

Utjecaj preparata na bazi tekućeg pilećeg stajnjaka na bioraznolikost nematoda u pšenici

Josipović, Magdalena

Master's thesis / Diplomski rad

2019

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:

**Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek /
Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:151:224531>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2025-01-31**



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 U OSIJEKU
FAKULTET AGROBIOTEHNIČKIH ZNANOSTI U OSIJEKU

Magdalena Josipović

Sveučilišni diplomski studij Ekološke poljoprivrede

Smjer Ekološka poljoprivreda

**UTJECAJ PREPARATA NA BAZI TEKUĆEG PILEĆEG STAJNJAKA NA
BIORAZNOLIKOST NEMATODA U PŠENICI**

Diplomski rad

Osijek, 2019.

SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU
FAKULTET AGROBIOTEHNIČKIH ZNANOSTI U OSIJEKU

Magdalena Josipović

Sveučilišni diplomski studij Ekološke poljoprivrede

Smjer Ekološka poljoprivreda

**UTJECAJ PREPARATA NA BAZI TEKUĆEG PILEĆEG STAJNJAKA NA
BIORAZNOLIKOST NEMATODA U PŠENICI**

Diplomski rad

Povjerenstvo za ocjenu i obranu diplomskog rada:

1. prof. dr. sc. Emilija Raspudić, predsjednik
2. prof. dr. sc. Mirjana Brmež, mentor
3. izv. prof. dr. sc. Brigita Popović, član

Osijek, 2019.

SADRŽAJ

| | |
|--|----|
| 1. UVOD..... | 1 |
| 1.1 Morfologija nematoda..... | 2 |
| 1.1.1 Unutrašnja građa nematoda..... | 3 |
| 1.1.2 Probavni sustav..... | 3 |
| 1.1.3 Živčani sustav..... | 4 |
| 1.1.4 Razmnožavanje..... | 4 |
| 1.2 Sistematika nematoda..... | 5 |
| 1.3. Trofičke grupe..... | 6 |
| 1.4. C-p grupe..... | 8 |
| 1.5 Pšenica..... | 10 |
| 1.6 Cilj istraživanja..... | 11 |
| 2. PREGLED LITERATURE..... | 12 |
| 3. MATERIJAL I METODE..... | 14 |
| 4. REZULTATI..... | 17 |
| 4.1 Rezultati analize za ukupnu brojnost nematoda i bioraznolikost nematoda..... | 17 |
| 4.2 Rezultati analize trofičkih grupa nematoda..... | 18 |
| 4.3 Rezultati analize indeksa uznemirenja nematoda..... | 22 |
| 5. RASPRAVA..... | 26 |
| 6. ZAKLJUČAK..... | 28 |
| 7. POPIS LITERATURE..... | 29 |
| 8. SAŽETAK..... | 33 |
| 9. SUMMARY..... | 34 |
| 10. POPIS TABLICA..... | 35 |
| 11. POPIS SLIKA..... | 36 |

Temeljna dokumentacijska kartica

Basic documentation card

1.UVOD

Nematode su bioindikator stanja i promjena koje se događaju u poljoprivrednom tlu, a time i pokazatelji održivosti i zdravlja tla.

Nematode su crvolikog oblika, manje od 1 mm imaju važnu ulogu pri razgradnji organske tvari. Broj nematoda u tlu je visok, može ih biti na stotine po kubnom centimetru. Na njihovu brojnost i dinamiku u tlu utječu različiti čimbenici kao što su način života nematode, brzina i sposobnost razmnožavanja, biljni pokrov, količina organske tvari u tlu, pretkultura, temperatura, način obrade tla, količina nematodi dostupne hrane, način obrade tla, vlaga i prozračnost, rast i razvoj biljke domaćina i dr.

Nematode se smatraju najstarijim, najraznovrsnijim i najbrojnijim vrstama životinja na Zemlji. Procjena je da su Zemlju nastanile prije više od milijun godina (Wang i sur. 1999.)

Uspješno su se prilagodile svim uvjetima života, te tako danas nastanjuju kopnene, morske, i slatkovodne ekosustave (<http://en.wikipedia.org/wiki/Nematode>).



Slika 1. Nematoda smeđe pjegavosti korijena *Pratylenchus spp.*

Internet (<https://hrcak.srce.hr/file/240632>)

S obzirom na ulogu u tlu, nematode mogu biti štetne i korisne. Štetne nematode se prehranjuju sadržajem iz biljnih stanica koje probuše usnom bodljom. Određene vrste nematoda žive u tlu, neke u korijenu (Slika 1.) i na korjenju biljaka.

Štetne nematode su slabo pokretne pa se šire prenošenjem biljaka ili zemlje. Uzgajanje iste kulture uzastopno dovodi do povećanja broja štetnih nematoda.

Za poljoprivrednu su značajne fitoparazitne nematode, čine štete na biljkama i smanjuju prinose.

Nematode roda *Pratylenchus spp.* i *Meloidogyne spp.*, smatraju se najvažnijim rodovima fitoparazitnih nematoda koji su direktno povezani sa smanjem prinosa koje varira ovisno o otpornosti određenog usjeva, kao i o klimatskim i edafskim čimbenicima (Siber, 2017.).

1.1. Morfologija nematoda

Nematode se sastoje od valjkastog tijela koje je blijedo žute do mliječno bijele boje. Također, oblik tijela može biti i drugog oblika poput končaste forme, cilindričan, kruškolik, limunast, okrugli ili vretenast.

Duljina tijela se također može razlikovati, od 400 μ m do 5 mm, dok neke dosežu i do 8 m duljine, a širine 15 –20 μ m. Tijelo se sastoji od kutikule, epiderme i uzdužnih mišićnih vlakana.

Nematode nemaju razvijen dišni sustav i krvotok, ali imaju živčani sustav sa živčanim prstenom u predjelu ždrijela. Nemaju posebno razvijene organe za disanje te je i tu ulogu preuzela kutikula.

Zbog izostajanja kostura te kružnog mišićnog sustava, kutikula sprječava deformacije prilikom stezanja uzdužnih mišića tijekom pokretanja.

Epiderma je građena od jednog sloja stanica, a ispod nje nalazi se sloj mišićnih stanica. Prostor između ova dva sloja prožimaju živčane stanice (Zec, 2012.).

Mogu se razmnožavati spolno, a odnos spolova je uglavnom isti. (Oštrec, 1998.). U pravilu su razdvojena spola, ali mogu biti i hermafroditi. Najčešće su oviparne, a rijetke viviparne, dok je također moguća i partenogeneza.

1.1.1 Unutrašnja građa nematoda

Tijelo nematoda možemo podijeliti na tri dijela (Slika2.):

a) Prednji dio

Na prednjem dijelu tijela se nalazi glava s usnim ustrojem koji se razlikuje ovisno o načinu ishrane, a na koji se nastavlja jednjak. Fitoparazitne nematode u usnom ustroju imaju hitiniziranu bodlju (stilet), kojim se hrane zabadajući ga u biljnu stanicu. Pomoću značajki stileta određujemo pripadnost redu nematoda (Oštrec, 1998.).

Prilikom ishrane izlučuju sekrete, a neke nematode u kontaktu s zaraženom biljkom i same postaju virulentne.

b) Srednji dio

U srednjem dijelu nematoda smješteni su reproduktivni organi, kao i probavni organi, te glavna primitivnog živčanog tkiva.

Srednji dio tijela završava analnim otvorom (Oštrec, 1998.).

c) Stražnji dio

Stražnji dio tijela nematode čini rep.

Repovi mogu biti različitih dužina i širina, kao i sa raznim izraštajima što je važna odrednica prilikom determinacije vrsta (Oštrec, 1998.).

1.1.2 Probavni sustav

Usna šupljina kod nematoda je obložena kutikulom, koja je često ojačana grebenima i dugim strukturama, a kod predatora, može sadržavati i veći broj zuba.

Usna šupljina prelazi u mišićavo usno grlo također obloženo kutikulom (Varga, 2011.). U tom tkivu se nalaze i probavne žljezde, koje proizvode probavne enzime za početak razgradnje hrane.

Nematode imaju ždrijelo povezano s crijevom, koje čini osnovni dio probavnog sustava, proizvodi enzime te apsorbira hranjive tvari kroz membranu od jednog sloja stanica. Posljednji dio probavnog sustava je također obložen kutikulom, formira rektum, iz kojeg se otpadne tvari izbacuju kroz anus. Kretanje hrane kroz sam probavni sustav je rezultat kretanja

tijela nematode. Crijeva imaju nepovratni prsten na oba kraja kako bi pomogli kontroli kretanja hrane kroz tijelo (<https://howlingpixel.com/i-sh>).

1.1.4 Živčani sustav

Dužinom tijela se pružaju četiri periferna živca, na dorzalnim, ventralnim i lateralnim površinama. Svaki je živac unutar stuba vezivnog tkiva, koje se nalazi ispod kutikule, a između mišićnih stanica. Ventralni živac je najveći živac. On ima dvostruku strukturu počinjući od ekskrecijske pore. Za motoričku kontrolu je odgovoran dorzalni živac, dok su lateralni živci u ulozi osjetila, a ventralni živac kombinira obje funkcije (<https://howlingpixel.com/i-sh>).

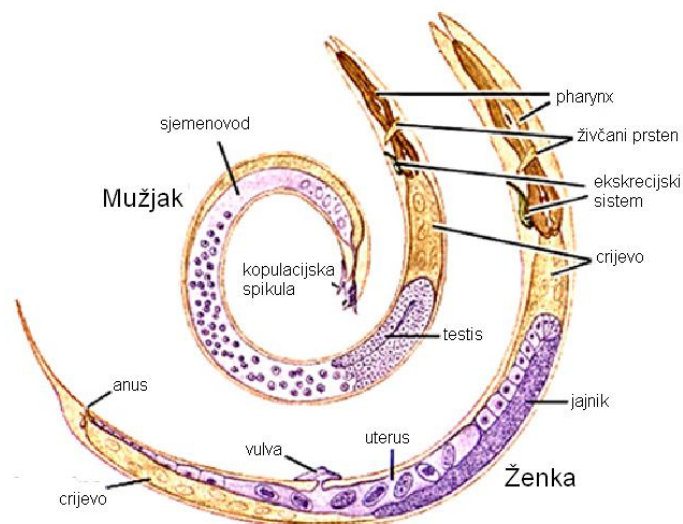
Živci se granaju iz gustog, kružnog živčanog prstena koje okružuje grlo, a služi i kao mozak. Manji živci opslužuju osjetilne organe glave.

Tijela nematoda su pokrivena brojnim osjetilnim četkicama i kvržicama zajedno dajući osjećaj za dodir. Neke nematode koje žive u vodi imaju nešto što podsjeća na pigmentiranu točku u obliku oka, ali nije poznato da li su to optički senzori ili ne. (<https://howlingpixel.com/i-sh>)

1.1.5 Razmnožavanje

Većina vrsta nematoda su dvospolne, s odvojenim muškim i ženskim jedinkama. Oba spola imaju jednu ili dvije cijevaste gonade. Razmnožavanje je obično seksualnim putem. Mužjaci su najčešće manji od ženki, a mnoge vrste imaju karakteristično zakrivljeni rep kojim pridržavaju ženku (Slika 2.).

Nematode općenito imaju vrlo širok način razmnožavanja. Neke nematode su hermafroditi i drže svoja oplodena jaja unutar maternice dok se ona ne izlegu. Mlade nematode ponekad pojedu svoje roditelje. Ovaj proces je dosta izraženiji u okruženjima u kojima nema dovoljno hrane. (<https://howlingpixel.com/i-sh>)



Slika 2. Građa i morfologija nematoda

Izvor: (<http://sharonapbio-taxonomy.wikispaces.com>)

1.2 Sistematika nematoda

Nematode su svrstane u carstvo Animalia, a koljeno Nemathelminthes (Aschelminthes) odnosno oblenjaci. Iako im je prvo Karl Rudolf 1808. godine nadjenio ime Nematodea, nekoliko godina kasnije (1861.) Diesing ih klasificira kao razred Nematoda (oblići) (Oštrec, 1998.).

Položaj receptora fasmida u blizini analnog otvora je važan za njihovu daljnju podjelu. Podrazred Adenophorea (Aphasmda) na prednjoj strani glave ima kemoreceptore u obliku jedanog para kutikulatnih jamica (*Amphids*).

Prema Oštrec (1998.) podrazred Secernentea (Phasmida) na stražnjem dijelu tijela, tj. repu ima bradavičaste kemoreceptore fazmide (*Phasmids*).

Podrazred Secernentea karakterizira prilagođenost životu u vlažnijim staništima, dok manji broj su slobodnoživuće nematode prilagođene životu u vodi (mogu parazitirati biljke i čovjeka) (Clark, 1994.).

1.3. Trofičke grupe

Na temelju načina ishrane nematode dijelimo na trofičke grupe. Način ishrane nematoda u tlu utječe na populaciju organizama kojima se hrane (Yeates, 1979.). Nematode koje pripadaju istom rodu ili porodici najčešće pripadaju i istoj trofičkoj grupi, iako neke vrste unutar roda fitoparazitnih nematoda mogu pripadati fungivorima (Brmež, 2004.).

Do danas je utvrđeno preko 15 različitih trofičkih grupa (Yeats i sur., 1993.).

U tlima naših područja najčešće se nalaze nematode iz 5 trofičkih grupa:

1. **herbivore (fitoparazitne nematode),**
2. **bakterivore,**
3. **fungivore,**
4. **predatori i**
5. **omnivore.**

Najveću brojnost u tlu imaju fitoparazitne nematode i bakterivore (Brmež, 2004.; McSorley, 1997.).

- **Fitoparazitne nematode**

Ova grupa je najviše istražena zbog njihove važnosti u poljoprivredi (Brezovac, 2010.). U ovu grupu pripadaju nematode koje se hrane na višim biljkama i redovito imaju bodež – stilet (Slika 3.) (*Tylenchidae*) ili odonostilet (Slika 4.) (*Dorylaimidae*). Njime probadaju biljno tkivo i sišu sokove.

Predstavnici: - mnoge nematode reda *Tylenchida* i neki rodovi reda *Aphelenchida* i *Dorylamida*...

- **Bakterivore**

Ova skupina se hrani bakterijama i najbrojnija su na mjestima s dosta organske tvari, gdje je velika bakterijska aktivnost, a pomoću izraštaja na glavi (koji im služi za hvatanje bakterija) lako ih je identificirati (Nikolas, 1984.). Mnoge nematode iz grupe bakterivora su kolonizeri koji imaju kratak životni ciklus. Bakterivore se koriste i kao bioindikatori zagađenja od teških metala i najbrže reagiraju na promjenu u tlu npr. dodavanjem duška (Brezovac, 2010.).

Yeats i sur., (1997.) navode kako su bakterivore najbrojnija trofička grupa u ekološkoj proizvodnji.

- **Fungivore**

Nematode iz ove grupe hrane se parazitskim i saprofitskim gljivama na način da gljive probijaju stiletom ili odonostiletom. U većem broju se javljaju u kiselim tlima, odnosno u tlima u kojima dominiraju gljive. Korisne su tlima, jer se hrane gljivama čiji tjelesni sastav sadrži visok postotak proteina koje oni metaboličkim procesima pretvaraju u dušik dostupan višim biljkama (npr. nitratni oblik) (Benković-Lačić, 2012.).

Najvažniji predstavnici kod nas su porodice: *Tylenchidae*, *Aphelenchidae*, *Aphelenchoididae*, *Tylencholaimidae* i dr.

- **Omnivore**

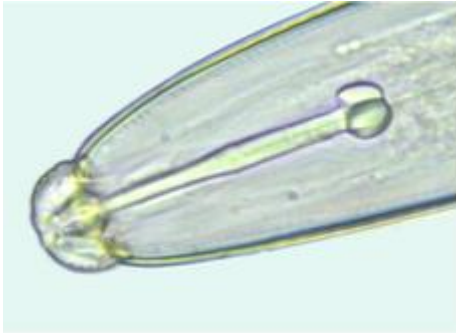
Nematode trofičke grupe ominovora su nematode koje se hrane širokim različitim vrstama hrane. Uglavnom su veće nematode (1-4 mm dužine), dužeg životnog ciklusa, pripadaju grupi perzistera ili nematoda koje se pojavljuju u stabilnim ekosustavima i njihova povećana brojnost reflektira zdravo tlo. Nikada nisu prisutne u onečišćenim tlima, a najčešće pripadaju redu Dorylaimidae (Siber, 2017.)

Predstavnici: *Eudorylamus*, *Mesodorylamus* i dr.

- **Predatori**

Predatori su nematode koje se hrane drugim nematodama. Najčešće posjeduju zub u usnoj šupljini koji im koristi kako bi zarobili i konzumirali druge nematode ili druge životinje slične veličine. Prema načinu ishrane i tipu usnog ustroja mogu se kategorizirati u tri grupe: na predatore koji gutaju cijeli plijen, na one koji probadaju i isisavaju svoj plijen i na one koji

presjecaju epidermu i usisavaju sadržaj organizama (Bilgrami i Gaugler, 2004.). Predatori su vrlo osjetljivi na poremećaje u tlu te mineralnu gnojidbu. Najčešći predstavnici u našim tlima su iz porodice Anantonchidae (rod *Anatonchus*), Mononchidae (rod *Mylonchulus*) i dr.



Slika 3. Pravi ili stomatostilet

Izvor:

[\(https://repozitorij.pfos.hr/islandora/object/\)](https://repozitorij.pfos.hr/islandora/object/)



Slika 4. Odonostilet

Izvor:

[\(https://repozitorij.pfos.hr/islandora/object/\)](https://repozitorij.pfos.hr/islandora/object/)

1.4 C-P grupe

Bongers (1990.) je kategorizirao nematode po kolonizer – perzister (c-p) grupama koje su rangirane na skali od 1 do 5, a služe za izračunavanje indeksa uznemirenja i zrelosti ekosustava. Kolonizeri su nematode čiji se organizam lako prilagođava uznemirenim i obogaćenim sredinama, a pripadaju na donjem kraju c-p ljestvice. Perzisteri su nematode koje se nalaze na gornjem kraju c-p ljestvice i njihova prisutnost u određenim sredinama upućuje na stabilne ekosustave sa složenim hranidbenim lancem (Đuričković, 2016.). Nematode se na razini porodice svrstavaju u jednu od pet c-p grupa, a rodovi i vrste unutar porodice imaju istu c-p vrijednost.

- **C-p 1**

Nematode koje pripadaju ovoj grupi imaju kratak životni vijek i zovemo ih kolonizeri. Na tijelu imaju gonade koje proizvode velik broj malih jajašaca. Kada bi se u tlo dodalo npr. organsko gnojivo, brojnost ove grupe ubrzano bi rasla. Prvenstveno se ovo odnosi na bakterivore, s velikom metaboličkom aktivnosti (Benković-Lačić, 2012.). Tolerantne su na onečišćenja i produkte razgradnje organske tvari. Prema Bongers (1998.) u laboratoriju,

nematode iz porodice *Rahabditidae* stavljene u vodu ili agar, u Petrijevoj posudi, su uvijek aktivne, a njihov jednjak uvijek pulsira.

- **C-p 2**

Nematode c-p grupe 2 također pripadaju kolonizerima, jer ih također karakterizira kratak životni vijek i visoka stopa reprodukcije (iako je niža nego kod nematoda iz c-p grupe 1).

Sporije reagiraju na obogaćivanje tla na obogaćivanje tla od nematoda iz c-p grupe 1 (u smislu reprodukcije i ishrane).

Nematode c-p grupe 2 se pojavljuju u svim sredinama odnosno i u plodnim i neplodnim tlima. U ovu grupu pripadaju neke bakterivore (*Plectididae*, *Cephalobidae*), fungivore (*Aphelenchoidae*) i dr. (Benković-Lačić, 2012.).

- **C-p 3**

Za razliku od prve dvije grupe, ova grupa nematoda ima duži životni vijek. Osjetljivije su na razna uznemirenja. U ovu grupu također pripadaju neke bakterivore, fungivore i neki predatori (*Tripylidae*) (Brezovac, 2010.).

- **C-p 4**

Nematode iz ove grupe imaju velike gonade, ali proizvode manji broj većih jaja. Veći predatori, neke omnivore te neke bakterivore pripadaju ovoj grupi nematoda. Imaju duži životni ciklus i propusnu kutikulu koja im osigurava visoku osjetljivost na različita onečišćenja.

- **C-p 5**

Nematode porodice *Dorylaimidae* pripadaju c – p grupi 5 i vrlo su osjetljive na uznemirenja i onečišćenja. Perzisteri pripadaju c – p grupama od 4 do 5 (De Goede, 1993.). Oni su pokazatelji stabilnog ekosustava, budući da imaju mali broj generacija godišnje i dugi životni vijek. C-p gupi 5 pripadaju velike omnivore i veliki predatori, jer je njihov opstanak moguć isključivo u ekološki čistom tlu (*Actinolaimus*, *Nygolaimus*) (Benković-Lačić, 2012.).

1.5 Pšenica

Pšenica (*Triticum aestivum*) je jednogodišnja biljka iz porodica trava (*Poaceae*). Jedna je od najvažnijih i najrasprostranjenijih biljaka u svijetu. Postoje dokazi o njenom korištenju do čak 7500 godina prije nove ere s područja damnašnjeg Jordana u Maloj Aziji.

Stabljika joj je šuplja uspravna i sastoji se od 5-7 nodija s naizmjenično raspoređenim listovima. Obično naraste do 1m visine. Na vrhu stabljike se nalazi gusti klas s više klasića od 2-7 sjedeća cvijeta. Plod joj je zрно.

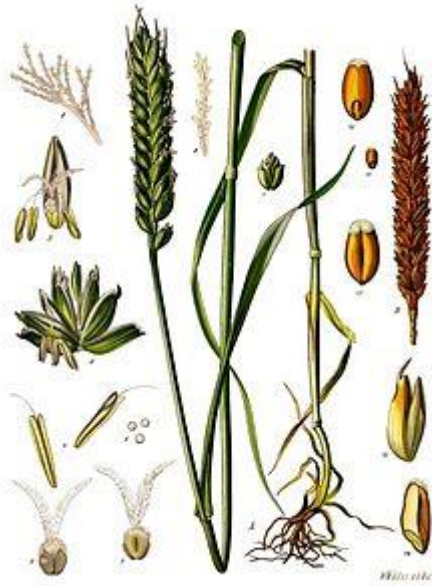
Vrste djelimo ovisno o broju kromosoma i cvjetova u skladu. Postojeće su 23 vrste od kojih su najpoznatije:

- d) Obična pšenica (*Triticum aestivum*) – najčešće uzgajana u svijetu
- e) Pir (*Triticum spelta*)- neki autori navode je kao podvrstu obične pšenice pod nazivom *Triticum aestivum* subsp. *spelta*. Uzgajala se još prije 5000 godina prije nove ere.
- f) Durum (*Triticum durum*)- zbog zrna ju zovemo pšenica. Uzgaja se radi proizvodnje tjestenine.
- g) Kamut (*Triticum turanicum*)- drevna vrsta pšenica uzgajana na području današnjeg Afganistana. Zna su joj veća od obične pšenice.

Pšenica (Slika 5.) se koristi u mlinarstvu, prehrambenoj i farmaceutskoj industriji. Najznačajniji je ratarski usjev te se njome zasijava $\frac{1}{4}$ obradivih površina na svijetu. Pšenični kruh osnovna je prehrambena namirnica za oko 70% ljudske populacije i sadrži 15-17% proteina, 18% ugljikohidrata, oko 1,3% masti. Bogat je vitaminima B kompleksa (<https://hr.wikipedia.org/wiki/P%C5%A1enica>)

Godišnja potrošnja pšenice u Hrvatskoj iznosi od 530 do 550.000 tona, a prehranu stanovništva u Hrvatskoj je potrebno oko 465.000 tona. Sjemenske pšenice se proizvodi od 40.000 do 60.000 tona što je dovoljno za domaće potrebe sjetve. Kapaciteti mlinova, kojih je u Hrvatskoj evidentirano 55, za meljavu pšenice u Hrvatskoj (za 250 radnih dana) premašuju 1,300.000 tona.

Hrvatska najveći izvoz ostvaruje u zemlje okruženja - BiH, Italiju, Makedoniju i Albaniju. (www.plantea.com.hr/psenica/)



Slika 5. Pšenica

Izvor:

https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/0/01/Triticum_aestivum

1.6 Cilj istraživanja

Cilj ovog diplomskog jest istražiti učinkovitost preparata Ekobooster i Ekovital na bioraznolikost zajednice nematoda u tlu. Istraživanja su provedena kroz poljski pokus na pšenici, tijekom proljeća i ljeta 2016. godine.

2. PREGLED LITERATURE

Zajednica nematoda u tlu predstavlja najbrojniju skupinu višestaničnih životinja u okolišu (Ferris i sur., 2000.).

Vlaga u tlu je neophodna za život nematoda u tlu, jer kretanje se odvija kroz film vode, a on okružuje čestice tla.

Razni čimbenici utječu na brojnost nematoda u tlu kao npr.:

- sposobnost reprodukcije,
- pokretljivost,
- biljni pokrov,
- količina organske tvari u tlu,
- temperatura,
- aeriranost,
- dostupnost hrane i dr.

Nematode se mogu podjeliti u najmanje 5 trofičkih grupa, od kojih je najbolje proučena skupina koja je u parazitskom odnosu s biljkom te uzrokuje štete na uzgajanim kulturama. Štete se očituju u vidu smanjenog rasta, smanjenog usvajanja hraniva i vode, te smanjene kvalitete i kvantitete prinosa.

Zbog karakteristika koje posjeduju nematode dobri su bioindikatori, jer reagiraju i na najmanje promjene u tlu. Ovisno o antropološkim utjecajima očituju se promjene u populaciji nematoda, te su u konačnici vidljive i ekološke promjene (Porazinska, 1999.).

Mnogo je čimbenika koje treba uzeti u obzir pri proizvodnji usjeva ili uzgoju vrta. Koliko se gnojiva primjenjuje i kada treba primijeniti neke su od odluka koje treba donijeti. Te odluke ovise o uzgoju usjeva, tipu tla i uvjetima okoline pod kojima se uzgaja.

Bošnjak i sur. (2011.) utvrdili su da se pod utjecajem gnojidbe, poboljšivača tla, obrade tla, toksičnih elemenata i drugih antropogenih utjecaja, mijenja i zajednica nematoda. Upravo zbog osjetljivosti zajednice nematoda na svaku vrstu antropogenih utjecaja, nematode su odličan bioindikator u proučavanju funkcioniranja i osjetljivosti ekosustava tla.

Wei i sur. (2012.) su proučavali regulaciju zajednice nematoda unošenjem dušika, te njihovu privremenu dinamiku. Proučavali su rezultate u kolovozu i rujnu, te utvrdili značajnu smanjenje ukupne populacije, rodova i trofičkih grupa (fitoparazita, fungivora, omnivora i predatora) u kolovozu, ali i porast u rujnu.

Ističu da je amonijev kation toksičan za brojne organizme i pretpostavili su da je uzrok smanjenja populacije biljnih parazita način njihove ishrane. Biljke usvajaju dušik direktno iz tla kao amonijev kation i akumuliraju ga u korijenu, stabljici i lišću, a on može biti toksičan za fitoparazite jer se hrane biljnim sokovima koji su puni amonijevog kationa.

Brmež i sur. (2004.) pratili su dinamiku populacije nematoda u ozimoj pšenici tijekom 2000. i 2001. godine. Praćena je dinamika ukupnog broja nematoda, ukupnog broja bakterivora, te određeni broj rodova fitoparazita. Najveća brojnost fitoparazita utvrđena je u jesen, dok se tijekom zime broj smanjio. Utvrđeno je kako populacija nematoda raste tijekom vegetacije, a da su najbrojnija trofička grupa krajem vegetacije bakterivore. Bakterivore se pojavljuju odmah nakon gnojidbe, odnosno uznemiravanja zajednice.

3.MATERIJAL I METODE

U ovom diplomskom radu istraživala se učinkovitost preparata na bazi tekućeg pilećeg stajnjaka, trgovačkog imena Ekobooster i Ekovital na bioraznolikost zajednice nematoda u tlu i njenoga uznemirenja. Ispitana je kroz poljski pokus na pšenici, tijekom proljeća i ljeta 2016. godine.

Pokus je postavljen u Antunovcu pokraj Osijeka, na površinama pod pšenicom, u vlasništvu tvrtke Žito d.o.o. iz Osijeka. Pokus je postavljen u dvije varijante:

- Kontrola (pšenica bez tretiranja), (1 ha) (K).
- Pšenica tretirana s Ekoboosterom i Ekovitalom (1 ha), (E).

Na 1 ha primjenjeno je 1 l Ekobooster-a + 2 l Ekovital-a

Tlo je uzorkovano u tri navrata: prije primjene tretiranja navedenim pripravcima (09.05.2016.), mjesec dana nakon primjene (06.06.2016.) i dva mjeseca nakon primjene (05.07.2016.) s ciljem utvrđivanja utjecaja navedenih pripravaka na bioraznolikost zajednice nematoda u tlu kao bioindikatora „zdravlja tla“.

Tlo je uzorkovano sondom na dubini od 0 do 25 cm, sondom promjera 2 cm u 4 ponavljanja za svaku varijantu. Označeno je i spremljeno u plastične vrećice, te dopremljeno na Fakultet agrobiotehničkih znanosti u Osijeku, Zavod za fitomedicinu.

Na Katedri za entomologiju i nematologiju obavljeno je izdvajanje namatoda iz tla Baermanovom metodom lijevka (1917.), te prebrojavanje i determinacija.

Baermanova se metoda temelji na uranjanju uzorka tla u lijevak koji je ispunjen vodom. Nematode izlaze iz uzorka, odlaze u vodu krećući se prema dnu lijevka, odvajajući se prikupljaju za determinaciju. Za korištenje ove metode potrebno nam je lijevak, filter papir, sito, gumena cjevčica, stezaljka za cjevčicu te držač lijevka.

Postupak uzorkovanja Baermanovom metodom lijevka jest sljedeći (Slika 7.).

Na dno lijevka postavljamo gumenu cjevčicu čije dno pričvrstimo stezaljkom dok lijevak postavljamo na držač. U lijevak postavljamo sito na kojeg stavljamo filter papir preko kojeg će se izvršiti separacija tla od nematoda. Uzorak tla se stavlja u lijevak i prelije vodom te se tako ostavi 24 sata. Nematode se odvajaju od uzorka tla, prolaze kroz sito i talože se na dnu gumene cjevčice. Nakon ekstrakcije nematoda slijedi pregled, prebrojavanje i determinacija pomoću svjetlosnog mikroskopa.

Nematode su prebrojane pod lupom Olympus SZX 16, a determinirane do roda pomoću mikroskopa Olympus BX50.

U ovom pokusu determinacija do roda je obavljena po ključevima Andrassy, 1984.; 1988., 1993.; Mai i Lion, 1975.; te Bongers, 1990.

Nakon determinacije nematoda analizirana je ukupna brojnost nematoda, bioraznolikost rodova, trofičke grupe, kao i indeksi uznemirenja.

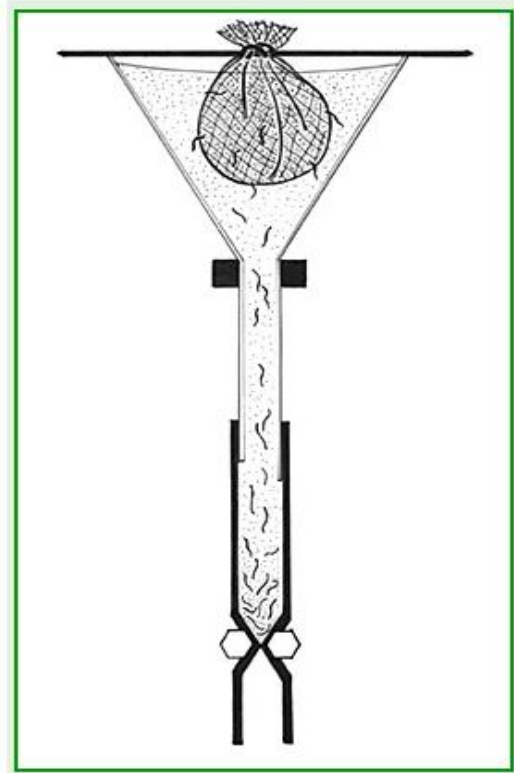
MI je indeks zrelosti tla. Vrijednosti mu se mogu kretati od 1-5. Veće vrijednosti su poželjne. Prilikom prisutnosti manjih vrijednosti MI u tlu je prisutno više nematoda iz grupe kolonizera, koje se pojavljuju u uznemirenim i onečišćenim sredinama. Veće vrijednosti ukazuju na to da je tlo zdravo te daje veća brojnost nematoda koje su perzisteri, tj. nematoda koje odražavaju stabilan ekosustav.

MI (2-5) je također indeks zrelosti tla, ali iz čijeg se izračunavanja izuzimaju nematode iz c-p grupe 1 odnosno kolonizeri. Vrijednosti mu se kreću od 2-5, te su poželjne što veće vrijednosti.

Za biljno-parazitne nematode primjenjuje se biljno-parazitni indeks –PPI po Bongersu (1990). U ovom indeksu isključene su sve porodice nematoda za koje se računa MI. Fitoparazitne nematode c-p grupe 1 ne postoje, zato jer njihov životni ciklus u potpunosti je ovisan o prisutnosti viših biljaka u tlu, kao što se također hrane njihovim korijenjem.

PPI se računa na isti način kao i MI samo za fitoparazitne nematode. Jedina razlika u računanju jeste ta da se vrijednosti c-p grupa i ukupnog broja nematoda odnose isključivo na fitoparazitne nematode.

Također je obavljena statistička analiza podataka i analiza varijance u programu SAS.



Slika 6. Baermanova metoda lijevka

Izvor: (<https://www.rvc.ac.uk/review/parasitology/Baermann/Principle.htm>)

4.REZULTATI

4.1 Rezultati analize za ukupnu brojnost nematoda i bioraznolikost nematoda.

U tretmanu s Ekobusterom i Ekovitalom pojavilo se 10 različitih rodova nematoda (unutar 2 ponavljanja) više nego u kontrolnom tretmanu, u prosjeku je bioraznolikost rodova bila veća u tretmanu s Ekobusterom i Ekovitalom za 15%, u odnosu na kontrolni tretman.

Tablica 1. Rezultati analize ukupne brojnosti nematoda i bioraznolikosti nematoda

| | 09.05. 2016. | | 06.06.2016. | | 05.07.2016. | |
|--|--------------|--------------------------|-------------|--------------------------|-------------|--------------------------|
| | Kontrola | Ekobooster + Ekovital | kontrola | Ekobooster + Ekovital | kontrola | Ekobooster + Ekovital |
| Ukupan broj nematoda (prosjek 4 ponavljanja) | 57.75 | 57.75 | 335.5 | 243.5 | 112 | 68.25 |
| Prosjek K/E | | | | | 168.417 | 123.167 |
| Prosjeci po vremenu uzorkovanja | 57.75 | | 289.50** | | 90.125 | |
| Broj rodova (prosjek 4 ponavljanja) | 8.25 | 8.25 | 13 | 15.25 | 11 | 14.75 |
| Prosjek K/E | | | | | 10.75 | 12.75 |
| Prosjeci po vremenu uzorkovanja | 8.25** | | 14.125 | | 12.875 | |

**-statistička značajnost (0,01)

*-statistička značajnost (0,05)

Uznemirenje zajednice uzrokuju obrada tla, gnojidba, aplikacija pesticida i sl.

Pod ukupnim brojem nematoda podrazumjevamo sve nematode determinirane u uzorku tla odnosno fitoparazitne nematode, bakterivore, fungivore, omnivore i predatore.

Mjesec dana nakon aplikacije Ekoboostera i Ekovitala utvrđene su statistički značajne razlike u odnosu na ukupan početni broj nematoda. Po odmaku vremena u trećem uzorkovanju,

ukupna brojnost se izbalansirala na određenoj razini, odnosno nestali su kolonizeri koji se namnožavaju u velikom broju nakon uznemirenja te nisu realan pokazatelj ukupne brojnosti.

Tokom istraživanja nije utvrđena statistički značajna razlika između ukupne brojnosti nematoda u kontroli i tretmanu Ekoboosterom i Ekovitalom.

Broj rodova nematoda ili bioraznolikost veća je u tretmanu sa Ekobusterom i Ekovitalom, a ostvarena je već mjesec dana nakon primjene pripravka kao i dva mjeseca nakon primjene. U tretmanu s Ekobusterom i Ekovitalom pojavilo se u prosjeku dva roda više u odnosu na kontrolu.

4.2. Rezultati analize trofičkih grupa nematoda

U tretmanu s Ekoboosterom i Ekovitalom utvrđena je 50% veća bioraznolikost rodova nematoda iz grupe bakterivora, iako u prosječnom udjelu bakterivora u ukupnoj brojnosti nematoda nije bilo statistički značajnih razlika između tretmana (Tablica 2.). Na osnovu toga zaključujemo da bakterivore su bile u kontroli prisutne u većoj ukupnoj brojnosti, ali raspoređenoj unutar manjeg broja rodova.

Tablica 2. Rezultati analize trofičkih grupa nematoda (bakterivore)

| | 19.05.2016. | | 06.06.2016 | | 05.07.2016. | |
|--|-------------|--------------------------|------------|--------------------------|-------------|--------------------------|
| | Kontrola | Ekobooster + Ekovital | Kontrola | Ekobooster + Ekovital | Kontrola | Ekobooster + Ekovital |
| % Bakterivore (prosjek 4 ponavljanja) | 49.25 | 49.25 | 35 | 42.75 | 54.75 | 39.25 |
| Prosjek K/E | | | | | 46.333 | 43.750 |
| Prosjeci po vremenu uzorkovanja | 49.25 | | 38.875* | | 47 | |

Nakon mjesec dana od primjene preparata brojnost bakterivora se smanjila, da bi se dva mjeseca od aplikacije ponovno značajno povisila u kontroli. Utvrđeno je u tretmanu 16 rodova iz grupe nematoda bakterivore, dok je u kontrolnom tretmanu utvrđeno 8 rodova iz grupe bakterivora.

Tablica 3. Rezultati analize trofičkih grupa nematoda (fungivore)

| | 19.05.2016 | | 06.06.2016. | | 05.07.2016. | |
|--|------------|--------------------------|-------------|--------------------------|-------------|--------------------------|
| | kontrola | Ekobooster + Ekovital | Kontrola | Ekobooster + Ekovital | Kontrola | Ekobooster + Ekovital |
| % Fungivora (prosjek 4 ponavljanja) | 29.25 | 29.25 | 33 | 41.25 | 12.75 | 21.75 |
| Prosjek K/E | | | | | 25 | 30.75 |
| Prosjeci po vremenu uzorkovanja | 29.25 | | 37.125 | | 17.250** | |

Prisutnost nematoda iz grupe fungivora ukazuje na dobru mikrobiološku aktivnost tla, a usko je povezana s povećanjem kiselosti tla. Tu ubrajamo nematode koje se hrane saprofitskim i parazitnim gljivicama u tlu. Utvrđene su statistički značajne razlike u broju nematoda iz trofičke grupe fungivora između vremena uzorkovanja, dok između ispitivanih tretmana nisu (Tablica 3.).

U trećem uzorkovanju brojnost fungivora je pala te su je zamjenile nematode iz drugih trofičkih grupa (u tretmanu se povećala brojnost fitoparazita, a u tretmanu Ekoboosterom i Ekovitalom brojnost omnivora).

Tokom oba tretmana utvrđena je prisutnost 5 rodova nematoda iz grupe fungivora.

Tablica 4. Rezultati analize trofičkih grupa nematoda (fitoparazitne nematode)

| | 19.05.2016 | | 06.06.2016. | | 05.07.2016. | |
|--|------------|--------------------------|-------------|--------------------------|-------------|--------------------------|
| | Kontrola | Ekobooster + Ekovital | Kontrola | Ekobooster + Ekovital | Kontrola | Ekobooster + Ekovital |
| % Fitoparaziti (prosjek 4 ponavljanja) | 16.5 | 16.5 | 25.5 | 12.75 | 25.5 | 11 |
| Prosjek K/E | | | | | 22.5 | 13.417** |
| Prosjeci po vremenu uzorkovanja | 16.5 | | 19.125 | | 18.25 | |

Ukupna brojnost nematoda iz trofičke grupe fitoparaziti statistički je vrlo značajno smanjena u tretmanu s Ekoboosterom i Ekovitalom u odnosu na kontrolni tretman (do 40%), a u kontroli je utvrđen jedan rod fitoparazita više nego u tretmanu s Ekoboosterom i Ekovitalom.

U kontrolnom tretmanu utvrđeno je 8 različitih rodova fitoparazitnih nematoda, dok u tretmanu s Ekoboosterom i Ekovitalom je utvrđeno 7 rodova istih.

Tablica 5. Rezultati analize trofičkih grupa nematoda (omnivore)

| | 19.05.2016 | | 06.06.2016. | | 05.07.2016. | |
|--|------------|--------------------------|-------------|--------------------------|-------------|--------------------------|
| | Kontrola | Ekobooster + Ekovital | Kontrola | Ekobooster + Ekovital | Kontrola | Ekobooster + Ekovital |
| % Omnivore (prosjek 4 ponavljanja) | 5 | 5 | 6.5 | 3.25 | 6 | 28 |
| Prosjek K/E | | | | | 5.833 | 12.083* |
| Prosjeci po vremenu uzorkovanja | 5 | | 4.85 | | 17** | |

Broj rodova omnivora utvrđen u kontroli iznosi 2 roda, dok je u tretmanu s Ekoboosterom i Ekovitalom utvrđeno 6 rodova iz grupe omnivora. Odnosno utvrđena je statistički značajno veća brojnost nematoda iz trofičke grupe omnivore u tretmanu s Ekoboosterom i Ekovitalom u odnosu na kontrolni tretman, te čak 4 roda više u odnosu na kontrolu (Tablica 5.).

Tablica 6. Rezultati analize trofičkih grupa nematoda (predatori)

| | 19.05.2016 | | 06.06.2016. | | 05.07.2016. | |
|---|------------|--------------------------|-------------|--------------------------|-------------|--------------------------|
| | Kontrola | Ekobooster + Ekovital | Kontrola | Ekobooster + Ekovital | Kontrola | Ekobooster + Ekovital |
| % Predatori (prosjek ponavljanja | 0 4 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| Prosjek K/E | | | | | 0.333 | 0 |
| Prosjeci po vremenu uzorkovanja | 0 | | 0 | | 0.5 | |

Predatori su nematode iz skupine perzistera, reflektiraju zdravo tlo, a hrane se drugim nematodama ili organizmima slične veličine. U ovom istraživanju predatori su najmanje zastupljena skupina nematoda (svojstveno oranicama), te je utvrđen samo predator iz roda *Clarcus* i to na kontrolnom tretmanu u trećem uzorkovanju. Tijekom istraživanja nisu utvrđene statistički značajne razlike u broju predatora (Tablica 6.).

4.3 Rezultati analize indeksa uznemirenja nematoda

Nakon provedenih analiza izračunat je MI po Bongersu (1990.), a rezultati su prikazani u tablici 7.

Tablica 7. Rezultati analize indeksa zrelosti tla (MI)

| | 19.05.2016 | | 06.06.2016. | | 05.07.2016. | |
|--|------------|--------------------------|-------------|--------------------------|-------------|--------------------------|
| | Kontrola | Ekobooster + Ekovital | Kontrola | Ekobooster + Ekovital | Kontrola | Ekobooster + Ekovital |
| % Maturity index (prosjek 4 ponavljanja) | 1.655 | 1.655 | 2.14 | 1.96 | 1.72 | 2.733 |
| Prosjek K/E | | | | | 1.838** | 2.118 |
| Prosjeci po vremenu uzorkov | 1.655** | | 2.054 | | 2.226 | |

Nakon provedene statističke analize utvrđene su statistički značajne razlike u MI između K i E u korist tretmana E. Također su utvrđene statistički značajne razlike između sva tri uzorkovanja.

Tablica 8. Rezultati analize indeksa zrelosti tla MI (2-5)

| | 19.05.2016 | | 06.06.2016. | | 05.07.2016. | |
|--|------------|-------------------------|-------------|-------------------------|-------------|-------------------------|
| | Kontrola | Ekobooster+ Ekovital | Kontrola | Ekobooster+ Ekovital | Kontrola | Ekobooster+ Ekovital |
| % MI (2-5) (prosjek 4 ponavljanja) | 2.23 | 2.23 | 2.295 | 2.162 | 2.428 | 3.260 |
| Prosjek K/E | | | | | 2.317 | 2.551* |
| Prosjeci po vremenu uzorkovanja | 2.23 | | 2.229 | | 2.844** | |

U pokusu su utvrđene statistički značajne razlike u MI(2-5) između kontrolnog tretmana i tretmana s preparatima Ekobooster i Ekovital što ukazuje na stabilniji ekosustav u dijelu tretiranom preparatima u odnosu na kontrolu (Tablica 8.).

Tablica 9. Rezultati analize fitoparazitskog indeksa (PPI)

| | 19.05.2016 | | 06.06.2016. | | 05.07.2016. | |
|---|------------|-------------------------|-------------|-------------------------|-------------|-------------------------|
| | Kontrola | Ekobooster+ Ekovital | Kontrola | Ekobooster+ Ekovital | Kontrola | Ekobooster+ Ekovital |
| % PPI (prosjek 4 ponavljanja) | 2.27 | 2.27 | 2.207 | 2.010 | 2.64 | 2.5 |
| Prosjek K/E | | | | | 2.371 | 2.26 |
| Prosjeci po vremenu uzorkovanja | 2.27 | | 2.106 | | 2.57** | |

Između ispitivanih tretmana nije bilo statistički značajnih razlika (iako su bolje vrijednosti utvrđene u tretmanu s Ekoboosterom i Ekovitalom), dok su one vrijednosti utvrđene između vremena uzorkovanja, što ukazuje da se broj fitoparazitnih nematoda povećala u pokusu s napredovanjem vegetacije tj. s porastom korijena pšenice.

Tablica 10. Rezultati omjera biljno-parazitnog indeksa i indeksa zrelosti tla (PPI/MMI)

| | 19.05.2016 | | 06.06.2016. | | 05.07.2016. | |
|--|------------|-------------------------|-------------|-------------------------|-------------|-------------------------|
| | Kontrola | Ekobooster+ Ekovital | Kontrola | Ekobooster+ Ekovital | Kontrola | Ekobooster+ Ekovital |
| % PPI/MMI (prosjek 4 ponavljanja) | 1.378 | 1.378 | 1.035 | 1.023 | 1.545 | 0.915 |
| Prosjek K/E | | | | | 1.319** | 1.105 |
| Prosjeci po vremenu uzorkovanja | 1.378 | | 1.029** | | 1.23 | |

PPI/MMI je omjer fitoparazitnog indeksa i indeksa zrelosti tla. Može biti pozitivan i negativan, poželjnije su vrijednosti bliže broju 1, ukoliko se one udaljavaju od 1, bilo u plus ili minus to je uzorak tla lošiji.

Prilikom ovog istraživanja PPI/MMI indeks pokazao je statistički značajna odstupanja u korist tretmana s Ekoboosterom i Ekovitalom (Tablica 10.).

Tablica 11. Rezultati analize strukturnog indeksa (SI)

| | 19.05.2016 | | 06.06.2016. | | 05.07.2016. | |
|---|------------|-------------------------|-------------|-------------------------|-------------|-------------------------|
| | Kontrola | Ekobooster+ Ekovital | Kontrola | Ekobooster+ Ekovital | Kontrola | Ekobooster+ Ekovital |
| % Structural index (prosjek 4 ponavljanja) | 27.035 | 27.035 | 37.715 | 26.963 | 48.98 | 85.90 |
| Prosjek K/E | | | | | 37.91 | 46.633 |
| Prosjeci po vremenu uzorkov | 27.035 | | 32.339 | | 67.440** | |

Kod strukturnog indeksa veće vrijednosti ukazuju na bolje strukturirano tlo. Između tretmana nisu utvrđena značajna odstupanja odnosno razlike u strukturnom indeksu, iako je SI bio bolji u tretmanu s preparatima (Ekobooster i Ekovital), a razlike su utvrđene tek u trećem

uzorkovanju u odnosu na prethodna dva, jer kako je vegetacija napredovala tlo je bilo sve bolje strukturirano.

U pokusu su utvrđene statistički značajne razlike u MI, te značajne razlike u MI (2-5) između kontrolnog i tretmana s odnosu na kontrolu, PPI/MI indeks pokazao je statistički vrlo značajne razlike u korist tretmana s Ekoboosterom i Ekovitalom, između tretmana nisu utvrđene statistički značajne razlike u strukturnom indeksu, iako je SI bio bolji u tretmanu s Ekoboosterom i Ekovitalom.

5. RASPRAVA

Nematode su ključni čimbenici u važnim procesima tla kao što su mineralizacija i ciklus hranjivih tvari. Promjene u strukturi zajednice nematoda koje imaju potencijal da znatno utječu na funkcioniranje ekosustava. Do danas je provedeno više istraživanja pomoću nematoda tla kao indikatora u različitim ekosustavima, ocjenjujući naprimjer utjecaj načina gospodarenja usjevima (mehanička i kemijska obrada tla), utjecaj biljke domaćina ili godišnjeg doba.

Seinhorst, J. W. (1956.) je opisao odnos između biljke domaćina i fitoparazitnih nematoda u istraživanju koje je trebalo pokazati utjecaj određenih ekoloških čimbenika i razvoj vegetacije pšenice utječe na dinamiku populacije nematoda u tlu, broj rodova, bakterivora i fitoparazitnih nematoda.

Benković-Lačić i suradnici (2013.) istraživali su promjene koje se reflektiraju u zajednici nematode pod utjecajem različitih vrsta gnojidbe (mineralne gnojidbe i četiri vrste organskog gnojiva) pri uzgoju kukuruza. Brojnost grupe fitoparazitnih nematoda i fungivora se povećala nakon organske i mineralne gnojidbe u odnosu na kontrolu, dok se brojnost grupe omnivora smanjila. Aplikacija svih gnojiva utjecala je na smanjenje ukupnog broja nematoda u odnosu na kontrolu što se slaže sa istraživanjima drugih autora. Zhang i sur. (2009.) utvrdili su smanjenje broja nematode nakon dugotrajne primjene mineralnog gnojiva, a Cheng i Grewal (2009.) izvještavaju o smanjenju ukupne brojnosti nematode nakon dodavanja komposta.

Bongers i Ferris (1999.) zaključuju da uznemirenjem tla unosom organskih gnojiva povećava se broj kolonizera koji pripadaju c-p 1 grupi nematoda i njihova je dominantnost visoka tokom naredna dva do tri tjedna, a nakon tog perioda, dominantnost im opada te raste dominantnost nematoda koje pripadaju c-p 2 grupi, što je potvrđeno i ovim istraživanjem.

Tijekom istraživanja nije utvrđena statistički značajna razlika između ukupne brojnosti nematoda u kontroli i tretmanu Ekoboosterom i Ekovitalom.

Formiranje MI je omogućila c-p klasifikacija. On predstavlja prosjek distribucije učestalosti c-p grupa ili srednju vrijednost koja se kreće od 1.0-5.0. Fitoparazitne nematode isključujemo iz izračuna MI zbog gustoće i pojavnosti ovih nematoda koja je u velikoj mjeri određena biljkom domaćinom i njenom energijom rasta kao i strukturom zajednice (Bongers i Ferris, 1999.).

Ako su MI vrijednosti niže, veća je prisutnost kolonizera koji se javljaju u ranim fazama sukcesije (Benković-Lačić i Brmež, 2013.). Statistički značajne razlike utvrđuju se u MI u odnosu K i E, ukazujući na stabilniji ekosustav u tretiranom dijelu pokusa u odnosu na kontrolu.

MI (2-5) je također indeks zrelosti tla, ali iz čijeg se izračunavanja izuzimaju nematode iz c-p grupe 1 odnosno kolonizeri. Vrijednosti mu se kreću od 2-5, te su poželjne što veće vrijednosti.

U pokusu su utvrđene statistički značajne razlike u MI(2-5) u odnosu kontrolnog tretmana i tretmana preparatom Ekobooster i Ekovital što ukazuje na stabilniji ekosustav u dijelu tretiranom preparatima u odnosu na kontrolu.

Brmež i sur (2018.) također su istraživali utjecaj preparata na bazi tekućeg pilećeg stajnjaka na biološku raznolikost nematoda. Analiza je pokazala da upotrebom preparata na bazi tekućeg pilećeg stajnjaka dolazi do znatnog povećanja biološke raznolikosti nematoda u tlu, stabilnosti ekosustava, kao i sadržaja hranjivih tvari u tlu, što je također potvrđeno i ovim istraživanjem.

Wei i sur. (2012.) utvrdili su da rastom količine dušika u tlu raste i brojnost bakterivora što je potvrđeno u ovom istraživanju, jer u tretmanu sa Ekoboosterom i Ekovitalom utvrđena je 50% veća bioraznolikost rodova nematode trofičke grupe bakterivora.

6. ZAKLJUČAK

Na temelju provedenog istraživanja utjecaja preparata na bazi tekućeg pilećeg stajnjaka na zajednicu nematoda u tlu, može se zaključiti sljedeće:

1. Ukupna brojnost nematoda veća je u tretmanu kontrole.
2. Bioraznolikost rodova bila veća u tretmanu s Ekobusterom i Ekovitalom za 15%, u odnosu na kontrolni tretman.
3. U tretmanu s Ekoboosterom i Ekovitalom utvrđena je 50% veća bioraznolikost rodova nematoda iz grupe bakterivora.
4. Utvrđene su statistički značajne razlike u broju nematoda iz trofičke grupe fungivora između vremena uzorkovanja, dok između ispitivanih tretmana nisu.
5. Ukupna brojnost nematoda iz trofičke grupe biljnih parazita statistički je vrlo značajno smanjena u tretmanu s Ekoboosterom i Ekovitalom u odnosu na kontrolni tretman (do 40%)
6. Utvrđena je statistički značajno veća brojnost nematoda iz trofičke grupe omnivore u tretmanu s Ekoboosterom i Ekovitalom u odnosu na kontrolni tretman, te čak 4 roda više u odnosu na kontrolu.
7. U ovom istraživanju predatori su najmanje zastupljena skupina nematoda (svojstveno oranicama), te je utvrđen samo predator iz roda *Clarcus* i to na kontrolnom tretmanu u trećem uzorkovanju.
8. U pokusu su utvrđene statistički vrlo značajne razlike u MI, te značajne razlike u MI (2-5) između kontrolnog i tretmana s odnosu na kontrolu, PPI/MI indeks pokazao je statistički vrlo značajne razlike u korist tretmana s Ekoboosterom i Ekovitalom. Između tretmana nisu utvrđene statistički značajne razlike u strukturnom indeksu, iako je SI bio bolji u tretmanu s Ekoboosterom i Ekovitalom.

Na temelju svega navedenog može se zaključiti kako je brojnost rodova u provedenom istraživanju najbolje definirala razlike između tretmana, te je mogući utjecaj tretiranja preparatima na bazi pilećeg stajnjaka na poboljšanje strukture zajednice nematoda.

7. POPIS LITERATURE

1. Andrassy, J. (1984.): Klasse nematoda. Gustav Fisher Verlag. Stuttgart. pp. 509.
2. Andrassy, J. (1988.): The superfamily Dorylamoidea (Nematoda) – a 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. Baermann, G. (1917.): Eine einfache Methode zur Auffindung von Ankylostomum (Nematoden) Larven in Erdproben. Petoemboekan. pp. 41-47.
5. Benković-Lačić, T. (2012.): Nematode kao bioindikator ekološkog stanja tla. Doktorska disertacija, Poljoprivredni fakultet u Osijeku. pp. 126.
6. Benković-Lačić, T., Brmež, M. (2013.): Nematode – bioindikator promjena u agroekosustavu. Agronomski glasnik. 1/2013: 43-5.
7. 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.
8. Bongers, T. (1990.): The maturity index: an ecological measure of environmental disturbance based on nematode species composition. Oecologia 83(1): 14-19.
9. Bongers, T. (1994.): De Nematoden van Nederland. KNNV-bibliotheekuitgave 46. Pirola, Schoorl. pp.408.
10. Bongers, T. i Ferris H. (1999.): Nematode community structure as a bioindicator in environmental monitoring. Trends in Ecology & Evolution 14(6): 224-228.
11. Bongers, T. and Bongers, M. (1998.): Functional diversity of nematodes. Applied Soil Ecology 10(3):239-251.
12. Bošnjak, A., Benković-Lačić, T., Brmež, M., Ivezić, M., Raspudić, E., Majić, I., Sarajlić, A. (2011.): Nematode kao bioindikator 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.
13. Brezovac, G. (2010.): Utjecaj teških metala i gnojidba na zajednicu nematoda u salati 2010. Diplomski rad. Fakultet agrobiotehničkih znanosti u Osijeku. Sveučilište J. J. Strossmayera u Osijeku.

14. Brmež, M. (1999.): Nematode kao bioindikator stanja agroekosustava. Magistarski rad. pp. 61.
15. Brmež, M. (2004.): Zajednice nematoda kao bioindikator promjena u agroekosustavu. Doktorska disertacija. Poljoprivredni fakultet u Osijeku. p.p. 100.
16. Brmež, M., Ivezić, M., Raspudić, E., Majić, I. (2004.): Dinamika populacije nematoda u pšenici. *Agriculture* 10(2):5-9.
17. Brmež, Mirjana; Puškarić, Josipa; Siber, Tamara; Raspudić Emilija; Grubišić, Dinka; Popović, Brigita: Influence of liquid chicken manure preparation on soil health and agrochemical soil properties; *Poljoprivreda (Osijek)*, 24 (2018.), 1; 3-9
18. Cheng, Z., Grewal, P.S. (2009). Dynamic of the soil nematode food web and nutrient pools under tall fescue lawns established on soil matrices resulting from common urban development activities. *Applied Soil Ecology*, 42:107-117.
19. Clark, W.C. (1994): Origins of the parasitic habit in the Nematoda. *International Journal for Parasitology*
20. De Goede, R.G.M. (1993.): Terrestrial nematodes in a changing environment. Agricultural University. Department of Nematology. Wageningen. Netherlands.
21. Đuričković, J., (2016.) Utjecaj kulture na zastupljenost rodova i trofičkih grupa nematoda. Diplomski rad. Fakultet agrobiotehničkih znanosti u Osijeku. Sveučilište J. J. Strossmayera u Osijeku. Pp. 12-19
22. 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.
23. Ferris, H., Bongers, T., De Goede, R. (2004.): Nematode faunal analyses to assess food web enrichment and connectance. *Nematology Monographs & Perspectives* 2:503-510.
24. 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.
25. Ferris, H., Bongers, T., Goede, R.G.M. (2000.): A framework for soil food web diagnostics : extension oft the nematode faunal analysis concept, *Applied Soil Ecology* 10: 13-29
26. Gaugler, R., A. & Bilgrami A.L.(2004.) Nematode behavior. pp. 2-3

27. Ivezić, M., Raspudić, E., Brmež, M. (2000.): Structure of nematode communities in different agroecosystem in Croatia. *Helminthologia*. 37(3): 165-169.
28. Mai, W.F., Lyon, H.H. (1975.): Pictorial key to genera of plant-parasitic nematodes. Cornell University Press. London. pp. 219.
29. McSorley, R. (1997.): Soil Inhabiting Nematodes, Phylum Nematoda. University of Florida. Institute of Food and Agriculture Sciences.
30. Nicholas, W. L. (1984). The Biology of Free-living Nematodes. Second Edition. Oxford: Clarendon Press, 219 pp.
31. Oštrec, Lj. (1998.): Zoologija: Štetne i korisne životinje u poljoprivredi. Zrinski. Čakovec. pp. 232.
32. Porazinska, D.L., Duncan, L.W., McSorley, R., Graham, J.H. (1999.): Nematode communities as indicators of status and processes of a soil ecosystem influenced by agricultural management practices, *Applied Soil Ecology* 13: 69-86
33. Seinhorst, J.W. (1956.): The quantitative extraction of nematode from soil. *Nematologica* 3.
34. Seinhorst, J.W. (1956). The quantitative extraction of nematode from soil. *Nematologica*, 3. Qi, Y., Hu, C. (2007). Soil Nematode Abundance in Relation to Diversity in Different Farming Management System. *World Journal of Agricultural Sciences*, 3 (5):587-592
35. Siber, T. (2017.): Struktura zajednice nematoda u raznim kulturama na Eko imanju Vilin Šapat u Požeškom Markovcu 2015. godine. Diplomski rad, Fakultet agrobiotehničkih znanosti u Osijeku, . Sveučilište J. J. Strossmayera u Osijeku.
36. Varga, I. (2011.): Utjecaj fosfora i cinka na zajednicu nematoda u tlu. Diplomski rad. Fakultet agrobiotehničkih znanosti u Osijeku. Sveučilište J. J. Strossmayera u Osijeku. pp. 5-10
37. Wang, D. Y., Kumar, C. S., Hodges, B. S. (1999.): Divergence time estimates for the early history of animal phyla and the origin of plants, animals and fungi. *Proc. Biol. Soc.* 22; 266(1415): 163–171.
38. 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 through Ammonium Suppression.

39. 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)
40. Yeates, G.W. (1979.): Soil Nematodes in Terrestrial Ecosystems. *Journal of Nematology* 11(3): 213–229.
41. Yeats, G.W., Barget, R. D., Cook, R., Hobs, P.J., Bowling, P. J., Potter, J. F., (1997.): Faunal and microbial diversity in three Welsh grassland soils under conventional and organic management regimes. *Jurnal of Applied Ecology*, 34: 453-470.
42. Zec, M. (2012.): Usporedba učinkovitosti različitih metoda izdvajanja nematoda iz tla (A comparison of different extraction methods of nematodes from soil). Diplomski rad. Fakultet agrobiotehničkih znanosti u Osijeku. Sveučilište J. J. Strossmayera u Osijeku.
43. Zec, M. (2012.): Usporedba učinkovitosti različitih metoda izdvajanja nematoda iz tla (A comparison of different extraction methods of nematodes from soil). Diplomski rad. Fakultet agrobiotehničkih znanosti u Osijeku. Sveučilište J. J. Strossmayera u Osijeku.
44. Zhang, X., Jiang, Y., Liang, L., Zhao, X., Li, Q. (2009). Response of soil nematode communities to long-term application of inorganic fertilizers in the black soil of Northeast China. *Frontiers of Biology in China*, 4 (1):111-116

Internet izvori:

<http://en.wikipedia.org/wiki/Nematode>

https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/0/01/Triticum_aestivum

https://howlingpixel.com/i-sh/Valjkasti_crvi

<https://hr.wikipedia.org/wiki/P%C5%A1enica>

www.plantea.com.hr/psenica/

<https://repozitorij.pfos.hr/islandora/object/pfos:98/preview>

8. SAŽETAK

Cilj ovog istraživanja bio je utvrditi utjecaj preparata na bazi tekućega pilećega stajnjaka na biološku raznolikost nematoda kao pokazatelja zdravlja tla. Pokus na terenu proveden je kroz dvije godine u dva tretmana i tri uzorkovanja godišnje. Jedna parcela tretirana je preparatima na bazi tekućega pilećega stajnjaka (Ekobooster i Ekovital) , dok je druga bila kontrolna. U prvoj godina pokusnim parcelicama bila je zasijana pšenica. Rezultati pokazuju da je bioraznolikost rodova bila značajno brojnija u tretmanima s preparatima (Ekobooster i Ekovital). Indeksi uznemirenja (MI, MI[2-5], PPI/MI) pokazuju statistički značajne razlike kroz dvije godine te upućuju na stabilnost ekosustava, smanjenje fitoparazitskih nematoda i mnoštvo korisnih nematoda u tretmanu usporedno s kontrolom.

Može se zaključiti da upotreba preparata na bazi tekućeg pilećeg stajnjaka značajno povećava biološku raznolikost nematoda u tlu.

Ključne riječi: nematode, pileći stajnjak, pšenica, bioraznolikost

9.SUMMARY

The aim of this study was to determine the influence of liquid chicken manure preparation on the biodiversity of nematodes as an indicator of soil health.

The field trial was conducted two years in two treatments and three sampling per year. One parcel was treated with liquid chicken manure preparation (Ekobooster and Ekovital), while the other was controlled. In the first year of testing, wheat was shredded. The results show that genus biodiversity was significantly more numerous in treatment with Ekobooster and Ekovital. Indices of disturbances (MI, MI [2-5], PPI / MI) show statistically significant differences over two years and point to the stability of ecosystems, reduction of phytoparasitic nematodes and a host of useful nematodes in treatment.

It can be concluded that the use of the preparation based on liquid chicken manure significantly increases the bio-diversity of the nematode in the soil.

Key words: nematodes, chicken manure, wheat, biodiversity

10. POPIS TABLICA

| Br. | Naziv tablice | Str. |
|--------------------|--|-------------|
| Tablica 1. | Tablica 1. Rezultati analize za ukupnu brojnost nematoda i bioraznolikost nematoda | 17 |
| Tablica 2. | Rezultati analize trofičkih grupa nematoda (Bakterivore) | 18 |
| Tablica 3. | Rezultati analize trofičkih grupa nematoda (fungivore) | 19 |
| Tablica 4. | Rezultati analize trofičkih grupa nematoda (fitoparaziti) | 20 |
| Tablica 5. | Rezultati analize trofičkih grupa nematoda (Omnivore) | 20 |
| Tablica 6. | Rezultati analize trofičkih grupa nematoda (Predatori) | 21 |
| Tablica 7. | Rezultati analize indeksa zrelosti tla (MI) | 22 |
| Tablica 8. | Rezultati analize indeksa zrelosti tla MI (2-5) | 22 |
| Tablica 9. | Rezultati analize Plant parasitic indexa (PPI) | 23 |
| Tablica 10. | Rezultati omjera fitoparazitnog indeksa i indeksa zrelosti tla (PPI/MMI) | 24 |
| Tablica 11. | Rezultati analize strukturnog indeksa (SI) | 24 |

11. POPIS SLIKA

| Br. | Naziv slike | Str. |
|------------|--|-------------|
| Slika 1. | Nematoda smeđe pjegavosti korijena <i>Pratylenchus</i> spp. (https://hrcak.srce.hr/file/240632) | 1 |
| Slika 2. | Mužjak i ženka nematoda (http://sharonapbio-taxonomy.wikispaces.com) | 5 |
| Slika 3. | Pravi ili stomatostilet (https://repozitorij.pfos.hr/islandora/object/) | 8 |
| Slika 4. | Odonostilet (https://repozitorij.pfos.hr/islandora/object/) | 8 |
| Slika 5. | Pšenica (https://upload.wikimedia.org/wikipedia/) | 11 |
| Slika 6. | Baermanova metoda lijevka (https://www.rvc.ac.uk/review/parasitology/Baermann/) | 16 |

TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku

Diplomski rad

Fakultet agrobiotehničkih znanosti u Osijeku

Sveučilišni diplomski studij, smjer Ekološka poljoprivreda

UTJECAJ PREPARATA NA BAZI TEKUĆEG PILEĆEG STAJNJAKA NA BIORAZNOLIKOST NEMATODA U PŠENICI

Sažetak: Cilj ovog istraživanja bio je utvrditi utjecaj preparata na bazi tekućega pilećega stajnjaka na biološku raznolikost nematoda kao pokazatelja zdravlja tla. Pokus na terenu proveden je kroz dvije godine u dva tretmana i tri uzorkovanja godišnje. Jedna parcela tretirana je preparatima na bazi tekućega pilećega stajnjaka (Ekobooster i Ekovital), dok je druga bila kontrolna. U prvoj godinu pokusnim parcelicama bila je zasijana pšenica. Rezultati pokazuju da je bioraznolikost rodova bila značajno brojnija u tretmanima s preparatima (Ekobooster i Ekovital). Indeksi uznemirenja (MI, MI[2-5], PPI/MI) pokazuju statistički značajne razlike kroz dvije godine te upućuju na stabilnost ekosustava, smanjenje fitoparazitskih nematoda i mnoštvo korisnih nematoda u tretmanu usporedno s kontrolom. Može se zaključiti da upotreba preparata na bazi tekućeg pilećeg stajnjaka značajno povećava biološku raznolikost nematoda u tlu.

Rad je izrađen pri: Fakultet agrobiotehničkih znanosti u Osijeku

Mentor: Prof. dr .sc. Mirjana Brmež

Broj stranica: 37

Broj grafikona i slika: 6

Broj tablica: 11

Broj literaturnih navoda: 44

Broj priloga: 0

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, predsjednik
2. prof. dr. sc. Mirjana Brmež, mentor
3. izv. prof. dr. sc. Brigita Popović, član

Rad je pohranjen u: Knjižnica Fakulteta agrobiotehničkih znanosti u Osijeku, Sveučilište Josipa Jurja u Osijeku, Kralja Petra Svačića 1d, 31 000 Osijek, Hrvatska.

BASIC DOCUMENTATION CARD

Josip Juraj Strossmayer University of Osijek

Graduate thesis

Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek

University Graduate Studies, Plant production, course Plant Protection

INFLUENCE OF LIQUID-BASED CHICKENSTOCK ON THE BIODIVERSITY OF NEMATODES IN WHEAT

Abstract: The aim of this study was to determine the influence of liquid chicken manure preparation on the biological diversity of the nematode as an indicator of soil health.

The field trial was conducted two years in two treatments and three sampling per year. One parcel was treated with liquid chicken manure preparation (Ekobooster and Ekovital), while the other was controlled. In the first year of testing, wheat was shredded. The results show that genus biodiversity was significantly more numerous in treatment with (Ekobooster and Ekovital). Indices of disturbances (MI, MI [2-5], PPI / MI) show statistically significant differences over two years and point to the stability of ecosystems, reduction of phytoparasitic nematodes and a host of useful nematodes in treatment.

It can be concluded that the use of the preparation based on liquid chicken manure significantly increases the biodiversity of the nematode in the soil.

Thesis performed at: Faculty of Agriculture in Osijek

Mentor: Prof. dr. sc. Mirjana Brmež

Number of pages: 37

Number of figures: 6

Number of tables: 11

Number of references: 44

Number of appendices: 0

Original in: Croatian

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

Thesis defended on date:

Reviewers:

1. prof. dr. sc. Emilija Raspudić, predsjednik
2. prof. dr. sc. Mirjana Brmež, mentor
3. izv. prof. dr. sc. Brigita Popović, član

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