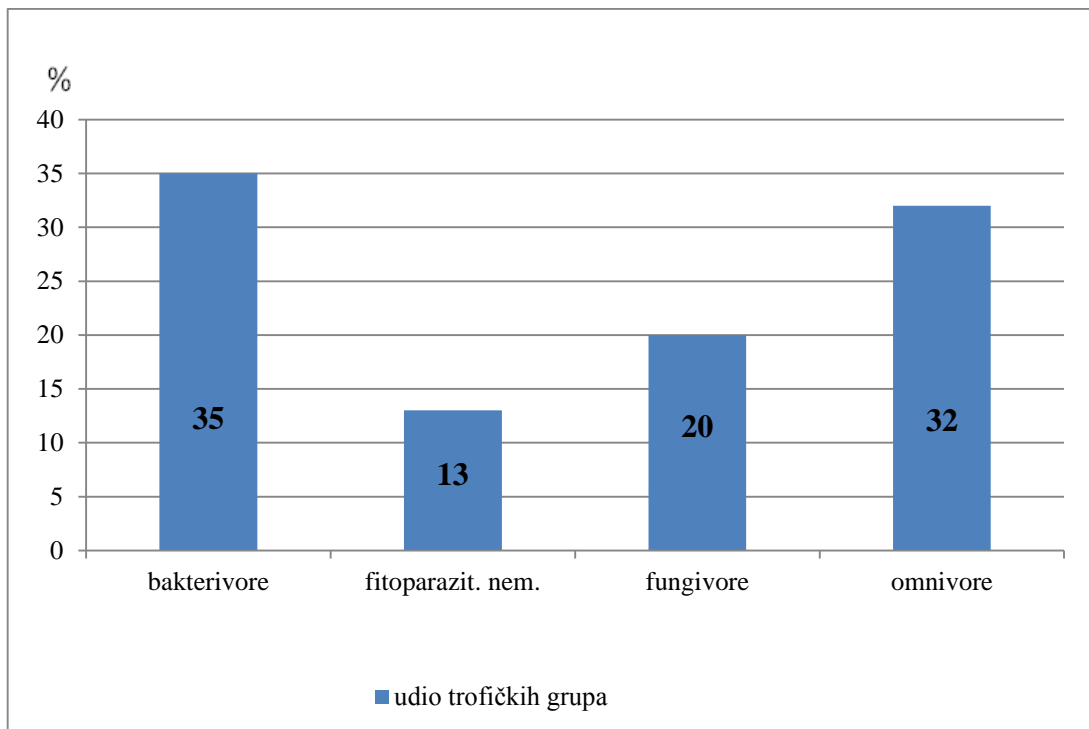


Grafikon 2. Udio pojedinih trofičkih grupa u uzorku tla pod djetelinom

U uzorku tla pod djetelinom, najdominantnija je trofička grupa bakterivora, a grupe fitoparazitnih nematoda, fungivora i omnivora prisutne su u sličnim omjerima (21 – 24 %). Predatori nisu utvrđeni.



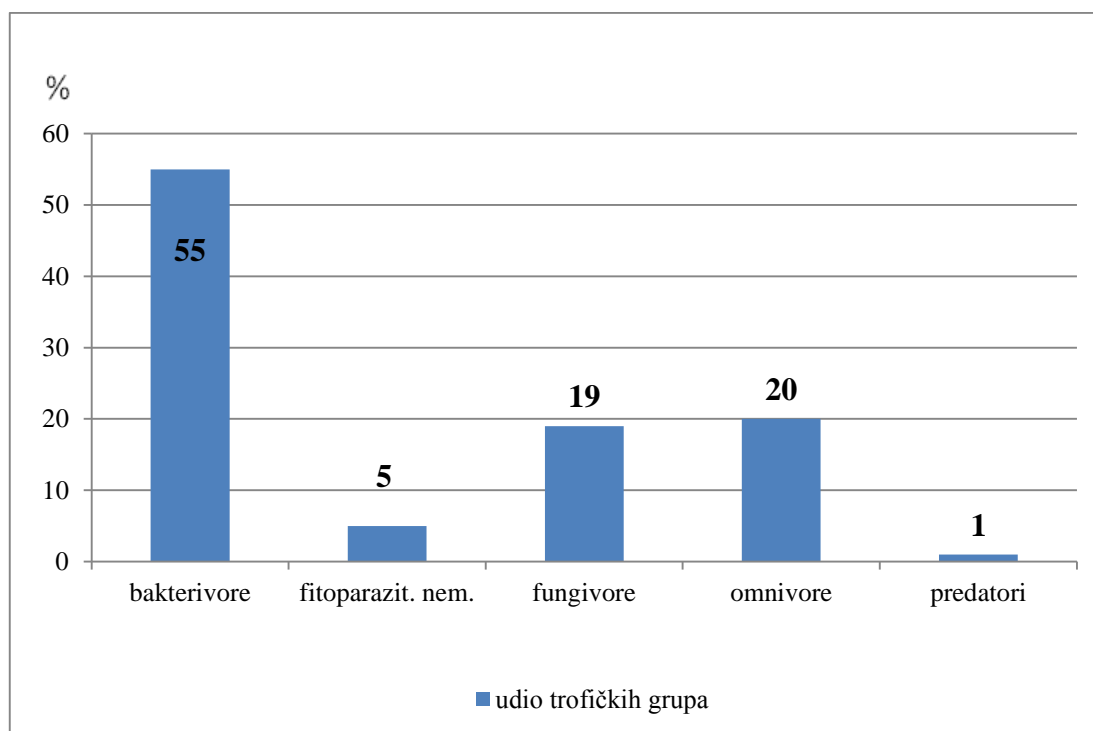
U grafikonu 3. prikazan je udio pojedinih trofičkih grupa u analiziranom uzorku tla pod krastavcima.



Grafikon 3. Udio pojedinih trofičkih grupa u analiziranom uzorku tla pod krastavcima

Uzorak tla uzet pod krastavcima pokazao je najveću brojnost nematoda iz grupe bakterivora. Broj fitoparazitnih nematoda je manji nego u uzorku tla pod djetelinom, dok je broj fungovora isti kao u prvom uzorku. U ovom uzorku prisutan je nešto veći broj omnivora u odnosu na uzorke tla pod djetelinom i paprikom, te je omnivora utvrđeno 32 % što je vrlo dobro jer one imaju visoke c – p grupe koje ukazuju na stabilan agroekosustav (Grafikon 3). Niti u ovom uzorku nije utvrđena prisutnost predatora.

U grafikonu 4. prikazan je udio pojedinih trofičkih grupa u analiziranom uzorku tla pod paprikom.



Grafikon 4. Udio pojedinih trofičkih grupa u analiziranom uzorku tla pod paprikom

U uzorku tla pod paprikom izdvojen je velik broj nematoda iz grupe bakterivora, dok je u grupi fitoparazitnih nematoda utvrđeno samo 5 % nematoda, što je vrlo dobro. Trofičke grupe fungivora i omnivora broje gotovo jednak broj nematoda. Samo u ovom uzorku utvrđena je prisutnost trofičke grupe predatora s jednom jedinkom (Grafikon 4.).

#### 4.4. Rezultati izračuna indeksa uznemirenja

Provedena je analiza indeksa uznemirenja koristeći formule za izračune MI, PPI, te odnosa MI/ PPI. Dobiveni rezultati prikazani su u Tablici 2., Tablici 3. i Tablici 4.

Tablica 2. Izračuni indeksa uznemirenja za uzorak 1 – djetelina

| Indeksi uznemirenja | Rezultati izračuna |
|---------------------|--------------------|
| MI                  | 2,60               |
| PPI                 | 3,00               |
| MI/PPI              | 0,86               |

Tablica 3. Izračuni indeksa uznemirenja za uzorak 2 – krastavac

| Indeksi uznemirenja | Rezultati izračuna |
|---------------------|--------------------|
| MI                  | 2,68               |
| PPI                 | 2,83               |
| MI/PPI              | 0,94               |

Tablica 4. Izračuni indeksa uznemirenja za uzorak 3 – paprika

| Indeksi uznemirenja | Rezultati izračuna |
|---------------------|--------------------|
| MI                  | 2,34               |
| PPI                 | 3,00               |
| MI/PPI              | 0,78               |

Indeksi uznemirenja (MI, PPI, MI/PPI) bili su vrlo slični u sva tri uzorka. Najbolji rezultati MI utvrđeni su u uzorku tla pod krastavcima, budući su poželjne što više vrijednosti. Za razliku od MI, PPI najpoželjnije rezultate pokazuje pri nižim vrijednostima. Temeljem toga, PPI je također pokazao najbolje rezultate u uzorku tla pod krastavcima, kao i MI/PPI. Uzimajući u obzir navedene indekse, nešto veća uznemirenost utvrđena je u uzorku djeteline, a najveća u uzorku paprike.

## 5. RASPRAVA

### 5.1. Analiza ukupnog broja nematoda i broja rodova

Analiza ukupnog broja nematoda pokazala je malu brojnost nematoda u istraživanim uzorcima, te male razlike između njih. Mala brojnost može biti iz više razloga, kao što su nedovoljno duboko uzorkovanje, isušenost gornjeg sloja tla, neka vrsta uznemirenja i dr. Najviše nematoda utvrđeno je u uzorku tla pod krastavcima, a najmanje u uzorku paprike.

U uzorku tla pod djetelinom utvrđeno je 13 rodova, od čega su najbrojnije trofičke grupe bakterivora i omnivora s po 4 determinirana roda, dok su u grupi fitoparazitnih nematoda pronađeni rodovi *Helicotylenchus* i *Pratylenchus*. Okada i Harada (2007.) utvrdili su kako je rod *Pratylenchus* dominantan u tlu bez obzira na način obrade i gnojidbe. Međutim, u ovom uzorku najbrojniji je rod *Helicotylenchus*. U grupi fungivora utvrđena su 3 roda.

U uzorku tla pod krastavcima utvrđeno je 14 rodova, a najbrojnije su bakterivore i omnivore s po 4 determinirana roda, dok fitoparazitne nematode i fungivore imaju po 3 determinirana roda. U uzorcima djeteline i krastavca nisu pronađeni predatori.

U uzorku tla pod paprikom utvrđeno je 13 rodova. U ovom uzorku najbrojnije su bakterivore s 5 determiniranih rodova, zatim slijede fungivore i omnivore s po 3 determinirana roda i na kraju fitoparazitne nematode i predatori s jednim determiniranim rodom. Ovo je jedini uzorak u kojem je pronađen predator, i to jedna jedinka roda *Mylonchulus*. Veći broj rodova ukazuje na ekološki stabilno tlo, a manji broj rodova ukazuje na uznemireno tlo.

Zajednički rodovi kod sva tri uzorka su:

bakterivore – *Rhabditis*, *Acrobeloides* i *Eucephalobus*;

fitoparazitne nematode – *Helicotylenchus*;

fungivore – *Ditylenchus*;

omnivore – *Eudorylaimus* i *Mesodorylaimus*.

Neka istraživanja potvrdila su kako su omnivore roda *Mesodorylaimus* vrlo osjetljive na uznemirenja teškim metalima (Chen i sur., 2009.). U istraživanjima Benković – Lačić (2012.) broj nematoda roda *Mesodorylaimus* bio je značajno veći u kontrolnom tretmanu nego u ostalim tretmanima.

U svim uzorcima najbrojnije su bakterivore, a utvrđeni rodovi su: *Rhabditis*, *Acrobeloides*, *Eucephalobus*, *Plectus*, *Cephalobus* i *Metateratocephalus*.

## **5.2. Analiza udjela trofičkih grupa**

Analizom trofičkih grupa utvrđena je prisutnost četiri najbrojnije trofičke grupe u sva tri uzorka, i to: bakterivore, fitoparazitne nematode, fungivore i omnivore, dok je trofička grupa predatora utvrđena samo u uzorku tla pod paprikom. U sva tri analizirana uzorka najveći udio trofičkih grupa pripada grupi bakterivora, što znači da su ova tla vrlo dobre mikrobiološke aktivnosti. Odmah iza bakterivora najbrojnije su omnivore, te njihova povećana brojnost ukazuje na ekološki čisto i neuznemireno tlo. Tu činjenicu potvrđuje i utvrđena prisutnost predatora. Slijedeće prema utvrđenoj brojnosti u uzorcima su fungivore koje su prisutne u svim uzorcima, ali u prilično malom broju, te njihove karakteristike upućuju da tlo nema problema s povećanom kiselošću. Zatim slijede fitoparazitne nematode koje su također utvrđene u svim uzorcima, ali u malom broju, pa ne predstavljaju opasnost za štete na biljnim kulturama. Najviše fitoparazitnih nematoda utvrđeno je na uzorku djeteline, gdje se one hrane sitnim korjenčićima.

U mnogim istraživanjima (Ivezić i sur., 2000.; Brmež i sur., 2006.; Brmež i sur., 2007. i dr.) prikazani su rezultati, gdje su u svim tretmanima dominantne fitoparazitne nematoda, a slijede ih bakterivore i fungivore koje su slijedeće najbrojnije trofičke grupe.

### 5.3. Analiza indeksa uznemirenja

Indeksi uznemirenja (MI, PPI, MI/PPI) pokazali su najbolje rezultate u uzorku tla pod krastavcima, a slijede djetelina i paprika. Vrijednosti su slične u sva tri uzorka budući je tlo pod navedenim kulturama uzeto iz istog vrta, a uzorkovana mjesta su nedaleko jedno od drugog. Vrijednosti MI kretale su se od 2,34 - 2,68, što ukazuje na činjenicu kako u tlu prevladavaju nematode iz c – p grupa 2 – 3. To upućuje na zaključak kako su u tlu prisutne zajednice nematoda koje imaju životni ciklus preko mjesec dana i više, te ukazuju na stabilan ekosustav.

Kada su MI vrijednosti niže to znači da je veća prisutnost kolonizera koji se javljaju u ranim fazama sukcesije (Benković . Lačić i sur., 2013.). Osim toga, poželjna je niža vrijednost PPI jer ona pokazuje da je veća brojnost manje opasnih fitoparazitnih nematoda. Odnos MI/PPI važan je pokazatelj stanja i promjena unutar zajednice nematoda, te razine uznemirenja ekosustava (Brmež, 2004.).

U istraživanjima Brmež i sur. (2009.) veća vrijednost MI u plićem sloju (0 – 30 cm) pokazuje veću bioraznolikost i stabilniji ekosustav za razliku od dubljeg sloja (30 – 60 cm), dok PPI ne pokazuje statistički značajne razlike između tretmana.

## 6. ZAKLJUČAK

U ovom istraživanju analizirana je struktura zajednice nematoda u tri različita uzorka tla pod djetelinom, krastavcima i paprikom, kako bi se utvrdila brojnost nematoda, broj rodova, trofičke grupe i indeksi uznemirenja. Ukupna brojnost nematoda je mala, i u svim uzorcima se kreće oko 100. Broj rodova u uzorcima tla pod djetelinom i paprikom je 13, a pod krastavcima je 14. Analizom trofičkih grupa utvrđena je velika brojnost trofičke grupe bakterivora, zatim fungivora i omnivora, a najmanje je bilo fitoparazitnih nematoda i predatora u svim analiziranim uzorcima. S obzirom na analizu trofičkih grupa, uzorak tla pod paprikom pokazao je najbolje rezultate, jer su utvrđene samo 2 jedinke fitoparazitnih nematoda, i što je vrlo pozitivno, utvrđena je 1 jedinka predatora. Izračunom indeksa uznemirenja utvrđene su slične vrijednosti u sva tri uzorka tla, a najboljim uzorkom pokazao se uzorak tla pod krastavcima, koji je imao najbolje vrijednosti MI, PPI i MI/PPI. Uzorak tla pod krastavcima, osim što je imao najbolje vrijednosti indeksa uznemirenja, sadrži najveći ukupan broj nematoda i broj rodova, te broji najviše utvrđenih jedinki trofičke grupe omnivora, kojoj pripadaju c – p grupe 4 – 5, te one ukazuju na stabilan ekosustav.

Temeljem ovog istraživanja utvrđeno je kako nije bilo značajnih razlika u strukturi zajednice nematoda između analiziranih uzoraka, budući da su svi uzorci uzeti u istom vrtu i relativno blizu jedan drugome, te da analizirano tlo ukazuje na stabilan agroekosustav.

## 7. POPIS LITERATURE

1. Andrassy, J. (1984.): Klasse nematoda. Gustav Fisher Verlag. Stuttgart, pp. 509.
2. Andrassy, J. (1988.): The superfamily Dorylamoidea (Nematoda) – review of Family Dorylaimidae. Opus. Zoologica Budapest, 23: 3 – 63.
3. Andrassy, J. (1993.): A taxonomic survey of Family Mononchidae (Nematoda). Acta Zoologica Hungaricae, 39: 13 – 60.
4. Ax, P. (2003.): Multicellular Animals: Order in Nature – System Made by Man. VOLUME III. Springer – Verlag. Heidelberg, Berlin.
5. Bardgett, R.D., Denton, C.S., Cook, R., (1999.): Below – ground herbivory promotes soil nutrient transfer and root growth in grassland. Ecology Letters 2: 357 – 360.
6. Blaxter, M.L. (1998.): *Caenorhabditis elegans* is a nematode. Science, 282: 2041 – 2046.
7. Benković – Lačić, T. (2012.): Nematode kao bioindikatori ekološkog stanja tla. Doktorska disertacija. Poljoprivredni fakultet u Osijeku, Osijek.
8. 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.
9. Bongers, T. (1990.): The maturity index: an ecological measure of environmental disturbance based on nematode species composition. Oecologia 83 (1): 14 - 19.
10. Bongers, T. (1994.): De Nematoden van Nederland. KNNV-bibliotheekuitgave 46. Pirola, Schoorl. pp. 408.
11. Bongers, T., Meulen, H., Korthals, G.V. (1997.): Inverse relationship between the nematode maturity index and plant parasite index under enriched nutrient conditions. Applied Soil Ecology 6 (2): 195 – 199.
12. Bongers, T. and Bongers, M. (1998.): Functional diversity of nematodes. Applied Soil Ecology 10 (3): 239 - 251.
13. Bongers, T. and Ferris H. (1999.): Nematode community structure as a bioindicator in environmental monitoring. Trends in Ecology & Evolution 14 (6): 224 - 228.
14. Briar, S.S., Grewal, P.S., Somasekhar, N., Stinner, D., Miller, S. (2007.): Soil nematode community, organic matter, microbial biomass and nitrogen dynamics in field plots transitionig from conventional to organic management. Applied Soil Ecology, 37: 256 – 266.
15. Brmež, M. (2004.): Zajednice nematoda kao bioindikatori promjena u agroekosustavu. Doktorska disertacija. Poljoprivredni fakultet u Osijeku. p.p. 100



16. Brmež, M., Ivezić, M., Raspudić, E. (2006.): Effect of mechanical disturbances on nematode communities in arable land. *Helminthologia*, 43 (2): 117 – 121.
17. Brmež, M., Ivezić, M., Raspudić, E., Tripar, V., Baličević, R. (2007.): Nematode communities as bioindicators of antropogenic influence in agroecosystems. *Cereal Research Communications* (35) 2: 297 - 300.
18. Brmež, M., Ivezić, M., Raspudić, E., Rozman, V., Sudarić, T. (2008.): Effect of chemical treatments on soil nematode community in winter wheat field. *Cereal Research Communications*, 36 (1): 223 – 226.
19. Brmež, M., Benković – Lačić, T., Raspudić, E., Jukić, V., Drenjančević, M. (2009.): Nematode community structure in vineyard at two depth layers. *Proceedings of the 1st International Scientific and Expert Conference. University of Applied Sciences of Slavonski Brod. Slavonski Brod*, 309 – 312.
20. Chen, G., Qin, J., Shi, D., Zhang, Y. Ji, W. (2009.): Diversity of Soil Nematodes in Areas Polluted with Heavy Metals and Polycyclic Aromatic Hydrocarbons (PAHs) in Lanzhou, China *Environmental Management* 44 (1): 163 – 172.
21. Cruz Viggli, C., Pagnanelli, F., Cibati, A., Uccelletti, D., Palleschi, C., Toro, L. (2010.): Biotreatment and bioassessment of heavy metal removal by sulphate reducing bacteria in fixed bed reactors. *Water Research* 44 (1): 151 – 158.
22. De Goede, R.G.M. (1993.): *Terrestrial nematodes in a changing environment*. Agricultural University. Department of Nematology. Wageningen. Netherlands.
23. Dechang, H., Xiaoke, Z., Singh, T.V.V., Qi, L., Dazhong, W., Wenju, L. (2009.): Effects of heavy metal pollution of highway origin on soil nematode guilds in North Shenyang, China. *Journal of Environmental Sciences* 21: 193 – 198.
24. Ekschmitt, K., Bakonyi, G., Bongers, M., Bongers, T., Boström, S., Dogan, H., Harrison, A., Nagy, P., O'Donnell, A.G., Papatheodorou, E.M., Sohlenius B., Stamouf, G.P. and Wolters V. (2001.): Nematode community structure as indicator of soil functioning in European grassland soils. *European Journal of Soil Biology* 37 (4): 263 - 268.
25. Ettema, C. (1998.): Soil nematode diversity: species coexistence and ecosystem function. *Journal of Nematology*, 30: 159 – 274.
26. Ferris, H., Venette, R.C., Lau, S.S. (1996.): Dynamics of nematode communities in tomatoes grown in conventional and organic farming systems, and their impact on soil fertility. *Applied Soil Ecology*, 3: 161 – 175.
27. Freckmann, D.W. (1988.): Bacterivorous nematodes and organic – matter decomposition. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 24 (1 – 3): 195 – 217.

28. Fürst von Lieven, A., Bärman, V., Sudhaus, W. (2005.): How can nematodes mate without spicules? Function of the male gonoduct glands in the roundworm *Myolaimus*. *Zoology*, 108 (3): 211 – 216.
29. Gaugler, R. (1992.): *Nematodes (Rhabditida: Steinernematidae and Heterorhabditidae)*. Department of Entomology Rutgers University. New Brunswick. New Jersey (in press.).
30. Georgieva, S. S., McGrath, S.P., Hooper, D.J., Chambers, B. S. (2002.): Nematode communities under stress: the long – term effects of heavy metals in soil treated with sewage sludge. *Applied Soil Ecology* 20 (1): 27 – 42.
31. Glanz, J. (1995.): *Saving Our Soil: Solutions for Sustaining Earth's Vital Resource*. Johnson Book, Boulder, CO, USA.
32. Grubišić, D., Oštrec, Lj., Gotlin Čiljak, T., Blumel, S. (2007.): The occurrence and distribution of potato cyst nematodes in Croatia. *Journal of Pest Science*, 1: 21 – 27.
33. Grubišić, D., Oštrec, Lj., Gotlin Čiljak, T., Ivezić, M., Novak, B. (2008.): Biologija i ekologija vrste *Globodera rostochiensis* (Wollenweber, 1923.) Behrens, 1975., *Entomologia Croatica*, 1: 19 – 36.
34. Hodda, M., Wanless, F.R. (1994.): Nematodes from an England chalk grassland: population ecology. *Pedobiologia*, 38: 530 – 545.
35. Hunt, D. J. (1993.): *Aphelenchida, Longidoridae and Trichodoridae – Their systematics and bionomics*. CAB INT. Wallingford, UK. Pp. 352.
36. Ivezić, M., Šamota, D., Raspudić, E., Horvat, D. (1996.): Population density of plant parasitic nematodes of maize at higher doses of potassium fertilizer. *Poljoprivreda*, 1 – 2 : 29 – 32.
37. Ivezić, M., Raspudić, E., Mlinarević, M. (1997.): Nematode kao pokazatelji stanja agroekosustava. *Poljoprivreda*, 2: 11 – 14.
38. Ivezić, M., Raspudić, E., Brmež, M. (2000.): Structure of nematode communities in different agroecosystem in Croatia. *Helminthologia*. 37 (3): 165 - 169.
39. Ivezić, M., Raspudić, E., Brmež, M. (2001.): Nematode gukavosti korijena (*Meloidogyne* spp.) u proizvodnji povrća. *Glasilo biljne zaštite*, 5: 248 – 254.
40. Ivezić, M., Raspudić, E., Lamberti, F., Pribetić, Đ. (2002.): *Xiphinema* spp. in vineyards of Istra Peninsula in Croatia. *Helminthologia*, 2: 119 – 120.
41. Ivezić, M., Majić, I., Raspudić, E., Brmež, M. (2008.): Occurrence of Soil and Plant Nematodes in Soybean under Cereal Rotation. *Cereal Research Communications*, 1 (S5): 431 – 434.

42. Karanja, N., Mutua, G. K., Ayuke, F., Njenga, M., Praion, G., Kimenju, J. (2010.): Dynamics of soil nematodes and earthworms in urban vegetable irrigated with wastewater in the Nairobi River Basin, Kenya. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 12: 521 – 530.
43. Korthals, G. W., Bongers, T., Kammenga, J. E., Alexiev, A. D., Lexmond, T. M. (1996.): Long – term effects of copper and ph on the nematode community in an agroecosystem. *Environmental Toxicology and Chemistry*, 15 (6): 979 – 985.
44. Korthals, G. W. (1997.): Pollutand – induced changes in terrestrial nematode communities. Thesis Landbouwniversited Wageningen, pp. 107.
45. Li, Y., Feng, J., Chen, J, Wu, J. (2007.): Original vegetation type affects soil nematode communities. *Applied Soil Ecology* 35: 68 - 78.
46. Liang, W., Lavian, I., Steinberger, Y. (2001.): Effect of agricultural management on nematode communities in a Mediterranean agroecosystem. *Journal of Nematology*, 33: 208 – 213.
47. Mai, W.F., Lyon, H.H. (1975.): Pictorial key to genera of plant-parasitic nematodes. Cornell University Press. London. pp. 219.
48. McSorley, R. (1997.): *Soil Inhabiting Nematodes, Phylum Nematoda*. University of Florida. Institute of Food and Agriculture Sciences.
49. McSorley, R. (2003.): *Adaptions of Nematodes to Environmental Extremes*. Florida Entomologist 86 (2): 138 - 142.
50. Nahar, M. S., Grewal, P. S., Miller, S. A., Stinner, D., Stinner, B. R., Kleinhenz, M. D., Wszelaki, A., Doohan, D. (2006.): Differential effects of row and composted manure on nematode community, and its indicative value for soil microbial, physical and chemical properties. *Applied Soil Ecology*, 34: 140 – 151.
51. Neher, D. A., Campbell, C. L. (1994.): Nematode communities and microbial biomass in soil with annual and perennial crops. *Applied Soil Ecology*, 1: 17 – 28.
52. Neher, D.A. (1999.): Soil community composition and ecosystem processes: Comparing agricultural ecosystems with natural ecosystems. *Agroforestry Systems*, 45: 159 - 185.
53. Neher, D.A. and Barbercheck, M.E. (1999.): *Diversity and Function of Soil Mesofauna*. U: Collins. W.W. and Qualset, C.O. (ur.): *Biodiversity in agroecosystems*. CRC Press. 27 - 47.
54. Neher, D. A. (2001.): Role of Nematodes in Soil Health and Their Use as Indicators. *Journal of Nematology* 33 (4): 161–168.
55. Neher, D. A., Wu, J., Berbercheck, M. E., Anas, O. (2005.): Ecosystem type affects interpretation of soil nematode community measures. *Applied Soil Ecology*, 30: 47 – 64.
56. Okada, H., Harada, H. (2007.): Effect of tillage and fertilizer on nematode communities in a Japanese soybean field. *Applied Soil Ecology*, 35: 582 - 598.

57. Olsen, O.W. (1974.): Animal parasites: their life cycles and ecology. General Publishing Company. Canada.
58. Oštrec Lj. (1998.): Zoologija: Štetne i korisne životinje u poljoprivredi. Zrinski. Čakovec.
59. Oštrec, Lj. (2001.): Biološko suzbijanje štetnih insekata entomopatogenim nematodama. *Agriculturae Conspectus Scientificus*. Vol 66. No 3: 179 - 185.
60. Platt, H. M. (1994.): In *The Phylogenetic Systematics of Free – living Nematodes*. S. Lorenzen (Ed.) The Ray Society, London, pp. 383.
61. Popovici, J., Korthals, G. (1995.): Soil nematodes used in the detection of habitat disturbance due to industrial pollution. *Studia Universitatis Babeş – Bolyai. Biologia*, 30 (1 – 2): 37 – 41.
62. Prot, J.C., Gergon, E.B., Matias, D.M. (1993.): Influence of extraction procedures from root samples on the recovery and infectivity of *Pratylenchus Zeae* and *Hirschmanniella Oryzae*. *Nematologica mediterranea*. 21: 133 - 137.
63. Raspudić, E., Ivezić, M., Brmež, M., Mlinarević, Z. (2006.): Suzbijanje fitoparazitskih nematoda kukavosti korijena (*Meloidogyne spp.*) u paprici. *Fragmenta Phytomedica et herbologica*, 1 -2: 61 – 67.
64. Raspudić, E., Brmež, M., Majić, I., Sarajlić, A. (2014.): Insekticidi u zaštiti bilja, Dostupno na url: <http://www.agroekologija.eu/>
65. Ritz, K., Trudgill, D.L. (1999.): Utility of nematode community analysis as an integrated measure of the functional state of soils: Perspectives and challenges: Discussion paper. *Plant and Soil*, 212 (1): 1 - 11.
66. Silva, F. A., Zalom, F. G., Hom, A., Hendricks, L. (1995.): Dormant season application of *Steinernema carpocapse* (Rhabditia: Steinernematidae) and *Heterorhabditis sp.* (Rhabditia: Heterorhabditidae) on almond for control of overwintering *Amielois transitella* and *Anarsia lineatella* (Lepidoptera: Gelechiidae). *Florida Entomologist*.
67. Šamota, D., Ivezić, M., Raspudić, E., Vratarić, M., Komljenović, I. (1991.): Utjecaj reducirane obrade tla na nematofaunu. *Znam. Prak. Poljoprivredna tehnologija*, 21: 61 – 70.
68. Todd, T. C. (1996.): Effects of management practices on nematode community structure in tallgrass prairie. *Applied Soil Ecology*, 3: 235 – 246.
69. Van Diepeningen, A.D., de Vos, O.J., Korthals, G.W., van Bruggen, A.H.C. (2006.): Effects of organic versus conventional management on chemical and biological parameters in agricultural soils. *Applied Soil Ecology*, 31: 120 - 135.
70. Varga, I. (2011.): Utjecaj fosfora i cinka na zajednicu nematoda u tlu. Diplomski rad. Poljoprivredni fakultet u Osijeku. Sveučilište J. J. Strossmayera u Osijeku. p.p. 40.

71. Villenave, C., Bongers, T., Ekschmitt, K., Djigal, D., Chotte, J. L. (2001.): Changes in nematode communities following cultivation of soils after fallow periods of different length. *Applied Soil Ecology*, 17: 43 – 52.
72. Wasilewska, L. (1989.): Impact of human activities on nematode communities in terrestrial ecosystems. In *Ecology of Arable Land*, Kluwer, Dordrecht, pp. 123 – 132.
73. Wasilewska, L. (1994.): The effect of age meadows on succession and diversity in soil nematode communities. *Pedobiologia*, 38: 1 – 11.
74. Webster, J. M. (1972.) : Nematodes and Biological Control Nematode Parasites of Insect Pests. *Economic nematology*. London. 483 - 492.
75. Weiss, B., Larkin, O. (1991.): Influence of sewage sludge and heavy metals on nematodes in an arable soil. *Biology and Fertility of Soils*. 12 (1): 5 - 9.
76. Yeates, G. W. (1979.): Soil nematodes in terrestrial ecosystems *Journal of Nematology*, 11 (3): 213 – 229.
77. 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.
78. Yeates, G.W., Bardget, R.D., Cook, R., Hobbs, P.J., Bowling, P.J., Potter, J.F. (1997.): Faunal and microbial diversity in three Welsh grassland soils under conventional and organic management regimes. *Journal of Applied Ecology*, 34: 453 - 470.
79. Yeates, G.W. (2003.): Nematodes as soil indicators: functional and biodiversity aspects. *Biology and Fertility of Soils*, 37: 199 - 210.
80. Yeates, G.W., Boag, B. (2006.): Female size shows similar trends in all clades of the Phylum Nematoda. *Journal of Nematology*, 8: 111 - 127.
81. Yeates, G. W., Speir, T. W., Taylor, M. D., Clucas, L., Van Schaik, A. P. (2006.): Nematode response to biosolids incorporation in five soil types. *Biology and Fertility of Soils*, 42: 550 – 555.
82. Zec, M. (2012.): Usporedba učinkovitosti različitih metoda izdvajanja nematoda iz tla (A comparison of different extraction methods of nematodes from soil). *Diplomski rad*. Poljoprivredni fakultet u Osijeku. Sveučilište J.J. Strossmayera u Osijeku.
83. Zullini, A. (1982.): Nematodi (Nematoda). *Consiglio Nazionale delle Ricerche*. Italy. p.p. 117.

## 8. SAŽETAK

Cilj ovog istraživanja bio je utvrditi strukturu zajednice nematoda u tlu na tri različita uzorka tla pod djetelinom, krastavcima i paprikom, te ukupnu brojnost nematoda, broj rodova, trofičke grupe i indekse uznemirenja. Uzorkovanje je obavljeno u selu Gradište, pokraj Županje.

Ukupna brojnost nematoda u 100 g tla kretala se od 86 – 125 individua, što ukazuje na malu brojnost.

Broj rodova se kretao od 13 – 14, te je u uzorku tla pod krastavcima utvrđeno 14 rodova. Analizom trofičkih grupa utvrđena je najveća brojnost bakterivora u svim ispitivanim uzorcima, a kretala se od 33 - 55 %. Trofička grupa fungivora bila je zastupljena u svim uzorcima s oko 20 %, dok su omnivore bile dosta brojne, s 20 - 32 %. Mala brojnost fitoparazitnih nematoda utvrđena je u uzorku pod paprikom (5 %), dok se u ostalim uzorcima kretala od 13 - 24 %. Utvrđena je samo jedna jedinka trofičke grupe predatora u uzorku paprike, dok u ostalim uzorcima nisu utvrđeni predatori.

Analizom indeksa uznemirenja utvrđene vrijednosti MI su od 2,34 – 2,68, što upućuje na prisutnost nematoda c – p grupe 2 – 3, koje ukazuju na stabilan agroekosustav, dok je PPI 2,83 – 3,0, a MI/PPI je najviši u uzorku tla pod krastavcima i iznosi 0,94.

Ovim istraživanjem utvrđeno je kako nije bilo velikih razlika u strukturi zajednice nematoda u analiziranom tlu, jer su uzorci uzeti iz istog vrta, a rezultati ukazuju na stabilan agroekosustav i neuznemireno tlo.

Ključne riječi: struktura zajednice nematoda, broj nematoda i rodova, trofičke grupe, indeksi uznemirenja

## 9. SUMMARY

The aim of this study was to determine the community structure of nematodes in the soil in three different samples of soil under clover, cucumbers and peppers, by analyzing the total number of nematodes, the number of genera, trophic groups and disturbance indices. Sampling was carried out in the village of Gradiste, near Županje.

The total number of nematodes per 100 g of soil ranged between 86 – 125 individuals. Number of genera ranged from 13 - 14, and in the soil sample under cucumbers found 14 genera.

The analysis of trophic groups showed the largest number of bacterivorous nematodes in all the samples in a range of 33-55 %. Fungivorous nematodes were present in all samples with approximately 20 %, while omnivores were quite numerous, with 20-32 %. Low number of plant parasitic nematodes occurred in sample of paper, (5 %), while in clover and cucumber plant parasitic nematodes ranged from 13-24 %. Only one predator was found in the sample of peppers, while the other samples did not reveal any predators.

Maturity index ranged from 2.34 to 2.68, indicating the presence of nematodes from c - p groups 2 - 3, while the Plant Parasitic Index ranged from 2.83 to 3.0, and MI / PPI is the highest in the soil sample under cucumber - 0.94.

This study found that there were no significant differences in community structure of nematodes in the soil analyzed, because the samples were taken from the same garden, and the results indicate stable agro ecosystem and undisturbed soil.

Key words: nematode community structure, number of genera, trophic groups, disturbance indices

## 10. POPIS TABLICA

|  |    |
|--|----|
| Tablica 1. Utvrđeni rodovi nematoda i njihova brojnost u pojedinim uzorcima..... | 17 |
| Tablica 2. Izračuni indeksa uznemirenja za uzorak 1 – djetelina.....             | 22 |
| Tablica 3. Izračuni indeksa uznemirenja za uzorak 2 – krastavac.....             | 22 |
| Tablica 4. Izračuni indeksa uznemirenja za uzorak 3 – paprika.....               | 22 |



## 11. POPIS SLIKA

|  |    |
|--|----|
| Slika 1. <i>Caenorhabditis elegans</i> .....           | 2  |
| Slika 2. Unutarnja građa nematode.....                 | 3  |
| Slika 3. Stilet.....                                   | 4  |
| Slika 4. Vrt u kojem je obavljeno uzorkovanje tla..... | 13 |
| Slike 5. i 6. Baermanova metoda lijevka.....           | 14 |
| Slika 7. i 8. Pribor za determiniranje nematoda.....   | 15 |
| Slika 9. Nematoda roda <i>Paratylenchus</i> .....      | 18 |
| Slika 10. <i>Mylonchulus montanus</i> .....            | 18 |

## 12. POPIS GRAFIKONA

|   |    |
|---|----|
| Grafikon 1. Ukupan broj nematoda u uzorcima.....  | 16 |
| Grafikon 2. Udio pojedinih trofičkih grupa u analiziranom uzorku tla pod djetelinom.....  | 19 |
| Grafikon 3. Udio pojedinih trofičkih grupa u analiziranom uzorku tla pod krastavcima..... | 20 |
| Grafikon 4. Udio pojedinih trofičkih grupa u analiziranim uzorku tla pod paprikom.....    | 21 |

## **TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA**

**Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku**

**Diplomski rad**

**Poljoprivredni fakultet u Osijeku**

**Sveučilišni diplomski studij, smjer Povrćarstvo i cvjećarstvo**

Struktura zajednice nematoda na travnjacima i povrtlarskim kulturama u Gradištu 2015. godine

Ivana Baran

**Sažetak:** Cilj ovog istraživanja bio je utvrditi strukturu zajednice nematoda u tlu na tri različita uzorka tla pod djetelinom, krastavcima i paprikom, te ukupnu brojnost nematoda, broj rodova, trofičke grupe i indekse uznemirenja. Uzorkovanje je obavljeno u selu Gradište, pokraj Županje. Ukupna brojnost nematoda kretala se od 86 – 125, što ukazuje na malu brojnost. Broj rodova se kretao od 13 – 14, te je u uzorku tla pod krastavcima utvrđeno 14 rodova. Analizom trofičkih grupa utvrđena je najveća brojnost bakterivora u svim ispitivanim uzorcima, a kretala se od 33 - 55 %. Trofička grupa fungivora bila je zastupljena u svim uzorcima s oko 20 %, dok su omnivore bile dosta brojne, s 20-32 %. Mala brojnost fitoparazitnih nematoda utvrđena je u uzorku pod paprikom (5 %), dok se u ostalim uzorcima kretala od 13 - 24 %. Utvrđena je samo jedna jedinka trofičke grupe predatora u uzorku paprike, dok u ostalim uzorcima nisu utvrđeni predatori. Analizom indeksa uznemirenja utvrđene vrijednosti MI su od 2,34 – 2,68, što upućuje na prisutnost nematoda c – p grupe 2 – 3, koje ukazuju na stabilan agroekosustav, dok je PPI 2,83 – 3,0, a MI/PPI je najviši u uzorku tla pod krastavcima i iznosi 0,94. Ovim istraživanjem utvrđeno je da nije bilo značajnih razlika u strukturi zajednice nematoda u analiziranom tlu, jer su uzorci uzeti iz istog vrta, a rezultati ukazuju na stabilan agroekosustav i neuznemireno tlo.

**Rad je izrađen pri:** Poljoprivredni fakultet u Osijeku

**Mentor:** prof. dr. sc. Mirjana Brmež

**Broj stranica:** 37

**Broj grafikona i slika:** 14 (4 grafikona i 10 slika)

**Broj tablica:** 4

**Broj literaturnih navoda:** 83

**Jezik izvornika:** hrvatski

**Ključne riječi:** struktura zajednice nematoda, broj nematoda i rodova, trofičke grupe, indeksi uznemirenja

**Datum obrane:**

**Stručno povjerenstvo za obranu:**

1. Prof. dr. sc. Emilija Raspudić, predsjednik
2. Prof. dr. sc. Mirjana Brmež, mentor
3. Prof. dr. sc. Karolina Vrandečić, član

**Rad je pohranjen u:** Knjižnica Poljoprivrednog fakulteta u Osijeku, Sveučilišta u Osijeku, Kralja Petra Svačića

## **BASIC DOCUMENTATION CARD**

**Josip Juraj Strossmayer University of Osijek**

**Graduate thesis**

**Faculty of Agriculture**

**University Graduate Studies, course Vegetable and flower growing**

Nematode community structure on grassland and on horticultural plants in Gradište in 2015.

Ivana Baran

**Abstract:** The aim of this study was to determine the community structure of nematodes in the soil in three different samples of soil under clover, cucumbers and peppers, by analyzing the total number of nematodes, the number of genera, trophic groups and disturbance indices. Sampling was carried out in the village of Gradiste, near Županje. The total number of nematodes per 100 g of soil ranged between 86 - 125 individuals. Number of genera ranged from 13 - 14, and in the soil sample under cucumbers found 14 genera. The analysis of trophic groups showed the largest number of bacterivorous nematodes in all the samples in a range of 33 - 55 %. Fungivorous nematodes were present in all samples with approximately 20 %, while omnivores were quite numerous, with 20-32 %. Low number of plant parasitic nematodes occurred in sample of paper, (5 %), while in clover and cucumber plant parasitic nematodes ranged from 13 – 24 %. Only one predator was found in the sample of peppers, while the other samples did not reveal any predators. Maturity index ranged from 2.34 to 2.68, indicating the presence of nematodes from c - p groups 2 - 3, while the Plant Parasitic Index ranged from 2.83 to 3.0, and MI / PPI is the highest in the soil sample under cucumber - 0.94. This study found that there were no significant differences in community structure of nematodes in the soil analyzed, because the samples were taken from the same garden, and the results indicate stable agro ecosystem and undisturbed soil.

**Thesis performed at:** Faculty of Agriculture in Osijek

**Mentor:** prof. dr. sc. Mirjana Brmež

**Number of pages:** 37

**Number of figures:** 14 (10 pictures and 4 graphs)

**Number of tables:** 4

**Number of references:** 83

**Original in:** Croatian

**Key words:** nematode community structure, number of genera, trophic groups, disturbance indices

**Thesis defended on date:**

**Reviewers:**

1. **Prof. dr. sc. Emilija Raspudić, president**
2. **Prof. dr. sc. Mirjana Brmež, mentor and member**
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