

# Bioraznolikost rodova nematoda u zatravljenom i nezatravljenom vinogradu na području Mandićevca

---

Krajina, Ana

Master's thesis / Diplomski rad

2022

*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:151:822761>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-09-20**



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

Ana Krajina

Diplomski studij Voćarstvo, vinogradarstvo i vinarstvo

Smjer Vinogradarstvo i vinarstvo

**BIORAZNOLIKOST NEMATODA U ZATRAVLJENOM I NEZATRAVLJENOM  
VINOGRADU NA PODRUČJU MANDIĆEVCA**

**Diplomski rad**

**Osijek, 2022.**

SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA  
FAKULTET AGROBIOTEHNIČKIH ZNANOSTI OSIJEK

Ana Krajina

Diplomski studij Voćarstvo, vinogradarstvo i vinarstvo

Smjer Vinogradarstvo i vinarstvo

**BIORAZNOLIKOST NEMATODA U ZATRAVLJENOM I NEZATRAVLJENOM  
VINOGRADU NA PODRUČJU MANDIĆEVCA**

**Diplomski rad**

Povjerenstvo za obranu i ocjenu diplomskog rada:

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

**Osijek, 2022.**

# SADRŽAJ

<b>1. UVOD .....</b>	<b>1</b>
1.1. Cilj istraživanja .....	3
<b>2. PREGLED LITERATURE .....</b>	<b>4</b>
2.1. Morfologija nematoda .....	4
2.1.1. Vanjski dio tijela nematoda .....	4
2.2. Anatomija nematoda .....	7
2.2.1. Probavni sustav .....	7
2.2.2. Sustav za reprodukciju .....	7
2.2.3. Živčani sustav .....	7
2.2.4. Osjetilni organi .....	7
2.2.5. Sustav za krvotok i disanje .....	8
2.3. Trofičke grupe nematoda .....	8
2.3.1. C-P grupe nematoda .....	10
2.4. Nematode u agroekoustavima .....	11
2.4.1. Ekologija nematoda .....	11
<b>3. MATERIJALI I METODE .....</b>	<b>13</b>
3.1. Izdvajanje nematoda iz tla .....	14
3.2. Determinacija nematoda .....	16
3.3. Analiza rezultata .....	17
3.4. Indeksi hranidnog lanca .....	18
<b>4. REZULTATI .....</b>	<b>19</b>
4.1. Ukupan broj rodova nematoda .....	19
4.2. Analiza trofičkih skupina .....	21
4.3. Analiza indeksa uznemirenja .....	22
4.4. Analiza indeksa hranidbenog lanca .....	22
<b>5. RASPRAVA .....</b>	<b>24</b>
<b>6. ZAKLJUČAK .....</b>	<b>26</b>
<b>7. POPIS LITERATURE .....</b>	<b>27</b>
<b>8. SAŽETAK .....</b>	<b>29</b>
<b>9. SUMMARY .....</b>	<b>30</b>
<b>10. POPIS SLIKA .....</b>	<b>31</b>
<b>11. POPIS TABLICA .....</b>	<b>32</b>
<b>12. POPIS GRAFIKONA .....</b>	<b>33</b>
<b>TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA</b>	
<b>BASIC DOCUMENTATION CARD</b>	

## 1. UVOD

Nematode su sitne crvolike životinje (Slika 1.) koje prema taksonomskoj podijeli pripadaju koljenu Nematoda, a prema svojoj raznolikosti i rasprostranjenosti se nalaze na brojnim staništima. Naziv *Nematodes* su dobile prema svom obliku tijela iz grčkih riječi *nema*, *nematos* – nit ili konac, i *edios* – slično. Zbog svoje prilagodljivosti nalaze se i preživljavaju na različitim staništima. Najčešće su rasprostranjene u tlu, ali nalaze se u slanim i slatkim vodama te sve od tropskih do polarnih područja. Smatra se da je na svijetu svaka četvrta životinja nematoda. Na 1m<sup>2</sup> može se nalaziti milijun nematoda (Bongers i Ferriss, 1999.).

Nematode imaju važnu ulogu u tlu. Sudjeljuju u kruženju tvari te hranidbenom lancu, povećavaju sadržaj organske tvari u tlu, razlažu organske tvari na minerale i na manje složene organske tvari te, na taj način, opskrbljuju biljke tvarima koji su bitni za rast i razvoj. (Chen i sur., 2009.; Ferris i sur., 2004.).

Nematode su u tlu pokazatelji „zdravlja tla“ jer brzo reagiraju na promjene stanja tla. Struktura zajednice nematoda reflektira stanje agroekosustava i poljoprivrednog tla. Nematode možemo razlikovati po različitim kriterijama: c-p grupe, trofičke grupe, dužini životnog vijeka, spolu i dr. (Brmež, 2004.).

Voda je ključan faktor za kretanje i preživljavanje nematoda u okolini. Nematode su obložene filmom vode koja im omogućava kretanje u prostoru u kojem se nalaze (Bongores i Ferriss, 1999.).



Slika 1. Izgled nematode pod mikroskopom

Izvor: <https://www.daera-ni.gov.uk/articles/root-knot-nematode-m-minor>

Također, ovisno o vrsti nematoda, one mogu biti korisne i štetne. Na poljoprivrednoj površini mogu prenositi virusna oboljena (npr. *Xiphinema index*). Jedne od korisnih vrsta su *Steinernema spp.* (Slika 2.) i *Heterohapditis spp.* (Slika 3.) jer se koriste kao biološka sredstva u zaštiti bilja od štetnih kukaca (Goldamer, 2018.).



Slika 2. *Steinernema spp*

Izvor: <https://www.pbase.com/image/104681828>



Slika 3. *Heterohapditis spp*

Izvor: <https://www.evergreengrowers.com/heterorhabditis-bacteriophora-group-hetero.html>

U većim vinogradarskim regijama nematode koje prenose viruse mogu predstavljati problem. Nematode svojim stiletom probijaju korijen te ovisno o vrsti parazitiraju u biljci domaćinu (endoparazitske nematode). Dolazi do deformacije korijena i oštećenja biljnog tkiva. Nematode kao i drugi štetnici iskorištavaju vinovu lozu ako je loza pod stresom. Biljno-parazitske nematode mogu prijeneti virusna oboljena i bolesti na vinovu lozu (Goldamer, 2018.).

Vinova loza je vrlo kompleksna kultura kojoj je prilikom podizanja vinograda potrebno pažljivo pripremiti teren kako bi plodnost i prinos grožđa bili što veći.

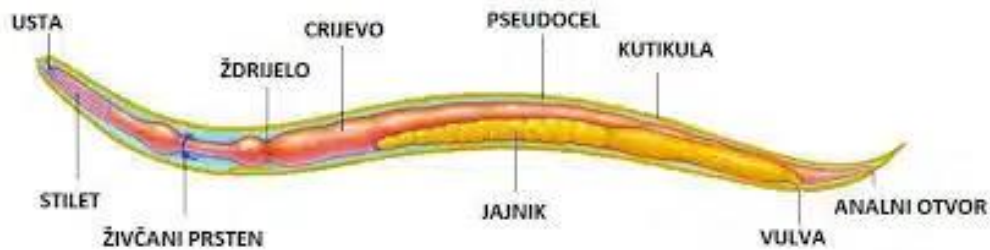
### **1.1. Cilj istraživanja**

Cilj ovoga rada je istražiti bioraznolikost nematoda u zatravljenom i nezatravljenom vinogradu na području Mandićevca.

## 2. PREGLED LITERATURE

### 2.1. Morfologija nematoda

Nematode su bilateralno simetrično građene (Slika 4.). Tijelo im je „cijev u cijevi“ i imaju više od dva sloja stanica, organa i tkiva. Oblikom tijela mogu biti crvolike, cilindrične, končaste, kruškolike i okruglaste. Ženke su izgledom najčešće cistolikoga oblika. Boja tijela im je blijedožute do mliječne boje veličine 0.5 do 2 mm, ali parazit „*Placentonema gigantissima*“ može biti i do veličine 8,4 m. Nematode koje parazitiraju na biljkama, puno su manje od onih koje se nalaze u oceanima, morima i rijekama (Ivezić, 2014.).



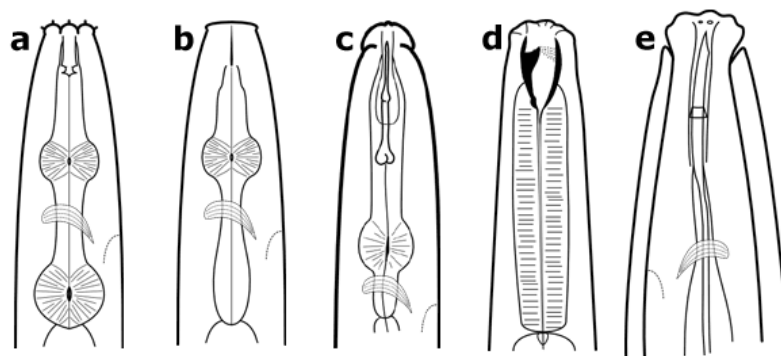
Slika 4. Građa tijela nematoda

Izvor: <https://biology.stackexchange.com/questions/44251/do-nematodes-have-organ-level-organisation>

#### 2.1.1. Vanjski dio tijela nematoda

Vanjski dio tijela nematoda sastoji se od prednjeg dijela kojeg čini glava, srednjeg dijela te stražnjeg dijela kojeg čini rep. Na prednjem dijelu glave nalaze se usne (Slika 5.) koje su okružene sa šest usnica (Ivezić, 2014.).





Slika 5. Tipovi usnih ustroja kod nematoda

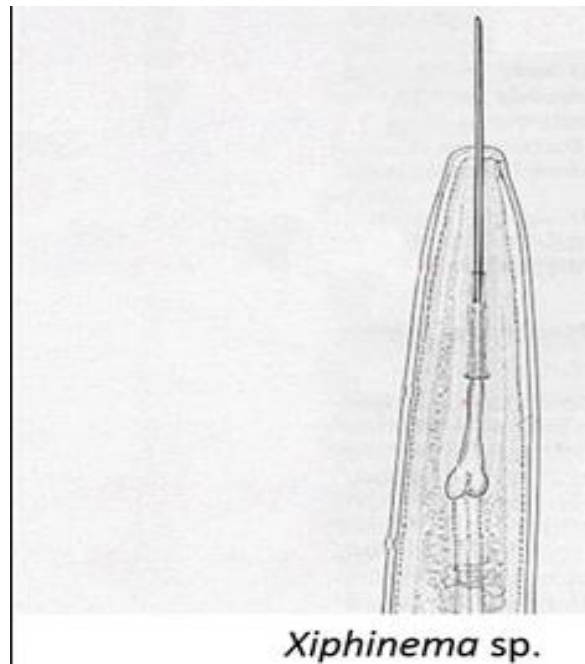
Izvor: <https://slideplayer.com/slide/4315984/>

Stilet, bodlja ili koplje kod nematoda građen je od mišića nazvanih protaktor i rektor. Protaktor pokreće stilet izvan otvora, a rektor vraća stilet u usnu šupljinu. U usnom ustroju se razlikuje stomatostilet (Slika 6.) (kod biljno prazatiskih nematoda) i odontostilet (imaju ga omnivore) (Slika 7.) (Ivezić, 2014.).



Slika 6. Pravi ili stomatostilet

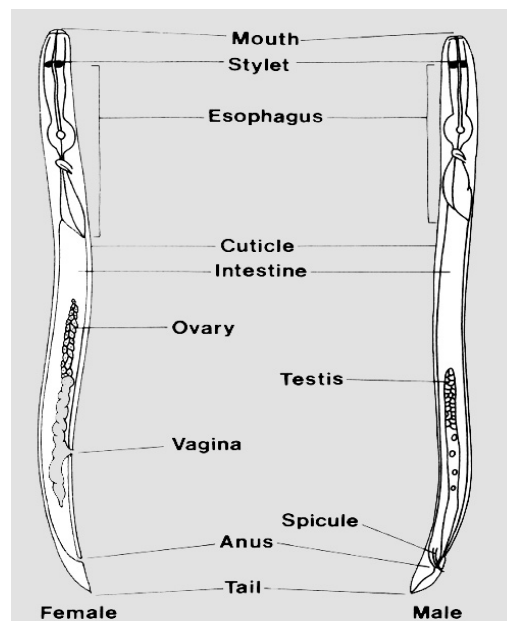
Izvor: [https://soil.geology.buffalo.edu/images/b/ba/Nematode\\_mouthparts.gif](https://soil.geology.buffalo.edu/images/b/ba/Nematode_mouthparts.gif)



Slika 7. Odontostilet

Izvor: <https://encrypted-tbn0.gstatic.com/imageU>

U središnjem dijelu s trbušne strane smješteni su organi za probavu, živci te organi za izlučivanje. Nematode su razdvojenog spola te se s trbušne strane ženke nalazi ženski spolni organ, a kod mužjaka kopulativni organ (Slika 8.) (Oštrec, 1998.).



Slika 8. Razlika između građe ženke i mužjaka nematoda

Izvor: <https://amvbrown.com/ppn-bacterial-symbiosis/>

Stražnji dio tijela proteže se od kloake do repa (Slika 8). Rep ima ulogu u determinaciji vrste. Kutikula je građena od tankog sloja lipida sa čvrstim vlaknima što im daje čvrstoću. Sloj mišića ispod epiderme se sastoji od mišićnih vlakana. Između površinskog dijela tijela i unutarnjih organa nalazi se tjelesna tekućina pod pritiskom (Oštrec, 1998.).

## **2.2. Anatomija nematoda**

Unutarnji dijelovi nematoda sastoje od probavnog sustava, sustava za reprodukciju, živčanog sustava te sustava za krvotok i disanje (Oštrec, 1998.).

### **2.2.1. Probavni sustav**

Probavni sustav nematoda izgleda kao cijev i sastoji se od tri dijela:

- Prednji dio ili *stomodeum* – započinje usnim ustrojem, a nastavlja se jednjakom. Između jednjaka i prednjeg crijeva nalazi se kardijalni prsten koji sprječava vraćanje hrane nazad u jednjak.
- Srednji dio ili *mesenteron* – započinje srednjim crijevom i prolazi duž cijelog tijela nematode.
- Stražnji dio ili *proctodeum* – završava apsorpcijom hranjivih tvari koje dolaze iz jednjaka. Stražnje crijevo je kraće od prednjeg i srednjeg crijeva (Ivezić, 2014.).

### **2.2.2. Sustav za reprodukciju**

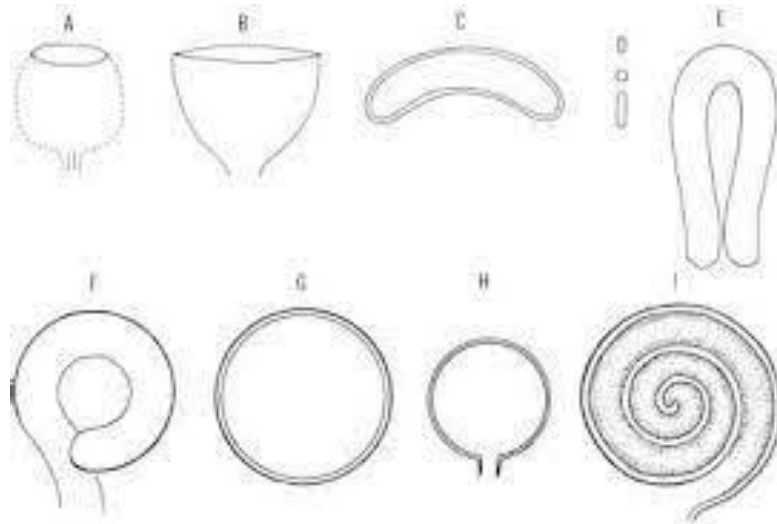
Nematode su razlučenog spola te se razmnožavaju gamogenezom. Razlika između mužjaka i ženke je vidljiva po tome što ženke imaju jajovod (*oviduct*) i maternicu (*uterus*). Mišićna rodnica s prednje strane čini *vulvu*, a nastavlja se od maternice. Mužjaci imaju vanjski reproduktivni organ zvan *spicules* (Ivezić, 2014.).

### **2.2.3. Živčani sustav**

Živčani sustav nematoda sastoji se od živčanog tkiva koje tvori leđne i trbušne živčane stanice koje se protežu od prednjeg do stražnjeg dijela tijela. Živci su povezani uzduž cijelog tijela sa svojim osjetnim organima i mišićima u tijelu (Ivezić, 2014.).

### **2.2.4. Osjetilni organi**

Nematode imaju dva specifična osjetilna organa zvana amfidi (Slika 9.) koji se nalaze na području glave i fazmidi koji se nalaze na području oko repa (Ivezić, 2014.).



Slika 9. Oblik amfida kod nematoda

Izvor:<https://www.apsnet.org/edcenter/disandpath/nematode/intro/Pages/IntroNematodes.aspx>

### 2.2.5. Sustav za krvotok i disanje

Nematode nemaju razvijene organe za optok krvi. Respiracija ili disanje obavlja se kroz kožu. Respiracija ovisi o temperaturi, pritisku i jačini kisika kroz tijelo nematoda (Ivezić, 2014.).

### 2.3. Trofičke grupe nematoda

Trofičke grupe (Tablica 1.) temelje se prema načinu ishrane nematoda. Danas je otkriveno i klasificirano petnaest, a u tlima su najčešće prisutne sljedeće trofičke grupe: biljno-parazitske, bakterivore, fungivore, herbivore, omnivore i predatori. Osim trofičkih grupa, nematode možemo svrstati i po drugim kriterijima, kao i izračunati različite nematološke indekse. Indeksi raznolikosti mogu otkriti neravnoteže u ekološkim uvjetima tla, te su prema tome izvrsni bioindikatori koji mogu biti „ogledalo“ stanja poljoprivrednog tla (Benković-Lačić i sur., 2013.). Nematode koje pripadaju istom rodu ili porodici, pripadaju i istoj trofičkoj skupini (Yeates, 1979.).

Tablica 1. Najvažnije trofičke grupe i njihove karakteristike

<p>Biljno-parazitske nematode</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Način ishrane ektoparaziti, endoparaziti</li> <li>- U usnom ustroju se nalazi stomatostilet</li> <li>- Neki od predstavnika:</li> <li>- <i>Tylenchidae, Paratylenchidae, Partylenchidae, Meloidogyidae.</i></li> </ul>
<p>Bakterivore</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Hrane se bakterijama</li> <li>- Imaju prepoznatljivu i jedinstvenu izraslinu na glavi.</li> <li>- Izvrсни bioindikatori tla</li> <li>- Neki od predstavnika: <i>Cephalobidae, Rhabditidae, Alamidae</i></li> </ul>
<p>Fungivore</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- U usnom ustroju nalazi se stilet kojim probijaju hife i spore, te se na taj način hrane</li> <li>- Veća prisutnost ukazuje na povećanu gljivičnu aktivnost u tlu</li> <li>- Neki od predstavnika: <i>Aphelenchidae, Tylencholaimidae</i></li> </ul>
<p>Omnivore</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Hrane se različitim vrstama organizama u tlu</li> <li>- Neki od predstavnika: <i>Dorylamidae</i></li> </ul>
<p>Predatori</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- U usnom ustroju nalazi se zub kojim se hrane ostalim nematodama u tlu ili sličnim životinjama</li> <li>- Neki od predstavnika: <i>Monochidae, Anantochidae</i></li> </ul>

### **2.3.1. C-P grupe nematoda**

C-p grupe su razvrstane od 1 do 5 te služe za izračunavanje indeksa uznemiravanja i zdravlja ekosustava. Donjem kraju (1 i 2) c-p ljestvice pripadaju kolonizeri. Kolonizeri su skupina nematoda koja se lako prilagođava uznemirenim i obogaćenim tlima. Perzisteri se nalaze na gornjem kraju c-p ljestvice. Njihova prisutnost ukazuje na stabilne ekosustave (Benković – Lačić i sur., 2013.).

C-P 1 grupi pripadaju bakterivore. One imaju kratak životni vijek. U tlu u kojem ima organske tvari dolazi do bržeg razmnožavanja. Neke nematode c-p 1 grupe formiraju stadiji „dauer larve“ stadiji ličinke (Yeates i sur. 1979.). Skupini c-p 2 pripadaju fungivore i bakterivore. Iz skupine c-p 2 sporije reagiraju na obogaćivanje tla, ali pojavljuju se u svim staništima bez obzira na obogaćenje ili nedostatke resursa. Bakterivore, fungivore i neki predatori pripadaju skupini c-p 3. C-p 4 uključuju predatore, omnivore i bakterivore. C-p 5 skupina uključuje omnivore i predatore. Skupina c-p 5 ima male gonode i proizvode mali broj velikih jaja. Predatori imaju duži životni ciklus i osjetljivi su na uznemirenja (Benković-Lačić i Brmež 2013.).

Perzisteri pripadaju c-p grupama od 4 do 5 te su oni pokazatelji stabilnog ekosustava. Imaju manji broj generacija godišnje i dug životni vijek. Žive u stabilnim agroekosustavima i vrlo su osjetljivi na uznemirenja (Feriris i sur. 2004.).

Prema Yeates-u i sur. (2009.) trofičke grupe olakšavaju klasifikaciju prema načinu ishrane i time olakšavaju ekolozima određivanje mjesta koje nematode zauzimaju unutar hranidbenog lanca.

## **2.4. Nematode u agroekoustavima**

Više nematoda u tlu obogaćuje tlo organskom tvari te se na taj način povećava i bioraznolikost tla.

Villenate i sur. (2001.) su analizirali nematode na šest različitih vrsta travnjaka u Europi te su došli do zaključka da što je raznolikost veća, aktivnija je mineralizacija te je, samim time, bolja razgradnja organske tvari.

Zdravljem tla povećava se kvaliteta tla jer tlo poboljšava funkcije produktivnosti biljaka, proticanje hranjiva, filtraciju, razgradnju organske tvari za bolji rast i razvoj biljaka.

Aktivnost mikroorganizama i nematoda u tlu dovodi do povećane pristupačnosti hranjivih elemenata te je vrlo važna za zajednicu korijena, fiksaciju dušika i apsorpciju fosfora u tlu (Brmež i sur., 2019.).

Poznavanje vrsta nematoda je neophodano kako bi se omogućio daljnji napredak u razumijevanju uloga nematoda u procesima tla, a time i održavanju ekosustava (Yeates i sur. 2009.).

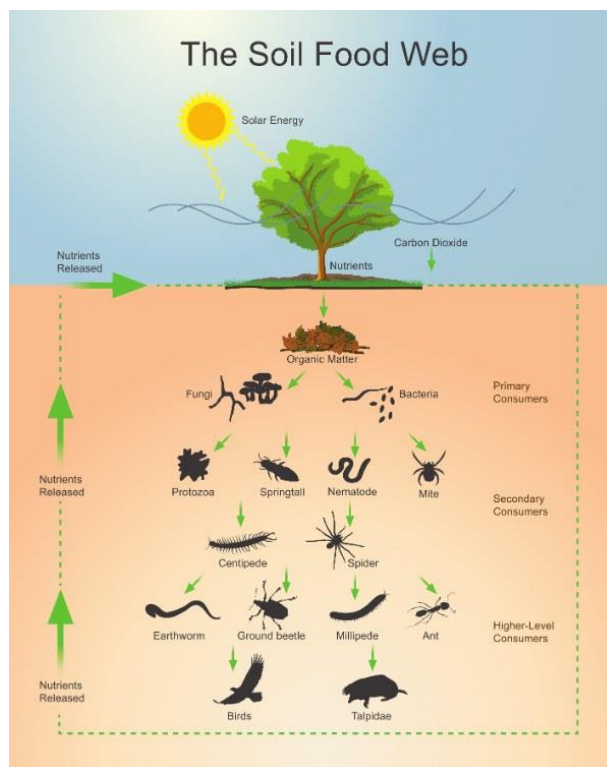
Brmež i sur., (2019.) navode da su ponašanje nematoda i njihovi odgovori na podražaje iz okoline nužni za uspješno pronalaženje izvora hrane, biljke domaćina i spolnog partnera. Neki od odgovora na okolišne čimbenike su termotaksija, fototaksija i geotropizam.

Nematode kao bioindikatori stanja tla, svojom osjetljivošću na promjene stanja koje se događaju u tlu, upozoravaju na prisutnost štetnih tvari. Karakteristike nematoda u zdravlju tla su velika biološka raznolikost, stabilnost zajednice koja pruža otpor i oporavak tla od kemijskih nečistoća, kruženje hranjivih tvari u tlu, zdravlje biljaka i kvaliteta tla. Nematode su osjetljive na uznemiravanje tla koja mogu biti izazvana prekomjernom gnojidbom kako navodi Varga (2011.) u simbiozi su s ostalim raznolikim bićima u tlu i zbog toga su korisni pokazatelji zdravlja tla.

### **2.4.1. Ekologija nematoda**

Nematode su u tlu prisutne tokom cijele godine, čak i na onim mjestima gdje je fauna rijetka. Najzastupljenije su na tlima u kojima se odvija razgradnja organske tvari.

Imaju različite kontakte s različitim organizmima u tlu, a kontakt ovisi nalaze li se u tlu bakterije, virusi i gljive te koja je njihova uloga tlu (Slika 10.).



Slika 10. Nematode u hranidbenom lancu

Izvor: <http://nemaplex.ucdavis.edu/General/Anatomy/sensory.htm>

Razvojni ciklus nematode započinje izlaskom iz jajeta i prilikom izlaska liči na odrasli oblik. Prvi stadiji ličinke ili presvlačenje se obavlja unutar jajeta, drugi stadiji je izlazak ličinke iz jajeta, a nakon toga slijedi treći i četvrti stadiji presvlačenja. Ženke odlažu jaja i ugibaju. Gubitak vlage iz tla izaziva stres kod nematoda. Optimalne temperature za rast i razvoj nematoda kreću se od 5°C do 30°C. Nematode ugibaju na temperaturama do 50°C, a mogu preživjeti na dosta niskim temperaturama i do -40°C (Ivezić, 2014.).

Vlaga u tlu, kako navodi Ivezić (2014.), važna je za kretanje nematoda jer se kreću u filmu vode oko čestice tla, a po svojoj rasprostranjenosti nalaze u slatkim i slanim vodama. Ako je površina tla zasićena vodom u većoj količini, nematode lako ugibaju i smanjuje se njihova brojnost jer nema dotoka kisika.

Aeracija je vrlo značajna za aktivnost nematoda u tlu jer je abiotički čimbenik te nematode nemaju toliki utjecaj na nju ako uvjeti to ne dozvoljavaju. Vrsta *Aphelenchus avenae* može preživjeti samo u aerobnim uvjetima (Gill i Firoza 2014.).

Brmež i sur. (2019.) navodi da su zajednice nematode tijekom 70-ih godina korištene u procjeni kvalitete vode, a 80-tih godina bile su važne u procjeni kvalitete okoliša.



### 3. MATERIJALI I METODE

Uzorci za analizu ovog diplomskog rada su uzeti iz zatravljenog i nezatravljenog vinograda na području Mandićevca (45°22'20.16" sjeverne zemljopisne širine i 18°15'2.16" istočne zemljopisne dužine). Uzorci su uzeti 27. 05. 2021 godine s pokušališta Fakulteta agrobiotehničkih znanosti i vinograda u vlasništvu Đakovačkih vina.



Slika 11. Uzorkovanje sondom na Fakultetu agrobiotehničkih znanosti

Foto: Krajina, A., (2021.)

Uzorkovanje je obavljeno sondom (Slika 11. i 12. ) na dubini 0–30 centimetara. Jedan uzorak uzet je iz zatravljenog vinograda, a jedan iz nezatravljenog. Uzorci tla su pohranjeni u pvc vrećicu s oznakama. Svaki uzorak težio je 1,5 do 2 kilograma i bio čuvan na temperaturi 4°C sve do izdvajanja nematoda iz tla.



Slika 12. Mjesto uzorkovanja na Fakultetu agrobiotehničkih znanosti

Foto: Krajina, A., (2021.)

### **3.1. Izdvajanje nematoda iz tla**

Izdvajanje ili ekstrakcija nematoda obavljena je na Fakultetu Agrobiotehničkih znanosti u Osijeku u Centralnom Laboratoriju za fitomedicinu, Laboratoriju za nematologiju. Iz svakog uzorka izdvojeno je 100 grama tla. Izdvajanje je provedeno Baermanovom metodom lijevka (Slika 13.).



Slika 13. Baermanova metoda lijevka

Foto: Krajina, A., (2021.)

Za pribor metode lijevka potreban je sljedeći pribor:

- Lijevak (Slika 13.) – filtrirana voda prolazi kroz užu dio lijevka
- Stalak za lijevak – kako bi lijevak bio stabilan
- Gumene cijevi
- Stezaljke za gumenu cijev
- Sita – prosijavanje zemlje (Slika 14.)
- Filter papir ili papirnate maramice – ostaci koji ostaju na papiru
- Čaše za sakupljanje izdvojenih nematoda

Lijevak za izdvajanje (Slika 13.) se učvrsti na stalku, a preko sita se postavi filter papir. Nakon što se tlo prosije, izvaže se 100 grama tla i stavlja na sito. Lijevak je potrebno napuniti do vrha vodom. Pokus se ostavlja u laboratoriju na sobnoj temperaturi 24 sata te nakon toga

stezaljke se opuste i voda se pusti u posudu pa se prikuplja oko 1 decilitar suspenzije s nematodama za prebrojavanje. Voda koja je u posudi ostavlja se 2 sata kako bi se nematode slegle na dno čaše te se lakše odvojio višak vode. Nakon završenog izdvajanja slijede pregled, prebrojavanje i determinacija nematoda pomoću svjetlosnog mikroskopa.



Slika 14. Prosijano tlo priređeno za izdvajanje nematoda

Foto: Krajina, A., (2021.)

### **3.2. Determinacija nematoda**

Prebrojavanje nematoda najbolje je odmah obaviti, netom nakon izdvajanja nematoda. Za prebrojavanje korištena je svjetlosna lupa (Slika 15.) i petrijeva zdjelica u kojoj se nalazi mrežica u obliku kvadrata. Prebrojavanje se obavlja tako da se iz posude izdvoji suvišna voda, a nematode ostanu u maloj količini vode kao bi se lakše prebrojale. Nakon prebrojavanja na binokularu, slijedio je pregled nematoda do roda na svjetlosnom mikroskopu. Rodovi koji su utvrđeni svrstavaju se u trofičke grupe.



Slika 15. Svjetlosna lupa pomoću koje su prebrojane nematode

Foto: Siber, T., (2017.)

### 3.3. Analiza rezultata

- MI –Indeks zrelosti

MI indeks naziva se još i indeks zrelosti. Preduvjet izračunavanja indeksa zrelosti tla je razdioba nematoda na c-p skalu (Bongers, 1990.). Prilikom izračunavanja MI indeksa, ne računaju se fitoparazitne nematode u tlu. Viša vrijednost MI indeksa karakterizira stabilan ekosustav (Brmež, 2004.).

- MI 2-5 – Indeks zrelosti 2-5

U obzir se ne uzima grupa c-p grupe 1 već grupe c-p od 2–5. Razlog tome je što se lakše uviđaju uznemirenja, a grupe c-p grupe 1 imaju bržu moć razmnožavanja i smanjuju indeks zrelosti tla (Bongers, 1990.).

- PPI – Biljno parazitski indeks

Pri izračunavanju PPI indeksa u kalkulaciju se uključuju samo fitoparazitne nematode (Bongores, 1990.).

- PPI/MI – Odnos biljno parazitskog indeksa i indeksa zrelosti

PPI/MI je pokazatelj stanja zajednice nematoda u tlu te je bitan za praćenje agroekosustava. Vrijednost indeksa u ekosustavima koji su stabilni kreće se 0.9, a ekosustavi koji su nestabilni vrijednost raste više od 1.6 (Brmež, 2004.).

### 3.4. Indeksi hranidbenog lanca

Indeksi hranidbenog lanca daju osvrt na koji se način razgrađuju hranjiva, te da pružaju uvid o hranivima. Indeksi hranidbenog lanca su po Ferris-u i sur. (2004) su:

- EI – Indeks obogaćenja:

EI indeks je pokazatelj raspoloživih hranjiva u tlu, a računa se po formuli  $E \cdot e / (e \cdot b)$ . Varijabla **e** označava koeficijent obogaćivanja (bakterivore c – p1 i fungivore c – p2), a varijabla **b** bazni koeficijent (bakterivore c – p i fungivore c – p2).

- SI – Indeks strukture:

SI indeks je pokazatelj strukturiranosti trofičkih grupa u tlu. Indeks obuhvaća ljestvicu c–p (3-5). Formula SI indeksa je  $SI = 100 \cdot s / (s + b)$ . Varijabla **s** označava grupu nematoda svih trofičkih skupina od 3-5, a varijabla **b** označava nematode svih trofičkih skupina klasificirane kao C - P2 za oba navedena indeksa. Poželjnije su veće vrijednosti SI.

- CI – Pokazatelj razgradnje organske tvari:

CI indeks je pokazatelj razgrađenosti organske tvari u tlu. Formula CI indeksa je  $CI = 100 \cdot (Fu_2 \cdot W_2) / ((Ba_1 \cdot w_1) + (Fu_2 \cdot W_2))$ .

Ba<sub>1</sub> označuje bakterivore, a pripadaju C – P1, a bakterivore koje pripadaju C – P2 skupini označene su kao funkcionalna skupina Ba<sub>2</sub>. Fu<sub>2</sub> označuje fungivore koje pripadaju C – P2 skupini. W<sub>i</sub> označuje konstantne vrijednosti pondera strukture i obogaćivanja. Veće vrijednosti CI indeksa odgovaraju većem udjelu energije transformirane sporijim putevima razgradnje organske tvari pomoću gljiva.

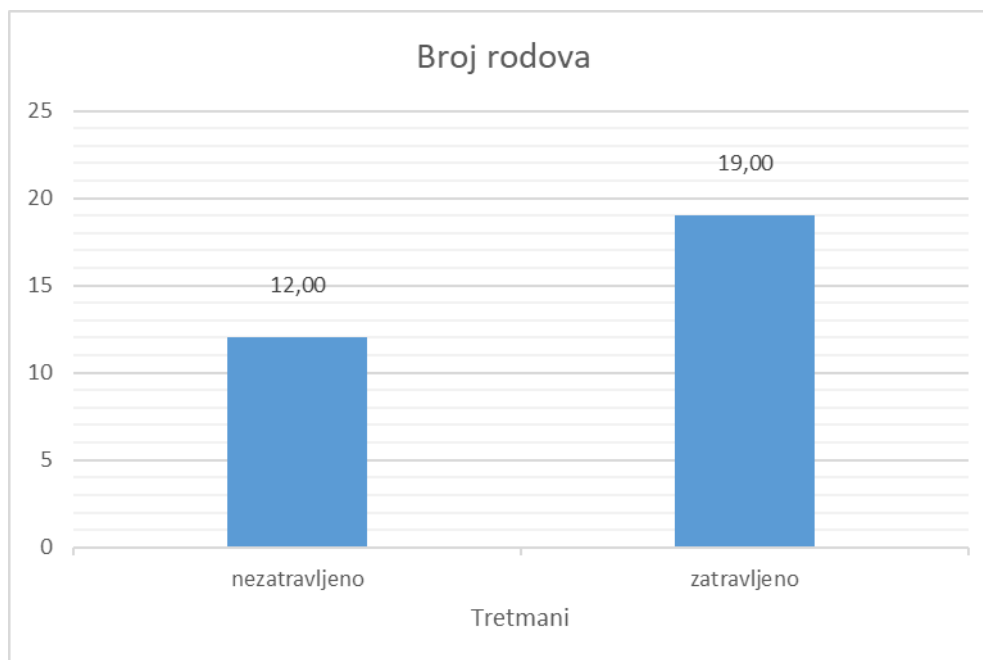
- BI – Bazalni indeks:

BI indeks obuhvaća nematode viših c–p grupa (3-5). Indeks pokazuje kolika je brojnost nematoda smanjena zbog stresnih uvjeta. Poželjnije su niže vrijednosti ovog indeksa. Formula BI indeksa je  $BI = 100 \cdot b / (e + s + b)$  (Ferris i sur., 2004.).

## 4. REZULTATI

Nakon provedenih analiza strukture zajednica nematoda u zatravljenom i nezatravljenom vinogradu utvrđena je bioraznolikost rodova nematoda (Grafikon 1.). Provedenom analizom utvrđen je ukupan broj rodova (Tablica 2.) i na temelju analize nematode su raspoređene po trofičkim grupama.

### 4.1. Ukupan broj rodova nematoda



Grafikon 1. Ukupan broj nematoda po uzorcima

Uzorkovanje je obavljeno početkom lipnja kada je brojnost nematoda u tlu velika. Grafikon 1. prikazuje podatke o prosječnom ukupnom broju rodova nematoda u 100 grama tla za tretman zatravljenog i nezatravljenog vinograda.

Zajednički rodovi koji su se pojavili u ispitanim tretmanima su (Grafikon 2.):

- Omnivore: *Aporcelaimellus*, *Mesodorylaimus*
- Fitoparaziti: *Helicotylenchus*, *Paratylenchus*, *Pratylenchus*, *Tylenchorhynchus*, *Tylenchus*, *Psilenchus*
- Fungivore: *Aphelenchoides*, *Aphelenchus*, *Ditylenchus*
- Bakterivore: *Acrobeloides*, *Acrolobus*, *Eucephalobus*, *Heterocephalobus*, *Rhabditiditis*, *Metateratocephalus*, *Prismatolaimus*, *Panagrolaimus*

Tablica 2. Utvrđeni rodovi nematoda u ispitanim uzorcima zatravljenog i nezatravljenog vinograda

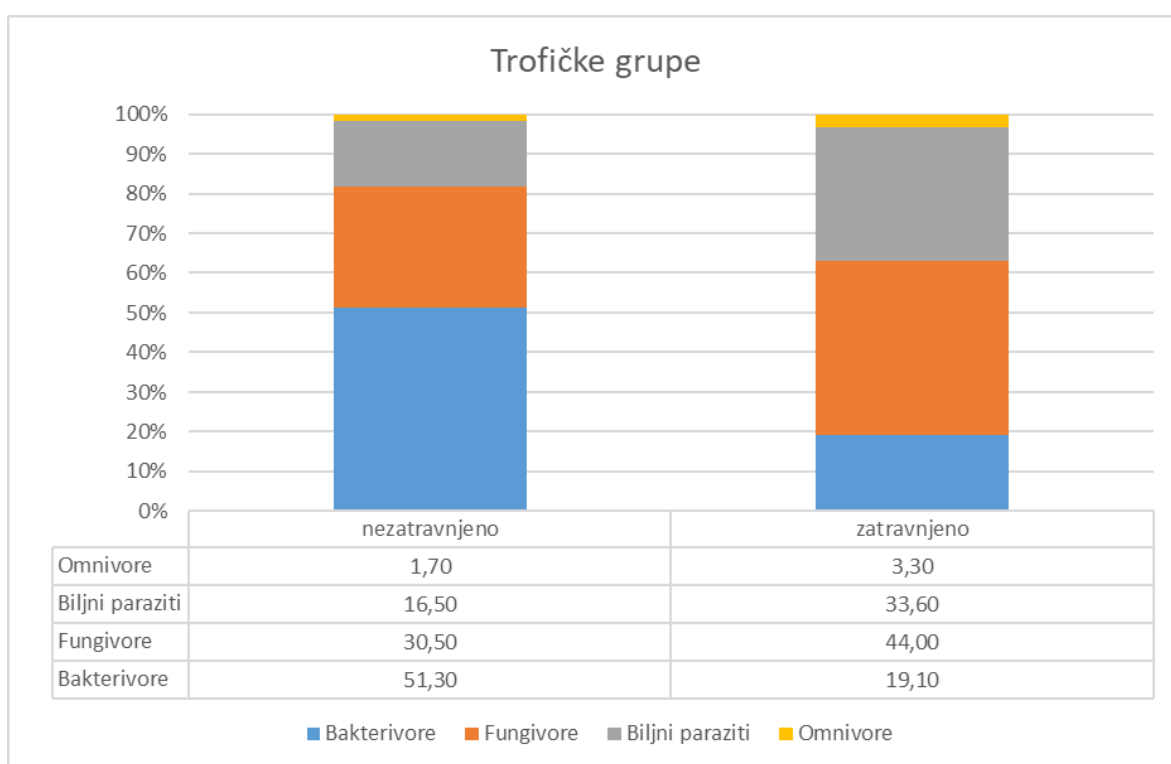
Rod nematoda	C–P	Broj nematoda u nezatravljenom vinogradu	Broj nematoda u zatravljenom vinogradu
<i>Acrobeloides</i>	2	45	12
<i>Acrolobus</i>	2	1	-
<i>Aphelenchoides</i>	2	11	31
<i>Aphelenchus</i>	2	8	26
<i>Aporcelaimellus</i>	5	-	1
<i>Ditylenchus</i>	2	16	10
<i>Eucephalobus</i>	2	2	3
<i>Helicotylenchus</i>	3	-	13
<i>Heterocephalobus</i>	2	3	5
<i>Mesodorylaimus</i>	4	2	2
<i>Metateratocephalus</i>	2	-	3
<i>Panagrolaiumus</i>	1	1	-
<i>Paratylenchus</i>	2	11	7
<i>Pratylenchus</i>	2	9	-
<i>Prismatolaimus</i>	2	-	2
<i>Psilenchus</i>	2	-	1
<i>Rhabditiditis</i>	1	6	5
<i>Tylenchorhynchus</i>	3	4	5
<i>Tylenchus</i>	2	14	16



Tablica 2. prikazuje brojnost rodova u ispitanom uzorku. Najzastupljeniji rodovi u zatravljenom vinogradu su *Acrobeloides*, *Aphelenchus*, *Aphelenchoides*, *Tylenchus*, *Helicotylenchus*. U nezatravljenom vinogradu su zastupljeni rodovi *Acrobeloides*, *Rhabditidae*, *Ditylenchus*, *Paratylenchus*.

#### 4.2. Analiza trofičkih skupina

Rezultati postotnog udjela trofičkih grupa u grafikonu 2. prikazuju najzastupljenije trofičke grupe od kojih su bakterivore i fungivore u nezatravljenom vinogradu, a u zatravljenom vinogradu fungivore i fitoparaziti.



Grafikon 2. Grafički prikaz trofičkih grupa

Kod tretmana nezatravnjenog vinograda (Grafikon 2.) najzastupljenija je skupa bakterivora i fungivora. Bakterivore i fungivore ukazuju na dobru mikrobiološku aktivnost u tlu.

Zastupljenost omnivora veća je u zatravljenom tlu, a one pripadaju skupini perzistera koji imaju dug životni ciklus i ukazuju na stabilni ekosustav.

U zatravljenom vinogradu veći je postotak fitoparazitnih nematoda. Najzastupljeniji rodovi fitoparazitnih nematoda su: *Tylenchus*, *Helicotylenchus*, *Tylenchorhynchus*, *Paratylenchus*.

### 4.3. Analiza indeksa uznemirenja

Indeks zrelosti tla (MI) veći je u zatravljenom nego u nezatravljenom vinogradu kao i MI 2-5. To ukazuje da je tretman zatravljenog vinograda bolji od tretana nezatravljenog. Za razliku od navedena dva indeksa, PPI indeks ukazuje na manju količinu biljno – parazitskih nematoda u nezatravljenom vinogradu. To je logično jer u njemu ima manje korijenčica (Tablica 3.).

Tablica 3. Indeksi uznemirenja

Indeksi uznemirenja	Nezatravljen vinograd	Zatravljen vinograd
Indeks zrelosti MI	1,98	2,10
Indeks zrelosti MI 2-5	2,04	2,17
Biljno – parazitski indeks PPI	2,21	2,53
Omjer PPI/MI	1,21	1,20

### 4.4. Analiza indeksa hranidbenog lanca

Prema Feriss (2004.) analizom hranidbenog lanca dobiva se uvid u stanje indeksa hranidbenog lanca koju obuhvaćaju indeks razgradnje organske tvari (CI), bazalni indeks (BI), indeks obogaćenja (EI), indeks strukture (SI) (Tablica 4.).

Tablica 4. Indeks analize hranidbenog lanca

Indeks hranidbenog lanca	Nezatravljeni vinograd	Zatravljeni vinograd
Razgradnja organske tvari, CI	59,32	73,63
Bazalni indeks, BI	56,77	40,57
Indeks obogaćenja, EI	40,14	51,70
Indeks strukture, SI	8,33	28,27

Prema analizi CI indeks pokazuje visoku zastupljenost bakterivora roda *Acrobeloides* u nezatravljenom vinogradu. U zatravljenom vinogradu veću zastupljenost zauzimaju Fungivore roda *Aphlenchoides*.

Bazalni indeks je bolji kada je manji, a rezultati pokazuju kako je u zatravljenom vinogradu manji. Bakterivore više prevladavaju u zatravljenom vinogradu.

Indeks obogaćenja (EI) pokazuje kako je bolje kada je veći, a rezultati pokazuju kako je bolji u zatravljenom vinogradu.

Indeks strukture (SI) bolji je kada je veći, a rezultati pokazuju kako je veći u zatravljenom vinogradu.

## 5. RASPRAVA

Analiza rodova nematoda u uzorku 100 grama tla u zatravljenom i nezatravljenom vinogradu obuhvaćala je 12 rodova u nezatravljenom vinogradu i 19 rodova u zatravljenom vinogradu (Grafikon 1.). Uzorkovanje je obavljeno u mjesecu svibnju. Brmež i sur. (2014.) su utvrdili u ispitanim uzorcima populacije nematoda tokom vegetacije u pšenici najveću brojnost rodova u travnju, a najmanju u listopadu. Time se može reći da tokom vegetacije brojnost rodova raste u odnosu na vrijeme kada vegetacija miruje. Determinacijom nematoda utvrđeno je kako je najbrojnija c-p grupa 2. To su nematode koje žive oko jedan mjesec. Niža skupina kolonizera, uglavnom bakterivore i fungivore, utječu na brže razmnožavanje nematoda u tlu i time se povećava njihova brojnost. U oba tretmana pojavljuju se rodovi: *Acrobeloides*, *Eucephalobus*, *Heterocephalobus*, *Rhabditis*, *Aphelenchoides*, *Aphelenchus*, *Ditylenchus*, *Tylnchorhynchus*, *Tylenchus*.

Analiza trofičkih grupa pokazuje kako su u tlu najzastupljenije bakterivore i fungivore. Oni su pokazatelji dobre mikrobiološke aktivnosti u tlu jer pripadaju nižoj ljestvici kolonizer – perzister te samim time brzinom razmnožavanja ukazuju na veliku mikrobiološku aktivnost u tlu. Rahman i sur. (2009.) u svom istraživanju navode kako su bakterivore činile 60-70% u oba uzorka koja su uzeta iz vinograda od kojih jedna parcela tretirana pesticidima, a druga parcela je zatravljena bez tretiranja. Veliku zastupljenost u tlu imaju i biljni paraziti. Brmež i sur. (2009.) navode kako je u vinogradu na dvije dubine 0-30 cm i 30-60 cm, veći broj rodova bio na dubini od 0-30 cm. Rodovi biljnih parazita kako navodi Brmež i sur. (2009.) prisutni su u oba uzorka podjednako. U ovom istraživanju biljnih parazita ima za 50,89% više u odnosu na nezatravljen vinograd.

Prisutnost fungivora ukazuje na kiselost tla. U vinogradima kojima je provedeno uzorkovanje u proljeće se obavlja prihrana dušikovim gnojivima u malim količinama kako ne bi došlo do prebujnog rasta mladica i prekomjerne kiselosti tla. Ruess i sur. (1993.) navode kako do porasta fungivora u tlu dolazi uslijed prekomjerne kiselosti tla.

Prisutnost omnivora je mala, u zatravljenom vinogradu dolaze dva roda: *Aporcelaimellus* i *Mesodorylaimus*, a u nezatravljenom vinogradu se pojavio rod *Mesodorylaimus*. Đuričković (2016.) navodi kako su u uzorku tla vinove loze utvrđena dva roda omnivora: *Eudorylaimus* i *Microdorylaimus*.

Rodovi biljnih parazita zastupljenih u ovom istraživanju su: *Helicotylenchus*, *Paratylenchus*, *Pratylenchus*, *Rotylenchus*, *Tylnchorhynchus*, *Tylenchus* i *Psilenchus*.

Na osnovu analize hranidbenog lanca utvrđuje se da je najbolji pokazatelj MI 2–5 jer ne uključuje nematode koje se nalaze vrhu c-p ljestvice koje imaju sposobnost bržeg razmnožavanja. Bolju vrijednost pokazao je uzorak u zatravljenom vinogradu.

Omjer PPI indeksa je za 12,65% manji u nezatravljenom vinogradu nego u zatravljenom. PPI indeks je bolji u nezatravljenom vinogradu (Tablica 3.).

Omjer PPI/MI indeksa između oba uzorka nema velikih odstupanja. Indeks PPI/MI je važan pokazatelj stanja tla i pomoću njega mogu se vidjeti promjene unutar zajednice nematoda (Brmež, 2004.).

Indeksi uznemirenja ne prelaze rizične postotke te se na osnovu ove analize može utvrditi da je tlo ekološki zdravo i prihvatljivo.

Kako navodi Benković-Lačić i sur. (2014.) CI indeks se izračunava kao vrijednost odnosa između bakterivora i fungivora. Veće vrijednosti CI kako navodi Benković-Lačić i sur. (2014.) su pokazatelji gljivičnih puteva razgradnje hranidbenog lanca. Na osnovu analize hranidbenog lanca prema Ferris-u može se zaključiti da je CI – razgradnja organske tvari za 19% veća u zatravljenom vinogradu te je time rezultat u zatravljenom vinogradu bolji. Bazalni indeks je bolji kada je manji, a rezultati upućuju na to da je manji u zatravljenom vinogradu.

Indeks obogaćenja (EI) kako navodi Benković-Lačić i sur. (2014.) ukazuju na povećanu mikrobiološku razgradnju. Povećanje populacije bakterivora c-p grupe 1 i fungivora c-p grupe 2 se događa kada složena organska tvar postane dostupna u hranidbenom lancu. U zatravljenom vinogradu je veći indeks obogaćenja i rezultat je bolji u odnosu na nezatravljen vinograd jer su veće vrijednosti bakterivora c-p grupe 1 i fungivora c-p grupe 2.

Indeks strukture (SI) ukazuje na stabilnost tla, tla koja su oporavljena od stresa i uznemirenja. Indikatori takvih uvijeta su slobodnoživuće nematode iz grupa c-p 3-5 (omnivore, predatori). U zatravljenom vinogradu je veći i time je i bolji jer su nematode iz grupe c-p 3-5 jer su osjetljive na onečišćenja.

Analiza pokazuje dobru mikrobiološku aktivnost zahvaljujući bioraznolikosti nematoda te samim time tlo nije potrebno prekomjerno tretirati. Kako Goldamer (2018.) navodi redovitim agrotehničkim mjerama i kemijskom analizom tla prinos grožđa će biti veći, a i samim time manje će biti ulaganja jer neće biti dodatnih izdataka.

## 6. ZAKLJUČAK

Istraživanjem bioraznolikosti nematoda u nezatravljenom i zatravljenom vinogradu utvrđeno je kako je raznolikost rodova veća u zatravljenom vinogradu za 6,77%.

Od trofičkih grupa najzastupljenije su bakterivore i fungivore koji su pokazatelji dobre mikrobiološke aktivnosti.

Rodovi bakterivora *Acrobeloides*, *Eucephalobus*, *Heterocephalobus*, *Rhabditis* su najzastupljeniji kod oba uzorka, a kod fungivora rodovi *Aphelenchoides*, *Aphelenchus* i *Ditylenchus*. U zatravljenom vinogradu utvrđena su dva roda omnivora *Aporcelaimellus* i *Mesodorylaimus*, a u nezatravljenom vinogradu jedan rod *Mesodorylaimus*.

Rezultati ispitanih uzoraka prema indeksima uznemirenja pokazali su kako je indeks zrelosti (MI) u zatravljenom vinogradu veći za 6% u odnosu na nezatravljen. Biljno – parazitski indeks (PPI) pokazao se manji u nezatravljenom vinogradu za 12,65% i time je pokazano kako je u nezatravljenom vinogradu manje fitoparazitnih nematoda. Omjer PPI/MI indeksa je 0,8 % manji u zatravljenom vinogradu u odnosu na nezatravljeni, ali postotak je relativno nizak i time ne narušava zajednicu nematoda u oba uzorka.

Indeksi hranidbenog lanca prema Ferris-u pokazuju veće postotke u zatravljenom vinogradu. CI indeks je 19% veći u zatravljenom vinogradu. EI indeks je 22,35% veći u zatravljenom vinogradu i SI indeks je veći za 239% u zatravljenom vinogradu. Bazalni indeks je nešto veći u nezatravljenom vinogradu, 39% premda su za njega poželjne manje vrijednosti.

Nakon provedenih istraživanja nematoloških indeksa, možemo zaključiti kako su svi indeksi bili bolji u zatravljenom vinogradu te bi zatravljanje vinograda trebalo postati uobičajna praksa u cilju podizanja bioraznolikosti tla, a time i njegove kvalitete.

U ispitanim uzorcima, nematode su pokazale kao vrlo dobar bioindiktor ekološkog stanja tla.

## 7. POPIS LITERATURE

1. Beneković-Lačić, T., Brmež, M., Haramija, J. (2014): Uloga nematoda u hranidbenom lancu tla i mineralizaciji hranjiva, *Agronomski glasnik*, 137-149.
2. Benković-Lačić, T., Brmež, M. (2013.). Nematode – Bioindikatori promjena u agroekosustavu. *Agronomski glasnik*, 43-54.
3. Bongers, T. & Ferris H. (1999.): Nematode community structure as a bioindicator in environmental monitoring. *Trends in Ecology and Evolution*, 224-228.
4. Bongers, T. (1990.): The maturity indeks: an ecological measure of environmental disturbance based on nematode species composition, *Oecology*, 14-19.
5. Brmež, M., Ivezić, M., Raspudić, E., Tripar, V., Baličević, R. (2004): Nematode communities as bioindicators of antropogenic influence in agroecosystems. *Cereal Research Communications*, 297-300.
6. Brmež, M. (2004.): Nematode kao bioindikatori promjena u agroekosustavu. Doktorska disertacija. Poljoprivredni fakultet u Osijeku. Osijek.
7. Brmež, M., Benković-Lačić, T., Raspudić, E., Jukić, V. Drenjančević, M. (2009.): Nematode community structure in vineyard at two depth layers. *Proceedings of the 1st International Scientific and Expert Conference TEAM 2009*. Slavonski Brod: University of Applied Sciences of Slavonski Brod, 309-312.
8. Brmež, M., Čosić, J., Raspudić, E., Baličević, R., Liška, A., Majić, I., Ilić, J., Sarajlić, A., Lucić P., Ravlić, M., Puškarić, J. (2019.): Okolišno prihvatljiva zaštita bilja, *Fakultet agrobitehničkih znanosti Osijek*, 2019, 39–53.
9. Chen, G., Qin, J., Shi, D., Zhang, Y. and Ji W. (2009.): Diversity of Soil Nematodes in Areas Polluted with Heavy Metals and Polycyclic Aromatic Hydrocarbons (PAHs) in Lanzhou, China. *Environmental Management*.
10. Đuričković, J. (2016.): Utjecaj biljne kulture na zastupljenost rodova i trofičkih grupa nematoda. Diplomski rad. Fakultet agrobiotehničkih znanosti u Osijeku. Sveučilište J. J. Strossmayera u Osijeku.
11. Ferris, H., Bongers, T., De Goede, R. (2004.): Nematode faunal analyses to assess food web enrichment and connectance. *Nematology Monographs & Perspectives* 2:503-510.

12. Gill, Z., Firoza K. (2014.): Nematodes associated with datepalm orchards of Kairpur district Sindh, Pakistan. *Pakistan Journal of Nematology*, 113-119.
13. Goldamer, T. (2018.): *Grape Growers Handbook, A Guide To Viticulture for Wine Production*, SAD, 23.
14. Ivezić, M. (2014.): *Fitonematologija*, Poljoprivredni fakultet u Osijeku, Osijek, 109
15. Oštrec, Lj. (1998.): *Zoologija: Štetne i korisne životinje u poljoprivredi*. Zrinski Čakovec, pp. 29-232
16. Rahman, L., Whitelaw-Weckert, M., A., Hutton, R.. J., Orchard, B. (2009.): Impact of floor vegetation on the abundance of nematode trofic groups in vineyards. *Science Direct* 96-106.
17. 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.
18. Siber, T. (2017.): *Struktura zajednice nematoda u raznim kulturama na eko imanju Vilin špinat u Požeškom Markovcu 2015. godine*. Diplomski rad. Fakultet agrobiotehničkih znanosti u Osijeku. Sveučilište J.J Strossmayera u Osijeku.
19. Varga, I. (2011.): *Utjecaj fosfora i cinka na zajednicu nematoda u tlu*. Diplomski rad. Poljoprivredni fakultet u Osijeku. Osijek.
20. Villenave, C., Bongers, T., Ekschmitt, K., Djigal, D., Chotte, J.L. (2001.): Changes in nematode communities following cultivation of soils after fallow periods of different length. *Applied Soil Ecology* 43-52
21. Yeates, G.W. (1979.): Soil Nematodes in Terrestrial Ecosystems. *Journal of Nematology*, 213-229.
22. Yeates, G.W., Ferris, H., Moens, T. and Van der Putten, W. H. (2009.): *The Role of Nematode in Ecosystems*. U: Wilson, M. J. and Kakouli-Duarte, T. (ur.): *Nematodes as environmental indicators*. CABI Publishing.



## 8. SAŽETAK

U ovom diplomskom radu opisana je bioraznolikost nematoda u nezatravljenom i zatravljenom vinogradu. Nematode su sitne crvolike životnje, koje prema taksonomskoj podjeli pripadju koljenu Nematoda. Prema svojoj raznolikosti i rasprostranjenosti se nalaze na brojnim staništima.

Cilj ovoga rada je bio istražiti bioraznolikost nematoda u zatravljenom i nezatravljenom vinogradu na području Mandićevca. Uzorkovanje je obavljeno nematološkom sondom na dubini od 0 do 30 centimetara. Nematode su izdvojene Baermanovom metodom lijevka, a nakon toga su prebrojane i determinirane pod mikroskopom. Rezultati su obuhvaćali analizu broja rodova, trofičkih grupa, analizu indeksa uznemirenja i analizu hranidbenog lanca. U nezatravljenom vinogradu utvrđeno je dvanaest rodova, a u zatravljenom devetnaest. Analizom trofičkih grupa u nezatravljenom određena je veća zastupljenost bakterivora i fungivora, a u zatravljenom fungivora, biljnih parazita i omnivora. Indeksi uznemirenja (MI i MI 2-5) su veći u zatravljenom vinogradu. PPI indeks ukazuje na manju brojnost biljno – parazitskih nematoda u nezatravljenom vinogradu. Razlika omjera PPI/MI nije značajna između uzoraka. Indeksi hranidbenog lanca (CI, BI, EI, SI) su bolji u zatravljenom vinogradu.

Izračunati indeksi su se pokazali bolji u zatravljenom vinogradu i samim time daju bolji uvid o tome da bi se u praksi vinogradi trebali zatravljivati.

**Ključne riječi:** Nematode, bioraznolikost, zatravljen vinograd, nezatravljen vinograd, brojnost rodova.

## 9. SUMMARY

This thesis describes the biodiversity of nematodes in ungrazed and weeded vineyards. Nematodes are small worm-like animals, which according to the taxonomic division belong to the genus Nematoda. According to their diversity and distribution, they are found in numerous habitats.

The aim of this work was to investigate the biodiversity of nematodes in a grassed and ungrassed vineyard in the area of Mandićevac. Sampling was done with a nematological probe at a depth of 0 to 30 centimeters. Nematodes were isolated using the Baerman funnel method, and then counted and determined under a microscope. The results included analysis of the number of genera, trophic groups, disturbance index analysis and food chain analysis. Twelve genera were found in the ungrazed vineyard, and nineteen in the grassed one. The analysis of trophic groups in the non-grassed area determined a higher prevalence of bacterivores and fungivores, and in the grassed area of fungivores, plant parasites and omnivores. The disturbance indices (MI and MI 2-5) are higher in the grassy vineyard. The PPI index indicates a lower abundance of plant-parasitic nematodes in an ungrazed vineyard. The difference of PPI/MI ratio is not significant between the samples. The indices of the food chain (CI, BI, EI, SI) are better in the grassy vineyard.

The calculated indices proved to be better in the weeded vineyard and therefore give a better insight into the fact that in practice the vineyards should be weeded.

**Key words:** Nematodes, biodiversity, grassed vineyard, ungrassed vineyard, abundance of genera.

## 10. POPIS SLIKA

Slika 1. Izgled nematode pod mikroskopom. ....	1
Slika 2. <i>Steinernema spp</i> .....	2
Slika 3. <i>Heterohapditis spp</i> .....	2
Slika 4. Građa tijela nematoda.....	4
Slika 5. Tipovi usnih ustroja kod nematoda .....	5
Slika 6. Pravi ili stomatostilet.....	5
Slika 7. Odontostilet .....	6
Slika 8. Razlika između građe ženki i mužjaka nematoda .....	6
Slika 9. Oblik amfida kod nematoda .....	8
Slika 10. Nematode u hranidbenom lancu.....	12
Slika 11. Uzorkovanje sondom na Fakultetu agrobiotehničkih znanosti .....	13
Slika 12. Mjesto uzorkovanja na Fakultetu agrobiotehničkih znanosti.....	14
Slika 13. Baermanova metoda lijevka .....	15
Slika 14. Prosijano tlo priređeno za izdvajanje nematoda.....	16
Slika 15. Svjetlosna lupa pomoću koje su prebrojane nematode .....	17

## **11. POPIS TABLICA**

Tablica 1. Najvažnije trofičke grupe i njihove karakteristike .....	9
Tablica 2. Utvrđeni rodovi nematoda u ispitanim uzorcima zatravljenog i nezatravljenog vinograda .....	20
Tablica 3. Indeksi uznemirenja.....	22
Tablica 4. Indeks analize hranidbenog lanca.....	22

## **12. POPIS GRAFIKONA**

Grafikon 1. Ukupan broj nematoda po uzorcima .....	19
Grafikon 2. Grafički prikaz trofičkih grupa.....	21

## **TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA**

**Sveučilište Josipa Juraja Strossmayera u Osijeku**  
**Diplomski rad**  
**Fakultet agrobiotehničkih znanosti u Osijeku**  
**Sveučilišni diplomski studij, Vinogradarstvo i vinarstvo**

Bioraznolikost nematoda u zatravljenom i nezatravljenom vinogradu na području Mandićevca

Ana Krajina

U ovom diplomskom radu opisana je bioraznolikost nematoda u nezatravljenom i zatravljenom vinogradu. Nematode su sitne crvolike životnje, koje prema taksonomskoj podjeli pripadju koljenu Nematoda. Prema svojoj raznolikosti i rasprostranjenosti se nalaze na brojnim staništima.

Cilj ovoga rada je bio istražiti bioraznolikost nematoda u zatravljenom i nezatravljenom vinogradu na području Mandićevca. Uzorkovanje je obavljeno nematološkom sondom na dubini od 0 do 30 centimetara. Nematode su izdvojene Baermanovom metodom lijevka, a nakon toga su prebrojane i determinirane pod mikroskopom. Rezultati su obuhvaćali analizu broja rodova, trofičkih grupa, analizu indeksa uznemirenja i analizu hranidbenog lanca. U nezatravljenom vinogradu utvrđeno je dvanaest rodova, a u zatravljenom devetnaest. Analizom trofičkih grupa u nezatravljenom određena je veća zastupljenost bakterivora i fungivora, a u zatravljenom fungivora, biljnih parazita i omnivora. Indeksi uznemirenja (MI i MI 2-5) su veći u zatravljenom vinogradu. PPI indeks ukazuje na manju brojnost biljno – parazitskih nematoda u nezatravljenom vinogradu. Razlika omjera PPI/MI nije značajna između uzoraka. Indeksi hranidbenog lanca (CI, BI, EI, SI) su bolji u zatravljenom vinogradu.

Izračunati indeksi su se pokazali bolji u zatravljenom vinogradu i samim time daju bolji uvid o tome da bi se u praksi vinogradi trebali zatravljivati.

**Rad je izrađen pri:** Fakultet agrobiotehničkih znanosti

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

**Broj stranica:** 33

**Broj tablica:** 4

**Broj grafikona i slika:** 17 (2 grafa i 15 slika)

**Broj literaturnih navoda:** 22

**Broj priloga:** 0

**Jezik izvornika:** Hrvatski

**Ključne riječi:** Nematode, bioraznolikost, zatravljen vinograd, nezatravljen vinograd, brojnost rodova

**Datum obrane:** 15.07.2022.

### **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 Fakulteta agrobiotehničkih znanosti Osijek, Sveučilište Josipa Juraja Strossmayera Osijek, Vladimira Preloga 1.

## **BASIC DOCUMENTATION CARD**

**Josip Juraj Strossmayer University of Osijek**  
**Graduate thesis**  
**Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek**  
**Graduate Studies, Viticulture and winemaking**

Biodiversity of nematodes in grassy and non-grassy vineyards in the area of Mandićevac

Ana Krajina

This thesis describes the biodiversity of nematodes in ungrazed and weeded vineyards. Nematodes are small worm-like animals, which according to the taxonomic division belong to the genus Nematoda. According to their diversity and distribution, they are found in numerous habitats.

The aim of this work was to investigate the biodiversity of nematodes in a grassed and ungrassed vineyard in the area of Mandićevac. Sampling was done with a nematological probe at a depth of 0 to 30 centimeters. Nematodes were isolated using the Baerman funnel method, and then counted and determined under a microscope. The results included analysis of the number of genera, trophic groups, disturbance index analysis and food chain analysis. Twelve genera were found in the ungrazed vineyard, and nineteen in the grassed one. The analysis of trophic groups in the non-grassed area determined a higher prevalence of bacterivores and fungivores, and in the grassed area of fungivores, plant parasites and omnivores. The disturbance indices (MI and MI 2-5) are higher in the grassy vineyard. The PPI index indicates a lower abundance of plant-parasitic nematodes in an ungrazed vineyard. The difference of PPI/MI ratio is not significant between the samples. The indices of the food chain (CI, BI, EI, SI) are better in the grassy vineyard.

The calculated indices proved to be better in the weeded vineyard and therefore give a better insight into the fact that in practice the vineyards should be weeded.

**Thesis performed at:** Faculty of Agrobiotechnical since Osijek

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

**Number of pages:** 33

**Number of tables:** 4

**Number of figures:** 17 (2 graph and 15 pictures)

**Number of references:** 22

**Number of appendices:** 0

**Original:** Croatian

**Key words:** Nematodes, biodiversity, grassed vineyard, ungrassed vineyard, abundance of genera.

**Thesis defended on date:** 15.07.2022.

### **Reviewers:**

1. prof. dr. sc. Emilija Raspudić, president
2. prof. dr.sc. Mirjana Brmež, mentor
3. prof. dr. sc. Karolina Vrandečić, member

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