

Utjecaj organo-mineralnih gnojiva na bioraznolikost nematoda u tlu

Miličević, Darijo

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://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:151:124098>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2024-12-18**



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

Darijo Miličević

Sveučilišni diplomski studij Ekološka poljoprivreda

**UTJECAJ ORGANO-MINERALNIH GNOJIVA NA BIORAZNOLIKOST
NEMATODA U TLU**

Diplomski rad

Osijek, 2023.

SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA
FAKULTET AGROBIOTEHNIČKIH ZNANOSTI OSIJEK

Darijo Miličević

Sveučilišni diplomski studij Ekološka poljoprivreda

**UTJECAJ ORGANO-MINERALNIH GNOJIVA NA BIORAZNOLIKOST
NEMATODA U TLU**

Diplomski rad

Osijek, 2023.

SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA
FAKULTET AGROBIOTEHNIČKIH ZNANOSTI OSIJEK

Darijo Miličević

Sveučilišni diplomski studij Ekološka poljoprivreda

**UTJECAJ ORGANO-MINERALNIH GNOJIVA NA BIORAZNOLIKOST
NEMATODA U TLU**

Diplomski rad

Povjerenstvo za ocjenu i obranu diplomskog rada:

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

Osijek, 2023.

SADRŽAJ

1. UVOD	1
1.1. Cilj istraživanja	3
2. PREGLED LITERATURE	4
2.1. Gnojiva	4
2.2. Nematode	6
2.3. Bioraznolikost	8
2.4. Kukuruz	10
3. MATERIJALI I METODE	11
3.1. Postavljanje poljskog pokusa	11
3.2. Uzorkovanje tla	12
3.3. Određivanje kemijskih svojstava tla	12
3.4. Tretmani gnojidbenog pokusa	12
3.5. Vremenske prilike	14
3.6. Izdvajanje nematoda iz tla	16
3.7. Prebrojavanje i determinacija	17
3.8. Statistička analiza podataka	18
4. REZULTATI	19
4.1. Kemijska svojstva tla	19
4.2. Kemijska svojstva tla nakon gnojidbe	19
4.3. Nematode	21
4.4. Statistička analiza podataka	24
5. RASPRAVA	26
5.1. Kemijska svojstva tla	26
5.4. Nematode	28

6. ZAKLJUČAK.....	31
7. POPIS LITERATURE.....	32
8. SAŽETAK.....	35
9. SUMMARY.....	36
10. POPIS SLIKA.....	37
11. POPIS TABLICA.....	38
12. POPIS GRAFIKONA	39

TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

BASIC DOCUMENTATION CARD

1. UVOD

Gnojiva su sve tvari anorganskog ili organskog podrijetla koje biljkama dajemo posredno (u tlu) ili izravno (folijarno) s ciljem opskrbljivanja biljke neophodnim hranivima (Lončarić i Karalić, 2015.).

Prema podrijetlu razlikuju se sljedeće vrste gnojiva:

- Mineralna ("sintetska", "umjetna") najvećim dijelom su mineralne soli, iako se u ovu grupu ubraja i urea koja je organski spoj, ali se u tlu pod djelovanjem mikroorganizama transformira do mineralnih oblika dušika. I druga mineralna gnojiva mogu sadržavati ugljik, ali sintetski proizvodi su za razliku od prirodnih topljivi u vodi, često i 100%. Potrebno je naglasiti da molekulu uree biljka može usvojiti kako korijenom tako i folijarno.
- Organska (prirodna, naravna) sadrže hranjive elemente pretežito u obliku organskih spojeva i najčešće su prirodnog podrijetla (ponekad se nazivaju i prirodna organska), npr. stajnjak, treset, slama i dr.
- Organomineralna gnojiva su smjesa organskih i mineralnih.
- Bakterijska sadrže kulture bakterija koje imaju sposobnost transformacije nepristupačnih oblika hraniva u bioraspoložive (Vukadinović i Vukadinović, 2011.).

Gnojiva su većim dijelom proizvedena ili sintetizirana umjetnim putem, ali je i značajna grupa gnojiva nastalih prirodnim geološkim procesima ili kruženjem tvari u spontanoj biosferi. Dakle, prema načinu proizvodnje sva se gnojiva dijele na: prirodna gnojiva i umjetna ili sintetska gnojiva (Lončarić i Karalić, 2015.).

Nematode ili oblići (crvi) su sitne životinje koje se smatraju najstarijim i najbrojnijim vrstama životinja na Zemlji (Wang i sur., 1999.). Prema Yeates (1993.) nematode iako posjeduju dosta sličnu opću anatomiju, razlikuju se u građi usnog aparata koji ukazuje na raznovrsne načine ishrane kao što su bakteriovorne, fungivorne, fitoparazine, paraziti životinja, predatori i svejedi.

Postoje slobodnoživeće vrste te vrste koje parazitiraju biljke, životinje i ljude (Olsen, 1974.).

Nematode, kao jedne od mogućih bioindikatora i određivanje njihove strukturalne zajednice prisutne u tlu, mogu biti "ogledalo" ekološkog stanja poljoprivrednog tla i promjena koje se u njemu događaju antropogenim djelovanjem i kao takve nam pokazuju održivost agroekosustava i zdravlja tla (Benković-Lačić i sur., 2013.).

Svaki cm³ obradivog tla sadrži 5-100 (prosječno 20-30) različitih vrsta nematoda. U tlu se nalaze biljni paraziti, fungivori, bakterivori, sporofagi, predatori i druge trofičke grupe. Gustoća populacije i vrsti nematoda u tlu definirana je klimatskim uvjetima, tipom tla i vegetacijom. Fitoparazitne nematode, za razliku od ostalih grupa nematoda, imaju u usnom ustroju bodež ili stilet kojim probijaju biljnu stanicu te sišu biljne sokove. Neke vrste nematoda poznate su kao prenositelji biljnih virusa i njima se mora posvetiti više pozornosti u proizvodnji određenih kultura (Ivezić, 2014.).

Nematode se prema načinu ishrane dijele na trofičke grupe kojih je do danas utvrđeno preko 15 (Yeates i sur., 1993.). Trofičke grupe omogućavaju klasifikaciju prema načinu ishrane što ekolozima koristi u razumijevanju mjesta koje nematode zauzimaju unutar hranidbenog lanca (Brmež, 2004.). Prema McSorley (1997.) pet trofičkih grupa koje se najčešće pojavljuju u tlu su herbivore, bakterivore, omnivore, fungivore i predatori.

Pojam biološke raznolikosti, ili skraćeno – bioraznolikosti, odnosi se na „sveukupnost svih živih organizama koji su sastavni dijelovi ekosustava, a uključuje raznolikost unutar vrsta, između vrsta, životnih zajednica te raznolikost ekosustava“ (NN 80/13).

Prema Folnović (2015.) 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.

Biološka raznolikost podrazumijeva raznolikost gena, vrsta, zajednica vrsta, ekosustava i, još šire, raznolikost na Zemlji kao cjelovitom ekosustavu. Biološka raznolikost obuhvaća sva živa bića, od najjednostavnijeg virusa do viših biljaka i životinja; naglašava postojanje i važnost različitosti. (Slavica i Trontel, 2010.)

Prema Međunarodnoj konvenciji o biološkoj raznolikosti, biološka raznolikost se može definirati kao sveukupnost svih živih organizama koji obitavaju u različitim staništima i dio su ekoloških cjelina u i na tlu, u moru i drugim vodenim ekosustavima (UN, 1992).

1.1. Cilj istraživanja

Cilj istraživanja bio je analizirati utjecaj organo-mineralnog gnojiva na promjene kemijskih svojstava u tlu te na bioraznolikost nematoda u tlu.

2. PREGLED LITERATURE

2.1. Gnojiva

Gnojidba je, uz obradu i plodored, oduvijek bila zacijelo najvažnija poljoprivredni zahvat. Poznata je još iz doba starog Egipta. Već tada je bio cijenjen životinjski gnoj, a vrstu gnojidbe predstavljalo je i preplavlivanje njiva riječnim muljem kojeg je donosila, Egipćanima sveta rijeka - Nil (Znaor, 1996.).

Podjela gnojiva prema podrijetlu:

1. organska gnojiva
2. mineralna (anorganska) gnojiva
3. organo - mineralna gnojiva
4. biognojiva (mikrobiološka gnojiva) (Lončarić i Karalić, 2015.)

Mineralna gnojiva su pretežito soli dobivene preradom prirodnih minerala, ali se proizvode i iz atmosferskog dušika. Zbog toga se često nazivaju i sintetička ili, pogrešno, umjetna. Industrija gnojiva svrstava se u sekundarnu kemijsku proizvodnju, a proizvodnja sumporne i fosforne kiseline u baznu kemiju čiji se proizvodi i velike količine industrijskog otpada opravdano identificiraju kao potencijalni izvor onečišćenja okoliša (Vukadinović i Vukadinović, 2011.).

Umjetna ili sintetska gnojiva nastala su industrijskim procesima sinteze ili pretvorbe sirovina. Česte su negativne predrasude zbog naziva "umjetna" ili sintetska" pa se ova gnojiva češće nazivaju "mineralna" (Lončarić i Karalić, 2015.).

Pod mineralnim gnojivima podrazumijevaju se soli i drugi proizvodi koji sadrže elemente neophodne za rast i razvitak biljaka i postizanje visokih i stabilnih priroda poljoprivrednih biljnih vrsta. Gnojiva se unose u tlo radi povećanja priroda, ubrzanja rasta, poboljšanja kakvoće poljoprivrednih proizvoda i poboljšanje produktivnih svojstava tla, a sve češće se koriste i gnojiva za izvan korijensku ili folijarnu ishranu u obliku tekućine (Vukadinović i Vukadinović, 2011.).

U prirodna gnojiva spadaju sva gnojiva nastala prirodnim geološkim procesima te trošenjem, taloženjem i akumulacijom minerala, životinjskih izlučevina i organske tvari biljnog i životinjskog podrijetla (Lončarić i Karalić, 2015.).

Organska su gnojiva raznovrsne smjese, prvenstveno životinjskih izlučevina i biljnih ostataka, ali i industrijskoga i komunalnoga otpada, mineralnih dodataka, životinjskih i drugih ostataka biološkoga podrijetla, prerađene na različite načine do određenoga stupnja razloženosti, homogenosti, stabilnosti i zrelosti. Organska gnojiva najčešće unosimo u tlo radi unošenja biljnih hraniva i organske tvari, a možemo ih raspodijeliti po proizvodnoj površini nanošenjem na tlo prije ili po usjevu tijekom vegetacije (Lončarić i sur., 2019.).

Uporaba organskih gnojiva, ali samo dok traje njegova redovita primjena, povećava količinu humusa u tlu. Efekt je manje primjetan kod primjene tekućih organskih gnojiva. Važno je naglasiti kako primjena organskih gnojiva poboljšava svojstva tla, posebice strukturu što ima za posljedicu bolji vodozračni odnos, veću retenciju vode, veću raspoloživost svih hranjiva te jača otpornost na eroziju na nagnutim površinama. Također, primjena organskih gnojiva u razdoblju kada je tlo bez vegetacije ili kada biljke nemaju potrebu za usvajanje hranjivih tvari, može izazvati ekološke probleme (npr. ispiranje nitrata, na lakšim terenima i kalija, gomilanje fosfora u gornjem sloju koji je podložan eroziji i sl.) (Vukadinović i Vukadinović, 2011.).

Biognojiva (mikrobiološka ili bakterijska gnojiva) su posredna gnojiva koja obuhvaćaju nitro-fiksirajuće bakterije i plavo-zelene alge, mikorize i druge mikroorganizme. Zbog toga što osnovni cilj aplikacije biognojiva nije dodavanje hraniva već fiksiranje atmosferskog dušika, povećanje raspoloživosti hraniva i poboljšanje biološke aktivnosti, biognojiva su posredna gnojiva ili poboljšivači tla. (Lončarić i Karalić, 2015.)

Organska se gnojiva mogu kombinirati i sa mineralnim gnojivima i tako prilagoditi formulaciju različitim biljnim vrstama, povećanje produktivnosti usjeva, učinkovitiju iskoristivost dušika i poboljšanje zdravlja tla (Murmu i sur., 2013.).

Organo-mineralna gnojiva sadrže hraniva organskog i anorganskog podrijetla, a proizvedena su miješanjem organskih i anorganskih gnojiva ili kombinacijom organskih i anorganskih spojeva u kemijskom proizvodnom procesu. Primjer proizvodnje organo-mineralnih gnojiva je kompostiranje uz dodatak mineralnog (anorganskog) gnojiva, uglavnom radi povećanja udjela fosfora i kalija. (Lončarić i Karalić, 2015.)

2.2. Nematode

Prema Ivezić (2014.) nematodologija je znanost koja proučava nematode ili oblice (grč. nema - konac i oeides - nalik na). Prvo su zabilježene kod čovjeka: *Enterobius vermicularis* (dječija glista), *Ascaris lumbricoides*, *Dracunculus medinensis*, *Necator americanus*, *Trichinella spiralis* i dr. Nematode parazitiraju životinje, hrane se biljkama, raznim biljnim ostatcima, bakterijama, gljivama i dr.

Sistematika nematoda:

- Carstvo: Animalia
- Koljeno: Nemathelminthes (Aschelminthes) – Oblenjaci
- Razred: Nematoda – Oblici
- Podrazred: Secernentea (Phasmodia) i Adenophorea (Aphasmodia)



Slika 1. Nematode roda *Mylonchulus* (Izvor: Mirjana Brmež)

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

Nematode imaju bilateralno simetrično tijelo. Tijelo im je "cijev u cijevi" te ima više od dva sloja stanica, tkiva i organa. Mogu biti crvolikog oblika, končaste forme (*Pratylenchus*), nekada cilindrične, cilindrično-konusne (*Rhabditis*), cistolikod oblika

(samo ženke) - kruškolike, okrugle ili limunaste (Meloidogyne, Globodera, Heterodera) (Ivezić, 2014.)

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.)

Klasifikacija nematoda je prema načinu ishrane (trofičke grupe). Do danas je utvrđeno preko 15 različitih trofičkih grupa, no u tlima su najčešće fitoparazitne nematode, bakterivore, fungivore, omnivore i predatori. Osim ovih grupa, proučavaju se tzv. entomopatogene nematode (koje ulaze u tijelo kukaca i uništavaju ga te se zbog toga mogu koristiti u biološkoj borbi protiv određenih kukaca), a posebno mjesto također imaju nematode u okviru humane ili veterinarske nematodologije. (Ivezić, 2014.)

Iako je velik broj nematoda koristan u poljoprivrednoj biljnoj proizvodnji, postoje i vrste ovih organizama koje nazivamo biljnoparazitne nematode, one izazivaju izravne i neizravne štete na biljkama, prenose virusna oboljenja s biljke na biljku, te stvaraju oštećenja na biljkama koja olakšavaju ulazak bakterija i gljivica. Nematode biljni paraziti se dijele na endoparazite i ektoparazite. Ektoparaziti se u biljku ubušuju stiletom i ostatak tijela im ostaje van biljke, a endoparazitne nematode u potpunosti ulaze u biljku te se tu hrane i razmnožavaju (Brmež, 2004.)

Prema (Wasilewska, 1979.) treba istaknuti da je u ekološkim istraživanjima opće prihvaćena podjela na prvih pet trofičkih grupa. Pojavljivanje trofičkih grupa koje su manje zastupljene u tlima (fungivore, omnivore i predatori) u većem broju u odnosu na trofičke grupe koje se više pojavljuju u tlima (bakterivore i biljni paraziti) ukazuju na veću bioraznolikost zajednice.

Zajednice nematoda, zbog svojih izuzetnih karakteristika i mogućnosti klasifikacije prema različitim kriterijima, bioindikator su stanja i promjena u agroekosustavima. Različite grupe nematoda preferiraju različite uvjete, reagiraju na promjene i stresne uvjete u agroekosustavima. U današnjim istraživanjima potvrđene su kao dobri bioindikator stanja sustava iz više razloga: velika raznolikost vrsta; pojavljivanje u velikom broju; lako se uzorkuju i identificiraju; mogu se uzorkovati u svim sezonama; veliki broj vrsta može podnijeti anaerobne uvjete, mogu se zamrznuti ili dehidrirati (radi proučavanja); prisutne su svugdje, i tamo gdje je makrofauna rijetka; opna im je u stalnom kontaktu sa otopinama u kapilarnoj vodi tla; moguće ih je rangirati prema različitim kriterijima: trofička grupa, c-

p skala ("kolonizeri" - "perzisteri") vrijeme reprodukcije te se mnoge vrste lako uzgajaju i u laboratorijima u svrhu istraživanja i dr. (Ivezić, 2014.)

Nematode se odlikuju sposobnošću da u nepovoljnim uvjetima prelaze u anabiozu. To je stadij potpunog mirovanja i prestanka svih aktivnosti, koji, uz očuvanje vitalnosti, može trajati do tridesetak godina. Tako prežive i dulja razdoblja nepovoljnih vremenskih prilika ili pomanjkanja hrane. Nastupom povoljnih uvjeta ili u prisustvu hrane, mogu se aktivirati i normalno razvijati. (Maceljski i Igrc, 1991.)

Prema Bošnjak i sur. (2011.) zajednica nematoda mijenja se pod utjecajem gnojidbe, obrade, poboljšivača tla, toksičnih elemenata i drugih antropogenih utjecaja. Stoga se nematode kao bioindikatori koriste u svrhu povećanja znanja o funkcioniranju i osjetljivosti ekosustava tla s ciljem očuvanja okoliša i biološke produktivnost tla.

2.3. Bioraznolikost

Biološka raznolikost podrazumijeva raznolikost između vrsta, unutar pojedinih vrsta te raznolikost među ekološkim sustavima. Raznolikost biljnih i životinjskih vrsta uvjetovana je velikom raznolikošću staništa pa je stoga nužno čuvati što raznolikije tipove biotopa. Složene biološke sustave čovjek degradira u jednostavne, sastavljene od manjeg broja vrsta i jednoličnijeg sastava (npr. poljoprivredne monokulture). Takvim smanjivanjem biodiverziteta nekog područja smanjuje se i njegova ekološka stabilnost i ravnoteža te ono postaje sve ugroženije i ne otpornije na negativne vanjske utjecaje (List, 2000.).

Međuovisnost svih živih organizama i njihovo uravnoteženo međudjelovanje ključ su očuvanja planeta u cjelini te je upravo zbog toga važno očuvanje biološke raznolikosti (Kutle, 1999).

Biološka raznolikost (bioraznolikost) jedan je od ključnih čimbenika koji podupiru održivi razvoj. Biološka raznolikost ishodište je značajnih ekonomskih, estetskih, zdravstvenih i kulturnih povlastica (Daily i Matson, 2008).

Biološka raznolikost ima ključnu ulogu u svim biogeokemijskim ciklusima na Zemlji. Raznovrsnost biljnih i životinjskih vrsta konstantno osigurava sirovine za proizvodnju prehrambenih proizvoda, medicinskih pripravaka i lijekova, kao i svih drugih vrsta

proizvoda potrebnih za opstanak čovjeka. Biološka raznolikost je izvor genetičkog materijala koji omogućava razvoj novih i poboljšanih varijeteta biljaka za poljoprivrednu proizvodnju. Uz pobrojane direktne dobrobiti potrebno je istaknuti i manje opipljive povlastice koje proizlaze iz prirodnih ekosustava i njihovih komponenti. Ove povlastice podrazumijevaju vrijednosti povezane s održivošću prirodnih krajobraza tj. opstankom različitih vrsta organizama čiji broj se konstantno smanjuje, a neke vrste, nažalost, i izumiru (Slavica i Trontel, 2010.).

Raznolikost života izražava se na mnogo načina. Nekakav osjećaj ove raznolikost može se početi stvarati razlikovanjem različitih ključni elementi. To su osnovni gradivni blokovi bioraznolikosti. Oni mogu se podijeliti u tri skupine: genetska raznolikost; raznolikost vrsta; i ekološka raznolikost. Genetska raznolikost obuhvaća komponente genetskog kodiranja koje strukturira organizme (nukleotidi, geni, kromosomi) i varijacije u genskom sastavu između pojedinaca unutar populacije i između populacija. Raznolikost organizama obuhvaća taksonomsku hijerarhiju i njezine komponente, od jedinki naviše do vrsta, rodova i šire. Ekološka raznolikost obuhvaća razine ekoloških razlika od populacije, kroz niše i staništa, do bioma. Iako predstavljen odvojene, grupe su blisko povezane, a u nekim slučajevima dijele zajedničke elemente (npr. populacije se pojavljuju u sva tri) (Gaston i Spicer, 2004.).

Opstanak oko 50% biljnih i životinjskih vrsta Europe je ozbiljno ugroženo. Ovome je između ostalog, pridonijela i konvencionalna poljoprivreda. Prskanje pesticidima, isušivanje, odnosno navodnjavanje velikih područja, uništavanje terasa, živica, šikara i dr., samo su neki od postupaka kojima je konvencionalna poljoprivreda pomogla, ovaj, zbog industrije i prometa, ionako već uznapredovali proces. Osim toga, u trci za rodnijim sortama i pasminama, iz uzgoja su potpuno izbačene mnoge lokalne sorte i pasmine, od kojih je većina danas posve iščezla. Sve ovo samo je povećalo ovisnost proizvođača o industriji (Znaor, 1996.)

Biološka se raznolikost smanjuje velikom brzinom u svim područjima na Zemlji. Smanjenje biološke raznolikosti može se iskazati izumiranjem pojedinih vrsta, izumiranjem grupe vrsta ili kroz opadanje broja organizama koja pripadaju jednoj vrsti. Smanjenje biološke raznolikosti u određenom ekosustavu odražava se na mogućnost prilagodbe i opstanka cjelokupnog sustava. Pri tome nekontrolirani porast brojnosti bilo koje vrste, a naročito ljudske vrste, može rezultirati kontrolom razmnožavanja svoje i

drugih vrsta. Nestajanje staništa zbog proširenja područja za stanovanje i povećanja područja na kojima se uzgajaju različite poljoprivredne kulture glavni su uzroci smanjenja broja vrsta ili izumiranja za oko 85 % svih poznatih vrsta. Preobrazba prirodnog ekosustava u sustav s poljoprivrednom proizvodnjom temeljito i nepovratno mijenja stanište (Slavica i Trontel, 2010.).

U izvještaju UN-a objavljenom 2019. znanstvenici upozoravaju da milijunu od ukupno procijenjenih osam milijuna vrsta prijeti izumiranje. Neki čak smatraju da smo usred šestog masovnog izumiranja u povijesti Zemlje. Kroz prethodna masovna izumiranja nestalo je između 60 i 95 posto svih vrsta, a potrebni su milijuni godina da se ekosustav oporavi od takvih događaja (EU parlament, 2020).

2.4. Kukuruz

Kukuruz je jednogodišnja, jednodomna, stranooplodna kulturna biljka. Od drugih predstavnika porodice *Poaceae* razlikuje se visokom i krupnom stabljikom, velikim listovima i krupnim zrnom. Kukuruz je biljka koja ima najveći genetički potencijal rodosti među žitaricama, najistraženija je biljna vrsta u genetici i selekciji, ima široku primjenu u ishrani ljudi i stoke, kao i u prerađivačkoj industriji. Kukuruz je, pored pšenice i riže, najzastupljenija žitarica na svjetskim oranicama (Kovačević i Rastija, 2014.)



Slika 2. Uzorci klipova kukuruza za pokus
(Foto: Darijo Miličević, 2021.)

3. MATERIJALI I METODE

3.1. Postavljanje poljskog pokusa

Poljski pokus je postavljen na proizvodnoj površini Fakulteta agrobiotehničkih znanosti Osijek, Klisa, K.Č. Tenja. Kukuruz Hibrida BC 572 zasijan je 07.05.2021. godine na pokusnu površinu od 15 parcela površine 30m² (5m x 6m).

5 (5/1)	10 (2/2)	15 (2/3)
4 (4/1)	9 (1/2)	14 (1/3)
3 (3/1)	8 (4/2)	13 (5/3)
2 (2/1)	7 (3/2)	12 (4/3)
1 (1/1)	6 (5/2)	11 (3/3)

Slika 3. Shema pokusa
(Izvor: Darijo Miličević, 2022.)

3.2. Uzorkovanje tla

Uzorci tla za određivanje kemijskih svojstava tla i određivanje nematoda su uzeti istog dana. Uzorci su izvađeni pomoću sonde promjera 2 cm na dubini od oko 30cm. Uzorci se nakon vađenja spremaju u polivinilske vrećice. Svaki uzorak je označen prema parcelici sa koje je izvađen. Prilikom uzimanja uzoraka važno je da ne dođe do kontaminacije, radi toga sonda se nakon svakog uzorka mora dobro očistiti. Za svaki uzorak je izvađeno 1 do 1,5 kg tla.

3.3. Određivanje kemijskih svojstava tla

Uzorci tla su pripremljeni za analizu prema propisanoj standardnoj proceduri, te su analizirana slijedeća kemijska svojstva:

1. trenutna kiselost ($\text{pH}_{\text{H}_2\text{O}}$)
2. izmjenjiva kiselost (pH_{KCl})
3. sadržaj humusa
4. lakoraspoloživi kalij (AL- K_2O)
5. lakoraspoloživi fosfor (AL- P_2O_5)
6. sadržaj karbonata

3.4. Tretmani gnojidbenog pokusa

Pokus je postavljen po sljedećim tretmanima:

1. Ø, kontrola
2. SuperStart NP 10-35 25 kg/ha
3. SuperStart NP 10-35 25 kg/ha + HK
4. NutriBOOST 25 kg/ha
5. NutriBOOST 25 kg/ha + HK

Gnojidba obuhvaća 4 različita gnojiva za gnojidbu fosforom sa i bez huminskih kiselina , a prostorni rasporedi gnojidbenih tretmana randomizirani su slučajnim rasporedom u tri ponavljanja.

Tablica 1. Količine dodanih mineralnih gnojiva (kg ha^{-1}) te primarnih hraniva po tretmanima

Tretman	urea	KAN	MAP	KCl	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
kontrola	150	313,5	0	0	154	0	0
SuperStart NP 10-35 25 kg/ha	150	313,5	115	125	154	60	50
SuperStart NP 10-35 25 kg/ha + HK	150	313,5	115	125	154	60	50
NutriBOOST 25 kg/ha	150	313,5	115	125	154	60	50
NutriBOOST 25 kg/ha + HK	150	313,5	115	125	154	60	50



Slika 4. Oznaka testiranog gnojiva

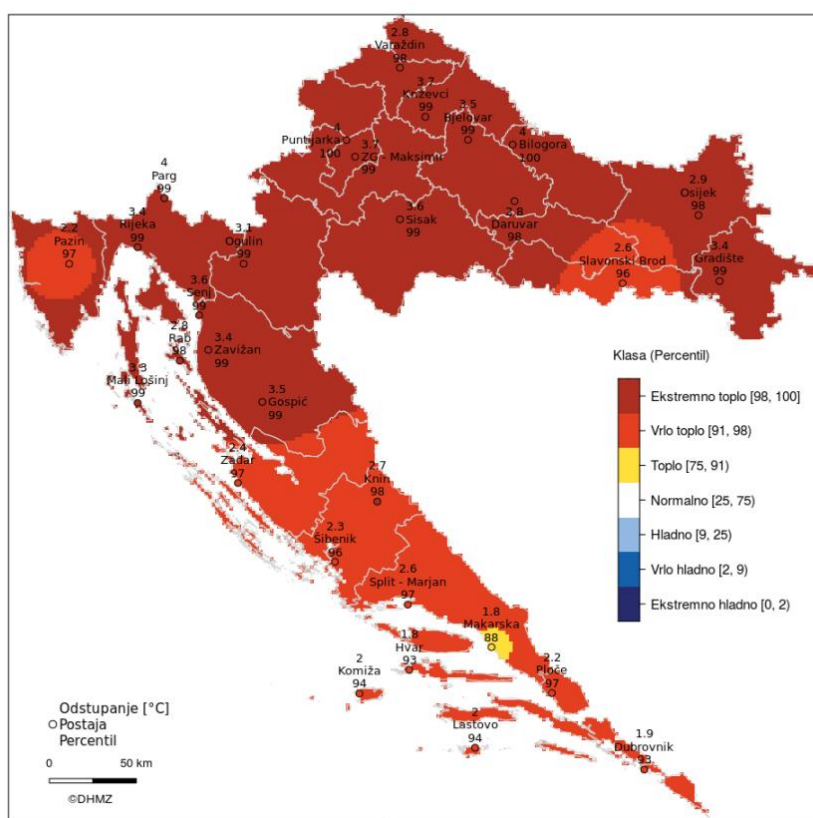
(Foto: Darijo Miličević, 2021.)

3.5. Vremenske prilike

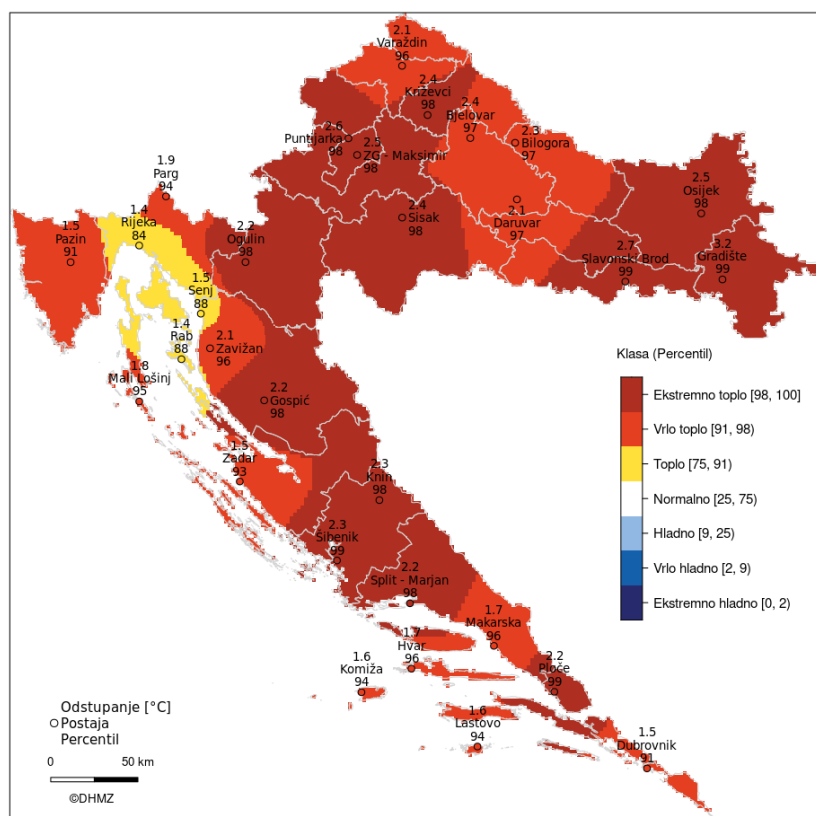
Podatci o vremenskim prilikama su preuzeti od Državnog hidrometeorološkog zavoda.

Tablica 2. Prosječne količine oborina zabilježene na postaji Klisa (izvor DHMZ)

Postaja	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
Osijek - Klisa (mm)	69,6	41,9	44,4	55,7	70,1	11,4	77,5	88,3	22,2	67,4



Slika 5. Srednja dnevna temperatura zraka u odnosu na normalu za lipanj 2021. godine (izvor: DHMZ)



Slika 6. Srednja dnevna temperatura zraka u odnosu na normalu za srpanj 2021. godine (izvor: DHMZ)

Tijekom vegetacijske sezone 2021. na postaji Klisa zabilježena su dva ekstrema u pogledu količine oborina i to u 7. i 8. mjesecu kada je u svega nekoliko dana na području Slavonije palo oko 120 do 215 % prosječnih mjesečnih količina oborina (tablica 2.). Što se tiče temperatura 6. i 7. mjesec obilježile su ekstremno visoke temperature (slike 5. i 6.).

Općenito možemo reći da je ovu vegetacijsku sezonu obilježilo hladno proljeće naročito tijekom 4. mjeseca koji je bio znatno hladniji od uobičajenog. Svibanj je karakteriziralo vrlo promjenljivo i dosta hladno vrijeme koje je utjecalo na kasniju sjetvu poljoprivrednih kultura. Također, sezonu je obilježilo i pet toplinskih valova a najizraženiji su bili u 6. i 7. mjesecu.

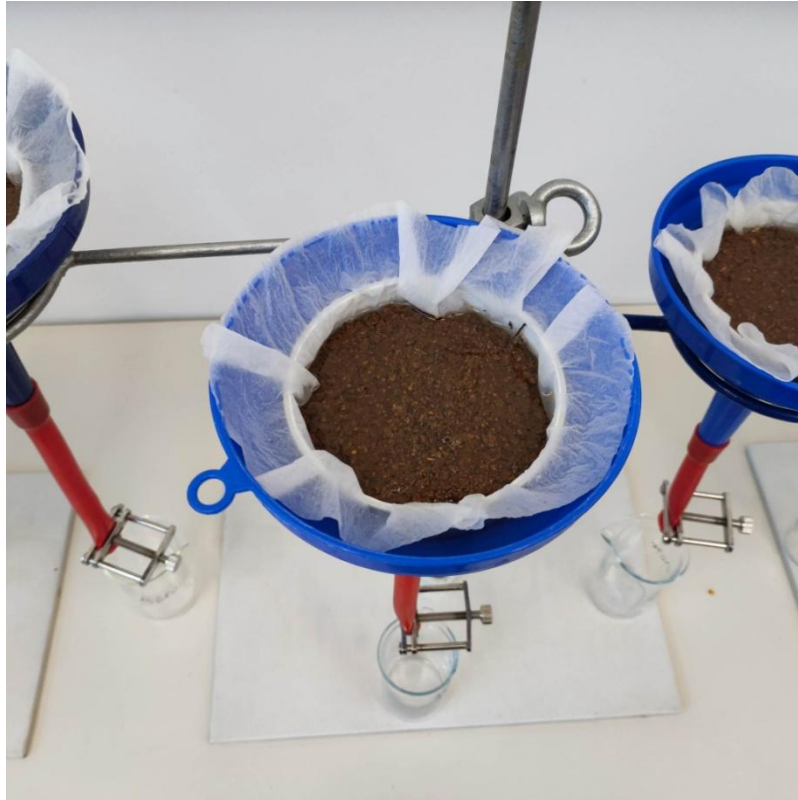
3.6. Izdvajanje nematoda iz tla

Uzorci tla za analizu nematoda su nakon uzorkovanja dostavljeni na Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek, na Zavod za zaštitu bilja. Analiza uzoraka je obavljena u Centralnom laboratoriju za fitomedcinu Fakulteta agrobiotehničkih znanosti Osijek, a uzorci su čuvani u hladnjaku na + 4 C°. Za izdvajanje nematoda iz tla koristila se metoda ispiranja nematoda iz tla pomoću Baermannovih lijevaka.

Bearmannova metoda lijevaka bazira se na sedimentaciji nematoda na dno lijevka. Od opreme koja je potrebna koriste se plastični lijevci sa sitom smještenim na vrhu lijevka i kratke gumene cijevi koje se postavljaju na dno lijevka. Cijevi se zatvore stegom, a lijevci napune vodom do razine prekrivanja tla. Na sito se stavlja filter papir i 100g tla. Nakon 24 sata nematode su sedimentirane pri dnu lijevka, zatim se stega opušta kako bi iscurila voda s nematodama. Voda koja je iscurila u staklene posudice je spremna za pregled pod mikroskopom.



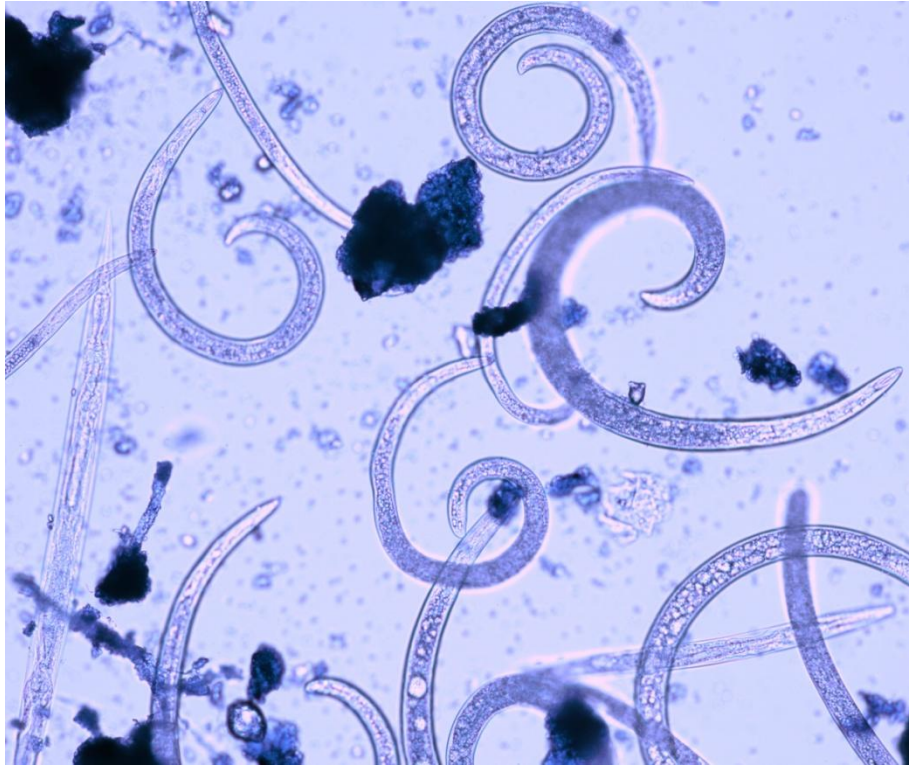
Slika 7. Lijeenci za izdvajanje nematoda Baermannovom metodom
(Foto: Darijo Miličević, 2022.)



Slika 8. Uzorak tla na filter papiru unutra lijevka
(Foto: Darijo Miličević, 2022.)

3.7. Prebrojavanje i determinacija

Nakon što se obavilo izdvajanje nematoda iz tla prelazi se na prebrojavanje i determinaciju nematoda pod mikroskopom. Sisaljkom se uzima 5 do 10 ml tekućine iz sedimentirane vode i nanosi na predmetno stakalce. Za prebrojavanje i determinaciju korišten je svjetlosni mikroskop i ključevi za determinaciju nematoda. Nematode su determinirane do roda. Za determinaciju su korišteni ključevi: Andrassy, 1984., 1988., 1993.; Bongers, 1994.; Zullini, 1982. te May i Yon, 1975.



Slika 9. Zajednica nematoda (Izvor: Mirjana Brmež)

3.8. Statistička analiza podataka

Rezultati pokusa statistički su obrađeni u programima Microsoft Excel i SAS 9.1.

4. REZULTATI

4.1. Kemijska svojstava tla

U proljeće 2021. godine izvršeno je uzorkovanje tla na svim parcelama pokusa (lokalitet - Klisa pokušalište Fakulteta agrobiotehničkih znanosti Osijek), sondom na dubini 0-30 cm.

Tablica 3. Kemijska svojstva tla

Lokalitet	pH _{H2O}	pH _{KCl}	CaCO ₃ %	Humus %	AL-P ₂ O ₅ mg/100g	AL-K ₂ O mg/100g
Pokušalište Klisa	8,27	7,44	2,98	2,38	34,56	35,07

Laboratorijskom analizom uzoraka utvrđena je pH (H₂O) reakcija od 8,27 te pH (KCl) 7,44. Udio karbonata je 2,98 %, a sadržaj humusa je 2,38%. Sadržaj fosfora iznosi 34,56 mg/100, a kalija 35,07 mg/100 g tla (tablica 3.)

4.2. Kemijska svojstva tla nakon gnojidbe

Nakon provedene gnojidbe ponovno je izvršeno uzorkovanje tla, te su laboratorijskom analizom utvrđena kemijska svojstva tla.

Tablica 4. Kemijska svojstva tla nakon pokusa

Tretman	pH _{H2O}	pH _{KCl}	Humus %	CaCO ₃ %	AL-P ₂ O ₅ mg/100g	AL-K ₂ O mg/100g
kontrola /početno stanje	8,30	7,41	2,49	2,71	35,25	36,42
SuperStart NP 10-35 25 kg/ha	8,32	7,56	2,49	2,91	35,72	36,21

SuperStart NP 10-35 25 kg/ha + HK	8,35	7,60	2,51	2,95	36,02	36,05
NutriBOOST 25 kg/ha	8,38	7,62	2,50	2,88	36,04	36,45
NutriBOOST 25 kg/ha + HK	8,35	7,62	2,53	2,92	36,21	35,44

Prema tretmanima utvrđena su sljedeća kemijska svojstva tla:

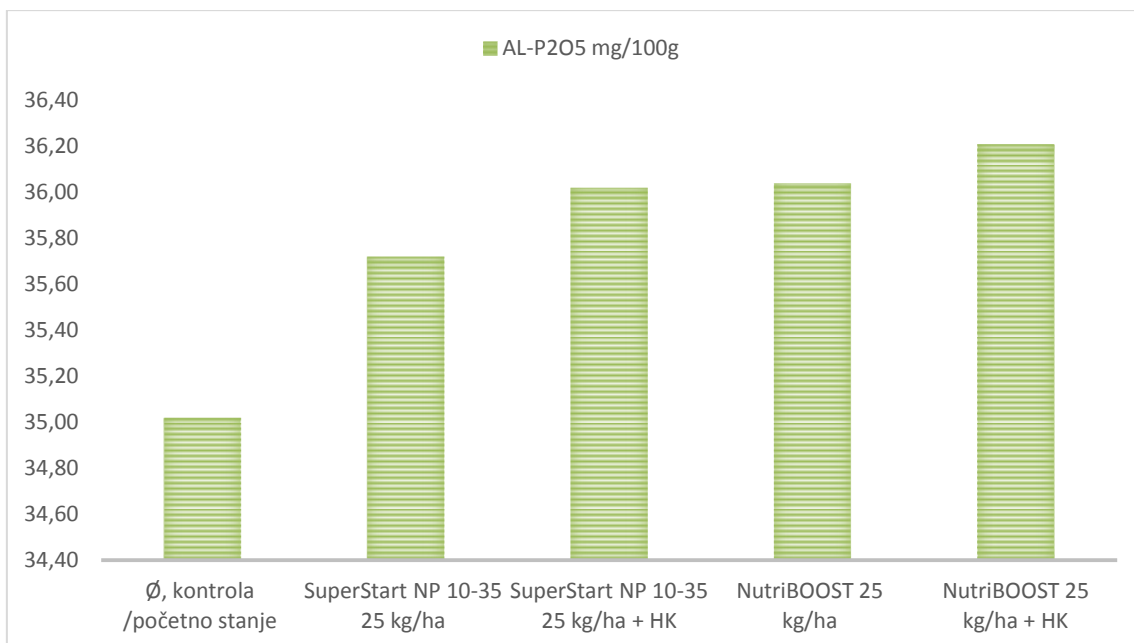
Tretman Ø kontrola - pH (H₂O) reakcija od 8,30 te pH (KCl) 7,41. Udio karbonata je 2,71 %, a sadržaj humusa je 2,49%. Sadržaj fosfora iznosi 35,25 mg/100g, a kalija 36,42 mg/100 tla.

Tretman II - pH (H₂O) reakcija od 8,32 te pH (KCl) 7,56. Udio karbonata je 2,91 %, a sadržaj humusa je 2,49%. Sadržaj fosfora iznosi 35,72 mg/100g, a kalija 36,21 mg/100 tla.

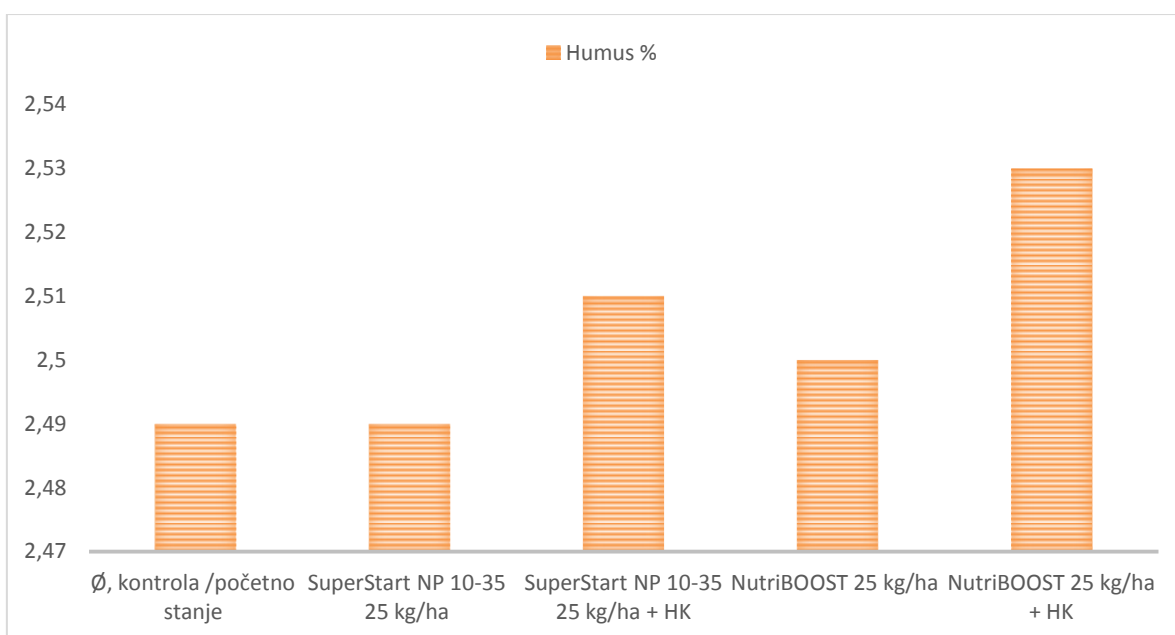
Tretman III - pH (H₂O) reakcija od 8,35 te pH (KCl) 7,60. Udio karbonata je 2,95 %, a sadržaj humusa je 2,51%. Sadržaj fosfora iznosi 36,02 mg/100g, a kalija 36,05 mg/100 tla.

Tretman IV - pH (H₂O) reakcija od 8,38 te pH (KCl) 7,62. Udio karbonata je 2,88 %, a sadržaj humusa je 2,50%. Sadržaj fosfora iznosi 36,04 mg/100g, a kalija 36,45 mg/100 tla.

Tretman V - pH (H₂O) reakcija od 8,35 te pH (KCl) 7,62. Udio karbonata je 2,92 %, a sadržaj humusa je 2,53%. Sadržaj fosfora iznosi 36,21mg/100g, a kalija 35,44 mg/100 tla (tablica 4.)



Grafikon 1. Prikaz utjecaja tretmana na promjene fosfora u tlu



Grafikon 2. Prikaz utjecaja tretmana na promjene humusa u tlu

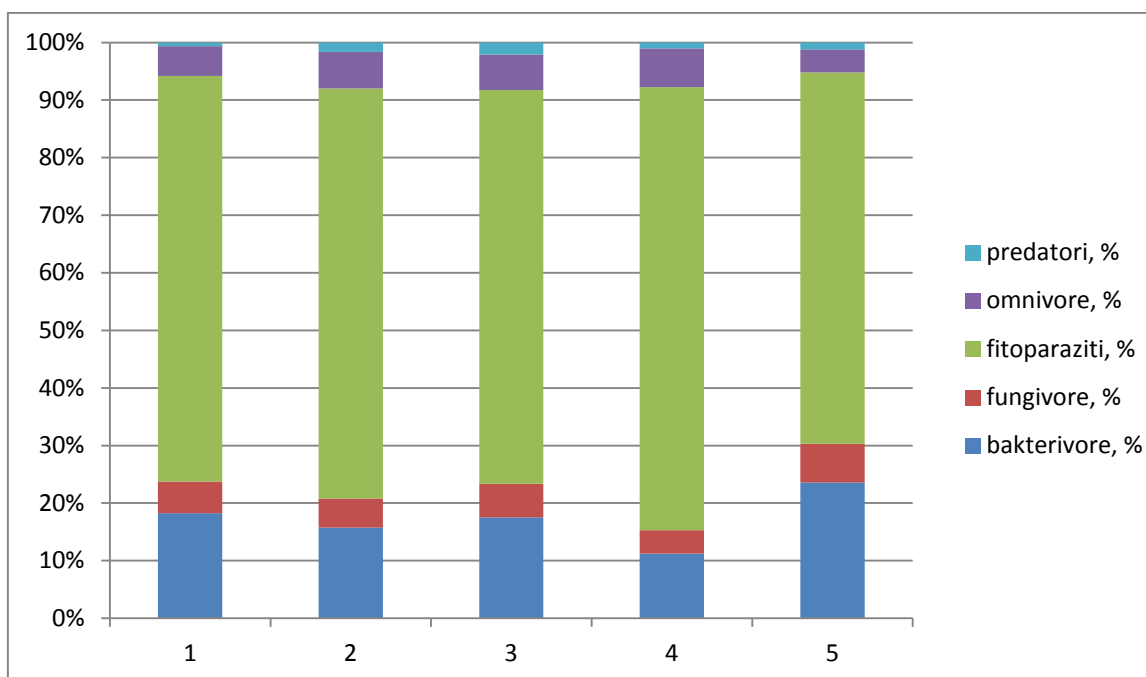
4.3. Nematode

Laboratorijskom analizom utvrđen je broj i prisutnost rodova nematoda u uzorcima tla.

Tablica 5. Prisutnost rodova nematoda u tlu

<i>Nematode</i>	Ø, kontrola /početno stanje	II, SuperStart NP 10-35 25 kg/ha	III, SuperStart NP 10-35 25 kg/ha + HK	IV, NutriBOOST 25 kg/ha	V, NutriBOOST 25 kg/ha + HK
<i>Acrobeles</i>	+	-	-	-	+
<i>Acrobeloides</i>	+	+	+	+	+
<i>Alaimus</i>	-	+	-	-	-
<i>Anatonchus</i>	-	+	+	-	-
<i>Aphelenchoides</i>	+	+	+	+	-
<i>Aphelenchus</i>	+	+	+	+	+
<i>Aporcelaimellus</i>	+	+	-	+	+
<i>Cephalobus</i>	+	-	-	-	-
<i>Chiloplacus</i>	+	-	+	-	-
<i>Clarkus</i>	-	-	-	+	-
<i>Diphtherophora</i>	+	-	-	-	-
<i>Discolaimus</i>	-	+	-	+	-
<i>Ditylenchus</i>	+	+	+	+	+
<i>Eucephalobus</i>	+	+	+	+	+
<i>Eudorylaimus</i>	+	+	+	+	+
<i>Enchodelus</i>	-	-	+	-	-
<i>Helicotylenchus</i>	+	+	+	+	+
<i>Heterocephalobus</i>	+	+	+	+	+
<i>Labronema</i>	-	-	-	+	-
<i>Mesodorylaimus</i>	+	+	+	+	+
<i>Metateratocephalus</i>	+	+	+	-	-
<i>Mylonchulus</i>	+	+	+	+	+
<i>Panagrolaimus</i>	-	-	-	+	+
<i>Paratylenchus</i>	-	+	-	-	-
<i>Plectus</i>	-	+	+	+	+
<i>Pratylenchus</i>	+	+	+	+	+

<i>Prismatolaimus</i>	-	+	-	+	-
<i>Pristionchus</i>	-	+	+	-	-
<i>Prodorylaimus</i>	-	+	+	+	+
<i>Rhabditis</i>	+	+	+	+	+
<i>Rhabdolaimus</i>	-	-	-	+	-
<i>Teratocephalus</i>	+	-	-	-	-
<i>Tylenchorhynchus</i>	+	+	+	+	+
<i>Tylencholaimellus</i>	+	-	-	-	-
<i>Tylenchus</i>	+	+	+	+	+
Ukupan broj rodova	22	24	21	23	18
Prosječan broj rodova u 100 g tla	14,67	17	13,67	14,33	12,33



Grafikon 3. Postotak utvrđenih zajednica nematoda po tretmanima

Analizom uzoraka tla utvrđena je brojnost 5 trofičkih grupa nematoda. Na kontroli utvrđeno je 18,27 % bakterivora, 70,40 % fitoparazita, 5,50 % fungivora i 5,20 % omnivora i 0,63 % predatora . Na tretmanu II utvrđeno je 15,73 % bakterivora, 71,20 % fitoparazita, 5,07 % fungivora, 6,37 % omnivora, i predatora 1,63%. Na tretmanu III

utvrđeno je 17,55 % bakterivora, 68.,38 % fitoparazita, 5,83% fungivora, 6,17 % omnivora i 2,07 % predatora. Na tretmanu IV utvrđeno je 11,25% bakterivora, 76,91 % fitoparazita, 4,07 % fungivora, 6,77% omnivora i 1,00 % predatora. Na tretmanu V utvrđeno je 23,57 % bakterivora, 64,50 % fitoparazita, 6,77% fungivora, 4,00% omnivora i 1,17 % predatora (grafikon 3.).

4.4. Statistička analiza podataka

Statističkom analizom agrokemijskih svojstava tla prije i nakon pokusa nije utvrđen je statistički značajan utjecaj provedenih gnojidbenih tretmana na izmjenjivu kiselost tla (pH_{KCl}), te raspoloživost fosfora i kalija (AL-topivi oblici P_2O_5 i K_2O). Nije bilo statistički značajnih utjecaja ni na trenutnu kiselost vodene faze tla, humoznost i hidrolitičku kiselost (tablica 6). Međutim, analiza promjena AL-raspoloživog fosfora nedvojbeno ukazuje da je gnojidba mikrogranuliranim gnojivima imala pozitivan učinak na porast sadržaja fosfora u tlu.

Tablica 6. ANOVA za kemijska svojstva tla nakon pokusa

Tretmani	pH_{H_2O}	pH_{KCl}	Humus %	$CaCO_3$ %	AL- P_2O_5 mg/100g	AL- K_2O mg/100g
kontrola /početno stanje	8,30 ^A	7,41 ^A	2,49 ^A	2,71 ^A	35,25 ^A	36,42 ^A
SuperStart NP 10-35 25 kg/ha	8,32 ^A	7,56 ^A	2,49 ^A	2,91 ^A	35,72 ^A	36,21 ^A
SuperStart NP 10-35 25 kg/ha + HK	8,35 ^A	7,60 ^A	2,51 ^A	2,95 ^A	36,02 ^A	36,05 ^A
NutriBOOST 25 kg/ha	8,38 ^A	7,62 ^A	2,50 ^A	2,88 ^A	36,04 ^A	36,45 ^A
NutriBOOST 25 kg/ha + HK	8,35 ^A	7,62 ^A	2,53 ^A	2,92 ^A	36,21 ^A	35,44 ^A

^{ABC} razlike između vrijednosti u kolonama koje sadrže istu slovnju oznaku nisu statistički značajne

Statistička analiza podataka za brojnost nematoda u tlu pokazala je da je tretman NutriBOOST 25 kg/ha + HK imao statistički značajan utjecaj na bakterivore i fungiovore dok je isti tretman ali bez upotrebe HK imao značajan utjecaj na fitopatazinten nematode kao i na omnivore. Preatori su bili pod utjecajem tretmana SuperStart NP 10-35 25 kg/ha + HK (tablica 7).

Tablica 7. ANOVA za brojnost nematoda u tlu

Tretman	bakterivore	fungivore	fitoparaziti	omnivore	predatori
kontrola /početno stanje	18,27 ^{AB}	5,50 ^{AB}	70,40 ^{AB}	5,20 ^{AB}	0,63 ^B
SuperStart NP 10-35 25 kg/ha	15,73 ^{AB}	5,07 ^{AB}	71,20 ^{AB}	6,37 ^{AB}	1,63 ^{AB}
SuperStart NP 10-35 25 kg/ha + HK	17,55 ^{AB}	5,83 ^{AB}	68,38 ^{AB}	6,17 ^{AB}	2,07 ^A
NutriBOOST 25 kg/ha	11,25 ^B	4,07 ^B	76,91 ^A	6,77 ^A	1,00 ^{AB}
NutriBOOST 25 kg/ha + HK	23,57 ^A	6,77 ^A	76,50 ^B	4,00 ^B	1,17 ^{AB}
LSD	12,33	2,71	12,42	2,78	1,44

^{ABC} razlike između vrijednosti u kolonama koje sadrže istu slovnju oznaku nisu statistički značajne

5. RASPRAVA

5.1. Kemijska svojstva tla

Plodnost tla je među najznačajnijim činiteljima optimalne gnojidbe. Tlo optimalne plodnosti ne mora imati dostatnu rezervu raspoloživih hraniva, ali mora imati fizikalna, kemijska i biološka svojstva koja uz minimalnu agrotehniku osiguravaju optimalnu dinamiku raspoloživosti svih esencijalnih hraniva i vode. Međutim, tla uglavnom imaju jedno ili nekoliko svojstava koji ga svojim intenzitetom čine manje plodnim i zahtijevaju posebne pristupe gnojidbi (Lončarić i sur., 2015.).

Prema Vukadinović i Vukadinović (2016.) kemijske komponente kakvoće tla mogu biti poželjne, ali i nepoželjne, ovisno o vrijednostima unutar širokog ranga pojedinog kemijskog indikatora. Npr., pH vrijednost tla, može biti pozitivno ili negativno svojstvo pa je pH između 6,0 - 7,5 optimalan za većinu usjeva, dok niže ili više vrijednosti (kiselost ili alkalnost tla) mogu predstavljati ozbiljan problem u bilnogojstvu.

Organska tvar u tlu podrijetlom je od ostataka živih organizama koji su više ili manje razloženi i zatim najvećim dijelom iznova grade organske spojeve tla, ali bitno različite u odnosu na živu tvar. Količina organske tvari u tlu i njena kakvoća utječe, ne samo na mogućnost rasta biljaka, već i na čitav proces nastanka tla koji je usko povezan uz njenu prisutnost (Lončarić i Vukadinović, 1993.). Autori Vukadinović i Vukadinović (2016.) navode da organska tvar veoma snažno utječe na čitav niz vrlo značajnih fizikalnih i kemijskih svojstava tla, kao što su struktura, kapacitet za vodu, sadržaj i zadržavanje hranjivih elemenata u pristupačnom obliku za usvajanje i dr.

Fosfor u tlu potječe iz procesa razgradnje matičnih stijena, najviše apatita. Sadržaj mu je u litosferi vrlo promjenjiv (0,002-0,15 %) jer ulazi u sustav velikog broja različito topljivih minerala, ali se nalazi i vezan u organskoj tvari tla. Većina poljoprivrednih tala sadrže između 40 i 80 % anorganski vezanog i 20-60 % organski vezanog fosfora. (Vukadinović i Vukadinović, 2011.)

Prema Lončarić i Vukadinović (1993.) kalij u tlu potječe iz primarnih minerala kao što su feldspati, liskuni i drugi. Njihovim raspadanjem oslobađa se kalij koji se najvećim dijelom odmah veže na adsorpcijski kompleks tla te mu je pokretljivost i opasnost od ispiranja iz tla mala. Prema Vukadinović i Vukadinović (2011.) ukupan sadržaj kalija u tlima prilično je visok te je u prosjeku 0,2-3,0 % što za oranični sloj do 20 cm dubine iznosi između 10 i 50 t ha⁻¹.

Podrijetlom je kalcij tla iz primarnih minerala silicija i sekundarnih minerala kalcija kao što su kalcit, dolomit, gips, različiti kalcijevi fosfati itd. Njihovom razgradnjom oslobađa se kalcij koji je u tlu pretežito sorbiran ili iznova gradi sekundarne minerale. Anorganske rezerve kalcija u tlima su prosječno 0,2-2,0 %, a u karbonatnim tlima često prelaze 10%. Organska rezerva kalcija u tlu je uglavnom bez značaja za ishranu bilja. (Lončarić i Vukadinović, 1993.)

Analiza tla koje je uzorkovano prije gnojidbe pokazuje da tlo prema izmjenjivoj kiselosti pripada klasi karbonatnih tala, a prema trenutnoj kiselosti vodene faze tla pripada klasi jako karbonatnih tala. Tlo je na granici siromašnog i osrednje humoznog tla. Razina opskrbljenosti fosforom pripada klasi tala bogatih fosforom, a razina opskrbljenosti raspoloživim kalijem pripada klasi tala dobro opskrbljenih kalijem. Zbog niskog sadržaja humusa i visoke kiselosti možemo očekivati značajan utjecaj organske i mineralne gnojidbe.

Analizom agrokemijskih svojstva tla prije i poslije vegetacije nije utvrđen statistički značajan utjecaja na trenutnu kiselost vodene faze tla, humoznost i hidrolitičku kiselost. Nije bilo statistički značajnih utjecaja na izmjenjivu kiselost tla (pH_{KCl}), te raspoloživost fosfora i kalija (AL-topivi oblici P₂O₅ i K₂O).

Analiza AL-raspoloživog fosfora ukazuje da je gnojidba mikrogranuliranim gnojivima imala pozitivan učinak na porast sadržaja fosfora u tlu. Najveće povećanje raspoloživosti vidljivo kod formulacija gnojiva s huminskim kiselinama. Mikrogranulirana gnojiva s huminskim kiselinama imala su isti učinak i na pozitivnu promjenu sadržaja humusa u tlu.

5.4. Nematode

Prema Ivezić (2014.) svaki cm^3 obradivoga tla sadrži 5-100 (prosječno 20-30) različitih vrsta nematoda. U tlu se nalaze biljni paraziti, fungivori, bakterivori, sporofagi, predatori i druge trofičke grupe. Gustoća populacije i vrste nematoda u tlu definirana je klimatskim uvjetima, tipom tla i vegetacijom.

Većina vrsta zadržava se u tlu. Naročito su nematodama bogata tla koja sadrže mnogo humusa. Najveći dio koncentriran je u sloju do 30 cm. Kreću se na vrlo male udaljenosti kroz vodenu fazu tla, pa vlaga povoljno utječe na brojnost nematoda. Poplave i jake suše smanjuju njihovu brojnost, no u stadiju anabioze mogu preživjeti i duga razdoblja takvih uvjeta. (Macelj i Igrc 1991.) Prema Brmež i sur. (2004.) najveći broj nematoda živi u zoni korjena biljaka, a dinamika populacija nematoda varira s obzirom na razna uznemirenja nematofaune.

Pod utjecajem gnojidbe, poboljšivača tla, obrade tla, toksičnih elemenata i drugih antropogenih utjecaja dolazi i do promjene zajednica nematoda (Bošnjak i sur., 2011.). Prema Ivezić (2014.) visina populacije nematoda ovisi o izvoru hrane, odnosno utjecaju domaćina, ekoloških čimbenika te interakciji s drugim organizmima u tlu ili biljci. Dinamika populacije mijenja se kroz različita sezonska razdoblja. Renčo i suradnici (2020.) u svom istraživanju utjecaja vrste tla i ekosustava na zajednicu nematoda zaključuju da datum uzimanja uzoraka ima značajan utjecaj na brojnost nematoda u tlu.

Analizom uzoraka tla je utvrđeno prisustvo rodova nematoda, na kontroli je utvrđeno prisustvo 22 roda, tretmanu II 24, tretmanu III 21, tretmanu IV 23 te na tretmanu V 18 rodova nematoda.

Bakterivora je na kontroli utvrđeno 18,27%, tretmanu II 15,73%, tretmanu III 17,55%, tretmanu IV 11,25% te na tretmanu V 23,57%. Najveći utjecaj je vidljiv na tretmanu V (NutriBOOST 25 kg/ha + HK), što ukazuje na povećanu bakterijsku aktivnost i pozitivan utjecaj testiranog gnojiva na populaciju bakterivora. Bakterivore su poželjni stanovnici tla jer spadaju u grupu korisnih nematoda, povećanje njihove brojnosti je pozitivan rezultat. Wei i sur. (2012.) utvrđuju da porast količine dušika u tlu dovodi do povećanja broja bakterivora u tlu.

Na kontroli je utvrđeno 5,20% fungivora, na tretmanu II 5,07%, na tretmanu III 5,83%, na tretmanu IV 4,07% i na tretmanu V 6,77%. Najveći utjecaj je vidljiv na tretmanu V (NutriBOOST 25 kg/ha + HK). Fungivore također spadaju u grupu korisnih nematoda. Prema Ruess i sur. (1993) pri povećanju kiselosti tla dolazi do povećanja broja fungivora. Povećanje njihove brojnosti ukazuje na povećanu kiselost tla koja može, između ostalog, biti uzrokovana mineralnim gnojivima (Sohlenius i Wasilewska, 1984.).

Analizom uzoraka tla na kontroli je pronađeno 70,40% fitoparazita, na tretmanu II 71,20%, na tretmanu III 68,38%, na tretmanu IV 76,91% i na tretmanu V 64,50%. Fitoparaziti kao skupina nematoda koje parazitiraju na biljkama nisu poželjni u tlu. Tretman IV (NutriBOOST 25 kg/ha) najbolje je utjecao na broj fitoparazita u tlu. Griffiths i sur. (1994.) ukazuju na to da su u tlima pod konvencionalnim uzgojem dominantna skupina nematoda fitoparaziti. Do povećanja brojnosti fitoparazitnih nematode dolazi zbog prekomjerne primjene dušičnih gnojiva, agrarnih mjera te zagađenjem kiselim kišama i isušivanjem močvarnih tresetnih tala (Wasilewska, 1974.)

Brojnost predatora i omnivora je na svim tretmanima mala. Na kontroli je utvrđeno 5,20% omnivora, na tretmanu II 6,37%, na tretmanu III 6,17%, na tretmanu IV 6,77% i na tretmanu V 4,00%. Predatora je utvrđeno na kontroli 0,63%, na tretmanu II 2,63%, na tretmanu III 2,07%, na tretmanu IV 1,00% i na tretmanu V 1,17%. Predatori i omnivore su prisutni u jako malim udjelima (jedna ili dvije individue), tako da je teško pomoću njih projicirati stvarno stanje brojnosti rodova u tlu. Kada se radi o rijetkim nematodama trebalo bi izdvojiti puno više tla i napraviti više ponavljanja. Predatori i omnivore su poželjni stanovnici tla. Sohlenius i Wasilewska (1984.) dolaze do zaključka da kombiniranjem gnojidbe i navodnjavanja brojnost omnivora i fungivora se smanjuje, a brojnost bakterivora raste. Pojavom veće brojnosti omnivora, fungivora i predatora u odnosu na bakterivore i fitoparazitne nematode dolazi do veće bioraznolikosti zajednice (Wasilewska, 1979.).

Siber (2015.) analizira zajednice nematoda na sedam različitih kultura u ekološkom sustavu proizvodnje. Utvrđeno je prisutstvo pet različitih trofičkih grupa nematoda. U uzorcima je uočena najveća brojnost bakterivora, a najmanja brojnost predatora. Benković-Lačić i sur. (2013.) su proveli istraživanje o utjecaju organskih i anorganskih gnojiva na zajednice nematoda u kukuruzu. Najveće promjene u zajednici nematoda utvrđene su u tretmanu s mineralnim gnojivom. Kako bi utvrdila utjecaj organske i mineralne gnojidbe

na zajednicu nematoda Jozić (2011.) provodi istraživanje na voćnjaku i zaključuje da je ukupan broj nematoda veći kod organske gnojidbe u odnosu na mineralnu gnojidbu.

Brmež i sur. (2018.) su proveli istraživanje o utjecaju preparata na bazi pilećeg stajnjaka na biološku raznolikost nematoda i količinu hranjiva u tlu. Istraživanje je pokazalo da upotreba preparata na bazi pilećeg stajnjaka znatno utječe na povećanje biološke raznolikosti nematoda u tlu i povećanje sadržaja hranjiva u tlu. Ergović (2019.) u istraživanju utjecaja upotrebe biološkog preparata na brojnost nematoda u tlu zaključuje da preparat pozitivno utječe na porast zajednice nematoda u tlu.

Iz svega navedenog možemo zaključiti da je tretman V (NutriBOOST 25 kg/ha + HK) imao najlošije rezultate na brojnost rodova nematoda u tlu, ali je najbolje djelovao na broj korisnih nematoda i strukturu rodova. Najbolji utjecaj na bioraznolikost nematoda u tlu je imao tretman II (SuperStart NP 10-35 25 kg/ha) sa utvrđenih 24 roda nematoda.

6. ZAKLJUČAK

Primjena organo-mineralnog gnojiva nije imala statistički značajan utjecaj na kemijska svojstva tla. Zabilježen je pozitivan učinak na porast sadržaja fosfora u tlu i porast sadržaja humusa u tlu.

Upotreba organo-mineralnog gnojiva je imala značajan utjecaj na bioraznolikost rodova nematoda u tlu. Bioraznolikost je bila najmanja u tretmanu V (NutriBOOST 25 kg/ha + HK), no tretman je pozitivno utjecao na brojnost populacije bakterivora što ukazuje na povećanje bakterijske aktivnosti. Također brojnost fitoparazitnih nematoda u tretmanu V je najmanja, što je poželjno u poljoprivrednoj proizvodnji. Omnivore i predatori su prisutni u malim udjelima (jedna ili dvije individue), kada se radi o tako rijetkim nematodama potrebno je izdvojiti više tla kako bi dobili preciznije i korisnije podatke.

Tretman II (SuperStart NP 10-35 25 kg/ha) je imao najbolji utjecaj na bioraznolikost rodova nematoda u tlu sa 24 roda nemaoda.

Potrebno je provesti daljnja istraživanja sa većim brojem ponavljanja i više izdvojenog tla kako bi se dobili precizniji rezultati o bioraznolikosti nematoda, pogotovo za omnivore i predatore.

7. POPIS LITERATURE

1. Brmež, M. (2004.): Zajednice nematoda kao bioindikatori promjena u agroekosustavu. Doktorska disertacija, Poljoprivredni fakultet u Osijeku
2. Brmež, M; Puškarić, J; Siber, T; Raspudić, E; Grubišić, D; Popović, B. (2018), Influence of liquid chichen manure preparation on soil health and agrochemical soil properties. *Poljoprivreda, Osijek*, 24(1): 3-9
3. Benković-Lačić, T; Brmež, M; Ivezić, M; Raspudić, E; Pribetić, D; Lončarić, Z. i Grubišić, D. (2013): Influence of organic and inorganic fertilizers on nematode communities in cornfield. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*. 19:235-240
4. Bošnjak, A., Benković-Lačić, T., Brmež, M., Ivezić, M., Raspudić, E., Majić, I., Sarajlić, A. (2011.): Nematode kao bioindikatori zdravlja tla. *Proceeding & abstracts of the 4th international scientific/professional conference Agriculture in nature and environment protection*. Stipešević, B., Sorić, R. (ur.) – Vukovar. Osječki list d.o.o., Osijek. 221 – 225
5. Daily G.C., Matson P.A. (2008): Ecosystem services: from theory to implementation, *Proceedings of the National Academy of the United States of America*, 105 (28) 9455-9456
6. Folnović, T. Gubitak bioraznolikosti, (2015), <https://www.agrivi.com/hr/blog-hr/gubitak-bioraznolikosti/> 30.9.2022.
7. Ergović, L. (2019). Utjecaj biološkog preparata na adaptaciju presadnica salate (Diplomski rad).
8. Europski parlament (2020)
<https://www.europarl.europa.eu/news/hr/headlines/society/20200109STO69929/gubitak-bioraznolikosti-zasto-se-trebamo-brinuti-i-koji-su-uzroci> 30.9.2022.
9. Gaston, K.J. and Spicer, J.I. (2004) *Biodiversity: An Introduction*. Wiley-Blackwell, Hoboken.
10. Griffiths, B.S., Ritz, K., Wheatley, R.E. (1994.): Nematodes as indicators of enhanced microbiological activity in a Scottish organic farming system. *Soil Use and Management*, 10: 20-24.
11. Hrvatski sabor (2013)
https://narodnenovine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2013_06_80_1658.html 30.9.2022.

12. Ivezić, M. (2014): Fitonematologija. Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku. Poljoprivredni fakultet u Osijeku.
13. Jozić, R. (2011.): Nematode kao bioindikator organske i mineralne gnojidbe u voćnjaku na području Slavonskog Broda. Završni rad.
14. Kovačević, V; Rastija, M. (2014): Žitarice. Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku. Poljoprivredni fakultet u Osijeku.
15. Kutle, A. (1999). Pregled stanja biološke i krajobrazne raznolikosti Hrvatske sa strategijom i akcijskim planovima zaštite. Državna uprava za zaštitu prirode i okoliša
16. Lončarić, Z. i Karalić, K. (2015.): Mineralna gnojiva i gnojidba ratarskih kultura. Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku. Poljoprivredni fakultet u Osijeku.
17. List, A. (2000). Bioraznolikost i prostorno planiranje. Podravski zbornik. Županijski zavod za prostorno uređenje Koprivnica 33- 38
18. Lončarić, Z; Kristek, S; Popović, B; Ivezić, V; Rašić, S; Jović, J. (2019.) Plodnost tala i gospodarenje organskim gnojivima. Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku. Poljoprivredni fakultet u Osijeku.
19. Maceljki , M i Igrc, J. (1991.) Entomologija, štetne i korisne životinje u ratarskim usjevima. Udžbenici Sveučilišta u Zagrebu. Zagreb.
20. Murmu K, Swain DK, Ghosh BC. (2013.): Comparative assessment of conventional and organic nutrient management on crop growth and yield and soil fertility in tomato-sweet corn production system. Australian Journal of Crop Science 7 (11): 1617-1626
21. McSorley, R. (1997.): Soil Inhabiting Nematodes, Phylum Nematoda. University of Florida. Institute of Food and Agriculture Sciences.
22. Olsen, O.W. (1974.): Animal parasites: their life cycles and ecology. General Publishing 30 Company. Canada.
23. Oštrec Lj. (1998.): Zoologija: Štetne i korisne životinje u poljoprivredi. Zrinski. Čakovec.
24. Renčo, M., Gomoryova, E., Čerevkova, A.(2020.): Ecosystem type affects interpretation of soil nematode community measures, Helminthologia, 57(2):129-144.
25. Ruess, L., Funke, W. & Breunig, A. (1993.): Influence of experimental Acidification on Nematodes, Bacteria and Fungi: Soil Microcosms and Field

- Experiments. Zoologische Jahrbücher. Abteilung für Systematik, Ökologie und Geographie der Tiere. 120: 189-199.
26. Sohlenius, B., Wasilewska, L. (1984.): Influence of irrigation and fertilization on the nematode community in a Swedish pine forest soil. *Journal of Applied Ecology*. 21: 327-342.
 27. Siber, T. (2017.): Struktura zajednice nematoda u raznim kulturama na eko imanju Vilin šapat u Požeškom Markovcu 2015. godine, diplomski rad, Poljoprivredni fakultet u Osijeku, 23-24.
 28. Slavica, A. i Trontel, A. (2010). Biološka raznolikost i održivi razvoj. *Hrvatski časopis za prehrambenu tehnologiju, biotehnologiju i nutricionizam*. 5(1-2), 24-30
 29. United Nations (1992) Convention on biological diversity
 30. Vukadinović V., Vukadinović V.(2011.): Ishrana bilja, Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku. Poljoprivredni fakultet u Osijeku.
 31. Wasilewska, L.(1974.): Rola wskaźnikowa wszytkozernej grupy nicieni Glebowych. *Wiadomości Ekologiczne*. 20: 385–390.
 32. Wasilewska, L. (1979): The structure and function of soil nematode communities in natural ecosystems and agrocenoses. *Polish Ecological Studies*, 5:97-145
 33. Wei, C., Zheng, H., Li, Q., Lu, X., Yu, Q., Zhang, H., Chen, Q., He, N., Kardol, P., Liang, W., Han, X. (2012.): Nitrogen Addition Regulates Soil Nematode Community Composition through Ammonium Suppression.
 34. Yeates, G. W., Bongers, T., De Goede, R. G. M., Freckman, D. W. & Georgieva S. S. (1993): Feeding Habits in Soil Nematode Families and Genera - An Outline for Soil Ecologists. *Journal of Nematol.* 25: 315-331.
 35. Znaor, D. (1996.): Ekološka poljoprivreda – poljoprivreda sutrašnjice, Nakladni zavod Globus, Zagreb.

8. SAŽETAK

Organo-mineralna gnojiva sadrže hranjive tvari koje su organskog i anorganskog podrijetla. Nematode su višestanični organizmi koji nastanjuju gotovo sva staništa na Zemlji, zbog toga se pokazuju kao dobro bioindikator. Bioraznolikost ima važnu ulogu u funkcioniranju cijelog ekosustava, ovo i slična istraživanja pomažu nam u boljem razumijevanju osjetljivosti bioraznolikosti u tlu. Cilj istraživanja bio je analizirati utjecaj organo-mineralnog gnojiva na promjene kemijskih svojstava u tlu te na bioraznolikost nematoda u tlu. U provedenom istraživanju nije zabilježen statistički značajan utjecaj organo-mineralnog gnojiva na kemijska svojstva tla. Došlo je do pozitivne promjene sadržaja fosfora i humusa, najviše u tretmanu V (NutriBOOST 25 kg/ha + HK). Prilikom analize uzoraka tla za prisutnost rodova nematoda na kontroli je utvrđeno prisustvo 22 roda, na tretmanu II 24, tretmanu III 21, tretmanu IV 23 te na tretmanu V 18 rodova nematoda. Prema ovim rezultatima tretman V (NutriBOOST 25 kg/ha + HK) je imao najlošiji utjecaj na brojnost rodova nematoda, međutim, gledajući strukturu tih rodova možemo zaključiti da je došlo do povećanja broja bakterivora i smanjenja broja fitoparazitskih nematoda. Bakterivore su poželjne u tlu, povećanje njihove brojnosti ukazuje na povećanje bakterijske aktivnosti. Fitoparaziti kao štetnici u poljoprivrednoj proizvodnji nisu poželjni u tlu. Tretman II (SuperStart NP 10-35 25 kg/ha) je imao najbolji utjecaj na bioraznolikost rodova nematoda u tlu sa 24 roda nematoda. Temeljem navedenih rezultata možemo zaključiti da je tretman V (NutriBOOST 25 kg/ha + HK) imao najlošiji utjecaj na bioraznolikost rodova nematoda, a Tretman II (SuperStart NP 10-35 25 kg/ha) najbolji utjecaj na bioraznolikost rodova nematoda u tlu sa 24 rodova nematoda. Potrebno je provesti daljnja istraživanja o utjecaju organo - mineralnih gnojiva na bioraznolikost nematoda u tlu.

9. SUMMARY

Organic-mineral fertilizers contain nutrients of organic and inorganic origin. Nematodes are multicellular organisms that inhabit almost all habitats on Earth, which is why they prove to be good bioindicators. Biodiversity plays an important role in the functioning of the entire ecosystem, this and similar research helps us better understand the sensitivity of soil biodiversity in the soil. The aim of the research was to analyze the influence of organic-mineral fertilizer on the chemical soil properties as well as on the biodiversity of nematodes in the soil. In the conducted research, there was no statistically significant influence of organic-mineral fertilizer on the chemical properties of the soil. There was a positive change in the content of phosphorus and humus, the most in treatment V (NutriBOOST 25 kg/ha + HK). During the analysis of soil samples for the presence of nematode genus, the presence of 22 genus was determined in the control, 24 genus in treatment II, 21 in treatment III, 23 in treatment IV, and 18 genus of nematodes in treatment V. According to these results, treatment V (NutriBOOST 25 kg/ha + HK) had the worst impact on the number of nematode genus, however, looking at the structure of these genus, we can conclude that there was an increase in the number of bacterivores and a decrease in the number of phytoparasitic nematodes. Bacterivores are desirable in the soil, an increase in their number indicates an increase in bacterial activity. Phytoparasites as pests in agricultural production are not desirable in the soil. Treatment II (SuperStart NP 10-35 25 kg/ha) had the best impact on the biodiversity of nematode genus in the soil with 24 nematode genus. Based on the above results, we can conclude that treatment V (NutriBOOST 25 kg/ha + HK) had the worst impact on the biodiversity of nematode genus, and Treatment II (SuperStart NP 10-35 25 kg/ha) had the best impact on the biodiversity of nematode genus in the soil with 24 genus nematodes. It is necessary to carry out further research on the influence of organic-mineral fertilizers on the biodiversity of nematodes in the soil.

10. POPIS SLIKA

Broj slike	Naziv slike	Stranica
1.	Nematode roda <i>Mylonchulus</i>	6
2.	Uzorci klipova kukuruza za pokus	10
3.	Shema pokusa	11
4.	Oznaka testiranog gnojiva	13
5.	Srednja dnevna temperatura zraka u odnosu na normalu za lipanj 2021. godine	14
6.	Srednja dnevna temperatura zraka u odnosu na normalu za srpanj 2021. godine	14
7.	Lijevci za izdvajanje nematoda Baermannovom metodom	16
8.	Uzorak tla na filter papiru unutra lijevka	16
9.	Zajednica nematoda	17

11. POPIS TABLICA

Broj tablice	Naziv tablice	Stranica
1.	Količine dodanih mineralnih gnojiva (kg ha^{-1}) te primarnih hraniva po tretmanima	12
2.	Prosječne količine oborina zabilježene na postaji Klisa	13
3.	Kemijska svojstva tla	16
4.	Kemijska svojstva tla nakon pokusa	16
5.	Prisutnost rodova nematoda u tlu	19
6.	ANOVA za kemijska svojstva tla nakon pokusa	21
7.	ANOVA za brojnost nematoda u tlu	22

12. POPIS GRAFIKONA

Broj grafikona	Naziv grafikona	Stranica
1.	Prikaz utjecaja tretmana na promjene fosfora u tlu	18
2.	Prikaz utjecaja tretmana na promjene humusa u tlu	18
3.	Postotak utvrđenih zajednica nematoda po tretmanima	20

TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

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

Diplomski rad

Utjecaj organo-mineralnih gnojiva na bioraznolikost nematoda u tlu

Darijo Miličević

Sažetak: Nematode su višestanični organizmi koji nastanjuju gotovo sva staništa na Zemlji, zbog toga se pokazuju kao dobro bioindikatori. Cilj istraživanja bio je analizirati utjecaj organo - mineralnog gnojiva na bioraznolikost nematoda u tlu. U provedenom istraživanju nije zabilježen statistički značajan utjecaj organo - mineralnog gnojiva na kemijska svojstva tla. Prilikom analize uzoraka tla na prisutnost rodova nematoda utvrđeno je da tretman V ima najlošiji utjecaj na brojnost rodova nematoda, međutim, gledajući strukturu tih rodova možemo zaključiti da je došlo do povećanja broja bakterivora i smanjenja broja fitoparazitskih nematoda. Tretman II (SuperStart NP 10-35 25 kg/ha) imao je najbolji utjecaj na bioraznolikost rodova nematoda u tlu sa 24 roda nematoda. Temeljem navedenih rezultata možemo zaključiti da je tretman V imao najlošiji utjecaj na bioraznolikost rodova nematoda, a Tretman II je imao najbolji utjecaj na bioraznolikost rodova nematoda u tlu sa 24 roda nematoda.

Rad je rađen pri: Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek

Mentor: prof. dr. sc. Brigita Popović

Broj stranica: 39

Broj grafikona i slika: 12

Broj tablica: 7

Broj literaturnih navoda: 35

Broj priloga: -

Jezik izvornika: hrvatski

Ključne riječi: gnojiva, bioraznolikost, nematode, kemijska svojstva tla

Datum obrane: 07.03.2023.

Stručno povjerenstvo za obranu:

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

Rad je pohranjen: Knjižnica Fakulteta agrobiotehničkih znanosti Osijek, Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Vladimira Preloga 1, Osijek.

BASIC DOCUMENTATION CARD

Josip Juraj Strossmayer University of Osijek
Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek
University Graduate Studies

Graduate thesis

The influence of organo-mineral fertilizers on the biodiversity of nematodes in the soil

Darijo Miličević

Abstract: Nematodes are multicellular organisms that inhabit almost all habitats on Earth, which is why they prove to be good bioindicators. The aim of the research was to analyze the influence of organic-mineral fertilizer on the biodiversity of nematodes in the soil. In the conducted research, there was no statistically significant influence of organic-mineral fertilizer on the chemical properties of the soil. During the analysis of soil samples for the presence of nematode genus, it was determined that treatment V had the worst effect on the number of nematode genus, however, looking at the structure of these genus, we can conclude that there was an increase in the number of bacterivores and a decrease in the number of phytoparasitic nematodes. Treatment II (SuperStart NP 10-35 25 kg/ha) had the best impact on the biodiversity of nematode genus in the soil with 24 nematode genus. Based on the above results, we can conclude that treatment V had the worst impact on the biodiversity of nematode genus, and Treatment II had the best impact on the biodiversity of nematode genus in the soil with 24 genus of nematodes.

Thesis performed at: Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek

Mentor: PhD, Brigita Popović, full professor

Number of pages: 39

Number of figures: 12

Number of tables: 7

Number of references: 35

Number of appendices: -

Original in: Croatian

Key words: fertilizers, biodiversity, nematodes, chemical soil properties

Thesis defended on date: 07.03.2023.

Reviewers:

1. PhD, Mirjana Brmež, full professor, president
2. PhD, Brigita Popović, full professor, mentor
3. PhD, Karolina Vrandečić, full professor, member

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