

Utjecaj preparata na bazi tekućeg pilećeg stajnjaka na bioraznolikost tla u proizvodnji graška i luka

Rajndl, Patrik

Master's thesis / Diplomski rad

2023

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://um.nsk.hr/um:nbn:hr:151:439978>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2024-08-04**



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 OSIJEK

Patrik Rajndl

Diplomski studij Ekološka poljoprivreda

**UTJECAJ PREPARATA NA BAZI TEKUĆEG PILEĆEG STAJNJAKA
NA BIORAZNOLIKOST TLA U PROIZVODNJI GRAŠKA I LUKA**

Diplomski rad

Osijek, 2023.

SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU
FAKULTET AGROBIOTEHNIČKIH ZNANOSTI OSIJEK

Patrik Rajndl

Diplomski studij Ekološka poljoprivreda

**UTJECAJ PREPARATA NA BAZI TEKUĆEG PILEĆEG STAJNJAKA
NA BIORAZNOLIKOST TLA U PROIZVODNJI GRAŠKA I LUKA**

Diplomski rad

Povjerenstvo za ocjenu i obranu diplomskog rada:

prof.dr.sc. Brigita Popović, predsjednik

prof.dr.sc. Mirjana Brmež, mentor

prof.dr.sc. Karolina Vrandečić, član

Osijek, 2023.

SADRŽAJ

1. UVOD	1
1.1. Morfologija i sistematika.....	2
1.2. Cilj istraživanja.....	4
2. PREGLED LITERATURE.....	5
3. MATERIJAL I METODE	9
3.1. Postavljanje pokusa	9
3.2. Uzorkovanje tla.....	10
3.3. Laboratorijska analiza.....	10
4. REZULTATI.....	13
4.1. Rezultati indeksa uznemirenja zajednice nematoda	18
4.2. Rezultati ekoloških indeksa	20
4.3. Rezultati prinosa graška i luka.....	21
5. RASPRAVA	22
6. ZAKLJUČAK	24
7. POPIS LITERATURE	25
8. SAŽETAK	30
9. SUMMARY	31
10. POPIS SLIKA	32
11. POPIS TABLICA	33
12. POPIS GRAFIKONA.....	34

TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

BASIC DOCUMENTATION CARD

1. UVOD

Nematode su sitni organizmi koji predstavljaju najbrojniju i najrazličitiju skupinu višestaničnih organizama koja je prisutna u svim biotipovima (Sohlenius, 1980.). Procjene su da koljeno Nemata sadrži između četrdeset tisuća pa sve do deset milijuna vrsta, a do danas je identificirano njih dvadeset tisuća (Yeates i sur., 2009.; Bongers i Ferris, 1999.; Ax, 2003.). U tlu obitava deseta redova, a redovi Rhabditida, Dorylaimida, Tylenchida i Aphelenchida najčešći su (McSorley, 1997.).

Najzastupljeniji su predstavnici mikrofaune tla i imaju veliku ulogu u kruženju tvari, ali i u hranidbenom lancu (Chen i sur., 2009.; Bongers i Bongers, 1998.; McSorley, 1997.). Od pet višestaničnih organizama na Zemlji, svaka četvrta je nematoda (Bongers i Ferris, 1999.). Dominantna su skupina mikrofaune zbog svoje visoke prilagodljivosti, pa ih tako nalazimo u slanim vodama, slatkim vodama, ali i u ekstremnim staništima (Ax, 2003.; McSorley, 2003.).

Život nematoda u ovisnosti je o vodi, kao primarnom čimbeniku. Voda im je potrebna za preživljavanje i kretanje, dok prevelike količine dovode do manjka kisika, pa tako i do ugibanja pojedinih vrsta. Temperatura tla je još jedan važan čimbenik, a neke nematode mogu se prilagoditi i temperaturama tla od 50°C (Bongers i Ferris, 1999.; Hunt i sur., 2005.).

Parazitne nematode mogu parazitirati čovjeka i životinje, a javljaju se u rasponu od par milimetara pa sve do jednog metra. Uzročnici su trihineloze (*Trichinella spiralis* Owen), sljepoće (*Onchocerca* spp.), elefantiaze (*Wuchereria bancrofti* Cobbold) i drugih bolesti. Biljnoparazitne nematode dijele se na ektoparazitne i endoparazitne, ovisno o tome ulaze li u biljku i razmnožavaju se u njoj (endoparaziti) ili buše biljku stiletom, dok im je ostatak tijela van biljke (ektoparaziti) (Brmež, 2004.).

Kada je riječ o ekološkim procjenama tla, vrlo često se koriste nematode kao bioindikator stanja i promjena koje se događaju u tlima. Pripadaju većem broju trofičkih grupa, lako se identificiraju i uzorkuju, mogu se razlikovati po velikom broju kriterija (dužina života, c-p grupa i druge), postoji mogućnost uzorkovanja nematoda tijekom cijele godine i pomoću tih rezultata lako se odredi stanje pojedinog ekosustava (Brmež, 2004.).

Nematode vrlo brzo reagiraju na aktivnosti u tlu, pa prema tome može se vrlo točno procijeniti količina uznemirenja (Bongers i Bongers, 1998.).

Zajednica nematoda u tlu pokazatelj je realne slike tla pomoću kojih se utvrđuje onečišćenje pesticidima, mineralnim gnojivima, teškim metalima i drugim štetnim tvarima, ali pokazuje i količinu organske tvari, biogenosti i zdravlja tla (Bongers i Ferris, 1999.).

Nematode iz reda Tylenchida, a posebno iz porodica Meloidogynidae i Heteroderidae uzrokuju velike gubitke i štete u poljoprivrednoj proizvodnji. Osim šteta koje izravno uzrokuju nematode, fitoparaziti (*Paratrichodorus*, *Xiphinema*, *Trichodorus*, *Longidorus*) mogu biti i prenositelji raznih virusa (Oštrec, 1998.; Siddiqi, 2000.). Entomopatogene nematode iz porodica Mermithidae, Heterorhabditidae, Steinernematidae, Allantonemathidae i Phasmarhabditidae danas se sve više koriste u biološkoj kontroli štetnika u poljoprivredi (Kaya, 1987.; Grewal i sur., 2005.).

1.1. Morfologija i sistematika

Nematode imaju crvoliko nitasto tijelo bez pigmenta, mliječno bijele do blijedo žute boje. Duljina tijela ovisi o njihovoj starosti i vrsti. Stijenka je načinjena od epiderme, kutikule i mišićnih vlakana. Disanje kod nematoda odvija se preko kutikule s obzirom da nemaju razvijene organe. Između unutarnjih organa i stijenke tijela nalazi se pseudocel ispunjen tekućinom (Oštrec, 1998.).



Slika 1. *Pratylenchus* sp. (Brmež, 2003.)

Tijelo ženki razlikuje se od vrste do vrste, a mogu imati cilindrično-nitasti oblik ili pak različite cistolike forme (Ivezić, 2008.; Zunke i Eisenback, 1998.). Sa prednje strane glave su usta koja se nastavljaju u jednjak. Usni ustroj kao i kod drugih organizama i životinja razlikuje se o načinu prehrane. Fitoparazitne nematode u usnoj šupljini imaju stilet ili hitiniziranu bodlju s kojom se ubušuju u biljne stanice. Po stiletu se može odrediti pripadnost određenom redu (Oštrec, 1998.; Siddiqi, 2000.). Fitoparaziti pomoću mišića izbacuju stilet u biljku, gdje prilikom bušenja ubrizgavaju sekret ždrijelnih žlijezda. Nematode koje prilikom hranjenja dođu u kontakt sa zaraženom biljkom postaju virulentne, jer su upravo nematode prijenosnici virusa. Virus se nalazi u blizini stileta i jednjaka, te daljnjim izbacivanjem sekreta prenosi se na druge biljke (Oštrec, 1998.).



Slika 2. *Tylenchorhynchus* sp. (Brmež, 2003.)

Neke vrste nematoda su hermafroditi, ali u pravilu su razdvojenoga spola. Mogu biti viviparne i oviparne, dok je kod nekih vrsta identificirana partenogeneza. Kod ženki sa trbušne strane nalazi se vulva, dok kod mužjaka na tom mjestu stoji par spikula. Srednji dio tijela namijenjen je organima za probavu i izlučivanje, ali i za većinu živaca (Oštrec, 1998.; Siddiqi, 2000.). Rep je zadnji dio tijela nematoda, nalazi se iza kloake. Može biti različitog oblika i duljine, a upravo je rep važan za determinaciju vrsta (Oštrec, 1998.).

Nematode podrazreda Adenophorea (Aphasmida) na vrhu glave imaju komoreceptore nalik jednom paru kutikularnih jama, dok podrazred Secernentea (Phasmida) na kraju tijela ima fazmide, odnosno bradavičaste receptore (Oštrec, 1998.; Siddiqi, 2000.; Ax, 2003.). Upravo u podrazredu Secernentea nalazi se velika većina parazitnih nematoda koje su opasne za biljke i čovjeka, a prilagođene su za život u vlažnim staništima. (Clark, 1994.; Bongers i Ferris, 1999.).

1.2. Cilj istraživanja

Kao cilj istraživanja potrebno je analizirati promjene u nematodnim zajednicama u tlu kod konsijacijskog uzgoja graška i luka pod utjecajem preparata na bazi tekućeg pilećeg stajnjaka. Kod zajednica nematoda promjene koje se zamjećuju su promjene ukupnog broja nematoda, trofičkih grupa, ukupnog broja rodova i indeksa uznemirenja.

2. PREGLED LITERATURE

Svakom godinom svjetsko se stanovništvo povećava, a kako bi se zadovoljili svi zahtjevi za proizvodnju važno je očuvanje plodnosti tla (Liang i sur., 2009.). Zdravo i produktivno tlo ima veliku ulogu u ravnoteži ekosustava jer upravo takvo tlo bitno je za život mikroorganizama i kukaca, ali i biljaka kojima osigurava bitne stvari za rast i razvoj (Mäder i sur., 2002.).

Mikroorganizmi imaju glavnu ulogu u mineralizaciji i razgradnji organske tvari, tako da su izravno povezani sa poljoprivrednom održivosti. Osim mikroorganizama kvaliteta i plodnost se može procijeniti fizikalnim i agrokemijskim parametrima (Nair i Ngouajio, 2012.).

Nematode su važna komponenta u tlu koja pruža uvid u biološko i funkcionalno stanje tla (Ritz i Trudgill, 1999.). Provedeno je puno istraživanja s ciljem ispitivanja promjena zajednica nematoda pod različitim uznemirenjima tla, kao i mogućnosti analize tih istih zajednica kao bioindikatora (Freckman i Ettema, 1993.; Zullini, 1982., 1976.; Weiss i Larink, 1991.; Neher, 2001.; Bongers, 1990., 1994.; Bongers i Ferris, 1999.; Ekschmitt i sur., 2001.; Ekschmitt i Korthals, 2006.; Popovici i Korthals, 1993.; Brmež i sur., 2007.; Shukurov i sur., 2006.; Sochová i sur., 2006.; i drugi).

Čimbenici poput vlage, rasta biljaka i temperature u izravnoj su povezanosti sa sezonskim promjenama fizoparazitnih nematoda, kao i distribucija korijena biljaka sa vrstom i veličinom zajednica nematoda (Yeates, 1979.).

Kako su nematode najzastupljeniji predstavnici mikroorganizama tla, veliku ulogu imaju u hranidbenom lancu tla (Bongers i Bongers, 1998.; McSorley, 1997.). Nadalje, koriste se kao bioindikator jer zbog svoje permeabilne epiderme brzo reagiraju na promjene u agroekosustavu (Li i sur., 2007., prema Todd, 1960.; Neher, 2001., prema Wasileaska, 1989.).

Glavni cilj gospodarenja poljoprivrednim tlima je održavanje plodnosti tla, kako bi se potaknula biološka aktivnost. Benković-Lačić i sur. (2016.), proveli su istraživanje u kojemu je cilj bio utvrditi varijabilnost prisutnosti, broj rodova nematoda, trofičke grupe i bioraznolikost kod konvencionalne i ekološke proizvodnje.

Istraživanje je provedeno kroz pet godina, a zabilježeno je ukupno 42 roda u konvencionalnom i 44 roda u ekološkom sustavu uzgoja. Prosječan broj rodova u ispitanom razdoblju u 100 g tla iznosio je 14 u konvencionalnom i 17,10 u organskom sustavu uzgoja i međusobno se značajno razlikuju. Analiza trofičkih grupa pokazuje da dominaciju imaju biljnoparazitne nematode u konvencionalnom uzgoju, te bakterivore u organskom uzgoju. Indeksi biološke raznolikosti (H' , $N1$ i λ) nisu se značajno razlikovali između konvencionalnog i ekološkog uzgoja.

Predstavnici podreda Adenophorea pokazatelji su čistih ekosustava, dok predstavnici podreda Scerenentea obitavaju u staništima sa većim zagađenjima. Nematode koje nisu osjetljive na onečišćenija tla i ista naseljavaju su bakterivore porodice Rhabditidae (Bongers i Ferris, 1999.).

Više rezultata o utjecaju i prilagodbi nematoda iz skupine bakterivora na temperature dali su Venette i Ferris (1996.), istraživajući koeficijent razmnožavanja raznih vrsta bakterivora pri različitim temperaturama.

Kako je izvor hrane usko povezan sa migracijom nematoda, veliku važnost ima i pravilno uzimanje uzoraka tla, kako horizontalno, tako i vertikalno. O pravilima uzorkovanja tla izvještavali su Ferris i sur. (1990.), dok su preporuke za uzimanje uzoraka fitoparazitnih nematoda dali Goodell i Ferris (1980.).

Unosom organskih gnojiva dolazi do trenutnog uznemirenja tla, ali i do povećanja broja kolonizera c-p 1 grupe. Dominantna su zajednica oko dva do tri tjedna, nakon čega njihov broj opada, a povećava se onih c-p 2 grupe (Bonger i Ferris, 1999.).

De Goede i sur. (1993.) osmislili su grafički način prikazivanja strukture nematodnih zajednica pomoću c-p trokuta, kao pomoć kod analize c-p grupa. C-p trokut vizualizira promjene u zajednicama i upućuju koja grupa je u padu, odnosno porastu, a tim rezultatima pridodaje informaciju radi li se o nematodama u oporavljajućim ili stresnim uvjetima.

2001. godine provedeno je istraživanje o mogućnosti korištenja nematodnih zajednica kao indikatora tla.

Pokus je proveden na šest različitih područja sa različitim sadržajem dušika, a očekivano najveći broj nematodnih zajednica utvrđen je u područjima sa umjerenim klimatskim uvjetima, dok u ekstremnim uvjetima broj nematoda je reduciran. Nadalje, zaključeno je da su zajednice nematoda odličan pokazatelj mikroflore, gdje su mineralizacija i razgradnja organske tvari aktivnije (Ekschmitt i sur., 2001.).

Nematode iz rodova *Wilsonema*, *Eudorylaimus*, *Aphelenchoides*, *Heterocephalobus* i *Eucephalobus* prema istraživanjima su osjetljivije na uznemirenja kod obrade i gnojidbe tla, dok kod rodova *Tylencholaimellus*, *Anatochus*, *Epidorylaimus*, *Mylonchulus*, *Achromadora*, *Clarkus* i *Plectus* nema velikih uznemirenja (Fiscus i Neher, 2002.).

U istraživanju utjecaja kultiviranja, kod uznemirenja tla smanjila se zajednica fungivora, a vrste kao što su Dorylaimoidea, Rhabdolaimidae i Tylenchorhynchus dominiraju u kultiviranim tlima.

Parmele i sur. (1986.) proučavali su razlike u nematodnim zajednicama kod minimalne i standardne obrade tla, te došli do saznanja kako način obrade direktno utječe na trofičku grupu, ukupnu brojnost, ali i na zajednice nematoda. Kod standardne obrade tla ukupan broj fungivora i bakterivora bio je veći, dok za fitoparazitne nematode više odgovara tlo sa minimalnim zahtjevima za obradu. Za omnivore, odnosno predatore nisu uočene značajne razlike između tretmana.

U staništima minimalnih uznemirenja kultivacije nalaze se vrste Tylencholaimoidea, Mononchidae, Tylenchidae, Anatonchidae i druge (Villeneuve i sur., 2001.).

Prema Ferris-u, indeksi hranidbenog lanca omogućuju bolju i kvalitetniju procjenu uvjeta, ali i omogućuju određivanje gustoće populacija trofičkih grupa. Kvalitetu uvjeta tla, ali i bržu analizu mineralizacije i razgradnje hranjiva omogućuju indeks puteva razgradnje (CI), indeks strukture tla (SI) i indeks obogaćenja (EI). Gustoća populacije fungivora i bakterivora ovisi o uvjetima ishrane i okoliša, dok slobodnoživuće nematode imaju utjecaj na mineralizaciju (Benković-Lačić, i sur., 2016.).

Utjecaj umjetnih i organskih gnojiva na nematodne zajednice izučavali su Bullock i sur. (2002.), te utvrdili povećan broj rodova Rhabditidae i Cephalobidae nakon primjene.

Cilj istraživanja koje su proveli Benković-Lačić i sur. (2013.) bio je odrediti utjecaj organskih gnojiva na povećanje, odnosno smanjenje broja nematoda u tlu. Parcele koje su prošle kroz istraživanje tretirane su goveđim gnojem (BM), konjskim gnojem (HM), svinjskim gnojem (SM) i pilećim gnojem (PM), ali i jedna na kojoj je provedena mineralna gnojdba. Zajednice nematoda promatrane su na razini rodova, a značajne razlike uočene su u MI i MI 2-5. Uznemirenje tla koje je izazvano gnojidbom statistički je dalo nižu vrijednost MI u MF parcelama u usporedbi s CO parcelama, a to ukazuje na poremećaj u okolišu. Razlika koja nije zanemariva pojavila se i između CO i MF, HM i PM u vrijednostima MI 2-5. Na promjene u strukturama zajednica nematoda utjecalo je dodavanje organskih i anorganskih gnojiva u tlo, a zajednica koja je se najviše promijenila prošla je kroz mineralnu gnojdbu.

Brmež i sur. (2018.) proveli su istraživanje o utjecaju pilećeg stajnjaka na zajednice nematoda. Od dvije parcele, jedna je tretirana pilećim stajnjakom, dok je druga bila kontrola i nije tretirana. Rezultati pokazuju da se bioraznolikost povećala u tretmanima pilećim stajnjakom (18 % pšenica, 28 % uljana repica), a indeksi uznemirenja (MI, MI 2-5, PPI/MI) govore o značajnim razlikama unutar dvije godine, odnosno o stabilnosti ekosustava, smanjenju fitoparazitnih nematoda, ali i povećanju korisnih nematoda u odnosu na kontrolu. Zaključak je da se tretmanima tekućim pilećim stajnjakom povećava bioraznolikost, a to rezultira manjim ekonomskim ulaganjima, prvenstveno odnoseći se na mineralna gnojiva.

Cilj istraživanja kojeg su proveli Brmež i sur. (2018.) bio je istražiti nematocidni učinak prirodnog dodatka tekućeg pilećeg stajnjaka i pripravka na bazi fluopirama, odnosno pesticida za veličinu populacije nematoda korijenovih kvržica, *Meloidogyne* spp.. Pokus je postavljen u četiri tretmana, a to su kontrola, fluopiram i tekući pileći stajnjak (FLU+LCM), fluopiram (FLU) i tekući pileći stajnjak (LCM). Broj *Meloidogyne* spp. značajno se smanjio kod svih tretmana gdje se primjenjivao fluopiram i tekući pileći stajnjak u kombinacijama (FLU i FLU+LCM), dok je broj juvenilnih jedinki varirao od tretmana do tretmana, ali se povećao rastom biljke. Dodatni tretmani (FLU, FLU+LCM, LCM) doveli su smanjenja žute boje korijena i pozitivno djelovali na prinose. Negativan utjecaj fluopirama je taj što negativno utječe na bioraznolikost gdje dovodi do većeg uznemirenja tla.

3. MATERIJAL I METODE

3.1. Postavljanje pokusa

Pokus je postavljen u proljeće 2022. godine u Bilju (45°60' s.z.š. i 18°75' i.z.d.) u vrtu obitelji Rajndl. Na pokusnoj parceli veličine 2,25 m² bila je predviđena sjetva graška i luka u konsocijaciji (jedan red graška, jedan red luka naizmjenice). Tijekom predsjetvene pripreme tla u ožujku (tlo je preorano i usitnjeno grabljama), primijenjen je preparat Ekovital, na bazi tekućeg pilećeg stajnjaka i to u dva tretmana.



Slika 3. Pripremljene parcele tla za provedbu pokusa (Rajndl, 2022.)

Preparat Ekovital primijenjen je na tlo u dozi od 1 l/ha u tri navrata. Prvi puta 26.03.2022., mjesec dana prije prvog uzorkovanja, drugi puta tlo je tretirano 17.04.2022., a treći puta 02.06.2022., uvijek samo na tretmanu s Ekovitalom, dok je kontrolni tretman svaki puta bio poliven istom količinom čiste vode. Sjetva je obavljena 12.04.2022. godine, nakon prvog uzorkovanja tla, kako bi imali zabilježeno početno stanje. Prosječna maksimalna dnevna temperatura u travnju 2022. godine iznosila je 16.6 °C, dok je u lipnju ona iznosila 28.9 °C (<https://www.accuweather.com>).

3.2. Uzorkovanje tla

Uzorkovanje tla obavljeno je u dva navrata, prvi puta 12.04.2022., oko mjesec dana nakon postavljanja prvog tretiranja tla Ekovitalom, te drugi puta 27.06.2022. godine. U oba termina uzorkovanja uzeta su po četiri uzorka tla s kontrolnog tretmana i četiri uzorka tla s tretiranog dijela. Ukupno je pregledano 16 uzoraka tla tijekom provedbe pokusa.

3.3. Laboratorijska analiza

Uzorci tla dostavljeni su na analizu bioraznolikosti zajednice nematoda u Laboratorij za entomologiju i nematologiju u Osijeku, odmah nakon uzorkovanja tla u oba termina. Iz tla su nematode izdvojene Baermanovom metodom ljevaka (Baerman, 1917.).



Slika 4. Izdvajanje nematoda iz tla Baermanovom metodom ljevaka (Rajndl, 2022.)

Nakon izdvajanja nematoda iz tla, nematode su prebrojane pod lupom Olympus BX 16, te pregledane pod mikroskopom Olympus BX 50 i determinirane do roda. Determinacija je obavljena pomoću sljedećih ključeva za determinaciju: Andrassy, 1984., 1988., 1993.; Bongers, 1994.; Hunt, 1993.; Mai i Lyon, 1975.

Zajednica nematoda u tlu analizirana je za sljedeće parametre:

- ukupna brojnost nematoda (samo za drugo uzorkovanje)
- bioraznolikost rodova nematoda
- trofička struktura zajednice nematoda (Yeats i sur., 1993.) (nematode su analizirane po načinu ishrane)
- indeksi uznemirenja tla:
 - MI – *Maturity Indeks*, indeks zrelosti tla
 - MI 2-5 – *Maturity Indeks 2-5*, indeks zrelosti tla bez kolonizera iz c-p grupe 1
 - PPI – *Plant Parasitic Indeks* (Bongers, 1990.)
- ekološki indeksi:
 - EI – *Enrichment indeks* ili indeks obogaćenja tla
 - SI – *Structural indeks* ili strukturni indeks (Ferris i sur., 2001.)

Maturity Indeks (MI) je pokazatelj stanja uznemirenosti zajednice nematoda, odnosno prosjek c-p grupa unutar zajednice nematoda (Neher, 2001.). Vrijednosti MI mogu se kretati od 1-5, a poželjne su više vrijednosti jer to reflektira veću količinu perzistera u tlu, ekološki „zdravo tlo“. Prilikom izračuna MI ne uzimaju se u obzir fitoparazitne nematode budući da imaju različit način života te ovise o biljkama, a i ne postoji fitoparazitna nematoda c-p grupe 1. Njihova brojnost ovisi o prisutnosti i stanju biljke kojom se hrane (Bongers i Ferris, 1999.).

MI 2-5 predstavlja stanje zajednice nematoda, ali bez kolonizera iz grupe 1, koji se naglo razmnože nakon uznemirenja tla, ali isto tako naglo i nestaju iz tla, a zamjenjuju ih tijekom vremena nematode iz grupe 2. Možemo reći da upravo nematode iz grupe 2 predstavljaju „realnije“ stanje opisa zrelosti tla, što je naročito pogodno ukoliko se uspoređuju različiti ekosustavi.

MI se izračunava pomoću sljedeće formule:

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

$v(i)$ – vrijednost c-p grupe

$f(i)$ – frekvencija grupe u uzorku

PPI – Plant Parasitic Indeks odnosno biljno-parazitski indeks izračunava se na isti način kao i MI, ali pri izračunu uzimaju se u obzir samo fitoparazitne nematode. Kod fitoparazitnih nematoda, perzisteri se pojavljuju i u stresnim uvjetima agroekosustava (Brmež, 2004.). Za PPI indeks poželjnije su što manje vrijednosti, a izračunava se na sljedeći način:

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

$v(i)$ – vrijednost CP/PP ljestvice koja pripada determiniranom rodu

$f(i)$ -frekvencija tog roda u uzorku

EI – Enrichment Indeks je indeks obogaćenja tla po Ferrisu, a predstavlja vrijednost koja se povećava ukoliko se u tlu povećava obogaćenje, bilo organskim ili umjetnim gnojivima ili nekim drugim uznemirenjima koje povećavaju broj bakterivora i fungivora iz c-p grupe 2. Izračunava se na sljedeći način:

$$EI = \frac{100 * e}{e + b}$$

SI – Structural Indeks, odnosno strukturalni indeks ukazuje na strukturu zajednice nematoda, te veća vrijednosti ukazuju na bolju strukturiranost zajednice, odnosno prisustvo svih trofičkih grupa unutar zajednice. Izračunava se pomoću sljedeće formule:

$$SI = \frac{100 * s}{s + b}$$

Za izračun EI i SI pojašnjeni su sljedeći pojmovi u formuli:

$$b = (Ba2 + Fu2) * W_2$$

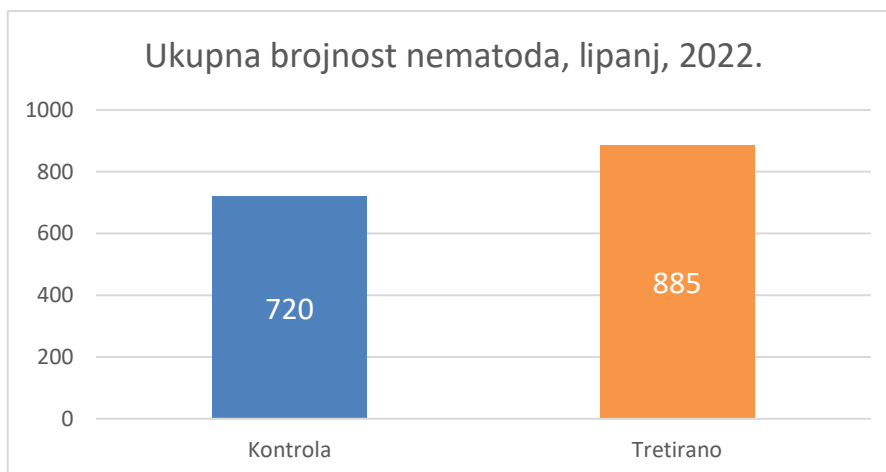
$$e = (Ba1 * W_1) + (Fu2 * W_2)$$

$$s = (Ba_n * W_n) + (Fu_n * W_n) + (Om_n * W_n) + (Pr_n * W_n)$$

$$W_1 = 3.2, W_2 = 0.8, W_3 = 1.8, W_4 = 3.2 \text{ i } W_5 = 5$$

4. REZULTATI

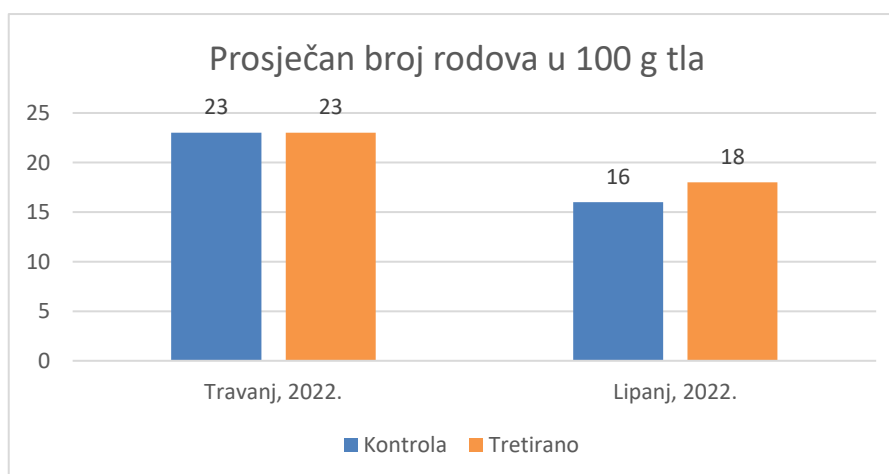
Nakon provedenih istraživanja ukupne brojnosti i bioraznolikosti rodova nematoda, rezultati za ukupnu brojnost u lipnju prikazani su u grafikonu 1.



Grafikon 1. Ukupna brojnost nematoda u 100 g tla

U grafikonu 1, vidljivo je da tretirani dio parcele ima 19 % više nematoda u odnosu na kontrolni dio parcele. Brojnost nije najbolji pokazatelj stanja, jer se može naglo povećati nakon uznemirenja, a to se ne mora nužno odražavati na ukupnu brojnost.

Broj rodova ili bioraznolikost rodova nematoda u oba tretmana, za oba vremena uzorkovanja prikazani su u grafikonu 2.



Grafikon 2. Broj rodova nematoda u 100 g tla

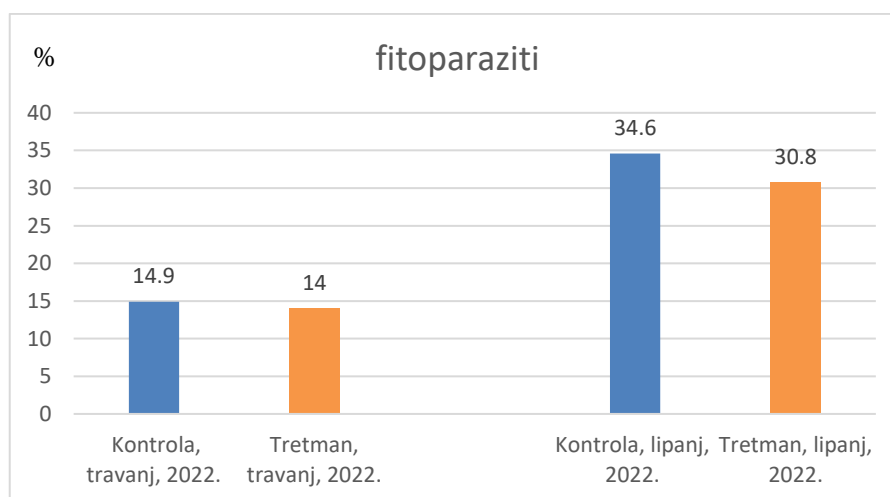
Prosječna brojnost rodova bila je veća u travnju u odnosu na lipanj, ali u lipnju se vidi povećanje broja rodova u tretiranom dijelu parcele za 11 % u odnosu na kontrolni dio parcele, što nam govori da je preparat na bazi tekućeg pilećeg stajnjaka imao utjecaj na povećanje bioraznolikosti tla u ljetnim mjesecima.

Tablica 1. Prisutnost rodova nematoda u kontrolnom tretmanu i tretmanu s organskim stajnjakom

Rodovi nematoda	Kontrolni tretman	Tretman s organskim stajnjakom	Rodovi nematoda	Kontrolni tretman	Tretman s organskim stajnjakom
<i>Acrobeloides</i>	+	+	<i>Mesodorylaimus</i>	-	+
<i>Acrobeles</i>	+	+	<i>Metateratocephalus</i>	-	+
<i>Alaimus</i>	-	+	<i>Microdorylaimus</i>	+	+
<i>Anaplectus</i>	+	-	<i>Monhystera</i>	+	-
<i>Aphelenchoides</i>	+	+	<i>Panagrobelus</i>	-	+
<i>Aphelenchus</i>	+	+	<i>Panagrolaimus</i>	+	+
<i>Apocelaimellus</i>	+	+	<i>Paratylenchus</i>	+	+
<i>Cephalobus</i>	+	+	<i>Plectus</i>	+	+
<i>Cervidelus</i>	+	+	<i>Pratylenchus</i>	+	+
<i>Chiloplacus</i>	+	+	<i>Prismatolaimus</i>	+	+
<i>Clarkus</i>	+	+	<i>Pristionchus</i>	-	+
<i>Criconemella</i>	+	-	<i>Rhabditidae</i>	+	+
<i>Diphtherophora</i>	+	+	<i>Teratocephalus</i>	+	+
<i>Ditylenchus</i>	+	+	<i>Trichodorus</i>	+	+
<i>Epidorylaimus</i>	+	+	<i>Trypila</i>	+	+
<i>Eucephalobus</i>	+	+	<i>Tylencholaimellus</i>	+	+
<i>Eudorylaimus</i>	+	+	<i>Tylencholaimus</i>	+	-
<i>Filenchus</i>	-	+	<i>Tylenchorhynchus</i>	+	+
<i>Helicotylenchus</i>	+	+	<i>Tylenchus</i>	+	+
<i>Heterocephalobus</i>	+	+	<i>Wilsonema</i>	+	+
<i>Heterodera</i>	-	+	<i>Xiphinema</i>	+	+

Trofička struktura zajednice nematoda predstavlja podjelu nematoda po trofičkim grupama, odnosno grupama ishrane. U grafikonu 3, prikazani su rezultati postotnog udjela fitoparazitnih nematoda u ispitivanju, kako za travanj, tako i za lipanj.

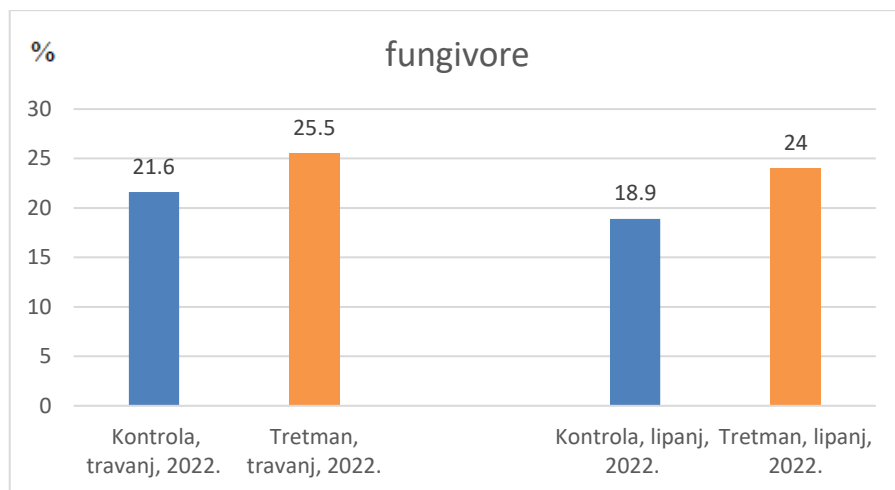
Iz grafikona je vidljivo da je udio fitoparazitnih nematoda bio manji u travnju u odnosu na lipanj zbog toga što tlo u travnju nije bilo pod kulturom. U lipnju se u tlu razvio korijenov sustav od graška i luka, te se automatski povećala i brojnost fitoparazitnih nematoda jer se pojavila velika količina hrane za njih.



Grafikon 3. Udio fitoparazitnih nematoda u 100 g tla

U travnju 2022. prije postavljanja pokusa, broj fitoparazitnih nematoda bio je ujednačen na kontrolnom dijelu parcele kao i na djelu parcele koje je bio predviđen za tretiranje preparatom na bazi tekućeg pilećeg stajnjaka. U lipnju se brojnost fitoparazitnih nematoda povećala sa oko 14 % na oko 30 %, zbog povećanja mase korijena u tlu, budući da je u travnju tlo bilo bez povrtnih kultura, a u lipnju je vegetacija bila već uznapređovala, stvorila se veća masa korijena, a time i veća brojnost fitoparazitnih nematoda. U lipnju, 2022. godine je u tlu utvrđeno 11 % manje fitoparazitnih nematoda u tretiranom dijelu parcele u odnosu na kontrolu.

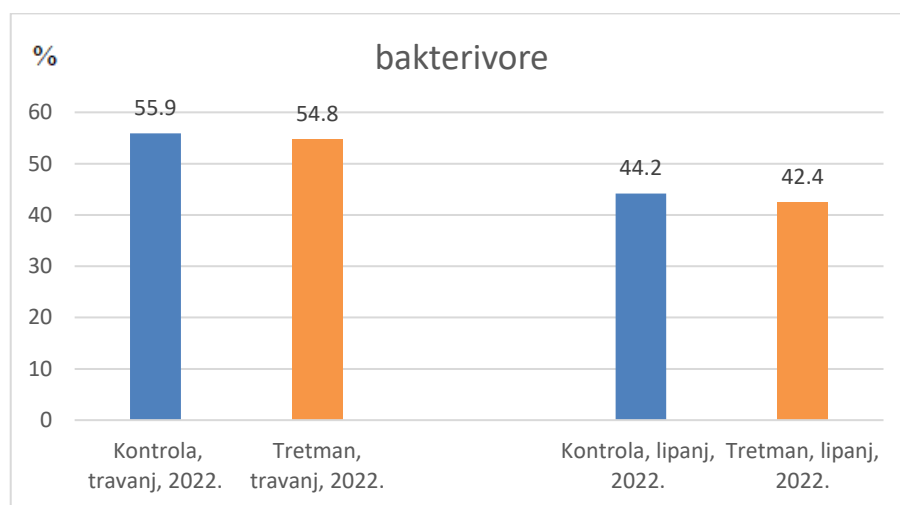
Udio fungivora, odnosno nematoda koje se hrane gljivicama u tlu prikazan je u grafikonu 4, za kontrolni tretman i tretman s tekućim pilećim stajnjakom.



Grafikon 4. Udio nematoda iz grupe fungivora u 100 g tla

Veći postotni udio fungivora bio je utvrđen u travnju, u odnosu na lipanj, a u lipnju je veći udio utvrđen u tretmanu, u odnosu na kontrolu.

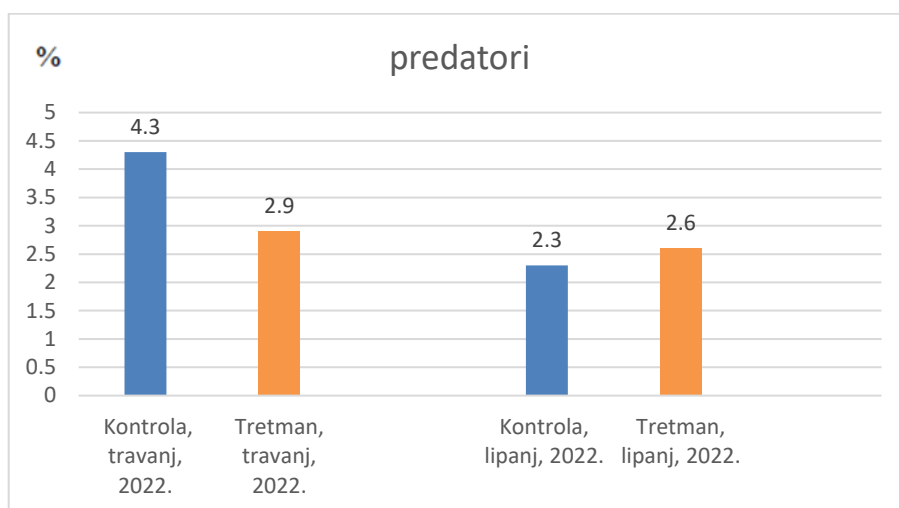
Postotni udio bakterivora u tlu prikazan je u grafikonu 5, za kontrolni tretman i tretman s tekućim pilećim stajnjakom, za oba termina uzorkovanja, odnosno travanj i lipanj.



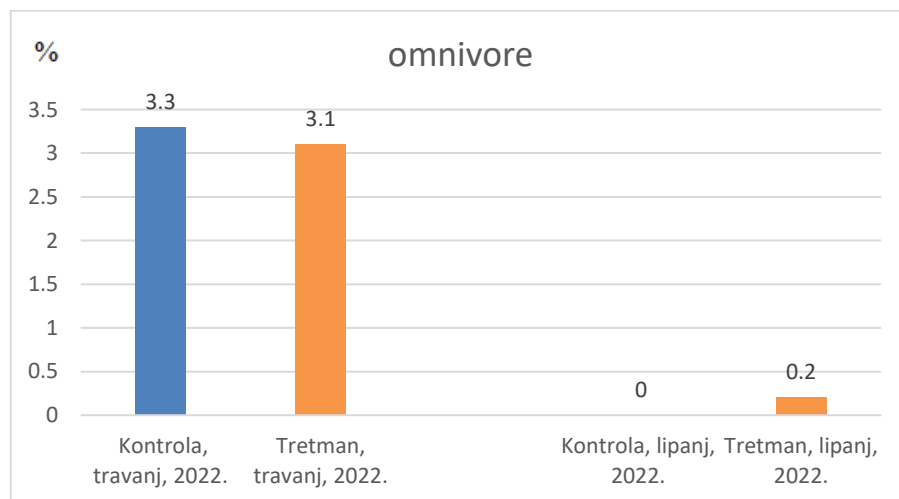
Grafikon 5. Udio nematoda iz grupe bakterivora u 100 g tla

Postotni udio bakterivora smanjio se u lipnju u odnosu na travanj, vjerojatno radi povećanja postotnog udjela fitoparazitnih nematoda koje su povećale brojnost s povećanjem mase korijena u tlu.

Nematode iz grupe predatora i omnivora, najčešće nikada nisu dominantne u uzorcima tla. To su nematode visokih c-p grupa, tzv. perzisteri, i obično njihova prisutnost u tlu znači da je tlo „ekološki čisto“, odnosno da zajednica nematoda nije bila podložna onečišćenjima. Postotni udio predatora i omnivora u tlu tretiranom Ekovitalom kao i u kontrolnom tretmanu, za oba vremena uzorkovanja, prikazani su u grafikonima 6 i 7.



Grafikon 6. Udio nematoda iz grupe predatora u 100 g tla

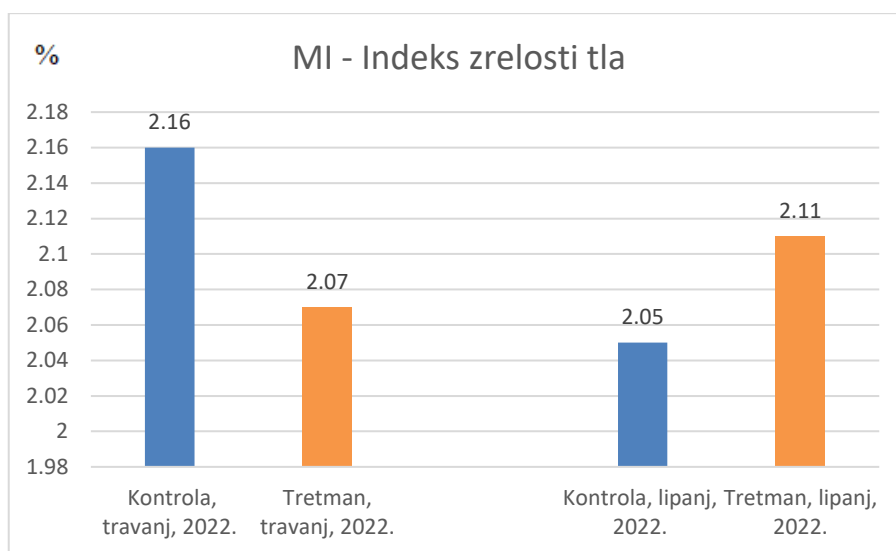


Grafikon 7. Udio nematoda iz grupe omnivora u 100 g tla

Maksimalni postotni udio predatora iznosio je oko 4 % u travnju, dok je brojnost u lipnju bila maksimalno 2,6 %. Omnivore su također bile brojnije u travnju u odnosu na lipanj, ali njihova brojnost nije bila veća od 3,3 % ukupnog udjela u zajednici nematoda. Značajno je napomenuti kako su u lipnju omnivore utvrđene samo u tretmanu s Ekovitalom, dok ih na kontrolnom tretmanu nije bilo.

4.1. Rezultati indeksa uznemirenja zajednice nematoda

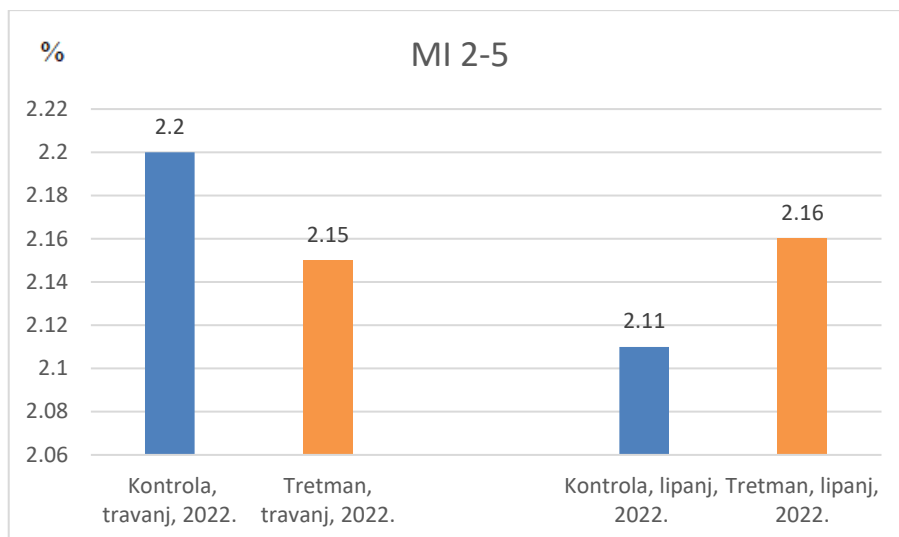
Rezultati indeksa uznemirenja zajednice nematoda obuhvaćali su MI – indeks zrelosti tla, MI 2-5, te PPI – biljno-parazitski indeks. Vrijednosti navedenih indeksa prikazane su u grafikonima 8, 9 i 10.



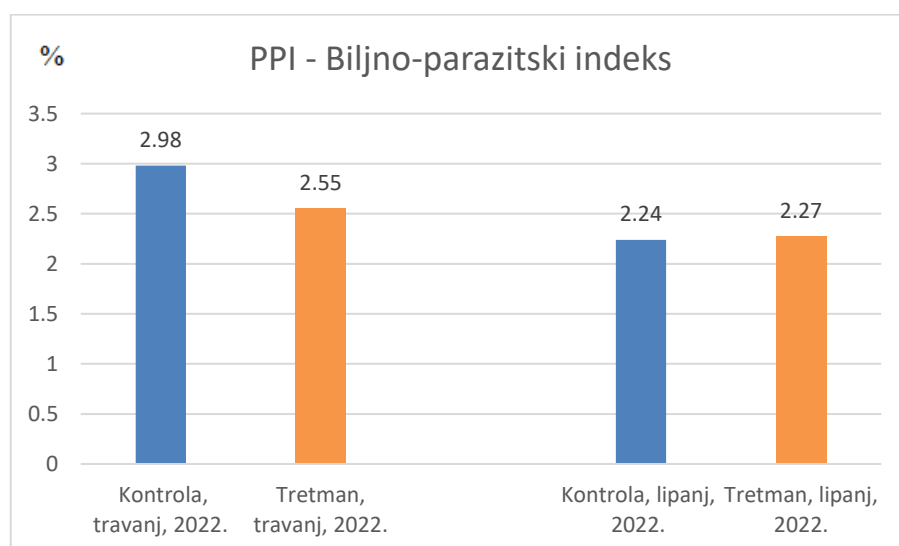
Grafikon 8. Vrijednosti indeksa zrelosti tla (MI)

U grafikonu 8, vidljivo je da je veća vrijednost MI u travnju utvrđena u kontrolnom tretmanu, što ukazuje na bolje tlo, dok je nakon primjene preparata na bazi organskog stajnjaka, MI imao bolje vrijednosti u tretiranom dijelu parcele u odnosu na kontrolu.

Kao i kod MI, bolje vrijednosti MI 2-5, utvrđene su također u tretiranom dijelu parcele u odnosu na kontrolu u uzorkovanju provedenom u lipnju, odnosno nakon tri primjene preparata na bazi organskog stajnjaka (Grafikon 9). U oba ispitana indeksa vrijednosti su oko 2, što ukazuje na najveću prisutnost nematoda iz c-p grupe 2, odnosno kolonizera, ali ne isključivih (c-p 1) kao nematode iz porodice *Rhabditidae* koje imaju izuzetno kratak životni ciklus i javljaju se prve nakon uznemirenja, a dominantniji rodovi kao što su *Acrobeloides*, *Eucephalobus* i drugi su nematode koje tijekom vremena, zamjenjuju grupu 1 u dominantnosti u tlu.



Grafikon 9. Vrijednosti indeksa zrelosti tla za c-p grupe 2-5 (MI 2-5)

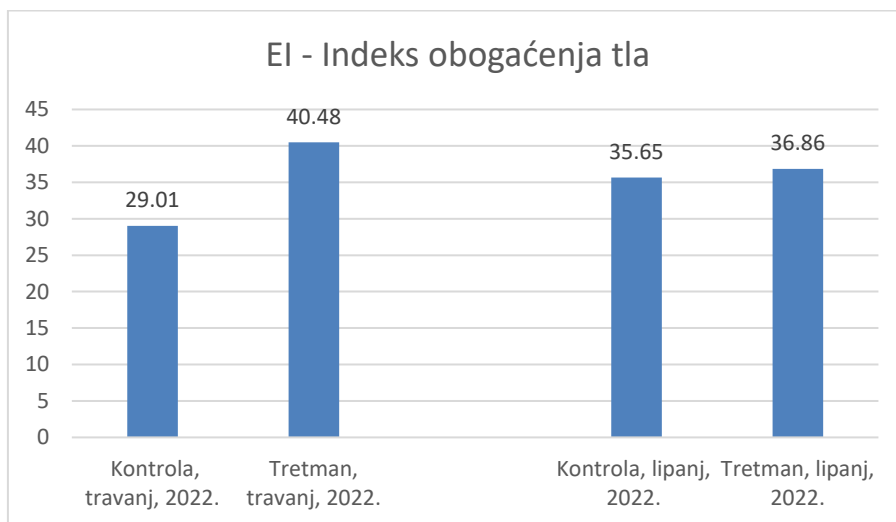


Grafikon 10. Vrijednosti biljno-parazitskog indeksa (PPI)

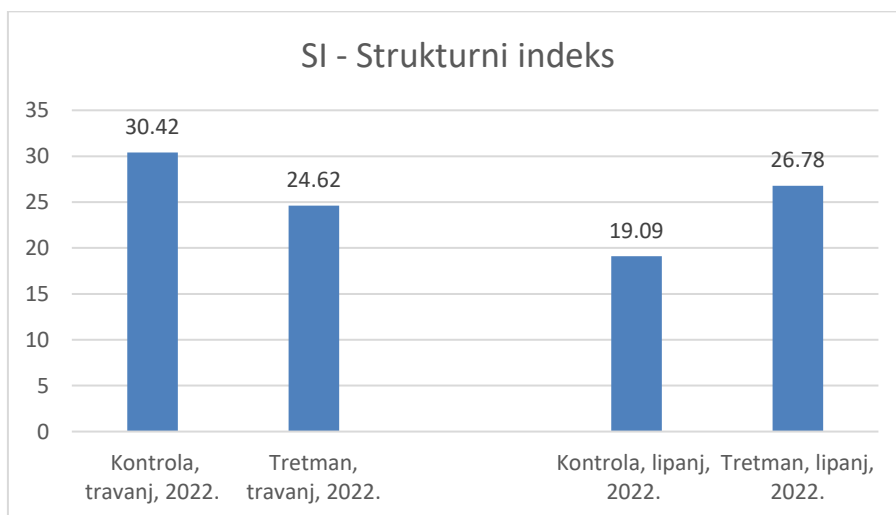
Iz grafikona 10, vidljivo je kako su vrijednosti PPI bile bolje u lipnju u odnosu na travanj, iako su prosječne vrijednosti između tretmana bile vrlo slične.

4.2. Rezultati ekoloških indeksa

Rezultati indeksa obogaćenja tla (EI) prikazani su u grafikonu 11, a rezultati strukturnog indeksa (SI) u grafikonu 12. Veća vrijednost EI indeksa ukazuje na obogaćenje tla, a veća vrijednost SI indeksa ukazuje na dobro strukturirano tlo u kojemu su zastupljene sve trofičke grupe.



Grafikon 11. Vrijednosti indeksa obogaćenja tla (EI)



Grafikon 12. Vrijednosti strukturnog indeksa (SI)

Iz grafikona 12., vidljivo je kako je u lipnju tlo bolje strukturirano u tretmanu s organskim stajnjakom nego u kontrolnom tretmanu.

4.3. Rezultati prinosa graška i luka

Nakon provedenog istraživanja utjecaja tekućeg pilećeg stajnjaka na bioraznolikost rodova nematoda, obavljeno je i mjerenje prinosa za obje kulture. Grašak je ubiran tijekom lipnja u tri navrata, a prinos na kontroli iznosio je 510 g, dok je na tretiranom dijelu prinos iznosio 656 g.

Prinos luka u kontroli iznosio je 1593 g, a u tretmanu s tekućim pilećim stajnjakom iznosio je 1970 g.

5. RASPRAVA

U ovom diplomskom radu ispitan je utjecaj preparata na bazi tekućeg pilećeg stajnjaka na bioraznolikost rodova nematoda te su utvrđeni i nematološki indeksi uznemirenja tla. Ukupna brojnost nematoda određena je samo u lipnju, nakon primjene preparata Ekovital. Ukupna brojnost je bolja za 19 % u dijelu parcele koji je tretiran navedenim preparatom u odnosu na kontrolni dio. Poznato je kako ukupna brojnost nematoda u tlu raste nakon uznemirenja tla, bilo da se radi o mehaničkom ili kemijskom uznemirenju. U doktorskoj disertaciji (Brmež, 2004.) također je utvrđeno kako je ukupna brojnost nematoda porasla nakon kemijskog uznemirenja tla (primjene gnojidbe i tretiranja tla pesticidima), dok se broj rodova nematoda smanjio nakon kemijskog uznemirenja, odnosno onečišćenja tla. Primjena preparata na bazi tekućeg pilećeg stajnjaka u našem se istraživanju pokazala kao dobra, odnosno, u tretiranom dijelu parcele utvrđen je veći ukupan broj rodova nematoda u sva četiri ponavljanja (39), u odnosu na netretirani dio (35), a prosječan broj rodova u 100 g tla bio je veći za 11 % u tretmanu s Ekovitalom. Slične rezultate dobili su i autori Brmež i sur. (2018.), gdje su pšenicu i uljanu repicu tretirali preparatom na bazi tekućeg pilećeg stajnjaka kroz dvije godine, te dobili povećanje broja rodova u prvoj godini za 18 %, a u drugoj godini primjene preparata, povećanje broja rodova iznosilo je 28 %. Rodovi *Mesodorylaimus* i *Alaimus* koji pripadaju visokim c-p grupama, odnosno koji su perzisteri, utvrđeni su samo u tretmanu s Ekovitalom, dok ih u kontrolnom tretmanu nije bilo. Trofička struktura zajednice nematoda u ovom istraživanju poklapa se s velikim brojem objavljenih radova u kojima je zajednica nematoda korištena kao bioindikator gnojidbe. Utvrđeno je svih 5 trofičkih grupa (fitoparazitne nematode, bakterivore, fungivore, omnivore i predatori), s tim da su dominirale bakterivore i fitoparaziti, zatim fungivore, a omnivore i predatori su bili najmanje zastupljeni. To se podudara s istraživanjima drugih autora (Benković-Lačić i sur., 2013.; Ekschmitt i sur., 2001., Fiscus i Neher, 2002.; Freckman i Ettema, 1993.).

Indeks zrelosti tla (MI) u kontrolnom tretmanu smanjio je vrijednost od travnja do lipnja 2022. godine, dok je u tretmanu s pilećim stajnjakom povećao vrijednost u periodu travanj-lipanj. Poznato je da se vrijednosti MI mogu kretati od 1-5, te da su poželjnije veće vrijednosti jer to ukazuje na stabilniji ekosustav s više perzistera. Za pretpostaviti je da bi vrijednosti MI bile i veće u tretiranom dijelu parcele, ukoliko bi se preparat na bazi tekućeg pilećeg stajnjaka upotrebljavao više puta ili više godina.

Tome u prilog govore i podaci Bongers i sur. (1997.) koji navode da se MI neposredno nakon obogaćenja tla hranjivima smanjuje, ali ubrzo nakon toga se vrijednosti povećavaju jer je veća dostupnost hrane za biljku i veća raznolikost trofičkih grupa u tlu. Također napominju da nakon obogaćivanja tla hranjivima, a kako vrijeme prolazi, niže c-p grupe zamjenjuju se višima, što automatski povećava i vrijednosti MI.

Indeks obogaćenja (EI) je pokazatelj dostupnosti hranjivih tvari u tlu koji pokazuje povećanu aktivnost bakterivora i bolju organsku razgradnju, dok strukturalni indeks (SI) označava zrelost određenog ekosustava koji je bio izložen na neki poremećaj ili je u razdoblju oporavka od poremećaja. U ovom istraživanju utvrđena veća vrijednost EI u tretmanu s preparatom na bazi tekućeg pilećeg stajnjaka u odnosu na kontrolni tretman, što se podudara s istraživanjima Brmež i sur. (2018.), a ukazuje na bolje obogaćen ekosustav hranjivima, u odnosu na kontrolni tretman u kojemu nije primijenjen preparat na bazi tekućeg pilećeg stajnjaka.

Za SI je poznato da veće vrijednosti ukazuju na stabilniji ekosustav. U ovom istraživanju veće vrijednosti SI utvrđene su inicijalno u kontrolnom tretmanu u travnju, da bi se tijekom uzgoja povrtnih kultura, vrijednosti snizile, što ukazuje na degradiranje sustava, dok je u tretmanu s tekućim pilećim stajnjakom, vrijednost u startu bila manja nego u kontroli, tijekom uzgoja povrtnih kultura uz dodatak preparata s tekućim pilećim stajnjakom, vrijednost je porasla u lipnju u odnosu na travanj 2022. Ney i sur. (2019.) utvrdili su kako se pomoću vrijednosti MI, EI i SI mogu vidjeti razlike u ekosustavima koji su tretirani i obogaćivani čak i u prijašnjim godinama.

Nakon berbe, utvrđene su veće vrijednosti prinosa i graška i luka u tretiranom dijelu parcele u odnosu na kontrolu.

6. ZAKLJUČAK

U ovom diplomskom radu provedeno je istraživanje utjecaja tekućeg pilećeg stajnjaka na zajednice nematoda u tlu kod uzgoja graška i luka. Dobiveni rezultati pokazali su da je tretirani dio parcele u odnosu na kontrolu imao veći prinos graška (22 %) i luka (20 %), te utjecao na zajednicu nematoda na sljedeći način:

- Povećala se ukupna brojnost nematoda u tretiranom dijelu u odnosu na kontrolu
- Povećao se broj rodova za 11 % u tretiranom dijelu u odnosu na kontrolu
- Udio štetnih fitoparazitnih nematoda se smanjio na tretiranom dijelu u odnosu na kontrolu
- Udio bakterivora u oba tretmana bio je približno isti, dok se udio fungivora povećao u tretiranom dijelu parcele u odnosu na kontrolu
- Omnivore i predatori kao indikatori stabilnog ekosustava povećali su brojnost u lipnju, pred berbu u tretiranom dijelu u odnosu na kontrolni dio parcele, iako su i omnivorama i predatorima vrijednosti pale u odnosu na početno stanje u travnju.
- Vrijednosti indeksa zrelosti tla (MI), indeksa obogaćenja tla (EI) i indeksa strukture tla (SI) bile su bolje u tretiranom dijelu parcele s tekućim pilećim stajnjakom u odnosu na kontrolu gdje preparat nije primijenjen.

Iz svega navedenoga može se zaključiti kako je preparat na bazi tekućeg pilećeg stajnjaka u konsocijaciji graška i luka pozitivno utjecao na bioraznolikost rodova nematoda u tlu, poboljšao je strukturu zajednice nematoda i pozitivno se odrazio na nematološke indekse koji reflektiraju stanje ekosustava.

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. Ax, P. (2003.): Multicellular Animals: Order in Nature - System Made by Man. Volume III. Springer- Verlag. Heidelberg. Berlin.
5. Benković-Lačić, T.; Brmež M.; Haramija, J. (2014.): Uloga nematoda u hranidbenom lancu tla i mineralizaciji hranjiva // Agronomski glasnik, 76, 3; 137-149.
6. Benković-Lačić, T.; Brmež, M.; Ivezić, M.; Raspudić, E.; Pribetić, D.; Lončarić, Z.; Grubišić, D. (2013.): Influence of organic and inorganic fertilizer on nematode communities in cornfield // Bulgarian journal of agricultural science, 19, 2; 235-240.
7. Bongers, T. (1990.): The maturity index: an ecological measure of environmental disturbance based on nematode species composition. Oecologia 83(1):14-19.
8. Bongers, T. (1994.): De Nematoden van Nederland. KNNV-bibliotheekuitgave 46. Pirola, Schoorl. Pp.408.
9. Bongers, T.; Bongers, M. (1998.): Functional diversity of nematodes. Applied Soil Ecology 10: 239-251.
10. Bongers, T.; Ferris H. (1999.): Nematode community structure as a bioindicator in environmental monitoring. Trends in Ecology & Evolution 14(6):224-228.
11. Bongers, T.; Van der Meulen, H.; Korthals, G. (1997.): Inverse relationship between the nematode maturity index and plant parasite index under enriched nutrient conditions. Applied Soil Ecology, 6(2), 195-199. [https://doi.org/10.1016/S0929-1393\(96\)00136-9](https://doi.org/10.1016/S0929-1393(96)00136-9).
12. Brmež, M. (2004.): Nematode kao bioindikator promjena u agroekosustavu. Doktorska disertacija. Poljoprivredni fakultet u Osijeku. Osijek.
13. 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.
14. Brmež, M.; Puškarić, J.; Siber, T.; Raspudić, E.; Grubišić, D.; Popović, B. (2018.): Influence of liquid chicken manure preparation on soil health and agrochemical soil properties. Poljoprivreda, 24: (1) 3-9.

15. 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.
16. Clark, W.C. (1994): Origins of the parasitic habit in the Nematoda. *International Journal for Parasitology* 24(8):1117-1129.
17. De Goede, R.G.M. (1993.): Terrestrial nematodes in a changing environment. Agricultural University. Department of Nematology. Wageningen. Netherlands.
18. De Goede, R.G.M.; Yeates, G.W.; Bongers, T.R.; Freckman, D.W.; Georgieva, S.S. (1993.): Feeding Habits in Soil Nematode Families and Genera — An Outline for Soil Ecologists. *Journal of Nematology* 25(3): 315–331.
19. 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.; Wolters V. (2001.): Nematode community structure as indicator of soil functioning in European grassland soils. *European Journal of Soil Biology* 37(4):263-268.
20. Ekschmitt, K.; Bongers, T.; Ilieva-Makulec, K. (2001.): Acute sensitivity of nematode taxa to CuSO₄ and relationships with feeding type and life-history classification environmental toxicology and chemistry, 20, 1511-1511.
21. Ekschmitt, K.; Korthals, G.W. (2006.): Nematodes as Sentinels of Heavy Metals and Organic Toxicants in the Soil. *Journal of Nematology*, 38, 13-19.
22. Fiscus, D.A.; Neher, D.A. (2002.): Distinguishing Sensitivity of Free-Living Soil Nematode genera to physical and chemical disturbances. *Ecological applications* 12(2):565-575.
23. Freckman, D.W.; Ettema C.H. (1993.): Assessing nematode communities in agroecosystems of varying human intervention. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 45(3-4):239-261.
24. Goodell, P.; Ferris, H. (1980.): Plant Parasitic Nematode Distributions in an Alfalfa Field. *J Nematol.* 12(2):136-141.
25. Grewal, P.S.; Ehlers, R.U.; Shapiro–Ilan, D.I. (2005.): Nematodes as biocontrol agents. CAB International Publishing. Wallingford. UK.
26. Hunt, D.J. (1993.): Aphelenchida, Longidoridae and Trichodoridae – Their systematics and bionomics. CAB INT. Wallingford, UK. pp. 352.
27. Hunt, D.J.; Luc, M.; Manzanilla–López, R.H. (2005.): Identification, morphology and biology of plant parasitic nematodes. U: Luc, M.; Sikora, R.A.; Bridge, J. (ur.): Plant Parasitic Nematodes in Subtropical and Tropical Agriculture. CAB International Publishing. Wallingford. UK. 11-52.

28. Ivezić, M. (2008.): Entomologija: kukci i ostali štetnici u ratarstvu. Poljoprivredni fakultet u Osijeku. Osijek. Pp. 202.
29. Kaya, H.K. (1987.): Disease caused by nematodes. U: Fuxa, J.R.; Tanada, Y. (ur.): Epizootiology of insect diseases. John Wiley & Sons. Canada.
30. Li, Y.; Feng, J.; Chen, J.; Wu, J. (2007.): Original vegetation type affects soil nematode communities. *Applied Soil Ecology* 35:68-78.
31. Liang, W.; Lou, Y.; Li, Q.; Zhong, S.; Zhang, X.; Wang, J. (2009.): Nematode faunal response to long-term application of nitrogen fertilizer and organic manure in Northeast China *Soil Biology and Biochemistry*, 41(5), 883-890.
<https://doi.org/10.1016/j.soilbio.2008.06.018>.
32. Mäder, P.; Fliessbach, A.; Dubois, D.; Gunst, L.; Fried, P.; Niggli, U. (2002): Soil fertility and biodiversity in organic farming. *Science*, 296(5573), 1694-1697.
<https://doi.org/10.1126/science.1071148>.
33. Mai, W.F.; Lyon, H.H. (1975.): Pictorial key to genera of plant-parasitic nematodes. Cornell University Press. London. pp. 219.
34. McSorley, R. (1997.): Soil Inhabiting Nematodes, Phylum Nematoda. University of Florida. Institute of Food and Agriculture Sciences.
35. McSorley, R. (2003.): Adaptions of Nematodes to Environmental Extremes. *Florida Entomologist* 86(2):138-142.
36. Nair, A.; Ngouajio, M. (2012.): Soil microbial biomass, functional microbial diversity, and nematode community structure as affected by cover crops and compost in an organic vegetable production system. *Applied Soil Ecology*. Volume 58 (45-55).
<https://doi.org/10.1016/j.apsoil.2012.03.008>.
37. Neher, D.A. (2001.): Role of Nematodes in Soil Health and Their Use as Indicators. *Journal of Nematology* 33(4):161–168.
38. Ney, L.; Franklin, D.; Mahmud, K.; Cabrera, M.; Hancock, D.; Habteselassie, M.; Newcomer, Q., Dahal, S., Subedi, A. (2019.): Sensitivity of nematode community analysis to agricultural management practices and inoculation with local effective microorganisms in the Southeastern United States. *Soil Syst.* 3(2), 41;
www.doi.org/10.3390/soilsystems3020041.
39. Oštrec Lj. (1998.): Zoologija: Štetne i korisne životinje u poljoprivredi. Zrinski. Čakovec.
40. Parmele, C.S.; Allen, R.D.; Mehran, M. (1986.): Steam-regenerated activated carbon: An emission-free cost-effective ground water treatment process. *Environmental Progress*, Volume 5(2):135-139.

41. Popovici, J.; Korthals, G.W. (1993.): Soil nematodes used in the detection of habitat disturbance due to industrial pollution. *Studia Univ. Babeş-Bolyai Biologia* 38(1-2):37-41.
42. 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.
43. Shukurov, N.; Pen-Mouratov, S.; Steinberger, Y. (2006.): The influence of soil pollution on soil microbial biomass and Nematode community structure in Navoiy industrial park, Uzbekistan. *Environment International* 32(1):1-11.
44. Siddiqi, M.R. (2000.): *Tylenchida: Parasites of Plants and Insects*. CAB International. Wallingford. UK.
45. Sochová, I.; Hofman, J.; Holoubek, I. (2006.): Using nematodes in soil ecotoxicology. *Environmenta Internacional* 32:374-383.
46. Sohlenius, B. (1980.): Abundance, biomass and contribution to energy flow by Soil Nematodes in Terrestrial Ecosystem. *Oikos*. 34: 186-194.
47. Venette, R.C.; Ferris, H.; Eyre, M.; Lau, S.S. (1996.): Population energetics of bacterial – feeding nematodes: Stage – specific development and fecundity rates. *Soil Biology and Biochemistry*. Volume 28(3):271-280. [https://doi.org/10.1016/0038-0717\(95\)00127-1](https://doi.org/10.1016/0038-0717(95)00127-1).
48. 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(1):43-52.
49. Wasilewska, L. (1998.): Changes in the proportions of groups of bacterivorous soil nematodes with different life strategies in relation to environmental conditions. *Applied Soil Ecology* 9(1-3):215-220.
50. Weiss, B.; Larink, O. (1991.): Influence of sewage sludge and heavy metals on nematodes in an arable soil. *Biology and Fertility of Soils* 12(1):5-9.
51. Yeates, G.W. (1979.): Soil Nematodes in Terrestrial Ecosystems. *Journal of Nematology* 11(3): 213–229.
52. Yeates, G.W.; Bongers, T.R.; De Goede, G.M.; Freckman, D.W.; Georgieva, S.S. (1993.): Feeding Habits in Soil Nematode Families and Genera — An Outline for Soil Ecologists. *Journal of Nematology* 25(3): 315–331.
53. Yeates, G.W.; Ferris, H.; Moens, T.; Van der Putten, W.H. (2009.): The role of nematode in ecosystems. U: Wilson, M.J.; Kakouli-Duarte, T. (ur.): *Nematodes as environmental indicators*. CABI Publishing.
54. Zullini, A. (1976.): Nematodes as Indicators of River Pollution. *Nematol. Medit.* 4:13-22.

55. Zullini, A. (1982.): Nematodi (Nematoda). Consiglio Nazionale delle Ricerche, Italy, pp. 117.
56. Zunke, U.; Eisenback J.D. (1998.): Morphology and ultrastructure. U: Sharma, S.B. (ur.): The Cyst Nematodes. Kluwer Academic Publisher. Netherlands. 31-56.

8. SAŽETAK

Glavni zadatak u ovome istraživanju bio je odrediti broj i promjene zajednica nematoda u tlu pod utjecajem tekućeg pilećeg stajnjaka u proizvodnji luka i graška.

Pokus je postavljen u proljeće 2022. godine u obiteljskom vrtu u Bilju. Pripremljena je površina od 2,25 m², a kao kulture odabrani su grašak i luk u konsocijaciji (jedan red graška, jedan red luka naizmjenice).

Preparat Ekovital, na bazi tekućeg pilećeg stajnjaka primijenjen je 3 puta tijekom vegetacije na dio parcele (tretirani dio), dok je na kontrolnom dijelu primijenjena ista količina čiste vode.

Uzorci tla za nematode uzeti su u dva navrata, prije vegetacije u travnju 2022. godine, te pred berbu u lipnju 2022. godine. Nematode su izdvojene iz tla Baermanovom metodom ljevaka, prebrojane i determinirane do roda.

Rezultati su pokazali veću bioraznolikost rodova nematoda u tretiranom dijelu, u odnosu na kontrolni dio parcele za 11 %., smanjenje udjela štetnih fitoparazitnih nematoda u odnosu na kontrolu, te povećanje korisnih nematoda iz grupe omnivora i predatora.

Nematološki indeksi - indeks zrelosti tla (MI), indeks obogaćenja tla (EI) i strukturni indeks (SI) također su imali veće vrijednosti, odnosno ukazivali na stabilniji ekosustav i kvalitetnije tlo u tretiranom dijelu parcele u odnosu na kontrolu.

Nakon berbe utvrđen je 22 % veći prinos graška i 20 % veći prinos luka u dijelu parcele koja je tretirana preparatom na bazi tekućeg pilećeg stajnjaka u odnosu na kontrolni tretman.

Iz svega navedenog možemo zaključiti kako je preparat na bazi tekućeg pilećeg stajnjaka povećao bioraznolikost nematoda u tlu, poboljšao njihovu trofičku strukturu, te pozitivno djelovao na prinose graška i luka.

9. SUMMARY

The main task in this research was to determine the number and changes of nematode communities in the soil under the influence of liquid chicken manure in onion and pea production.

The experiment was set up in the spring of 2022 in the family garden in Bilje. An area of 2.25 m² was prepared, and the crops chosen were peas and onions in a consociation (one row of peas, one row of onions alternately).

The preparation Ekovital, based on liquid chicken manure, was applied 3 times during the growing season to part of the plot (treated part), while the same amount of clean water was applied to the control plot.

Soil samples for nematodes were taken on two occasions, before the growing season in April 2022, and before the harvest in July 2022. Nematodes were extracted from the soil using the Baerman funnel method, counted and determined to the genus level.

The results showed a greater biodiversity of nematode genera in the treated, compared to the control part of plot by 11%, a decrease in the share of harmful phytoparasitic nematodes compared to the control, and an increase in beneficial nematodes from the group of omnivores and predators.

Nematological indices – soil maturity indeks MI, soil enrichment indeks EI and structural indeks SI had higher values, i.e. they indicated a more stable ecosystem and better soil quality in the treated part of the plot compared to the control.

After harvesting, a 22% higher yield of peas and a 20% higher yield of onions were found in the part of the plot that was treated with the preparation based on liquid chicken manure compared to the control treatment.

From all the facts mentioned above, we can conclude that the preparation based on liquid chicken manure increased the biodiversity of nematodes in the soil, improved their trophic structure, and had a particularly positive effect on the yield of peas and onions.

10. POPIS SLIKA

Redni broj slike	Ime slike	Broj stranice
1.	Pratylenchus sp.	2.
2.	<i>Tylenchorhynchus</i> sp.	3.
3.	Pripremljene parcele tla za provedbu pokusa	4.
4.	Izdvajanje nematoda iz tla Baermanovom metodom ljevka	10.

11. POPIS TABLICA

Redni broj tablice	Ime tablice	Broj stranice
1.	Prisutnost rodova nematoda u kontrolnom tretmanu i tretmanu s organskim stajnjakom	14.

12. POPIS GRAFIKONA

Redni broj grafikona	Ime grafikona	Broj stranice
1.	Ukupna brojnost nematoda u 100 g tla	13.
2.	Broj rodova nematoda u 100 g tla	13.
3.	Udio fitoparazitnih nematoda u 100 g tla	15.
4.	Udio nematoda iz grupe fungivora u 100 g tla	16.
5.	Udio nematoda iz grupe bakterivora u 100 g tla	16.
6.	Udio nematoda iz grupe predatora u 100 g tla	17.
7.	Udio nematoda iz grupe omnivore u 100 g tla	17.
8.	Vrijednosti indeksa zrelosti tla (MI)	18.
9.	Vrijednost indeksa zrelosti tla za c-p grupe 2-5 (MI 2-5)	19.
10.	Vrijednosti biljno-parazitskog indeksa (PPI)	19.
11.	Vrijednosti indeksa obogaćenja tla (EI)	20.
12.	Vrijednosti strukturnog indeksa (SI)	20.

TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku
Fakultet agrobiotehničkih znanosti
Sveučilišni diplomski studij, smjer Ekološka poljoprivreda

Diplomski rad

UTJECAJ PREPARATA NA BAZI TEKUĆEG PILEĆEG STAJNJAKA NA BIORAZNOLIKOST TLA U PROIZVODNJI GRAŠKA I LUKA

Patrik Rajndl

Rad je izrađen: Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek

Mentor: Prof.dr.sc. Mirjana Brmež

Kratak sažetak:

Glavni zadatak u ovome istraživanju bio je odrediti broj i promjene zajednica nematoda u tlu pod utjecajem tekućeg pilećeg stajnjaka u proizvodnji luka i graška.

Pokus je postavljen u proljeće 2022. godine u obiteljskom vrtu u Bilju. Pripremljena je površina od 2,25 m², a kao kulture odabrani su grašak i luk u konsocijaciji (jedan red graška, jedan red luka naizmjenice).

Preparat Ekovital, na bazi tekućeg pilećeg stajnjaka primijenjen je 3 puta tijekom vegetacije na dio parcele (tretirani dio), dok je na kontrolnom dijelu primijenjena ista količina čiste vode.

Uzorci tla za nematode uzeti su u dva navrata, prije vegetacije u travnju 2022. godine, te pred berbu u lipnju 2022. godine. Nematode su izdvojene iz tla Baermanovom metodom ljevaka, prebrojane i determinirane do roda.

Rezultati su pokazali veću bioraznolikost rodova nematoda u tretiranom, u odnosu na kontrolni dio parcele za 11 %, smanjenje udjela štetnih fitoparazitnih nematoda u odnosu na kontrolu, te povećanje korisnih nematoda iz grupe omnivora i predatora.

Nematološki indeksi - indeks zrelosti tla (MI), indeks obogaćenja tla (EI) i strukturni indeks (SI) također su imali veće vrijednosti, odnosno ukazivali na stabilniji ekosustav i kvalitetnije tlo u tretiranom dijelu parcele u odnosu na kontrolu. Nakon berbe utvrđen je 22 % veći prinos graška i 20 % veći prinos luka u dijelu parcele koja je tretirana preparatom na bazi tekućeg pilećeg stajnjaka u odnosu na kontrolni tretman.

Iz svega navedenog možemo zaključiti kako je preparat na bazi tekućeg pilećeg stajnjaka povećao bioraznolikost nematoda u tlu, poboljšao njihovu trofičku strukturu te pozitivno djelovao na prinose graška i luka.

Broj stranica: 34

Broj slika: 4

Broj tablica: 1

Broj literaturnih navoda: 56

Broj priloga: 0

Jezik izvornika: Hrvatski

Ključne riječi: ekološka poljoprivreda, nematode, tekući pileći stajnjak, grašak, luk

Datum obrane: 26. srpnja 2023.

Stručno povjerenstvo za obranu:

1. prof.dr.sc. Brigita Popović, predsjednik
2. prof.dr.sc. Mirjana Brmež, mentor
3. prof.dr.sc. Karolina Vrandečić, član

Rad je pohranjen u: Sveučilište u Osijeku, Knjižnica Fakulteta agrobiotehničkih znanosti Osijek, V. Preloga 1, 31000 Osijek.

BASIC DOCUMENTATION CARD

Josip Juraj Strossmayer University in Osijek
Faculty of Agrobiotechnical Sciences
University Graduate Studies, Ecological Agriculture

Diploma thesis

INFLUENCE OF PREPARATIONS BASED ON LIQUID CHICKEN MANURE ON SOI BIODIVERSITY IN PEAS AND ONION PRODUCTION

Patrik Rajndl

Thesis performed at: Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek
Mentor: Prof.dr.sc. Mirjana Brmež

Abstract:

The main task in this research was to determine the number and changes of nematode communities in the soil under the influence of liquid chicken manure in onion and pea production.

The experiment was set up in the spring of 2022. in the family garden in Bilje. An area of 2.25 m² was prepared, and the crops chosen were peas and onions in a consociation (one row of peas, one row of onions alternately).

The preparation Ekovital, based on liquid chicken manure, was applied 3 times during the growing season to part of the plot (treated part), while the same amount of clean water was applied to the control part.

Soil samples for nematodes were taken on two occasions, before the growing season in April 2022, and before harvest in June 2022. Nematodes were separated from the soil using Baerman's lefter method, counted and determined to genus.

The results showed a greater biodiversity of nematode genera in the treated, compared to the control part of the plot by 11 %, a decrease in the share of harmful phytoparasitic nematodes compared to the control, and an increase in beneficial nematodes from the group of omnivores and predators.

Nematological indices - soil maturity index (MI), soil enrichment index (EI) and structural index (SI) also had higher values, i.e. they indicated a more stable ecosystem and better quality soil in the treated part of the plot compared to the control.

After harvesting, a 22 % higher yield of peas and a 20 % higher yield of onions were found in the part of the plot that was treated with the preparation based on liquid chicken manure compared to the control treatment.

From all of the above, we can conclude that the preparation based on liquid chicken manure increased the biodiversity of nematodes in the soil, improved their trophic structure, and had a positive effect on the yields of peas and onions.

Number of pages: 34

Number of pictures: 4

Number of tables: 1

Number of literature references: 56

Number of attachments: 0

Original in: Croatian

Key words: ecological agriculture, nematode, liquid chicken manure, peas, onion

Thesis defended on date: 26. July 2023.

Reviewers:

1. prof.dr.sc. Brigita Popović, predsjednik
2. prof.dr.sc. Mirjana Brmež, mentor
3. prof.dr.sc. Karolina Vrandečić, član

Thesis deposited at: Library, Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek, V. Preloga 1, 31000 Osijek.