

Utjecaj biodinamičke poljoprivrede na bioraznolikost rodova nematoda u tlu tijekom 2020./21. godine u nasadu povrća

Parmačević, Marina

Master's thesis / Diplomski rad

2021

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:151:628657>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2025-02-22**



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
FAKULTET AGROBIOTEHNIČKIH ZNANOSTI OSIJEK

Marina Parmačević

Sveučilišni diplomski studij

Smjer Ekološka poljoprivreda

**UTJECAJ BIODINAMIČKE POLJOPRIVREDE NA BIORAZNOLIKOST RODOVA
NEMATODA U TLU TIJEKOM 2020/21. GODINE U NASADU POVRĆA**

Diplomski rad

Osijek, 2021.

SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA
FAKULTET AGROBIOTEHNIČKIH ZNANOSTI OSIJEK

Marina Parmačević
Sveučilišni diplomski studij
Smjer Ekološka poljoprivreda

**UTJECAJ BIODINAMIČKE POLJOPRIVREDE NA BIORAZNOLIKOST RODOVA
NEMATODA U TLU TIJEKOM 2020/21. GODINE U NASADU POVRĆA**

Diplomski rad

Povjerenstvo za ocjenu i obranu diplomskog rada:

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

Osijek, 2021.

Sadržaj

| | |
|--|----|
| 1. UVOD | 1 |
| 1.1. Cilj istraživanja..... | 2 |
| 2. PREGLED LITERATURE | 3 |
| 2.1. Biodinamička poljoprivreda..... | 4 |
| 2.1.1. Biodinamički pripravci..... | 7 |
| 2.2. Bioraznolikost..... | 8 |
| 2.3. Nematode kao bioindikatori..... | 10 |
| 2.4. Bioraznolikost rodova..... | 11 |
| 2.5. Trofičke (hranidbene) grupe nematoda..... | 13 |
| 2.5.1. Biljnoparazitne nematode..... | 13 |
| 2.5.2. Bakteriovore..... | 14 |
| 2.5.3. Fungivore..... | 14 |
| 2.5.4. Omnivore..... | 14 |
| 2.5.5. Predatori..... | 15 |
| 2.6. C-p grupe nematoda..... | 15 |
| 3. MATERIJALI I METODE | 17 |
| 3.1. Karakteristike OPG-a (Obiteljskog poljoprivrednog gospodarstva) „Čudesna šuma“..... | 17 |
| 3.2. Tretmani i shema pokušališta..... | 17 |
| 3.3. Uzorkovanje tla..... | 18 |
| 3.4. Izdvajanje nematoda iz tla..... | 18 |
| 3.5. Prebrojavanje i determinacija..... | 20 |
| 3.6. Statistička obrada podataka..... | 22 |
| 4. REZULTATI | 23 |
| 5. RASPRAVA | 33 |
| 6. ZAKLJUČAK | 36 |

| | |
|--------------------------|----|
| 7. LITERATURA | 37 |
| 8. SAŽETAK..... | 42 |
| 9. SUMMARY..... | 43 |
| 10. POPIS TABLICA..... | 44 |
| 11. POPIS GRAFIKONA..... | 45 |
| 12. POPIS SLIKA..... | 46 |

TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

BASIC DOCUMENTATION CARD

1. UVOD

Klimatske promjene, onečišćenja okoliša i prenamjena zemljišta zadnjih godina dovode do smanjenja bioraznolikosti na planeti Zemlji. Znanstvenici upozoravaju kako od procijenjenih osam milijuna vrsta živih bića, jednom milijunu istih prijete izumiranje. Nestanak bilo koje vrste može imati dalekosežan utjecaj na proizvodnju hrane jer je za održivost dinamičnog ekosustava važna interakcija svih živih organizama u njemu. Nije moguće točno predvidjeti kakve će posljedice masovno izumiranje imati za ljude, ali je, za sada, jasno kao jedino biološka raznolikost pruža uvjet za napredak. (Europski parlament, 2020.).

Prema izvješću Međuvladine znanstveno političke platforme o biološkoj raznolikosti i uslugama ekosustava (*Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services, IPBES*) oko 75 % kopnene površine zemlje ozbiljno je narušeno ljudskim djelovanjem, a degradacija zemljišta smanjila je produktivnost kopnene površine za 23 % na globalnoj razini (IPBES, 2019.).

Porast broja stanovnika zahtijeva povećane potrebe za proizvodnjom hrane. Na globalnoj razini rastuće potrebe za proizvodnjom hrane uvjetuju širenje poljoprivrednih površina i intenziviranje poljoprivredne proizvodnje što se pokušava postići primjenom različitih agrotehničkih postupaka, masovnom i nekontroliranom uporabom kemijskih sredstava i umjetnih gnojiva, rezultirajući na kraju velikim opterećenjem okoliša. Intenziviranje poljoprivredne proizvodnje primjenom umjetnih gnojiva, pesticida i sličnih pripravaka privlači veliku pozornost znanstvene i stručne javnosti kao onečišćivača okoliša i štetnog utjecaja na tlo i kakvoću hrane (Gugić i sur, 2014.), ali i na zdravlje ljudi. Na svjetskom tržištu danas je komercijalno dostupno više od 2500 različitih pripravaka pesticida (Želježić i Perković, 2011.), a preduvjet zdravoj proizvodnji hrane upravo je ne tretirano i zdravo zemljište.

Stalno se mijenjaju zahtjevi suvremenog čovjeka, koji osim visoko kvalitetne hrane traže i njezinu sigurnost za zdravlje. S druge strane porasla je svijest o očuvanju okoliša i prirodnih bogatstava što je uvjetovalo potražnju za hranom u čijoj proizvodnji ne sudjeluju onečišćivači prirode. Kako bi se ispunili zahtjevi suvremenog čovjeka i priroda sačuvala, obnovila i održivo koristila potrebne su temeljite promjene na svim razinama. Pojam biodinamika je složenica grčke riječi *bios* sa značenjem život i *dynamus* što bi u prijevodu značilo silu ili energiju, te bi biodinamika, prema Anić i suradnicima (2002.) predstavljala znanost o

životnim silama i životnoj djelatnosti. U poljodjelskom smislu holistički je ekološki i etički pristup poljodjelstvu, vrtlarstvu, hrani i prehrani u kojoj „vitalnost“ ima najveći prioritet (Centar Rudolfa Steinera, 2021.).

Postoje dvije skupine metoda ovog oblika poljodjelstva: biološke i dinamičke metode. Biološke metode integrirane su u sustav ekološke poljoprivrede, a uključuju organske uzgojne metode koje vraćaju kvalitetu i zdravlje tlu putem zelene gnojidbe, primjene pokrovnih usjeva, združene sadnje te primjenu komposta. Dinamičke metode prezentiraju metafizičke aspekte gospodarstva. Sjetvu baziraju prema određenom lunarnom ciklusu kao prilagodbu prirodnim ritmovima planetarnog sustava (Diver, 1999.). Biodinamička ili ekološka poljoprivreda njeguje tla na način koji potiče i podržava život u zemlji. Plodno tlo vrví od života koje se prostim okom najčešće ne vidi. „*Ono je puno raznih životinjica: gujavica, crvi, ličinki kukaca, te mnogobrojnih mikroorganizma, koji neplodnu glinu pretvaraju u plodno zemljište*“ (Burčak, 2007.). Neki od njih su vrlo osjetljivi i na najmanje promjene koje se događaju u tlu. Primjerice, nematode, koje žive u filmu vode oko čestica tla, te svaka promjena u tlu preko njihove kutikule utječe na strukturu njihove zajednice. Promjena zajednica nematoda u tlu podložna je utjecaju obrade tla, gnojidbi, poboljšivačima tla, toksičnim elementima iz pesticida i fungicida. Za razliku od drugih organizama posjeduju karakteristike koje ih čine dobrim bioindikatorima. Spoznaje o funkcioniranju i osjetljivosti ekosustava tla na osnovu nematoda kao bioindikatora omogućiti će očuvanje ekološki čistog tla u svrhu biološke produktivnosti i očuvanje okoliša (Bošnjak, 2011.).

Godišnja stopa rasta poljoprivrednog ekosektora na svjetskoj razini iznosi od 30 - 35 %. U zemljama članicama Europske unije ona je u prosjeku od 5 - 10 %. Iako Republika Hrvatska ispunjava preduvjete za biodinamičkim ratarenjem, obiluje zapuštenim mjestima na kojima se godinama ništa nije sadilo i koji su ekološki čisti, a začetnik biodinamičke poljoprivrede upravo potječe iz naše zemlje, svega oko 1 % zemljišta obrađuje se po biodinamičkim principima (Mjevrža, 2011.).

1.1. Cilj istraživanja

Cilj ovog istraživanja bio je utvrditi utjecaj biodinamičke poljoprivrede na strukturu i bioraznolikost zajednice nematoda u tlu u odnosu na kontrolu.

2. PREGLED LITERATURE

Kako bi se osigurala prehrana svjetske populacije koja iz godine u godinu doseže sve veće brojke, znanstvenici su se dugi niz godina bavili pitanjem proizvodnje hrane koja će dati visoke prinose i u tome su uspjeli. Ukupna proizvodnja nadilazi potrebe stanovništva razvijenih zemalja, hrana se gomila i uništava. Međutim, uporabom sve većih količina kemijskih sredstava, biljke su stekle toleranciju i postale neotporne na neke bolesti, tla su se potrošila i postala lošija (Mjervža, 2011.).

S druge strane, primijenjene kemikalije se talože u tlu, naročito teški metali i tamo ostaju dugi niz godina ili prodiru u podzemne vode čime one postaju neupotrebljive. Osim toga, sama proizvodnja pesticida zahtijeva dodatna ekonomska sredstva i energiju, što u konačnici konvencionalnu poljoprivredu čini ekonomski neisplativom (Mjervža, 2011.).

U nastojanju prevladavanja navedenih negativnosti konvencionalne poljoprivrede u posljednje vrijeme se pribjegava genetici, koja opet iziskuje visoke troškove, a čiji učinci na biljke i ljude još do kraja nisu razjašnjeni i kao takva ne može ponuditi trajno rješenje niti uzgoju biljaka ponuditi sigurnu budućnost.

Prema navodima Bogunović i suradnika (2018.) u svijetu, ali i Hrvatskoj, povećana je zabrinutost da je veliki dio dosadašnje poljoprivredne proizvodnje ostvariv na trošak neobnovljivih zemljišnih resursa, te da je pad produktivnosti i kvalitete tla posljedica ubrzanog poljoprivredno - tehnološkog razvoja. Autori se slažu da se nikako ne smije umanjivati važnost tehnološkog napretka u poljoprivredi i potreba za njegovim daljnjim razvojem. Usmjerenost, ističu, treba bazirati na razvoj agrotehnike koja će omogućiti održivost poljoprivredne proizvodnje, a istodobno pomoći podizanju kvalitete i zdravlja tla a ne narušavanju istih. Sustav održivog gospodarenja u poljoprivredi koji pridonosi zdravlju ljudi i zdravlju tla, te dovodi ekosustav u stabilnost, koji se oslanja na ekološke procese koji njeguje biološku raznolikost i cikluse kruženja hranjivih tvari u prirodi, prepoznat je kao ekološki sustav poljoprivrede (IFOAM, 2018.).

Danas je sve više ljudi koji su osvijestili negativnosti komercijalne poljoprivredne proizvodnje. Sve je veća potražnja za zdravo proizvedenom hranom, uzgojenom na nezagađenim i čistim poljoprivrednim površinama, a posljedično tome na svim kontinentima pa i u našoj zemlji raste broj proizvođača i površina ekološkog ratarenja. Prema izvješću Ministarstva poljoprivrede iz 2019. godine udio površina u Hrvatskoj pod ekološkom proizvodnjom u ukupno korištenim poljoprivrednim površinama u 2007. godini iznosio je svega 0,6 %. Slijedio je kontinuirani trend rasta svake godine da bi isti do 2019. godine

porastao na 7,19 %. Tablica 1. pokazuje rast ekoloških poljoprivrednih subjekata i površina pod ekološkim uzgojem od 2013. - 2019. godine.

Tablica 1. Broj ekoloških poljoprivrednih subjekata i površina pod ekološkom proizvodnjom u Republici Hrvatskoj

| Godina | 2013. | 2014. | 2015. | 2016. | 2017. | 2018. | 2019. |
|---|--------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|
| Poljoprivredni proizvođači | 1 608 | 2043 | 3061 | 3546 | 4023 | 4374 | 5153 |
| Površine pod ekološkom proizvodnjom | 40 660 | 50 054 | 75 883 | 93 594 | 96 618 | 103 166 | 108 169 |
| Udio površina pod ekološkom proizvodnjom u ukupno korištenim poljoprivrednim površinama (%) | 2,59 | 3,32 | 4,94 | 6,05 | 6,46 | 6,94 | 7,19 |

(Izvor: Ministarstvo poljoprivrede, 2019.)

Iz Tablice 1. vidljivo je slijedeće: broj ekoloških poljoprivrednih proizvođača u 2017. godini porastao je za gotovo 14 % u usporedbi s 2016. godinom. To je povećanje od 477 ekoloških poljoprivrednih proizvođača u odnosu na prošlu godinu, dok je u slijedećoj godini, 2018. broj istih porastao za 351 u odnosu na 2017. godinu, što je uvećanje za 9 %.

Biodinamičko gospodarenje zasniva se na principima ekološke poljoprivrede i nerijetko se u svakodnevnom životu koriste kao sinonimi, međutim jedna od glavnih razlika između biodinamičke i ekološke poljoprivrede očituje se kroz korištenje biodinamičkih pripravaka i sjetvenog kalendara (Gunjević, 2018.).

2.1. Biodinamička poljoprivreda

Biljke kao i svaki živi organizam osjetljive su na bilo kakav oblik stresa. Prema Bogunović i suradnicima (2018.) „*Svako nepovoljno stanje ili supstanca koja blokira ili utječe na metabolizam biljke, njezin rast ili razvoj smatra se stresom*”. Lichtenthaler, (1998.) podijelio je stresore na prirodne i antropogene. U prirodne stresore svrstao je fotoinhibiciju, fotooksidaciju, visoku i nisku temperaturu, nedostatak vode nedostatak prirodnih minerala (npr. nedostatak dušika), duga kišna razdoblja, te biotske čimbenike (insekti, virusni, gljivični i bakterijski patogeni). Drugu grupu prema Lichtenthaleru čine antropogeni, odnosno stresori

uzrokovani ljudskim utjecajem među koje je naveo uporabu pesticida, onečišćenje zraka kao i nedostatak biljnih hranjiva u tlu.

Da bi sačuvali tlo za nas i buduće generacije, kao rješenje nameće se alternativni način upravljanja poljoprivrednim gospodarstvom, bez sintetičkih inputa, a temelji se na ideologiji filozofa Rudolfa Steinera poznata kao biodinamička poljoprivreda. Ideja današnje biodinamičke poljoprivrede začeta je uslijed zabrinutosti njemačkih poljoprivrednika zbog degeneracije biljaka i gubitka plodnosti goveda. Rudolf Steiner je u ljeto 1924. održao nekoliko predavanja pred skupinom intelektualaca i poljoprivrednika kojima je iznio načela novog oblika ratarenja koja vrijede još i danas, a iz kojih se već tada dalo uvidjeti da on Zemlju smatra živim organizmom na koji djeluju snage i ritmovi iz svemira (Mjervža, 2011.).

Steinerovi tadašnji "nagovještaji" razvili su se u niz poljoprivrednih praksi koje se danas nazivaju „biodinamička poljoprivreda“. Jedan od praktičara biodinamičke poljoprivrede, Lord Northbourne 1940. godine upotrijebio je izraz „organska poljoprivreda“ predstavivši svoj manifest organske poljoprivrede (Paull i Henning, 2020.).

Iako se biodinamička poljoprivreda često poistovjećuje s organskom poljoprivredom, ipak postoji mala razlika. Naime, biodinamička poljoprivreda uključuje specifične mjere koje su usmjerene na poboljšanje vitalnosti biljaka jačanjem interakcija biljaka, tla i okoliša. Od 1932. godine Međunarodno udruženje Demeter dodjeljuje oznaku „biodinamička poljoprivreda“ farmama čija se poljoprivreda temelji na konceptu autonomnog i živog organizma i strukture, što podrazumijeva održavanje ravnoteže između proizvodnog sustava i njegovog okoliša (Denis i sur, 2019.).

Prema rezultatima istraživača Paull i Henning (2020.) koji su koristili podatke dobivene od Demeter International, 186 zemalja prakticira organsku poljoprivredu na 71.514,583 ha. Od navedenog broja samo 55 zemalja obrađuje 251,842 ha certificirane biodinamičke poljoprivrede. Europa dominira svjetskom mapom biodinamičke poljoprivrede. Njemačka predvodi s 84.426 ha, što je 34 % u svjetskom udjelu. Slijedi Austrija s 49.797 ha ili 20 % svjetskog udjela i Francuska s 14.629 ha ili 6 % svjetske biodinamičke proizvodnje. Od promatranih 55 zemalja Republika Hrvatska je pozicionirana na 50 mjestu sa 68 ha zemlje na kojem se prakticira biodinamičko ratarenje.

Od samih začetaka do danas provedena su brojna istraživanja na temu biodinamičke poljoprivrede, naročito u zemljama poput Njemačke, Švicarske i Engleske. Međutim, u nekim zemljama, primjerice Francuska, donedavno ovu temu nije smatrala dovoljno ozbiljnom da bi

širenjem svijesti o agroekologiji postala trenutno zemlja koja odmah iza Njemačke i Austrije okuplja najveći broj biodinamičkih farmi (Denis i sur, 2019.).

Prema Steineru, svako poljoprivredno imanje mora biti samo sebi dostatno i predstavljati zaokružen organizam. Navedeno u osnovi podrazumijeva postojanje ravnoteže u odnosu životinja i poljoprivrednog tla (Mjervža, 2011.). Na načelima Steinerovih shvaćanja biodinamičke poljoprivrede kasnije su radili mnogi znanstvenici i istraživači. Prema istraživanju autora Brock i suradnika (2019.) koji su napravili pregled članaka recenziranih časopisa objavljenih u periodu od 2006 – 2017. godine došli su do slijedećih zaključaka:

- biodinamičko poljodjelstvo stvara učinke na sustav tla, gdje primjena komposta igra presudnu ulogu,
- biodinamički pripravci stvaraju učinke na kemijski sastav i kvalitetu hrane,
- biodinamička proizvodnja može poboljšati vrijednost hrane s obzirom na hranjiva svojstva, okus, ljudsko zdravlje i ekonomsku dobit

Mjervža (2011.), oslanjajući se na Steinerove principe gospodarenja poljoprivrednim imanjem, također izvještava o važnosti poštivanja plodoreda i raznolikosti kultura. Nadalje, navodi da gnojidba ima za cilj stvaranja humusa, da štetočine treba uklanjati prirodnim sredstvima. Uzgoj stoke mora biti na otvorenom, a broj grla treba odgovarati veličini dobara. Biodinamička farma za svoje funkcioniranje upotrebljava metode svojstvene samo ovom obliku poljoprivrede koja pored različitog načina pripreme polja i komposta koristi astrološki kalendar jer je po biološkim principima ratarenja utjecaj planetarnih ritmova na razvoj biljaka i životinja iznimno važan segment poljoprivrede. U Tablici 2. navedene su neke od metoda koje podrazumijeva biodinamička poljoprivreda.

Tablica 2. Metode biodinamičke poljoprivrede

| Biološke metode | Dinamičke metode |
|----------------------------|---|
| Zelena gnojidba | Specijalni fermentirani pripravci (500-508) |
| Pokrovni usjevi | Sadnja, kultivacija i berba po mjesečevom kalendaru |
| Kompostiranje | Posipanje pepelom za zaštitu od štetočina |
| Organska gnojidba | Homeopatija |
| Združena sadnja | Radijacija (radio valovi) |
| Integracija usjeva i stoke | |

(Izvor: Diver, 1999.)

2.1.1. Biodinamički pripravci

Na osnovu dugogodišnjeg izučavanja i praćenja pokusa na poljima i vrtovima, osmišljeni su biodinamički pripravci koji se razlikuju po načinu spravljanja i načinu primjene. Neki od njih su dobri za razvoj biljaka, nekima se tretira tlo, a neki sudjeluju u stvaranju komposta. Za pripremu pripravaka od velike važnosti je vrijeme u koje se pripravci spravlja, što je jedna od dinamičkih metoda ovog vida ratarenja (Mjervža, 2011.). Najpoznatiji biodinamički pripravci su preparat 500 i 501.

Gnoj iz roga (pripravak 500)

Kao osnovni biodinamički pripravak je gnoj iz roga koji se koristi za prskanje po zemlji nakon što je odležao od jeseni do proljeća zakopan u zemlju na dubinu oko 50 cm. Gnoj iz roga ili biodinamički preparat 500, strukturira tlo, pospješuje rast korijenja, stvara humus i mikrobiološku aktivnost. *U tom gnoju konzervirane su sve životne snage, te se u sadržaju kravljeg roga nalazi izuzetno koncentrirana, oživljujuća gnojidbena snaga.* (Dragović, 2015.). Pripravak 500 nije gnojivo nego dinamički aktivator koji se koristi u omjeru 88 g na 1 ha zemlje. Pripravak se primjenjuje u proljeće, u mjesecu svibnju, te u jesen, u rujnu ili listopadu, iza 17 sati. Slika 1. prikazuje način pripreme pripravka 500.



Slika 1. Pripremanje biodinamičkog pripravka 500

(Izvor: Dragović, 2015.)

Postoji točno određeni dan i sat kada se rog iskapa. U jednom gramu ovog gnoja postoji čak 500 milijuna bakterija. Dobiveni prah se miješa u bakrenoj posudi s ugrijanom vodom. S 40 l navedenog pripravka moguće je tretirati 3 ha poljoprivredne površine (Popić, 2021.). Na OPG-u koriste biodinamičke pripravke, jedan je od rogova i balege krave (Agroklub 2021.).

Kremen iz roga (pripravak 501)

Ovaj pripravak se koristi obavezno uz navodnjavanje, a potiče razvijanje gornjeg dijela biljke. Pripravak povećava svjetlosni metabolizam, daje biljci svježinu i sjaj, čini ju otpornom na bolesti. Osim navedenog utječe na aromu i okus plodova te podiže hranjivu vrijednost istih (Dragović, 2015.).

Za pripremu 501 pripravka potreban je kristalizirani kremen (SiO₂) ahalt, flint u amorfnom obliku ili glinenac. Mineral koji sadrži više od 98 % silicija mora biti u prahu. Prah se u proljeće miješa s kišnicom u žitku kašu kojom se pune rogovi. Nakon 24 h kada se kremeno brašno slegne treba dopuniti rogove. Potom se rogovi zatvaraju i zakopavaju u tlo gdje ostaju jedan period. Potrebna količina za 1 ha je 2,4 g koja se razrijede s 32 l vode. Šprica se kao lagana maglica koja pada po listovima biljke i to vrlo rano oko izlaska sunca (Dragović, 2015.).

2.2. Bioraznolikost

Pored kemijskog i fizikalnog sastava, jedna od glavnih sastavnica tla je i njegova biološka komponenta koju čine svi živi organizmi i koji su manje ili više odgovorni za njegovo kvalitetno, vitalno i normalno funkcioniranje, ističe Jug (2019.).

Folnović (2015.) također naglašava kako su organizmi koji svoj životni ciklus, djelomično ili u potpunosti provedu u tlu ili na njegovoj površini odgovorni za važne procese zdravlja i plodnosti tla.

Zdravlje tla jedan je od osnovnih preduvjeta za uspješnu poljoprivrednu proizvodnju jer samo zdrava tla mogu prevladati stresne situacije izazvane prirodnim nepogodama i klimatskim promjenama ili onečišćenja izazvana ljudskom aktivnošću (Puškarić i sur., 2020.).

Ljudski život i kvaliteta tla prema Brmež (2006.) usko su povezani. Radilo se o tlu kao o mjestu za život ili mjestu za uzgoj hrane o njegovoj kvaliteti i ekološkom stanju potrebno je voditi brigu. „*Gospodarenje koje za cilj ima i povećavanje kvalitete tla, pozitivno će utjecati na produktivnost ratarskih, povrtlarskih, vinogradarskih, voćarskih, pa i šumskih proizvodnih površina*“ (Jug, 2019.). Kod istraživanja kvalitete tla osim abiotičkih čimbenika potrebno je

uključiti i biotičke s obzirom da one najbolje reflektiraju njegovo ekološko stanje i prve reagiraju na najmanje promjene u tlu (Brmež, 2006.).

Biološka raznolikost ima važnu ulogu u funkcioniranju čitavog ekosustava koja se očituje kroz kruženje tvari i vode, formiranju i održavanju tla, otpornosti prema invazivnim vrstama, oprašivanju biljaka, regulaciji klime, kao i kontroli štetočina. Biološka raznolikost ima važan utjecaj na proizvodnju hrane kroz održivu produktivnost tla te osigurava genetske resurse za sve usjeve, stoku i morske vrste koje služe za ishranu. S tim u svezi bioraznolikost se definira kao raznolikost života na Zemlji u svim njegovim oblicima, a obuhvaća različite vrste s njihovim genetskim varijacijama i interakciju životnih oblika u složenim ekosustavima (Folnović, 2015.).

Gubitak biološke raznolikosti i degradacija ekosustava imaju važne implikacije za okoliš i skupe su za društvo u cjelini. Gubitak biljne biološke raznolikosti prvenstveno se ogleda u propadanju mnogih vrsta biljaka i u nestajanju starih otpornih sorata. Europski parlament usvojio je strategiju biološke raznolikosti do 2020. godine kako bi se očuvala biološka raznolikost i spriječila degradacija ekosustava (Bavec i Bavec, 2015.).

Kombinacija drvenastih i poljoprivrednih kultura nudi se kao jedno od rješenja za konzervaciju tla i očuvanje bioraznolikosti. Ovakva kombinacija smanjuje negativni utjecaj klime na poljoprivrednu proizvodnju, a unutar nasada stvara se nova mikroklima koja pospješuje bioraznolikost i konzervaciju tla (Puškarić i sur., 2020.).

Jedna od najboljih mjera očuvanja bioraznolikosti koja znatno povećava raznolikost vrsta na oranicama, smanjuje potrebu za uporabom pesticida i poboljšava plodnost tla prema Pokos (2011.) je široki plodored, s četiri do pet kultura iz različitih porodica. Općenito, ekološka poljoprivreda ima pozitivan utjecaj na bioraznolikost.

Većina autora se slaže da mješovita poljoprivredna gospodarstva s biljnom i stočarskom proizvodnjom imaju veću bioraznolikost u odnosu na gospodarstva koja uzgajaju samo bilje ili samo stoku (Pokos, 2011.).

Sve zemlje članice Europske Unije, uključujući Hrvatsku provode zajedničku poljoprivrednu politiku koja, osim gospodarskoj, veliku važnost pridaje ekološkoj i društvenoj ulozi poljoprivrede. Zajednička poljoprivredna politika ima niz mjera kojima osigurava da poljoprivreda ne šteti okolišu i sebi samoj. Primjerice, u područjima gdje prevladava intenzivna poljoprivredna proizvodnja s velikim oraničnim površinama, kako bi se ublažile posljedice koje negativno utječu na bioraznolikost, kao prihvatljivo rješenje nameću se

poljske trake koje će predstavljati stanište za ptice, kukce, male sisavce i oprašivače (Pokos, 2011.).

2.3. Nematode kao bioindikatori

Nematode su najbrojnija skupina višestaničnih organizama na zemlji. Prema Bongers i Ferris (1999.) svaki četvrti od pet višestaničnih organizama su nemetode. Brmež i suradnici (2004.) navode kako se u 1 cm³ tla može naći stotine nematoda. Prema procjenama nekih autora, (Blaxter, 1998., Yeates i Boag, 2006.) na svijetu bi moglo biti zastupljeno od 40.000 do 10.000.000 vrsta nematoda od čega su 20.000 njih stanovnici tla (Bongers i Ferris, 1999.). Toliko su rasprostranjene da naseljavaju sve biotope, čak i područja s vrlo nepovoljnim uvjetima za život, primjerice polarne krajeve, dna oceana i jezera (Brmež i sur., 2004.). Zahvaljujući svojoj velikoj prilagođenosti ekološkim uvjetima dominantna su skupina mikrofaune (Zec i sur., 2012.).

Nematode (Slika 2.) imaju tijelo u obliku konca prema čemu su dobile naziv od grčkih riječi „nêma“, „nêmatos“ što znači nit ili konac i „eidos“ što se prevodi „slično“. Mogu se naći kao slobodnoživuće vrste ili vrste koje parazitiraju biljke, životinje i ljude (Zec i sur., 2012.).



Slika 2. Izgled nematoda

(Izvor: <https://blog.agrivi.com/hr/post/nematode-u-poljoprivrednoj-proizvodnji>)

Nematode su prema Benković–Lacić i Brmež (2013.) „ogledalo“ ekološkog stanja poljoprivrednog tla i promjena koje se pod antropogenim utjecajem u njemu događaju.

Budući da ostvaruju osjetljivu vezu s okolinom i da ih karakterizira osobina kako prve reagiraju na bilo kakvu promjenu u tlu, nematode se smatraju izvrsnim bioindikatorima stanja

i procesa unutar različitih ekosustava (Brmež i sur., 2004.). Bongers i Ferris (1999.) navode da su strukture zajednica nematoda u tlu pokazatelji razine onečišćenja tla različitim onečišćivačima poput pesticida, teških metala i umjetnih gnojiva. Nadalje, prema istim autorima zajednice nematoda u tlu pokazatelj su količine organske tvari u tlu, te biogenosti i zdravlja tla.

Kada je riječ o zdravlju tla, velika bioraznolikost nematoda, naročito onih korisnih koje se hrane bakterijama i gljivama od velikog je značaja za zdravlje tla. Osim navedenog, nematode u tlu obavljaju važnu ulogu kao sekundarni razlagači organske tvari, indikatori su aktivnosti mikroorganizama i mineralizacije dušika koju vrši fauna tla. Analiza strukture zajednica nematoda može nam pružiti važnu informaciju o stanju poljoprivrednog tla kao i o održivosti agroekosustava (Puškarić i sur., 2020.). Osim što su nametnici biljaka, životinja i čovjeka, nematode su i nametnici insekata, pa tako entomopatogene nematode koristimo za biološko suzbijanje štetnih insekata. Kao bioindikatori imaju niz prednosti za istraživače. Bongers i Ferris (1999.) navode nekoliko prednosti nematoda kao bioindikatora. Prije svega to je sposobnost preživljavanja, brojnost, metode uzorkovanja i testiranja u laboratoriju koje ne podliježu financijskim i vremenskim zahtjevima, vrlo su osjetljive na bilo kakve promjene koje se događaju u tlu.

2.4. Bioraznolikost rodova

Nematode se u tlu nalaze najčešće u blizini same površine, na dubini do 15-ak cm (Zec i sur., 2012.). Velika većina nematoda živi u zoni korijena biljaka. Dinamika populacija nematoda u tlu varira s obzirom na razna uznemirenja nematofaune (Brmež i sur., 2004.). Utvrđeno je da se najveća populacija nematoda nalazi u tlima bogatim organskim tvarima, njihova brojnost se smanjuje sa smanjenjem kisika. Osim toga, prisustvo CO₂ u tlima, pH reakcija tla te prisustvo kemijskih elemenata također dovodi do smanjenja bioraznolikosti nematoda (Zec i sur., 2012., prema Ivezić, 1990.).

Na brojnost i dinamiku populacije nematoda, prema Brmež i suradnicima (2004.) utječe niz čimbenika među kojima se mogu izdvojiti: *„način života nematoda, pokretljivost, sposobnost i brzina reprodukcije, mortalitet, biljni pokrov i količina organske tvari u tlu (debljina oraničnog sloja), dostupnost hrane za nematode, povijest ekosustava (pretkultura, način obrade tla i sl.), temperatura tla, vlaga u tlu, aeriranost tla, prirodni neprijatelji nematoda i dr.“*

Zbog velike brojnosti, raznolikosti vrsta i trofičkih grupa, nematofauna ima značajnu ulogu u znanstvenim istraživanjima. Velik broj nematoda omogućuje svrstavanje istih po različitim klasifikacijama i izračun velikog broja indeksa. Indeks uznemirenja zajednice nematoda označen kao (MI, PPI, PPI/MI, Σ MI, MI2-5, Σ MI2-5), te ekološki ili trofički indeks raznolikosti (H', λ , E1, N1, N2) korišteni zajedno daju uvid u razlike ekoloških uvjeta tla (Benković – Lačić i Brmež, 2013.). Prema istim autorima prisustvo nematoda iz svih trofičkih grupa pokazatelj su veće bioraznolikosti zajednice nematoda.

Prema Zec (2012.) na raznolikost nematoda u tlu utječu vegetacija, kultivacija, klimatski i pedološki čimbenici.

Brmež i suradnici (2004.) navode da brojnost nematoda u tlu i njihova raširenost uvelike ovise o godišnjim dobima. Naime, najveća brojnost u tlima može se očekivati od travnja do rujna, a najmanja od studenog do siječnja. Prema istim autorima u tlima su najbrojnije biljnoparazitne nematode i bakteriovore.

Puškarčić i suradnici (2021.) u provedenom pokusu koji je trajao dvije godine procjenjivali su utjecaj agrošumarskog sustava na brojnost nematoda i njihovih trofičkih grupa te su došli do zaključaka da nadzemna biljna raznolikost utječe na podzemnu biološku raznolikost. Poljoprivredna kultura i trajni nasadi imaju veliki potencijal za stabilnost ekosustava i veliki utjecaj na brojnost nematoda u tlu.

Na bioraznolikost nematoda u tlima prema Moura i Franzener (2017.) najviše utječe obrada tla, plodored i dodavanje organske tvari.

Leroy i suradnici (2007.) pokazali su da na područjima gdje se uzgajao kukuruz, a na kojima je bilo primijenjeno organsko gnojivo i izmet od stoke, zastupljenost bakteriofagnih nematoda iz porodice Rhabditidae je bilo veće u odnosu na broj parazitskih nematoda iz roda *Pratylenchus* kao i nematoda iz porodice Tylenchidae.

Moura i Franzener (2017.) navode rezultate studije iz Brazila koji pokazuju manji broj nematoda iz porodice Dorylaimidae na mjestima na kojima je jednogodišnjoj kulturi, primjerice, dinji prethodila dugogodišnja sadnja pamuka.

Kada je u pitanju bioraznolikost zajednica nematoda Benković – Lačić i suradnici (2014.) prema Wasilewska (1979.) navode kako pojavljivanje trofičkih grupa manje zastupljenih nematoda fungivora, omnivora i predatora u većem broju u odnosu na trofičke grupe

bakterivora i biljnoparazitnih nematoda, koje se inače više pojavljuju u tlima, ukazuju na veću bioraznolikost zajednice.

2.5. Trofičke (hranidbene) grupe nematoda

Nematode su po načinu ishrane evoluirale iz primitivnih oblika, od onih koje se hrane bakterijama do naprednih tipova kao što je parazitizam (Benković-Lačić i sur., 2014.). Do danas je otkriveno i klasificirano ukupno 15 skupina (Yeats i sur., 1993.). Prema načinu ishrane trofičke grupe omogućavaju klasifikaciju nematoda koja ekolozima koristi u razumijevanju mjesta koje nematode zauzimaju unutar hranidbenog lanca (Brmež, 2004.). Trofička klasifikacija zemljišnih nematoda razlikuje osam osnovnih grupa: (1) biljnoparazitne nematode, (2) bakterivore, (3) fungivore, (4) omnivore, (5) predatore, (6) nematode koje se hrane na jednostaničnim eukariotima, (7) nematode koje se hrane različitim infektivnim stadijima parazita, (8) nematode koje se hrane supstratom (Benković-Lačić i sur., 2014. prema Yeats i sur., 1993.). Prvih pet trofičkih grupa su bitne za ekološka istraživanja, stoga je opće prihvaćena podjela nematoda na prvih pet grupa, (Benković-Lačić i sur., 2014.).

2.5.1. Biljnoparazitne nematode

Biljnoparazitne nematode lako su prepoznatljive po bodežu, odnosno stiletu koji se nalazi u ustima ove vrste nematoda. Hrane se korijenom ili izdancima viših biljaka, a stilet im služi za probadanje biljnog tkiva i sisanje sokova iz biljaka. Biljnoparazitne nematode prema Brmež (2004.) dijele se na endoparazite i ektoparazite. Endoparaziti ulaze u biljku gdje se hrane i razmnožavaju, a ektoparaziti su izvan biljke u nju se ubušuju stiletom dok im je ostatak tijela izvan biljke (Brmež, 2004., McSorley, 1997.). Pojavnost biljnoparazitnih nematoda uzrokovat će simptome kloroze, zaostajanja u rastu i razvoj biljaka, a simptomi se lako mogu pripisati biotskim i abiotskim čimbenicima (Benković-Lačić i sur., 2014.). Nadalje, povećan broj biljnoparazitnih nematoda javit će se u tlima gdje je došlo do prekomjernog korištenje dušičnih gnojiva, prekomjerne primjene agrarnih mjera, na tlima gdje je palo puno kiselih kiša ili nakon isušivanja močvarnih tresetnih tala s povećanjem agrarnih mjera, zagađenjem kiselim kišama i isušivanjem močvarnih tresetnih tala (Đuričković, 2016., prema Wasilewska, 1974.). Povećanje broja biljnoparazitnih nematoda također može doći zbog dužeg perioda monokulture. Predstavnici iz grupe biljno parazitnih nematoda su: porodice Tylenchidae, Paratylenchidae, Pratylenchidae, Meloidogynidae i dr. (Yeates i sur., 1993.).

2.5.2. Bakterivore

Prema Yeats i suradnicima (1997.) bakterivore su najbrojnija trofička grupa nematoda u ekološkoj proizvodnji. Slobodnoživuće su nematode koje se hrane bakterijama te ih se nalazi na mjestima koja su bogata organskom tvari (Brmež, 2004.), kod kojih je izražena bakterijska aktivnost. Jednostavne su za identifikaciju pošto posjeduju izraštaje na glavi pomoću kojih hvataju bakterije kojima se hrane (Nikolas, 1984.). Bakterije iz vodenog filma usisavaju u usni ustroj gdje ih probavljaju. Predstavnici su: porodice Cephalobidae, Rhabditidae (McSorley, 1997.), Panagrolaimidae, Teratocephalidae, Alaimidae, Plectidae (Brmež, 2004.). Na populaciju bakterivora u tlu utjecat će količina raspadnute organske tvari biljnog ili životinjskog podrijetla, potom, zasijani usjevi i gnojidba (Đuričković, 2016.).

2.5.3. Fungivore

Fungivore su također slobodnoživuće nematode koje posjeduju u ustima stilet poput biljnoparazitnih nematoda. Hrane se raznim vrstama saprofitnih, patogenih mikroorganizama na način da stiletom probiju hife i spore gljiva (McSorley, 1997.). Fungivore su brojnije u kiselim tlima (Benković-Lačić i sur., 2014.), koja se javlja uslijed dugotrajnije primjene umjetnih gnojiva ili padanja kiselih kiša (Đuričković, 2016. prema Sohlenius i Wasilewska, 1974., Hyvonen i Persson, 1990.). Predstavnici fungivora su: porodice Aphelenchidae, Tylenchidae, Aphelenchoidae, Tylencholaimidae (Benković – Lačić, 2012.). Fungivore imaju sposobnost kontroliranja patogenih gljiva, stoga se mogu osim kao bioindikatori koristiti i kao biološko sredstvo u suzbijanju istih (Đuričković, 2016.).

2.5.4. Omnivore

Omnivore su relativno velike nematode čija dužina iznosi od 1 do 4 mm. Slobodnoživuće su nematode poput bakteriovora i fungiovora. Prisutnost omnivora u tlu ukazuje na stabilan ekosustav bez velikih uznemirenja (Benković-Lačić i sur., 2014.). Posjeduju stilet u usnom ustroju kojim se hrane stanicama algi, hifa, drugim nematodama, amebama ili jajima glista. Zbog natjecanja za hranom i prostorom mogu potencijalno utjecati na druge zajednice nematoda (Đuričković, 2016.). Predstavnici su: porodice Dorylaimidae, Tylencholaimidae, (Benković – Lačić, 2012.).

2.5.5. Predatori

Predatori čine trofičku grupu nematoda koji posjeduju zub u usnoj šupljini, a on im služi kako bi zarobili i konzumirali druge nematode ili životinje približno iste veličine (Benković-Lačić i sur., 2014.). Predstavnici su najviše trofičke grupe u makrofauni tla. Poznato je da su predatori u kultiviranim tlima manje zastupljeni u odnosu na stabilne ekosustave što ih čini dobrim bioindikatorima. Predatori se hrane protozoama, bakterijama, sporama gljiva i drugim nematodama kao i njihovim jajima. Prema načinu ishrane i tipu usnog ustroja mogu se podijeliti na predatore koji gutaju cijeli plijen, na one koji isisavaju i probavljaju svoj plijen i one koji presijecaju epidermu i usisavaju sadržaj nematoda (Đuričković, 2016.). Predstavnici u trofičkoj grupi predatora su: porodice Monochida, Anatonchida (Benković – Lačić, 2012., McSorley, 1997.).

2.6. C-p grupe nematoda

Bongers (1990.) prema Benković – Lačić i suradnici (2014.) ističu kako je klasificirao nematode po načinu i duljini života u kolonizere ili (c) i perzistere ili (p) grupe. Grupe su rangirane skalom od 1 do 5, gdje grupa 1 pripada kolonizerima, grupa 5 perzisterima, a ostale su prijelazne. Prema istim autorima c-p grupe nematoda služe za izračunavanje nekoliko indeksa koji ukazuju na određeni stupanj uznemirenja nematoda u tlu.

Kolonizeri su nematode s donjeg kraja c-p ljestvice, lako se prilagođavaju uznemirenim i obogaćenim sredinama. Prisutnost kolonizera u tlu ukazuje na raspoloživost resursa u tlu. Dok se perzisteri nalaze na gornjem kraju c-p ljestvice te njihovo prisustvo u tlu ukazuje na stabilne ekosustave sa složenim hranidbenim lancima (Benković–Lačić i Brmež, 2013.). Prema istim autorima „*nematode se na razini porodice svrstavaju u jednu od pet c-p grupa, a rodovi i vrste unutar porodice imaju istu c-p vrijednost*“. Karakteristike nematoda prema c-p grupama prikazane su u Tablici 3.

Tablica 3. Karakteristike nematoda c-p grupa na ljestvici od 1-5

| c-p grupa | Karakteristike |
|----------------------|---|
| Nematode c-p grupe 1 | Karakterizira kratak životni ciklus, velike gonade koje proizvode veliki broj malih jaja |
| Nematode c-p grupe 2 | Karakterizira nešto duži životni ciklus i malo nižu stopu reprodukcije nego nematoda iz c-p grupe 1 |
| Nematode c-p grupe 3 | Karakterizira duži životni ciklus i veća osjetljivost na različita uznemirenja u odnosu na nematode iz grupe c-p 2 |
| Nemat c-p grupe 4 | Karakteriziraju male gonade, proizvodnja manjeg broj većih jaja, dugi životni ciklus i visoka osjetljivost na različita onečišćenja |
| Nematode c-p grupe 5 | Karakteriziraju dug životni vijek, niska proizvodnja jaja i izrazito sporo pokretanje |

(Izvor: Benković-Lačić i suradnici 2014.)

U Tablici 4. navedeni su predstavnici iz pojedinih c-p skupina. Novija saznanja i spoznaje o navikama i ponašanju tijekom života nematoda prema Benković-Lačić i suradnicima (2014.) sugeriraju da dolazi do premještanja određenih porodica iz jedne c-p grupe u drugu c-p grupu.

Tablica 4. Predstavnici c-p grupe na ljestvici 1-5

| c-p grupa | Predstavnici |
|----------------------|---|
| Nematode c-p grupe 1 | Rhabditidae, Panagrolaimidae, Diplogastridae. |
| Nematode c-p grupe 2 | fungivore: Aphelenchoidae bakterivore: Cephalobidae, Plectidae i Monhysteridae. |
| Nematode c-p grupe 3 | bakterivore: Cephalobidae i Chomadoridae, fungivore i neki predatori: Tripylididae. |
| Nematode c-p grupe 4 | veći predatori, manje omnivore porodice Dorylamidae i neke bakterivore: Alaimidae i Bathyodontidae. |
| Nematode c-p grupe 5 | velike omnivore: Apocerlaimellus i veliki predatori poput Nygolaimus-a. |

(Izvor: Đuričković, 2016, prema Bongers, 1990.)

3. MATERIJALI I METODE

Za potrebe istraživanja utjecaja biodinamičke poljoprivrede na bioraznolikost rodova nematoda, tlo je uzorkovano i analizirano na obiteljskom poljoprivrednom imanju „Čudesna šuma“ u Osječko-baranjskoj županiji u baranjskom naselju Bilje tijekom 2020/21. godine. Općina Bilje nalazi se na 45°62' geografske širine i 18° 77' geografske dužine.

3.1. Karakteristike OPG-a (Obiteljskog poljoprivrednog gospodarstva) „Čudesna šuma“

OPG „Čudesna šuma“ prostire se na površini od oko 4 ha, u vlasništvu je obitelji Romulić koji prakticiraju principe biodinamičke poljoprivrede. Primjerice, fermentirani pripravak 500 (gnoj iz kravljeg roga) kao dinamički aktivator ne proizvode sami nego uzimaju od certificiranih proizvođača. Kao insekticid koriste nastruganu hrastovu koru kojom se puni lubanja životinje. Protiv smrzavanja voćaka koriste valerijanu. Koriste hugelkultur gredice. Prakticirana je zelena gnojidba od djeteline, grahorice, heljde, raži. Maslačak, kopriva i gavez korišteni su u zaštiti i prihrani bilja. Kao pesticid korišteni su macerirani korovi. Od životinja na imanju imaju ljame, patke, guske, kokoši, ovce, pure i morke od čijeg izmeta rade gnojivo za biljke. Na imanju su hranilice za bumbare, uholaže koje jedu biljne uši, potom privlači pčele samice i ptice kao oprašivače. OPG je omeđen živom ogradom od bazge, šipka i drijena. Koriste biodinamičke pripravke, poput pripravaka od rogova i balege krave (Popić, 2021.). U biodinamičkom vrtu sade rajčice, paprike, patlidžane, bundeve, salate, dinje, lubenice, luk i mnoge druge kulture koje sade po mjesječevom kalendaru točno u određeni dan pa i sat kako bi bilje što bolje rodilo i imalo bolji okus.

3.2. Tretmani i shema pokušališta

Pokus se provodio u dva tretmana 5 vremena uzorkovanja i 4 ponavljanja i to:

1. Tretman – Kontrola (K)

2. Tretman – Biodinamika (B)

Vrijeme uzorkovanja:

1. 10.03.2020. (1)
2. 10.06.2020. (2)
3. 05.10.2020. (3)

4. 14.11.2020. (4)

5. 06.03.2021. (5)

3.3. Uzorkovanje tla

Uzorci su uzeti sondiranjem tla nematološkom sondom promjera 2 cm na dubini od oko 30 cm. Te se pomoću štapića uzeto tlo oslobodilo od sonde i spremilo u čiste polivinilske vrećice. Uzeto je oko 1 do 1,5 kg mase tla u svakom uzorku. Uzorci su označeni prema mjestima s kojih su uzeti, a prije toga su očišćeni od trave, korijenja, kamenčića i ostalog ne pripadajućeg materijala. Svaki uzorak je sadržavao podatke o datumu uzorkovanja, temperaturi i vlažnosti zraka, temperaturi tla, i geografske koordinate. Prije uzimanja novog uzorka sonda je dobro očišćena od prijašnjeg uzorkovanja kako bi novi uzorak ostao jedinstven i nekontaminirani. Geografska širina mjesta uzorkovanja iznosila je 45° 62' i 18° 77' geografska dužina. Na mjestu travnjaka uzet je kontrolni uzorak označen „kontrola 1“ na kojem zadnjih deset godina nije bila zasađena nikakva kultura. Na mjestu gdje je rađena biodinamika (Slika 3.) uzet je uzorak označen „biodinamika 1“.



Slika 3. Označavanje uzorka

(Foto: Marina Parmačević, 2020.)

3.4. Izdvajanje nematoda iz tla

Nakon uzorkovanja uzorci tla dostavljeni su na analizu koja je obavljena u Centralnom laboratoriju za fitomedicinu poljoprivrednog fakulteta u Osijeku. Iz svakog uzorka izdvojeno

je 100 g tla iz kojeg su se izdvajale nematode metodom Baermannovih lijevaka. Zec i suradnici (2012.) uspoređivali su učinkovitost različitih metoda izdvajanja nematoda te su došli do zaključaka kako se Baermanovom metodom lijevaka dobiju najčišći uzorci, a sam postupak je najjednostavniji, najučinkovitiji i najbrži. Za ovu metodu koristio se slijedeći pribor: stalak za lijevak, lijevak, gumene cijevi, stezaljka za gumene cijevi, sita, papir za filtriranje i posudica. Postupak je izvođen slijedećim redoslijedom: lijevak smo uspravno položili i učvrstili za stalak, preko sita smo postavili filter nematološki papir, potom smo sita postavili na lijevak. Usitnili smo tlo od većih grudica i prosijali je (Slika 4.), a nakon prosijavanja odvojili smo poduzorak od 100 g tla. Lijevak smo napunili do samog vrha vodom (Slika 5.).



Slika 4. Odvajanje tla za uzorkovanje

(Foto: Marina Parmačević, 2020.)



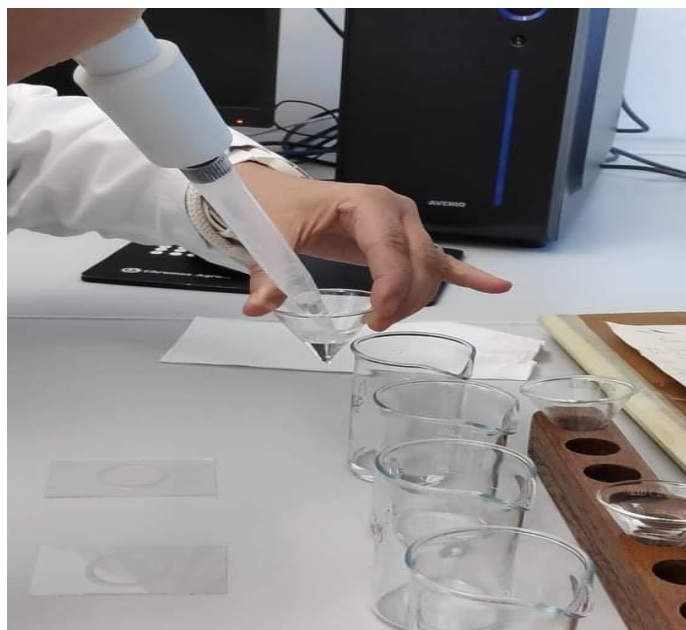
Slika 5. Pripremljeni lijevci s uzorcima

(Foto: Marina Parmačević, 2020.)

Ovako pripremljen uzorak tla se ostavi da stoji 24 h nakon kojih se nematode sedimentiraju pri dnu lijevka nakon čega se stezaljka s gumene cijevi otpušta i voda iz lijevka se odvoji u posudu gdje odstoje dva sata.

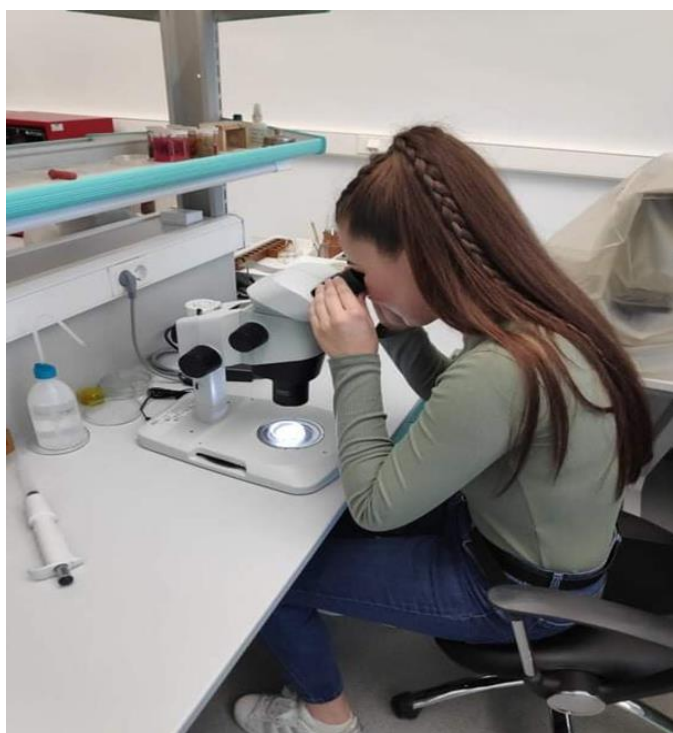
3.5. Prebrojavanje i determinacija

Slijedi prebrojavanje nematoda pod mikroskopom. Potrebno je 5 do 10 ml tekućine za determiniranje nematoda iz sedimentirane vode (Slika 6.) uzorka tla koja se sisaljkom uzme i nanese na predmetno stakalce. Pri pregledu, prebrojavanju i determinaciji korišten je svjetlosni mikroskop i ključ za determinaciju nematoda (Slika 7.). Nematode su determinirane do roda, i to najmanje 100 nematoda iz svakog uzorka tla (Bongers, 1994.).



Slika 6. Odvajanje sedimentirane vode

(Foto: Marina Parmačević, 2020.)



Slika 7. Pregled i prebrojavanje nematoda

(Foto: Marina Parmačević, 2020.)

3.6. Statistička obrada podataka

Analiza podataka uključivala je procjenu parametara deskriptivne statistike. Podaci su obrađeni prema monofaktorijalnom pokusu s 5 uzorkovanja i 4 ponavljanja. Statističke analize su napravljene pomoću SAS programa (SAS Enterprise guide 7.1. i SAS 9.4).

4. REZULTATI

Nakon provedene analize tla nematode su prebrojene i determinirane do roda te su razvrstane u trofičke grupe. U oba tretmana bilo je zastupljeno svih pet trofičkih grupa. Najviše rodova identificirano je iz trofičke grupe bakteriovora, njih 21, potom su slijedili fito-paraziti od kojih je identificirano 14 rodova, omnivora 13, i najmanje rodova iz trofičke grupe predatora, njih 11. Veća zastupljenost rodova je bila u uzorku biodinamike u odnosu na kontrolu i to 54 različita roda nematoda utvrđena su u tretmanu kontrole, dok je u tretmanu biodinamike utvrđeno 60 različitih rodova nematoda (Tablica 5.).

Tablica 5. Rodovi nematoda prisutni u ispitivanim tretmanima

| Rodovi nematoda | Kontrola | Biodinamika |
|------------------------|-----------------|--------------------|
| <i>Acrobeles</i> | + | - |
| <i>Acrobeloides</i> | + | + |
| <i>Acrolobus</i> | - | + |
| <i>Alaimus</i> | + | + |
| <i>Anatonchus</i> | + | + |
| <i>Aphelenchoides</i> | + | + |
| <i>Aphelenchus</i> | + | + |
| <i>Aporcelaimellus</i> | + | + |
| <i>Cephalobus</i> | + | + |
| <i>Cervidellus</i> | - | + |
| <i>Chiloplacus</i> | + | + |
| <i>Clarkus</i> | + | + |
| <i>Diphtherophora</i> | + | + |
| <i>Diploscapter</i> | + | + |
| <i>Discolaimium</i> | - | + |
| <i>Discolaimus</i> | + | - |
| <i>Ditylenchus</i> | + | + |
| <i>Dorylaimellus</i> | + | + |
| <i>Dorylaimoides</i> | - | + |

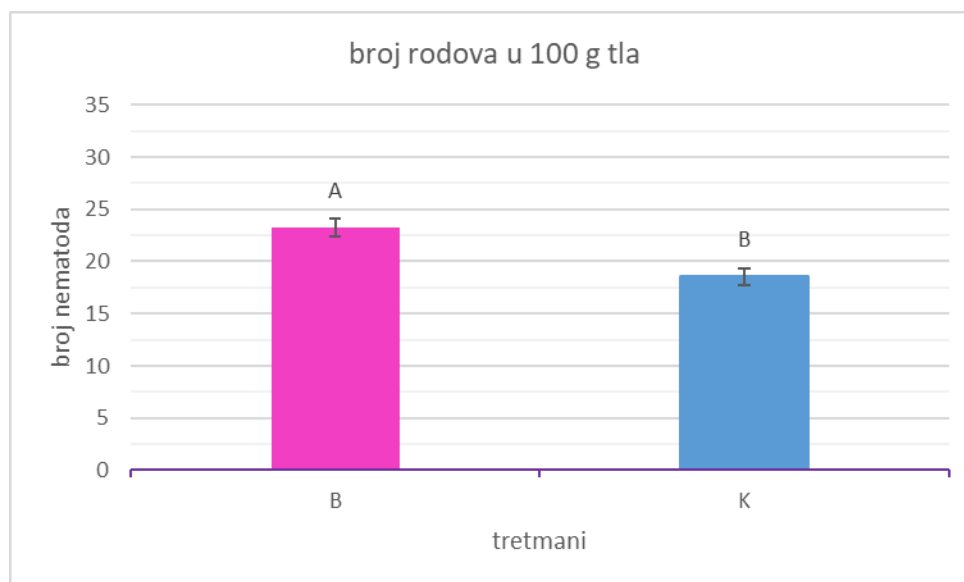
| | | |
|---------------------------|---|---|
| <i>Dorylaimus</i> | + | - |
| <i>Doryllium</i> | + | - |
| <i>Drilocephalobus</i> | - | + |
| <i>Enchodelus</i> | - | + |
| <i>Epidorylaimus</i> | + | + |
| <i>Eucephalobus</i> | + | + |
| <i>Eudorylaimus</i> | + | + |
| <i>Eumonhystera</i> | + | + |
| <i>Euteratocephalus</i> | + | + |
| <i>Filenchus</i> | + | + |
| <i>Gracilacus</i> | + | - |
| <i>Helicotylenchus</i> | + | + |
| <i>Heterocephalobus</i> | + | + |
| <i>Heterodera</i> | - | + |
| <i>Labronema</i> | - | + |
| <i>Malenchus</i> | + | + |
| <i>Mesodorylaimus</i> | + | + |
| <i>Mesorhabditis</i> | - | + |
| <i>Metateratocephalus</i> | + | + |
| <i>Microdorylaimus</i> | + | + |
| <i>Mononchus</i> | + | + |
| <i>Mylonchulus</i> | + | + |
| <i>Panagrobelus</i> | + | + |
| <i>Panagrolaimus</i> | + | + |
| <i>Paratylenchus</i> | + | + |
| <i>Paraxonchium</i> | + | + |
| <i>Pellioditis</i> | + | - |
| <i>Plectonchus</i> | - | + |

| | | |
|--------------------------|-----------|-----------|
| <i>Plectus</i> | + | + |
| <i>Pratylenchus</i> | + | + |
| <i>Prionchulus</i> | - | + |
| <i>Prismatolaimus</i> | + | + |
| <i>Pristionchus</i> | + | + |
| <i>Prodesmodora</i> | + | + |
| <i>Prodorylaimus</i> | + | + |
| <i>Psilenchus</i> | + | + |
| <i>Pungentus</i> | + | + |
| <i>Rhabditidae</i> | + | + |
| <i>Rotylenchus</i> | + | + |
| <i>Teratocephalus</i> | + | + |
| <i>Tylencholaimellus</i> | + | + |
| <i>Tylencholaimus</i> | + | + |
| <i>Tylenchorhynchus</i> | + | + |
| <i>Tylenchus</i> | + | + |
| <i>Tylopharynx</i> | + | + |
| <i>Wilsonema</i> | - | + |
| <i>Xiphinema</i> | + | + |
| Ukupno rodova | 54 | 60 |

Tablica 6. Vrijednosti F testa i statističke značajnosti utjecaja tretmana na broj rodova

| Broj rodova | | |
|-------------|--------------|--------|
| | F vrijednost | Pr>F |
| Tretmani | 16.79 | 0,0002 |

U Tablici 6. prikazana je F vrijednost i razine značajnosti prema F testu za broj rodova, a u Grafikonu 1. prosječni broj rodova po tretmanima.



Grafikon 1. Broj rodova nematoda u 100 g tla

Kako je vidljivo, statistički značajne razlike pojavile su se između biodinamičke proizvodnje i kontrole u odnosu na bioraznolikost rodova nematoda u tlu. Prosječno 23,25 rodova utvrđeno je u tretmanu biodinamike, dok je u tretmanu kontrole prosječna vrijednost utvrđenih rodova po jednom ponavljanju iznosila 18,55 rodova. To su prosjeci koji su utvrđeni u tretmanima za sva vremena uzorkovanja.

S obzirom na trofičke grupe, najveća odstupanja u tretmanima utvrđena su unutar trofičkih grupa omnivora i predatora (Tablica 7.).

Tablica 7. Značajnost utjecaja tretmana na udio trofičkih grupa u zajednici nematoda u 100 g tla

| | bakterivore | | fungivore | | fito-paraziti | | omnivore | | Predatori | |
|---------|-------------|--------|-----------|--------|---------------|-------|----------|--------|-----------|--------|
| | F | Pr>F | F | Pr>F | F | Pr>F | F | Pr>F | F | Pr>F |
| Tretman | 0,08 | 0,7794 | 0,35 | 0,5569 | 1,52 | 0,225 | 14,47 | 0,0005 | 5,19 | 0,0284 |

Prikazani podaci su izračunate razine značajnosti (P) prema F testu

Prosječne vrijednosti % trofičkih grupa po tretmanima prikazane su u Tablici 8. Vidljivo je kako su statističke značajnosti utvrđene samo unutar grupe omnivora i predatora, dok

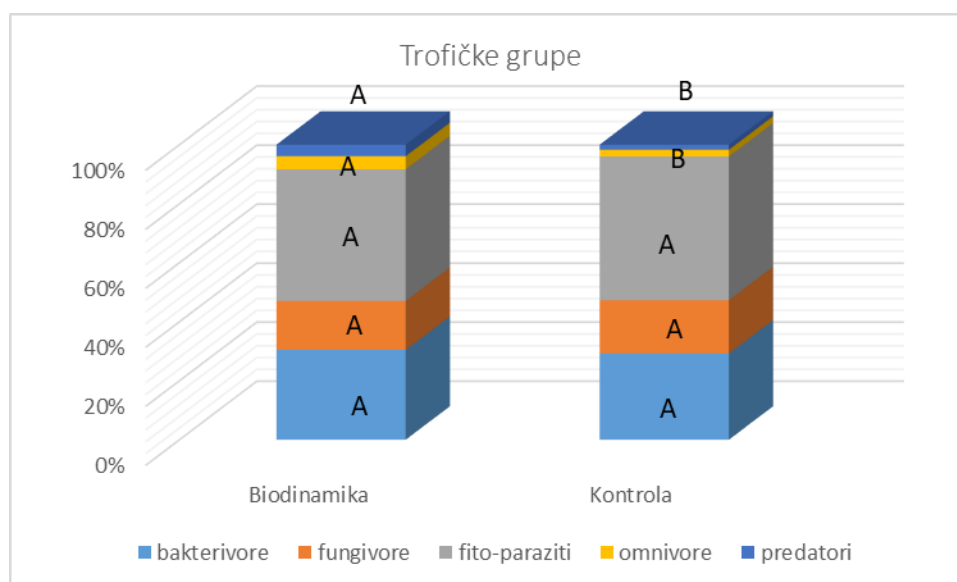
statistički značajnih razlika nije bilo između tretmana unutar trofičkih grupa bakterivora, fungivora i fitoparazitnih nematoda.

Tablica 8. Prosječne vrijednosti trofičkih grupa

| Tretman | bakterivore | fungivore | fito-paraziti | omnivore | Predatori |
|-------------|-------------|-----------|---------------|----------|-----------|
| Biodinamika | 30.44 A | 16.63 A | 44.60 A | 4.43 A | 3.90 A |
| Kontrola | 29.20 A | 18.1 A | 48.70 A | 2.29 B | 1.71 B |

Statističke značajnosti unutar tretmana očitavaju se po stupcima.

U Grafikonu 2. prikazane su trofičke grupe po tretmanima



Grafikon 2. Trofičke grupe po tretmanima

U Tablici 9. i 10. prikazane su statističke značajnosti utjecaja tretmana za nematološke indekse.

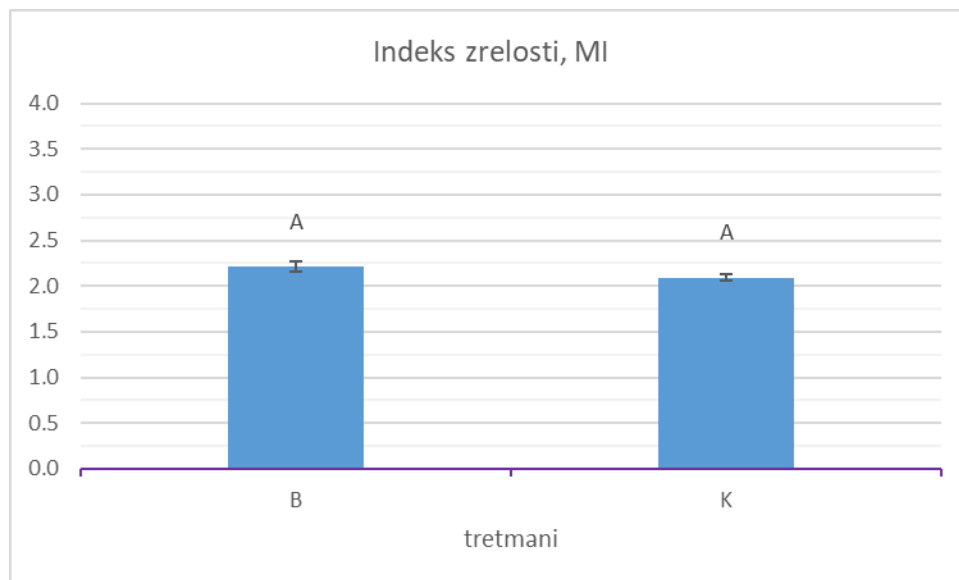
Tablica 9. Značajnost utjecaja tretmana na indekse zrelosti tla (MI; MI2-5), biljnoparazitski indeks, omjer MI/PPI te na Indeks puteva razgradnje (CI)

| | MI | | MI 2-5 | | PPI | | PPI/MI | | CI | |
|---------|------|--------|--------|--------|------|--------|--------|--------|------|--------|
| | F | Pr>F | F | Pr>F | F | Pr>F | F | Pr>F | F | Pr>F |
| Tretman | 3.02 | 0,0904 | 16,9 | 0,0002 | 0,54 | 0,4673 | 1.7 | 0,1998 | 0,96 | 0,3334 |

Tablica 10. Značajnost utjecaja tretmana na bazalni indeks (BI), indeks obogaćenja tla (EI) i strukturni indeks (SI)

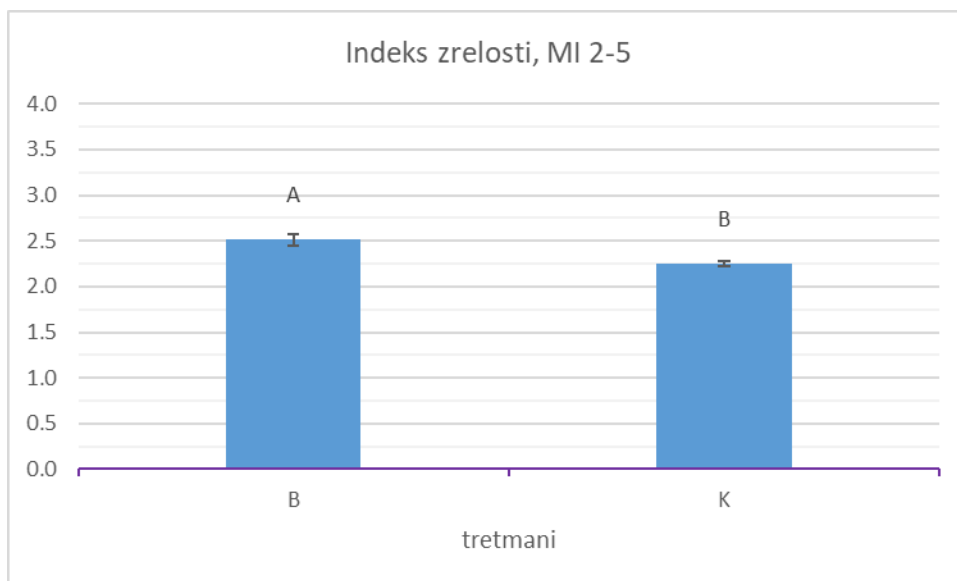
| | BI | | EI | | SI | |
|---------|-------|--------|------|--------|-------|--------|
| | F | Pr>F | F | Pr>F | F | Pr>F |
| Tretman | 17,82 | 0,0001 | 4,85 | 0,0338 | 20,05 | <.0001 |

U Grafikonu 3. prikazane su prosječne vrijednosti indeksa zrelosti tla (MI) u tretmanima, u Grafikonu 4. prosječne vrijednosti MI (2-5), u Grafikonu 5. prosječne vrijednosti biljnoprazitskog indeksa (PPI), u Grafikonu 6. prosječne vrijednosti omjera MI/PPI te u Grafikonu 7. prosječne vrijednosti indeksa razgradnje (CI).



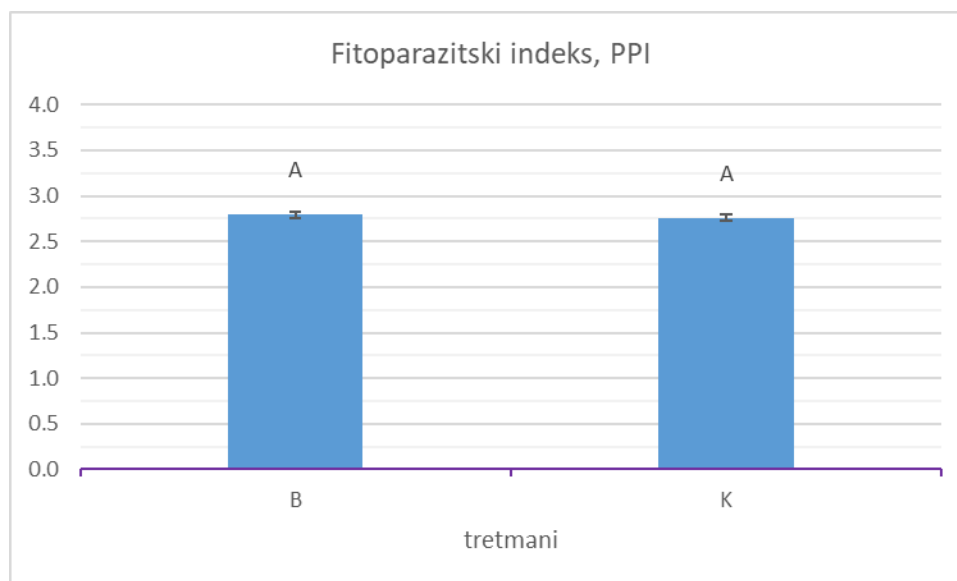
Grafikon 3. Prosječne vrijednosti MI po tretmanima

Kako je vidljivo u Grafikonu 3. nisu utvrđene statistički značajne razlike indeksa zrelosti tla (MI) između tretmana biodinamike i kontrole.



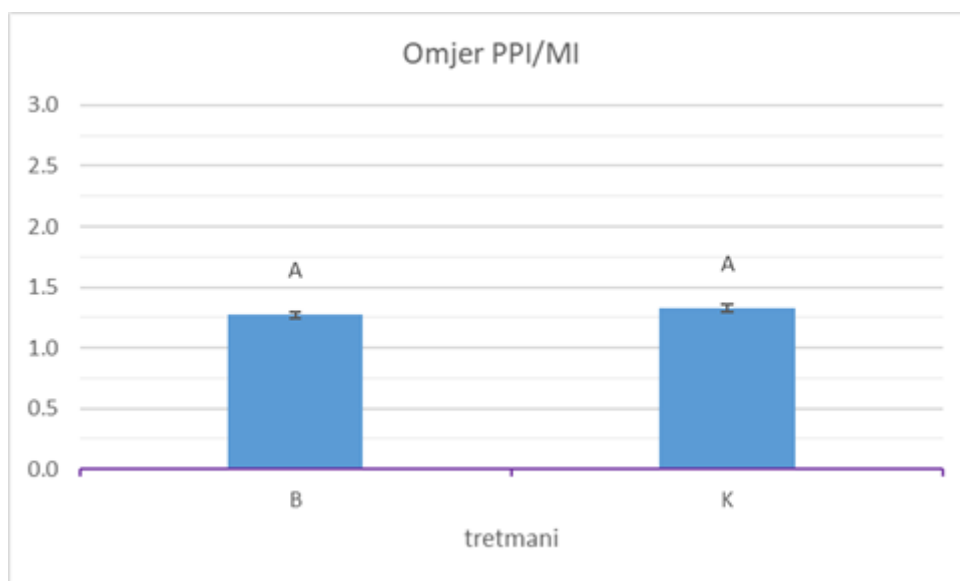
Grafikon 4. Prosječne vrijednosti MI 2-5 po tretmanima

Kako je vidljivo u Grafikonu 4. utvrđene su statistički značajne razlike indeksa zrelosti tla (MI 2-5) između tretmana biodinamike i kontrole.



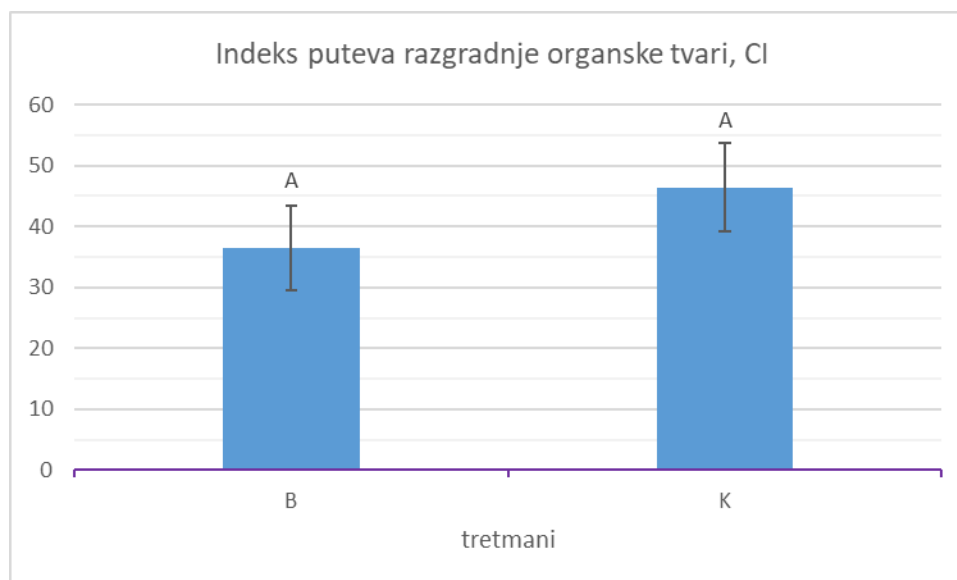
Grafikon 5. Prosječne vrijednosti PPI po tretmanima

Kako je vidljivo u Grafikonu 5. nisu utvrđene statistički značajne razlike fitoparazitskog indeksa (PPI) između tretmana biodinamike i kontrole.



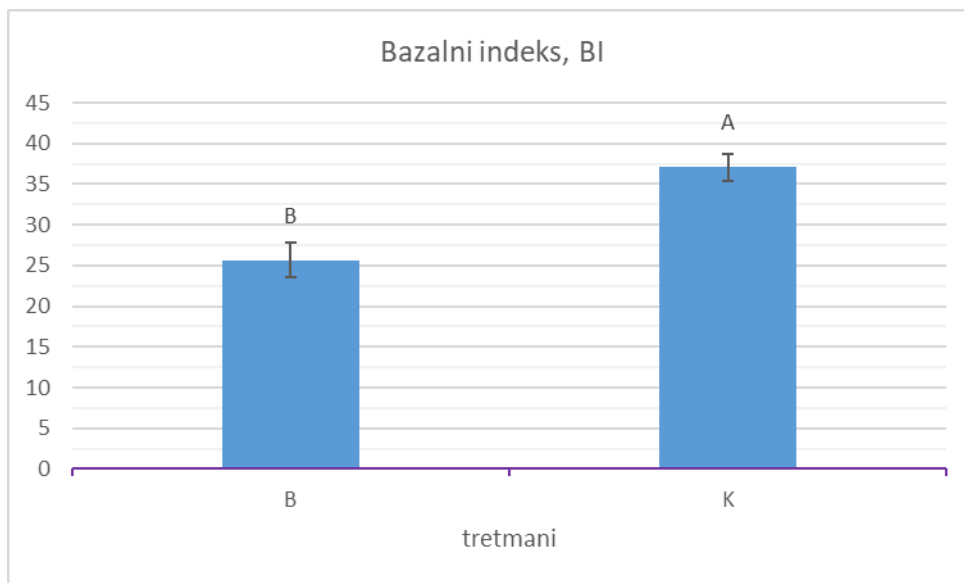
Grafikon 6. Prosječne vrijednosti PPI/MI po tretmanima

Kako je vidljivo u Grafikonu 6. nisu utvrđene statistički značajne razlike fitoparazitskog indeksa (PPI) između tretmana biodinamike i kontrole.



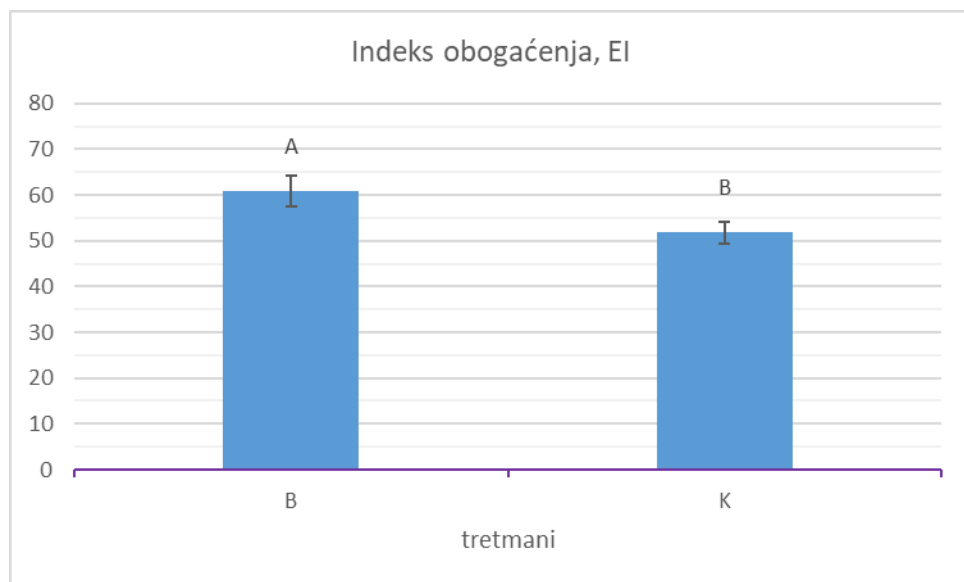
Grafikon 7. Prosječne vrijednosti indeksa koji pokazuje put razgradnje organske tvari po tretmanima

Kako je vidljivo u Grafikonu 7. nisu utvrđene statistički značajne razlike u indeksu puta razgradnje organske tvari u tlu (CI) između tretmana biodinamike i kontrole.



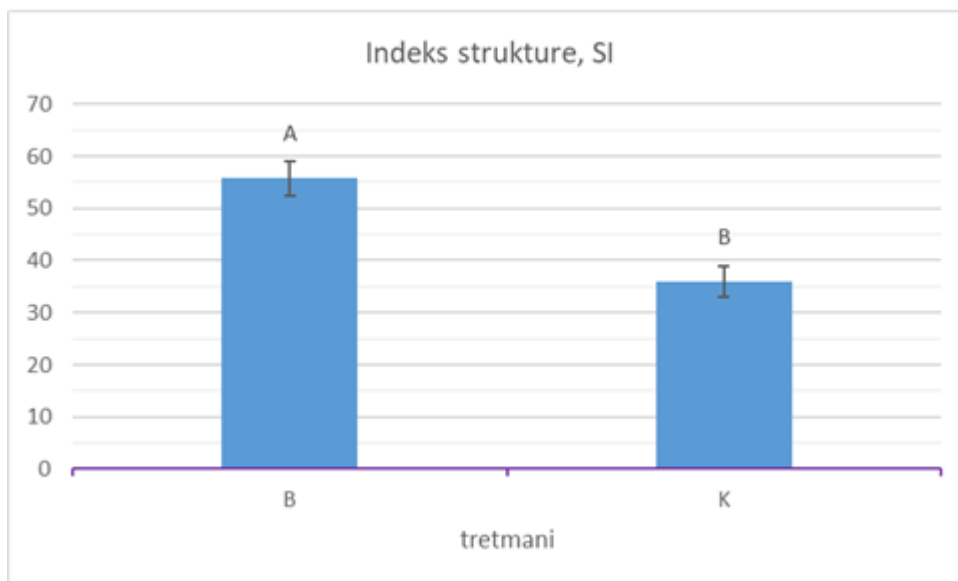
Grafikon 8. Prosječne vrijednosti bazalnog indeksa

Kako je vidljivo u Grafikonu 8. utvrđene su statistički značajne razlike u bazalnom indeksu između tretmana biodinamike i kontrole.



Grafikon 9. Prosječne vrijednosti indeksa koji pokazuje put razgradnje organske tvari po tretmanima

Kako je vidljivo u Grafikonu 9. utvrđene su statistički značajne razlike u indeksu obogaćenja tla (EI) između tretmana biodinamike i kontrole.



Grafikon 10. Prosječne vrijednosti strukturnog indeksa (SI) po tretmanima

Kako je vidljivo u Grafikonu 10. utvrđene su statistički značajne razlike u strukturnom indeksu (SI) između tretmana biodinamike i kontrole.

5. RASPRAVA

Jačanje tehnološkog razvoja u poljoprivrednoj proizvodnji doveo je do opadanja produktivnosti i kvalitete tla, a veliki dio poljoprivredne proizvodnje današnjice postiže se na račun neobnovljivih zemljišnih resursa. Kao sustav održivog poljoprivrednog gospodarenja koji može osigurati zdravlje tla i ljudi, te stabilnost ekosustava nameće se biodinamički oblik poljoprivrede. Biodinamička poljoprivreda njeguje tla na način koji potiče i podržava život u tlu. Svrha ovog istraživanja bila je utvrditi utjecaj biodinamičke poljoprivrede na bioraznolikost rodova nematoda u nasadu povrća tijekom 2020/21. godine.

Istraživanje je obavljeno na OPG-u „Čudesna šuma“ u Osječko-baranjskoj županiji koji prakticiraju poljoprivredu po biodinamičkim principima. Uspoređivani su uzorci u tretmanu biodinamike i tretmanu kontrole. U oba tretmana bilo je zastupljeno svih pet trofičkih grupa nematoda. Slično istraživanje provedeno je na eko imanju u listopadu 2015. godini od strane autorice Siber (2017.) Navedeno istraživanje upućuje na prisutnost svih pet trofičkih s 37 različitih rodova. Rezultati našeg istraživanja upućuju na brojku od 60 rodova u tretmanu biodinamike. Ta bioraznolikost je utvrđena tijekom cijelog perioda istraživanja tj. u 5 uzorkovanja tla. Prema Brmež i sur. (2004.) koji su ispitivali dinamiku populacija nematoda u pšenici tijekom vegetacije utvrđeno je da je najmanja bioraznolikost nematoda u listopadu. Renčo i suradnici (2020.) u istraživanju utjecaja vrste tla i ekosustava na zajednicu nematoda utvrdili su da datum uzorkovanja ima značajan utjecaj na ukupnu brojnost nematoda.

Najviše rodova identificirano je iz trofičke grupe bakteriovora, njih 21. Bakteriovore su osim u šumskim često najdominantnije skupine i u poljoprivrednim tlima mnogih istraživanja koja su se bavila prisutnosti nematoda u različitim ekosustavima (Freckman i Ettema, 1993., Neher i sur., 2005., Renčo i sur., 2010., Popovici i Ciobanu, 2000.). Siber (2017.) u svom istraživanju na ekološkom imanju također je determinirala najveći broj rodova iz trofičke grupe bakteriovora, potom istraživači (Popovici i Cibonau, 2000., Freckman i Ettema, 1993.). Yeats i suradnici (1997.) navode da su bakteriovore najbrojnija trofička grupa nematoda u ekološkoj proizvodnji. Prema tom navodu ovakav rezultat je očekivani s obzirom da se radi o uzgoju povrća po ekološkim metodama.

Rezultati ovog istraživanja upućuju na statistički značajne razlike u svim tretmanima između biodinamičke proizvodnje i kontrole u odnosu na bioraznolikost rodova nematoda u tlu. U tretmanu biodinamike utvrđeno je prosječno 23,25 % rodova, dok je u tretmanu kontrole

prosječna vrijednost utvrđenih rodova po jednom ponavljanju iznosila 18,55 % rodova. Ovakvi rezultati su očekivani i u suglasnosti su s istraživačima i autorima koji su se bavili sličnim istraživanjima. S obzirom da zajednice nematoda brzo reagiraju na promjene u tlu i onečišćenja tla pesticidima, mineralnim gnojivima i teškim metalima, a njihova prisutnost govori u prilog cjelokupne biogenosti i zdravlja tla (Bongers i Ferris, 1999.). U tretmanu biodinamike našeg istraživanja dodavani su biodinamički pripravci prirodnog podrijetla koji su najvjerojatnije imali pozitivan utjecaj na povećanje broja rodova nematoda. Slične rezultate donose Forge i sur. (2005.), kada su utvrdili kako organski pripravci povećavaju bioraznolikost organizama u tlu.

S obzirom na trofičke grupe, najveća odstupanja u tretmanima u ovom istraživanju utvrđena su unutar trofičkih grupa omnivora i predatora, dok statistički značajnih razlika nije bilo između tretmana unutar trofičkih grupa bakterivora, fungivora i fitoparazitnih nematoda. Ovakvi rezultati su u suglasnosti s drugim autorima koji iznose stajališta da pojavljivanje trofičkih grupa koje su manje zastupljene poput omnivora i predatora u većem broju u odnosu na trofičke grupe koje se više pojavljuju u tlima, poput bakterivora i biljnoparazitnih nematoda ukazuju na veću bioraznolikost zajednice i stabilan ekosustav bez velikih uznemirenja (Benković-Lačić i sur., 2014, prema Wasilewska, 1979.).

Istraživan je utjecaj tretmana na indeks zrelosti tla (MI; MI2-5), biljnoparazitski indeks, omjer MI/PPI te na Indeks puteva razgradnje (CI). Maturity indeks (MI) za tretman u našem istraživanju iznosio je 3.02. Istraživači Benković-Lačić i Brmež (2013.) ukazuju da se Maturity indeks kreće u rasponu manjem od 2.0 za tla koja su pogođena različitim razinama uznemirenja do onih u rasponu 4.0 do 5.0 u netaknutim okruženjima bez uznemirenja. Rezultati našeg istraživanja upućuju da u tlu prevladavaju nematode c-p grupe 3 (bakterivore: Cephalobidae i Chomadoridae, fungivore i neki predatori: Tripylidae) koje karakterizira duži životni ciklus i veća osjetljivost na različita uznemirenja, te da tretman biodinamike nije pogođen velikom razinom uznemirenja.

Iako nije utvrđena statistički značajna razlika između tretmana biodinamike i kontrole u indeksu zrelosti: (MI), fitoparazitskom indeksu (PPI), omjeru PPI/MI te indeksu puteva razgradnje (CI) za napomenuti je da su poželjne niže vrijednosti PPI indeksa jer upućuju na manju zastupljenost biljno – parazitnih nematoda. Vrijednost PPI se kreće od 2 – 5 i ne uključuje nematode iz c – p grupe 1, jer se biljno – parazitne nematode zadržavaju u tlu oko korijena biljke (Bongers i Bongers, 1998.).

Kao važan pokazatelj stanja i promjena unutar zajednice nematoda u tlu je i odnos između PPI/MI. U stabilnim i ekosustavima bez uznemirenja, vrijednost ovog indeksa ne prelazi 0.9 dok se vrijednost kod uznemirenih ekosustava penje do 1.6 i više (Bongers i sur., 1997.). U našem istraživanju odnos PPI/MI iznosio je 1.7 što nije poželjno. Na ovakav rezultat može utjecati količina hranjiva u zemlji. Poznato je da na tlima koja su siromašna hranjivima vrijednost PPI/MI indeksa je puno manja u odnosu na tla koja su bogatija hranjivima, budući da je na takvim tlima i brojnost biljnih parazita manja. Bongers (1999.) navodi da u ekosustavima gdje biljke rastu bez utjecaja ljudske aktivnosti ovaj indeks ne postiže vrijednost veću od 0.9.

Statistički značajna razlika između tretmana biodinamike i kontrole utvrđena je indeksom zrelosti MI 2-5 ($P > F$ i je 0,0002). Indeks MI 2 – 5 istovjetan je indeksu MI osim što ne, uključuje oportuniste c-p 1 skupine, tj. pokazatelj je prisustva viših c-p skupina. U nekim slučajevima izvor onečišćenja može postati resurs za mikroorganizme koji su izvor hrane za nematode c-p 1 skupine (Puškarić i sur., 2019.).

Nađena je statistički značajna razlika u bazalnom indeksu (BI) za $P > F$ 0,0001 indeksu obogaćenja tla (EI) za $P > F$ 0,0338 i strukturnom indeksu (SI) za $P > F < .0001$ između tretmana biodinamike i tretmana kontrole. Istraživanja koje su proveli Ferris i sur., (1996.) pojašnjavaju da se pomoću navedena tri indeksa dobije uvid o načinu razgrađivanja tvari u tlu, koliko je hranjivih tvari prisutno u tlu, koje skupine organizama sudjeluju u životnim procesima tla i u kojem smjeru se razvija hranidbeni lanac zemljišnih organizama. Veće vrijednost SI (Strukturni indeks) i veće vrijednosti EI (Indeksa zrelosti) u tretmanu biodinamike upućuju da je tlo dobro strukturirano i da se na zdrav način održava i obogaćuje.

6. ZAKLJUČAK

Gubitak biološke raznolikosti i degradacija ekosustava ima važnu implikaciju na okoliš i društvo u cjelini. Spoznaje o funkcioniranju i osjetljivosti ekosustava tla na osnovu nematoda kao bioindikatora omogućiti će očuvanje ekološki čistog tla u svrhu biološke produktivnosti i očuvanje okoliša. Ovim istraživanjem ispitivan je utjecaj biodinamičke poljoprivrede na bioraznolikost rodova nematoda u tlu tijekom 2020/21. godine u nasadu povrća.

Na osnovu dobivenih rezultata moguće je zaključiti slijedeće:

Ukupna bioraznolikost rodova nematoda bila je veća (60) u tretmanu biodinamike u odnosu na tretman kontrole (54). Prosječna bioraznolikost rodova nematoda po jednom uzorku bila je 23,25 u biodinamici u odnosu na 18,55 u kontroli.

U analiziranom tlu bilo je zastupljeno svih pet trofičkih grupa.

Najzastupljeniji su predstavnici iz trofičke grupe bakteriovora. S obzirom na trofičke grupe, najveća odstupanja u tretmanima utvrđena su unutar trofičkih grupa omnivora i predatora.

Prisutnost omnivora i predatora pokazatelji su stabilnih ekosustava bez značajnijeg uznemirenja. Statistički značajna razlika između tretmana biodinamike i kontrole utvrđena je indeksom zrelosti MI 2-5.

Analizom indeksa zrelosti MI, i omjera MI/PPI obzirom na tretman nije utvrđena statistički značajna razlika.

Statistički značajna razlika indeksa hranidbenog lanca utvrđena je u bazalnom indeksu (BI), indeksu obogaćenja tla (EI) i strukturnom indeksu između tretmana biodinamike i tretmana kontrole što potvrđuje dobro strukturirano tlo.

Iz svega se može zaključiti da je biodinamička poljoprivreda utjecala na bioraznolikost rodova nematoda u tlu tijekom 2020/21. godine u nasadu povrća.

7. LITERATURA

1. Anić, S., Klaić, N., Domovi, Ž. (2002): Rječnik stranih riječi tuđice, posuđenice, izrazi, kratice i fraze, Sani plus, Zagreb.
2. Bavec, M., Bavec, F. (2015): Impact of Organic Farming on Biodiversity. INTECH, 185- 202.
3. Benković – Lačić, T. (2012): Nematode kao bioindikatori ekološkog stanja tla. Doktorska disertacija. Poljoprivredni fakultet u Osijeku, Osijek.
4. Benković-Lačić, T., Brmež, M., (2013): Nematode – bioindikatori promjena u agroekosustavu. Agronomski glasnik: Glasilo Hrvatskog agronomskog društva,75(1) : 43-54.
5. Benković-Lačić, T., Brmež, M., Haramija, J.(2014): Uloga nematoda u hranidbenom lancu tla i mineralizaciji hranjiva. Agronomski glasnik: Glasilo Hrvatskog agronomskog društva, 76(3); 137-149.
6. Blaxter, M.L. (1998): *Caenorhabditis elegans* is a nematode. *Science*, 282: 2041-2046.
7. Bongers, T., Bongers, M. (1998): Functional diversity of nematodes. *Applied Soil Ecology* 10 (3): 239 – 251.
8. Bongers, T. (1994). *De Nematoden van Nederland Koninklijke Nedelandse Natuuhistorische Vereniging. Utrecht, The Netherlands.*
9. Bongers, T., Ferris, H. (1999): Nematode community structure as a bioindicator in environmental monitoring. *Trend.Ecol. Evol.* 14(6):224-228.
10. Bongers, T., Meulen, H., Korthals, G.V. (1997): Inverse relationship between the nematode maturity index and plant parasite index under enriched nutrient conditions. *Applied Soil Ecology*, 6: 195-199.
11. Bongers, T. (1999.): The Maturity Index, the evolution of nematode life history traits, adaptive radiation and cp-scaling. *Plant and soil.* 212:13-22
12. Bogunović, I., Kisić, I., Mesić, M., Zgorelec, Ž., Šestak, I., Perčin, A., Bilandžija, D. (2018): Održive mjere gospodarenja tlom u ekološkoj poljoprivredi za klimatske uvjete mediteranske Hrvatske Udžbenici Sveučilišta u Zagrebu : Sveučilište u Zagrebu Agronomski fakultet.

13. Bošnjak, A., Benković-Lačić, T., Brmež, M., Ivezić, M., Raspudić, E., Majić, I., Sarajlić, A. (2011): Nematode kao bioindikatori zdravlja tla // Proceedings & 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, str. 221-225.
14. Brmež, M. (2006): Nematode kao bioindikatori ekološkog stanja tla. Znanstveni projekt. Ministarstvo znanosti, obrazovanja i športa. Dostupno na: http://zprojekti.mzos.hr/public/c2prikaz_det.asp?cid=1&psid=21&ID=1440 pristupljeno: 23.05.2021.
15. Brmež, M., Ivezić, M., Majić, I. (2004): Dinamika populacije nematoda u pšenici. Poljoprivreda, 10(2): 5-9.
16. Brock, C., Geier, U., Greiner, R., Olbrich-Majer, M., Fritz, J. (2019). Research in biodynamic food and farming – a review. 4: 743-757.
17. Burčak, I. (2007): Uvod u ekološku poljoprivredu. Europski dom Vukovar, Brošura, 1-20.
18. Centar Rudolfa Steinera. Biološko-dinamička poljoprivreda. Dostupno na: <https://centar-rudolf-steiner.com/biolosko-dinamicka-poljoprivreda/>, pristupljeno: 23.05.2021.
19. Denis, P., Lefort, A., Thorand, L., Sarthou, V. 2019. Biodynamic agriculture: Definition. Dictionnaire d'Agroecologie, <https://dicoagroecologie.fr/en/encyclopedia/biodynamic-agriculture/>, pristupljeno, 12.08.2021.
20. Diver S. (1999). Biodynamic farming and compost preparation: Alternative farming systems guide. ATTRA, Butte, MT. Dostupno na: <https://www.demeter-usa.org/downloads/Demeter-Science-Biodynamic-Farming-&-Compost.pdf> pristupljeno 23.05.2021.
21. Dragović, (2015.): Gnoj iz roga za bolje prinose i aktivaciju tla! Agroklub. Dostupno na: <https://www.agroklub.com/eko-proizvodnja/gnoj-iz-roga-za-bolje-prinose-i-aktivaciju-tla/21723/> pristupljeno: 06.06. 2021.
22. Đuričković, J.(2016): Utjecaj kulture na zastupljenost rodova i trofičkih grupa nematoda. [Diplomski rad]. Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u osijeku. Fakultet agrobiotehničkih znanosti u Osijeku.

23. Europski parlament. (2022.): gubitak bioraznolikosti: Zašto se trebamo brinuti i koji su uzroci: Dostupno na: <https://www.europarl.europa.eu/news/hr/headlines/society/>, pristupljeno: 23.05.2021.
24. Ferris, H., Eyre, M., Venette, R.C., Lau, S.S. (1996.): Population energetics of bacterial-feeding nematodes, stage-specific development and fecundity rates. *Soil Biology and Biochemistry* (28), pp. 271 – 280.
25. Folnović, T. (2015). Gubitak bioraznolikosti. Dostupno na: <https://www.agrivi.com/hr/blog-hr/gubitak-bioraznolikosti/>, pristupljeno: 23.05.2021.
26. Folnović, T. Nematode u poljoprivrednoj proizvodnji. *Agriivi*. Dostupno na: <https://blog.agrivi.com/hr/post/nematode-u-poljoprivrednoj-proizvodnji>, pristupljeno: 02.06.2021.
27. Forge, T.A., Bittman, S., Kowalenko, C.G. (2005.): Responses of grassland soil nematodes and protozoa to multi-year and single-year applications of dairy manure slurry and fertilizer. *Biochemistry*. 37 (10);1751-1762.
28. Freckman, D.W. and Ettema C.H. (1993.): Assessing nematode communities in agroecosystems of varying human intervention. *Agriculture, Ecosystems & Environment*. 45 (3-4): 239-261.
29. Grbavac, I. (2014): Nematode kao indikatori zdravlja tla u ekološkim nasadima na području Slavonskoga Broda 2014. godine. Diplomski rad, Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Poljoprivredni fakultet u Osijeku.
30. Gugić, J., Duvančić, M., Šuste, M., Grgić, I., Didek, S. (2014): Proizvodnja i potrošnja gnojiva u Republici Hrvatskoj. *Agroeconomia Croatica* 4 (1): 32-39.
31. Gunjević, R. (2018): Učinkovitost biodinamičkog uzgoja biljaka. Diplomski rad. Sveučilište u Zagrebu, Agronomski fakultet. Zagreb.
32. Jakobović, M. (2016): Biološka kontrola biljno – parazitnih nematoda u povrću. Diplomski rad, Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Poljoprivredni fakultet. Osijek.
33. IFOAM - International Federation of Organic Agriculture Movements (2018): Definition of organic agriculture. Dostupno na: <https://www.ifoam.bio/en/organic-landmarks/definition-organicagriculture>, pristupljeno: 01.06.2021.
34. IPBES - Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services (2019.): Nature's Dangerous Decline 'Unprecedented' Species Extinction

Rates 'Accelerating' Dostupno na: <https://www.ipbes.net/news/Media-Release-Global-Assessment>, pristupljeno: 23.05.2021.

35. Jug, D. (2019): Indikatori kvalitete tla. Interreg-IPA CBC. Dostupno na: <https://www.ekocrep.eu/indikatori-kvalitete-tla/>, pristupljeno: 23.05.2021.
36. Leroy B.L.M.M., Bommele, L., Reheul, D., Moens, M., De Neve, S. (2007.): The application of vegetable, fruit and garden waste (VFG) compost in addition to cattle slurry in a silage maize monoculture: Effects on soil fauna and yield. *European Journal of Soil Biology*, 43:91-100.
37. Lichtenthaler, H. (1998). The Stress Concept in Plants: An Introduction. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1: 187-198.
38. McSorley, R. (1997.): Soil-Inhabiting Nematodes, Phylum Nematoda. IFAS. Extension. University of Florida.
39. Ministarstvo poljoprivrede. Godišnje izvješće o stanju poljoprivrede u 2019. Dostupno na: https://poljoprivreda.gov.hr/UserDocsImages/dokumenti/poljoprivredna_politika/zeleno_izvjesce/2020_11_30%20Zeleno%20izvje%C5%A1%C4%87e%202019.pdf , pristupljeno: 01.06. 2021.
40. Mjervža, I. (2011.): Biodinamička poljoprivreda–razmjena energija. *Poljoprivredni glasnik*, 6:64-67.
41. Moura, G.S., i Franzener, G. (2017.): Biodiversity of nematodes biological indicators of soil quality in the agroecosystems. *Arq. Inst. Biol.*,84: 1-8.
42. Neher, DA., Wu, J., Barbercheck, ME., Anas. O. (2005): Ecosystem type affects interpretation of soil nematode community measures. *Appl. Soil Ecol.*30(1):47–64.
43. Nicholas, W. L. (1984). *The Biology of Free-living Nematodes*. Second Edition. Oxford: Clarendon Press, 219 pp.
44. Paull, J., Henning. (2020): A World Map of Biodynamic Agriculture. *Agricultural and Biological Sciences Journal*, 6(2): 114-119.
45. Pokos, V. (2011): Poljoprivreda i očuvanje prirode. *Glasilo zaštite bilja*, 5; 4-13.
46. Popić, M. (2021): OPG Čudesna Šuma: Koriste biodinamičke pripravke-jedan je od rogova i balege krave. *Agroklub*.
47. Popovici, I., Ciobanu M. (2000.): Diversity and distribution of nematode communities in grasslands from Romania in relation to vegetation and soil characteristics. *Applied Soil Ecology* 14: 27-36.

48. Puškarić, J., Ivezić, V., Popović, B., Brmež, M. (2020.): Bioraznolikost nematoda kao pokazatelj zdravlja tla u agroekosustavima. Zbornik sažetaka. Seminar biljne zaštite. Opatija.
49. Puškarić, J., Brmež, M. (2019.): Nematode u agroekosustavima, U: Okolišno prihvatljiva zaštita bilja, (ur): Brmež, M., Ćosić, J., Raspudić, E., Baličević, R., Liška, A., Majić, I., Ilić, J., Sarajlić, A., Lucić, P., Ravlić, M., Puškarić, J. Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek Sveučilišta Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku.
50. Puškarić, J., Jović, J., Ivezić, V., Popović, B., Paponja, I., Brmež M. (2021): The Communities of the Nematodes, Bacteria, and Fungi and the Soil's Organic Matter in an Agroforestry Ecosystem in Croatia, *27*(1): 66-74.
51. Renčo, M., Liškova, M., Čerevkova, A. (2010): Seasonal fluctuations of the nematode communities in a hop garden soil. *Helminthologia*. *47*(2):115–122.
52. Renčo, M., Gomoryova, E., Čerevkova, A.(2020.): Ecosystem type affects interpretation of soil nematode community measures, *Helminthologia*, *57*(2):129-144.
53. Siber, T. (2017.): Struktura zajednice nematoda u raznim kulturama na eko imanju „Vilin Šapat“ u Požeškom Markovcu 2015. godine. Diplomski rad, Sveučilišta Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku.
54. Yeates, G.W., Bongers, T.R., De Goede, G.M., Freckman, D.W., and Georgieva, S.S. (1993.): Feeding Habits in Soil Nematode Families and Genera — An Outline for Soil Ecologists. *Journal of Nematology* *25*(3): 315–331.
55. 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.
56. Yeates, G.W., Boag, B. (2006.): Female size shows similar trends in all clades of the Phylum Nematoda. *Journal of Nematology*, *8*: 111-127.
57. Zec, M., Brmež, M., Ivezić, M., Raspudić, E., Majić I. (2012.): Usporedba učinkovitosti različitih metoda izdvajanja nematoda iz tla *Glasnik zaštite bilja*, *5*:6-16.
58. Želježić, D., Perković, P. (2011.): Uporaba pesticida i postojeće pravne odredbe za njezinu regulaciju. *Sigurnost*, *53* (2); 141 – 150.

8. SAŽETAK

Raznolikost zajednica nematoda pokazatelji su zdravlja tla, održivosti ekosustava i promjena koje se događaju antropogenim djelovanjem. Cilj nam je bio utvrditi utjecaj biodinamičke poljoprivrede na strukturu i bioraznolikost zajednice nematoda u tlu u odnosu na kontrolu. Pokus se provodio u dva tretmana, 5 vremena uzorkovanja i 4 ponavljanja i to: 1. Tretman – Kontrola (K) 2. Tretman – Biodinamika (B). Uzorci su uzeti sondiranjem tla nematološkom sondom promjera 2 cm na dubini od oko 30 cm. Nematode su izdvojene metodom Baermannovih lijevaka. Slijedilo je prebrojavanje nematoda pod mikroskopom. Ukupna bioraznolikost rodova nematoda bila je veća (60) u tretmanu biodinamike u odnosu na tretman kontrole (54). Utvrđena je zastupljenost svih pet trofičkih grupa. Najveća odstupanja u tretmanima utvrđena su unutar trofičkih grupa omnivora i predatora. Statistički značajna razlika između tretmana biodinamike i kontrole pronađena je indeksom zrelosti MI 2-5, bazalnim indeksom (BI) indeksom obogaćenja tla (EI) i strukturnim indeksom (SI). Biodinamička poljoprivreda je utjecala na bioraznolikost rodova nematoda u tlu tijekom 2020/21. godine u nasadu povrća.

Ključne riječi: biodinamika, bioraznolikost, nematode, hranidbeni lanac, trofičke grupe nematoda

9. SUMMARY

The diversity of nematode communities is indicators of soil health, ecosystem sustainability, and changes occurring through anthropogenic activity. Our aim was to determine the impact of biodynamic agriculture on the structure and biodiversity of the soil nematode community in relation to control. The experiment was performed in two treatments, 5 sampling times and 4 replications, as follows: 1. Treatment - Control (K) 2. Treatment - Biodynamics (B). Samples were taken by probing the soil with a 2 cm diameter nematological probe at a depth of about 30 cm. Nematodes were isolated by the Baermann funnel method. A nematode count under microscopy followed. The overall biodiversity of the nematode genera was higher (60) in the treatment of biodynamics compared to the control treatment (54). The representation of all five trophic groups was determined. The largest deviations in treatments were found within the trophic groups of omnivores and predators. A statistically significant difference between biodynamic treatment and control was found by the MI2-5 maturity index, the basal index (BI), the soil enrichment index (EI), and the structural index (SI). Biodynamic agriculture has positively affected the biodiversity of soil nematode genera during 2020/21. year in vegetable plantations.

Keywords: biodynamics, biodiversity, nematodes, food chain, trophic groups of nematodes

10. POPIS TABLICA

| Redni broj | Sadržaj | Stranica |
|-------------------|--|-----------------|
| Tablica 1. | Broj ekoloških poljoprivrednih subjekata i površina pod ekološkom proizvodnjom u Republici Hrvatskoj | 4 |
| Tablica 2. | Metode biodinamičke poljoprivrede | 6 |
| Tablica 3. | Karakteristike nematoda c-p grupa na ljestvici od 1-5 | 16 |
| Tablica 4. | Predstavnici c-p grupe na ljestvici 1-5 | 16 |
| Tablica 5. | Rodovi nematoda prisutni u ispitivanim tretmanima | 23 |
| Tablica 6. | Vrijednosti F testa i statističke značajnosti utjecaja tretmana na broj rodova | 25 |
| Tablica 7. | Značajnost utjecaja tretmana na udio trofičkih grupa u zajednici nematoda u 100 g tla | 26 |
| Tablica 8. | Prosječne vrijednosti trofičkih grupa | 27 |
| Tablica 9. | Značajnost utjecaja tretmana na indekse zrelosti tla (MI; MI2-5), biljno-parazitski indeks, omjer MI/PPI te na Indeks puteva razgradnje (CI) | 27 |
| Tablica 10. | Značajnost utjecaja tretmana na bazalni indeks (BI), indeks obogaćenja tla (EI) i strukturni indeks (SI) | 28 |

11. POPIS GRAFIKONA

| Redni broj | Sadržaj | Stranica |
|-------------------|---|-----------------|
| Grafikon 1. | Broj rodova u 100 g tla | 26 |
| Grafikon 2. | Trofičke grupe po tretmanima | 27 |
| Grafikon 3. | Prosječne vrijednosti MI po tretmanima | 28 |
| Grafikon 4. | Prosječne vrijednosti MI 2-5 po tretmanima | 29 |
| Grafikon 5. | Prosječne vrijednosti PPI po tretmanima | 29 |
| Grafikon 6. | Prosječne vrijednosti PPI/MI po tretmanima | 30 |
| Grafikon 7. | Prosječne vrijednosti indeksa koji pokazuje put razgradnje organske tvari po tretmanima | 30 |
| Grafikon 8. | Prosječne vrijednosti bazalnog indeksa | 31 |
| Grafikon 9. | Prosječne vrijednosti indeksa koji pokazuje put razgradnje organske tvari po tretmanima | 31 |
| Grafikon 10. | Prosječne vrijednosti strukturnog indeksa (SI) po tretmanima | 32 |

12. POPIS SLIKA

| Redni broj | Sadržaj | Stranica |
|-------------------|---|-----------------|
| Slika 1. | Pripremanje biodinamičkog pripravka 500 | 7 |
| Slika 2. | Izgled nematoda | 10 |
| Slika 3. | Označavanje uzorka | 18 |
| Slika 4. | Odvajanje tla za uzorkovanje | 19 |
| Slika 5. | Pripremljeni lijevci s uzorcima | 20 |
| Slika 6. | Odvajanje sedimentirane vode | 21 |
| Slika 7. | Pregled i prebrojavanje nematoda | 21 |

TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku

Diplomski rad

Fakultet agrobiotehničkih znanosti u Osijeku

Sveučilišni diplomski studij Ekološka poljoprivreda Smjer Ekološka poljoprivreda

„Utjecaj biodinamičke poljoprivrede na bioraznolikost rodova nematoda u tlu tijekom 2020/21. godine u nasadu povrća“

Marina Parmačević

Raznolikost zajednica nematoda pokazatelji su zdravlja tla, održivosti ekosustava i promjena koje se događaju antropogenim djelovanjem. Cilj nam je bio utvrditi utjecaj biodinamičke poljoprivrede na strukturu i bioraznolikost zajednice nematoda u tlu u odnosu na kontrolu. Pokus se provodio u dva tretmana, 5 vremena uzorkovanja i 4 ponavljanja i to: 1. Tretman – Kontrola (K) 2. Tretman – Biodinamika (B). Uzorci su uzeti sondiranjem tla nematološkom sondom promjera 2 cm na dubini od oko 30 cm. Nematode su izdvojene metodom Baermannovih lijevaka. Slijedilo je prebrojavanje nematoda pod mikroskopom. Ukupna bioraznolikost rodova nematoda bila je veća (60) u tretmanu biodinamike u odnosu na tretman kontrole (54). Utvrđena je zastupljenost svih pet trofičkih grupa. Najveća odstupanja u tretmanima utvrđena su unutar trofičkih grupa omnivora i predatora. Statistički značajna razlika između tretmana biodinamike i kontrole pronađena je indeksom zrelosti MI 2-5, bazalnim indeksom (BI) indeksom obogaćenja tla (EI) i strukturnim indeksom (SI). Biodinamička poljoprivreda je utjecala na bioraznolikost rodova nematoda u tlu tijekom 2020/21. godine u nasadu povrća.

Ključne riječi: biodinamika, bioraznolikost, nematode, hranidbeni lanac, trofičke grupe nematoda

Rad je izrađen pri: Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek

Mentor: prof. dr. sc. Mirjana Brmež

Broj stranica: 46

Broj grafikona i slika: 17

Broj tablica: 10

Broj literaturnih navoda: 58

Broj priloga: 3

Jezik izvornika: hrvatski

Ključne riječi: Datum obrane: .

Stručno povjerenstvo za obranu:

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

Rad je pohranjen u: Knjižnica Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek, Sveučilište u Osijeku, Vladimira Preloga 1, 31000 Osijek

BASIC DOCUMENTATION CARD

Josip Juraj Strossmayer University of Osijek
Faculty of Agrobiotechnical Sciences in Osijek
University Graduate Studies, Organic agriculture

Graduate thesis

“The impact of biodynamic agriculture on the biodiversity of soil nematode genera during 2020/21 . in vegetable plantations”

Marina Parmačević

The diversity of nematode communities is indicators of soil health, ecosystem sustainability, and changes occurring through anthropogenic activity. Our aim was to determine the impact of biodynamic agriculture on the structure and biodiversity of the soil nematode community in relation to control. The experiment was performed in two treatments, 5 sampling times and 4 replications, as follows: 1. Treatment - Control (K) 2. Treatment - Biodynamics (B). Samples were taken by probing the soil with a 2 cm diameter nematological probe at a depth of about 30 cm. Nematodes were isolated by the Baermann funnel method. A nematode count under microscopy followed. The representation of all five trophic groups was determined. The largest deviations in treatments were found within the trophic groups of omnivores and predators. A statistically significant difference between biodynamic treatment and control was found by the MI2-5 maturity index, the basal index (BI), the soil enrichment index (EI), and the structural index (SI). Biodynamic agriculture has affected the biodiversity of soil nematode genera during 2020/21. year in vegetable plantations.

Keywords: biodynamics, biodiversity, nematodes, food chain, trophic groups of nematodes

Thesis performed at: Faculty of Agrobiotechnical Sciences in Osijek

Mentor: PhD Mirjana Brmež, Full Professor, mentor

Number of pages: 46

Number of figures: 17

Number of tables: 10

Number of references: 58

Number of appendices: 3

Original in: Croatian

Key words: Thesis defended on date: Reviewers:

1. PhD. Emilija Raspudić, president,
2. PhD. Mirjana Brmež, mentor
3. PhD. Karolina Vrandečić, member

Thesis deposited at: Library, Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek, Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Vladimira Preloga 1, 31000, Osijek