Životni ciklus gujavice Aporrectodea dubiosa (Örley, 1881)

Đerđ, Tamara

Undergraduate thesis / Završni rad

2018

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Department of biology / Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Odjel za biologiju**

Permanent link / Trajna poveznica: https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:181:248636

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

Download date / Datum preuzimanja: **2024-04-23**

Repository / Repozitorij:

Repository of Department of biology, Josip Juraj Strossmayer University of Osijek

Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku
Odjel za biologiju
Preddiplomski sveučilišni studij Biologija

Tamara Đerđ

Životni ciklus gujavice *Aporrectodea dubiosa* (Örley, 1881)

Završni rad

Osijek, 2018.

TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA **Završni rad**
Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku
Odjel za biologiju
Preddiplomski sveučilišni studij Biologija
Znanstveno područje: Prirodne znanosti
Znanstveno polje: Biologija

ŽIVOTNI CIKLUS GUJAVICE *APORRECTODEA DUBIOSA* (Örley, 1881)

Tamara Đerđ

Rad je izrađen na: Zavodu za kvantitativnu ekologiju
Mentor: doc.dr.sc. Davorka K. Hackenberger

Kratak sažetak završnog rada: Okolišni uvjeti utječu na sve životne procese gujavica, uključujući njihov rast i razvoj.. Trajanje pojedinih faza životnog ciklusa, kao i vrijedosti optimalnih životnih uvjeta različite su kod različitih vrsta gujavica. *Aporrectodea dubiosa* je vrsta koja nastanjuje vlažna i povremeno poplavljena staništa umjerenih područja. Cilj ovoga istraživanja bio je proučiti promjene u trajanju pojedinih faza životnog ciklusa ove vrste pri promjeni temperature i vlažnosti tla te proširiti i upotpuniti postojeća znanja o njezinoj biologiji i ekologiji.

Jezik izvornika: hrvatski
Ključne riječi: Lumbricidae, životni ciklus, temperatura tla, vlažnost tla.

Rad je pohranjen: na mrežnim stranicama Odjela za biologiju, te u Nacionalnom repozitoriju završnih i diplomskih radova Nacionalne i sveučilišne knjižnice u Zagrebu.

BASIC DOCUMENTATION CARD **Bachelor thesis**

Josip Juraj Strossmayer University of Osijek
Department of Biology
Undergraduate university programme in Biology
Scientific Area: Natural sciences
Scientific Field: Biology

LIFE CYCLE OF THE EARTHWORM *APORRECTODEA DUBIOSA* (Örley, 1881)

Tamara Đerđ

Thesis performed at: Subdepartment of Quantitative Ecology
Supervisor: Davorka K. Hackenberger, PhD, Asst.Prof.
Short abstract: Environmental conditions have a significant influence on life processes of earthworms, and eventually the growth and development of these organisms. Being familiar with biology and life cycle of earthworms greatly facilitates the management of ventures involving the activity of these animals in various areas, including agriculture and science. *Aporrectodea dubiosa* lives in flooded areas of temperate regions. The aim of this study is to investigate the life cycle traits of this species under the influence of different temperatures and soil moisture as well as expand the existing knowledge on its biology and ecology.

Original in: Croatian
Keywords: Lumbricidae, life cycle, soil temperature, soil moisture

Thesis deposited: on the Department of Biology website and the Croatian Digital Theses Repository of the National and University Library in Zagreb.

Sadržaj

1. UVOD.....1
1.1. Uloga gujavica u biogeokemijskim procesima tla.....1
1.2. Životni ciklus gujavica.....3
1.3. Čimbenici koji utječu na spolno sazrijevanje i reprodukciju gujavica.....4
1.4. Biologija i ekologija vrste *Aporrectodea dubiosa*.....4
1.4.1. Morfološke i anatomske značajke vrste.....6
1.5. Cilj istraživanja.....7
2. MATERIJALI I METODE.....8
2.1. Nabava i aklimatizacija eksperimentalnih organizama.....8
2.2. Tijek eksperimenta.....8
2.3. Obrada podataka.....9
3. REZULTATI.....10
3.1. Promjena masa gujavica.....10
3.2. Reproduktivna aktivnost.....12
3.3. Uspješnost izlijeganja i rast juvenilnih jedinki.....12
3.4. Morfološke promjene na tijelu gujavica.....14
3.4.1. Odrasle jedinke.....14
3.4.2 Juvenilne jedinke.....15
3.4. Stupanj aktivnosti organizama.....16
4. RASPRAVA.....18
6. ZAKLJUČCI.....21
7. LITERATURA.....22

1. UVOD

Gujavice (Lumbricidae), beskralježnjaci kolutićava tijela, su stanovnici tla koji svojom aktivnošću znatno pridonose održanju strukture i plodnosti tla u različitim staništima koja uključuju šume, travnjake i poljoprivredne površine. Iako svojom brojnošću ne dominiraju, zbog svoje veličine zauzimaju ključan udio u biomasi ukupne faune tla (Slika 1) (Edwards, 2004).

Veličina gujavica kreće se od nekoliko milimetara do čak 2 m, s masom od nekoliko miligrama do približno jednog kilograma (Edwards, 2004). Osim varijacije u dimenzijama, gujavice također pokazuju raznolikost u prostornom rasporedu i gustoći populacije ovisno o tipu staništa, dostupnosti i prostornoj raspodjeli hranjivih tvari u tlu, pri čemu poljoprivredne površine predstavljaju područja s najmanjim gustoćama naseljenosti, dok livadna i šumska staništa podržavaju najveće populacije gujavica.

Slika 1: Gujavice, stanovnici tla (T. Đerđ).

1.1. Uloga gujavica u biogeokemijskim procesima tla

Gujavice svojom aktivnošću utječu na fizikalne, ali i na biološke procese u tlu te aktivno sudjeluju u izmjeni svog fizičkog okoliša. Budući da selektivno probavljaju organski i

mineralni materijal, proizvode strukture koje povećavaju poroznost i prozračnost tla, stvaranjem mikro i makro agregata poboljšavaju strukturnu stabilnost.

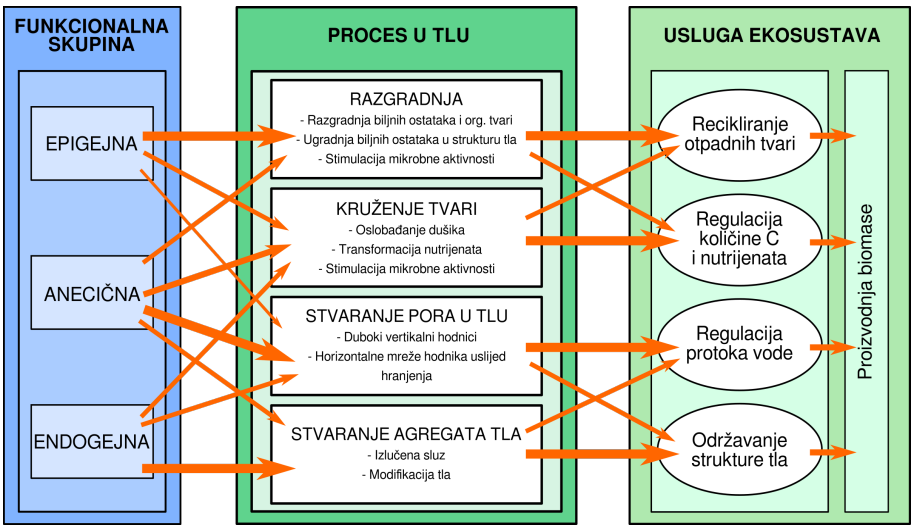
S obzirom na način života i morfološke karakteristike, gujavice se mogu podijeliti u tri ekološke (funkcionalne) kategorije: epigejna, endogejna i anecična (Tablica 1).

Tablica 1: Značajke funkcionalnih skupina gujavica. (prema Keith i Robinson, 2012).

	Fukcionalna skupina		
	Epigejna	Anecična	Endogejna
Stanište	Površinski slojevi tla, ispod biljnih ostataka	Okomiti hodnici u mineralnom sloju tla	Vodoravni hodnici u mineralnom/organo-mineralnom sloju tla
Primarni izvor hrane	Biljni ostatci i druge organske tvari na površini	Biljni ostatci na površini	Geofagne vrste
Pigmentacija	Izrazito pigmentirane	Anterodorzalna pigmentacija	Bez pigmentacije

Gujavice svojim djelovanjem znatno utječu na fizički okoliš (Slika 2).

Epigejne vrste prvenstveno olakšavaju usitnjavanje listinca i razgradnju organske tvari na površini tla te posljedično pridonose transformaciji hranjivih tvari i stimuliraju mikrobnu aktivnost.



Slika 2: Važni putovi kojima funkcionalne skupine gujavica utječu na procese u tlu i usluge ekosustava (engl. ecosystem services). Debljina strelica predstavlja relativan značaj. (prema Keith i Robinson, 2012)

Anecične vrste također pridonose razgradnji i kruženju hranjivih tvari uslijed inkorporacije biljnih ostataka sa površine u vertikalni profil tla, no kada se govori o ovoj funkcionalnoj skupini, naglasak se stavlja na njihov utjecaj na poroznost tla. Ove vrste stvaraju permanentne vertikalne hodnike koji dostižu dubine od 1 do 2 m te poboljšavaju prodiranje vode u dublje slojeve tla. Endogejne vrste, budući da se hrane zemljom, imaju ključnu ulogu u stvaranju agregata tla, a kopanjem horizontalnih tunela na dubinama od 10-15 cm pridonose povećanju poroznosti tla i obogaćivanju tla organskim tvarima (Keith i Robinson, 2012).

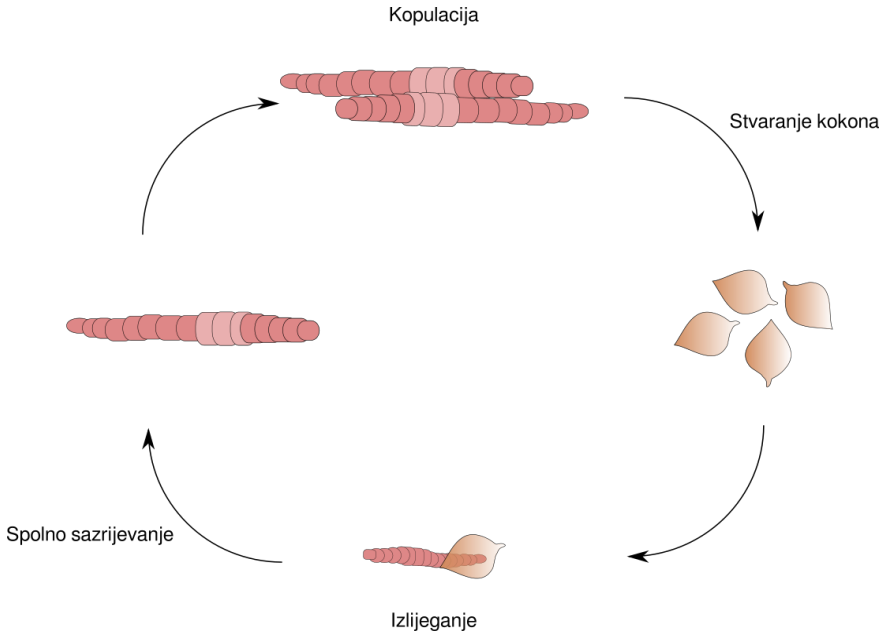
Zahvaljujući permanentnom boravku u tlu te maloj pokretljivosti, gujavice se u posljednje vrijeme intenzivno koriste i za provođenje različitih testova toksičnosti, ali i kao bioindikatori.

1.2. Životni ciklus gujavica

Gujavice su hermafroditski organizmi, što znači da jedinke posjeduju reproduktivne organe oba spola koji su smješteni unutar spolnih kolutića (9.-15. kolutić). Kopulacija i oplodnja su odvojeni procesi (Slika 3).

Kopulacija se odvija na površini zemlje, kada se dvije jedinke ventralno spoje na području prednjeg dijela tijela te međusobno izmijene muške spolne produkte koji se pohranjuju u sjemenim spremištima. Klitelum tada postaje intenzivnije obojen.

Nakon određenog vremena (nekoliko dana do nekoliko tjedana nakon što su se jedinke razdvojile), na području kliteluma iza sjemenih spremišta počinje se izlučivati sluzava tvar koja poput prstena okružuje tijelo gujavice. Gujavica tada svojim kretanjem uzrokuje klizanje sluzavog prstena oko svoga tijela, prema njegovom stražnjem kraju, te istovremeno ubacuje vlastite jajne stanice i spermije druge gujavice u ovu sluzavu tvorbu. U trenutku kada se gujavica potpuno izvuče iz sluzavog prstena, vrhovi kokona se zatvaraju te zaostaju za gujavicom unutar tla kao inkubatorske strukture u kojima će se razviti embriji gujavica, zaštićeni od brojnih vanjskih utjecaja (Cosin i sur., 2011).



Slika 3: Shematski prikaz životnog ciklusa gujavica (Lumbricidae). (T. Đerđ)

1.3. Čimbenici koji utječu na spolno sazrijevanje i reprodukciju gujavica

Okolišni uvjeti znatno utječu na životne procese gujavica, a konačno i rast i razvoj tih organizama, među kojima se ističu tip i mehanički sastav tla, temperatura i vlažnost. Brojna istraživanja provedena su na čestim i za čovjeka korisnim vrstama poput *Eisenia fetida*, *Eudrilus eugeniae*, *Lumbricus terrestris* i drugih (Reinecke i Venter, 1987; Viljoen, 1992; Vasanthi i sur., 2013; Siddique i sur., 2005; Berry i Jordan, 2001; Eriksen-Hamel i Whalen, 2006; Fernandez i sur., 2010) u sklopu kojih je za svaku proučavanu vrstu određena kombinacija abiotičkih čimbenika koja rezultira najbržim rastom i razmnožavanjem organizama u laboratorijskim uvjetima. Podatci o reproduktivnoj biologiji i rastu gujavica važni su za uzgoj gujavica u svrhe vermikompostinga i provedbu znanstvenih istraživanja u sklopu kojih se ovi organizmi koriste kao modelni organizmi (Joshi i Dabral, 2008; Spurgeon i sur., 1999).

1.4. Biologija i ekologija vrste *Aporrectodea dubiosa*

Aporrectodea dubiosa je gujavica srednje veličine, s dužinom tijela od 90 do 250 mm, promjera 7 do 10 mm. Prema opažanjima, ova vrsta ima vidljive znakove spolne zrelosti samo kratko razdoblje tijekom godine, što je glavni razlog zbog kojeg postoji velika varijabilnost u literaturnim podatcima za ovu vrstu (Zicsi, 1963.).

Tablica 2: Sistematska klasifikacija vrste A. dubiosa *(Web1).*

Carstvo	Animalia
Koljeno	Annelida
Razred	Clitellata
Podrazred	Oligochaeta
Porodica	Lumbricidae
Rod	*Aporrectodea*
Vrsta	*Aporrectodea dubiosa* (Örley, 1881)

A. dubiosa je vrsta koja obitava na jako vlažnim i povremeno poplavljenim mjestima gdje se u potpunosti zakopava u blato i undulacijom tijela si osigurava dovoljnu količinu kisika (Slika 4). Jedinke se hrane blatom i biljnim ostatcima, a defecirajuna površini (Slika 5). Ova vrsta pripada anecičnoj ekološkoj kategoriji gujavica.

Ova vrsta pokazuje trans-egejsku distribuciju, a nalazi su zabilježeni na područjima od Slovačke do Ukrajine i Bugarske, na istočnoj obali Crnog mora i na sjeveru Turske.

Slika 4: Jedinke A. dubiosa *naseljavaju blato poplavljenih područja. (T. Đerđ)*

Svakodnevna primjena ove vrste jest kao mamac korišten u ribolovu na krupnu ribu poput soma. U ribičkom rječniku pojmovi „zelena ritska glista” i „durbaher glista” koriste se za opisivanje ovih organizama.

Slika 5: Defekacija na površini zemlje. (T. Đerđ)

1.4.1. Morfološke i anatomske značajke vrste

Dužina tijela od 90 do 250 mm, promjera 7 do 10 mm, sastoji se od 121 do 303 kolutića. Pigmentacija je tamno zelena do zeleno-smeđa. Prva leđna pora 3/4-4/5. Prostomij je epiloban- 1/2. Žljezdane papile okružuju četine (ab) na 10.-14., 17.-19., 36.-39., 43.-48. kolutiću i četine (cd) na 10., 11., 36.-49. kolutiću. Klitelum se proteže od 36.-38. do 46.-49. kolutića i sedlast je, a pubertetske izbočine od 43., 44. do 46.-48. kolutića, u obliku tankih traka, ponekad jedva vidljivih. Na klitelarnom području često su vidljivi spermatofori. Muški spolni otvor na 15. kolutiću, kada je potpuno razvijen prelazi i na susjedne kolutiće. Otvori sjemenih spremišta na pregradama kolutića kod linije četina cd.

Pregrade od 6/7 do 12/13 kolutića jako zadebljane, 13/14 kolutić malo zadebljane. Četiri para sjemenih vrećica od 9. do 12. kolutića i tri para sjemenih spremišta od 8/9 do 10/11 kolutića. Dva para slobodnih sjemenika u 10. i 11. kolutiću. Vapnena žlijezda (10.-12.) s velikim bočnim zadebljanjima u 10. kolutiću. Uzdužna mišićna vlakna snopasto raspoređena. Nefridijalni mjehuri u obliku kuke (slova J).

1.5. Cilj istraživanja

Cilj ovog rada je istražiti i opisati životni ciklus gujavice *A. dubiosa* te proučiti ovisnost trajanja pojedinih stadija koji čine životni ciklus i rast gujavica o abiotičkim čimbenicima – temperaturi i vlažnosti tla. Saznanja stečena tijekom ovog istraživanja poslužit će kao temelj za planiranje i izvedbu uzgoja ove nativne vrste u laboratorijskim uvjetima u svrhu provedbe različitih ispitivanja u kojima bi ovi organizmi bili modelni organizmi.

2. MATERIJALI I METODE

2.1. Nabava i aklimatizacija eksperimentalnih organizama

Odrasle jedinke *A. dubiosa* nabavljene su od uzgajivača u lipnju 2017. godine te su pohranjene na 20 °C u svrhu aklimatizacije laboratorijskim uvjetima, uz prethodno određen režim hranjenja osušenim lišćem.

2.2. Tijek eksperimenta

Osušeno tlo (masa 500 g) okarakterizirano metodom po Kopecky-u navlažilo se dodavanjem destilirane vode do relativne vlažnosti (RH) 50% i 80%. Pripremljeni medij dodavao se u prikladne plastične posude s perforiranim poklopcima. U mikrokozmose su potom introducirane eksperimentalne životinje.

Mikrokozmosi su se pohranili u uvjetima tame na temperaturama 16°C i 20°C, sa po tri posude RH 50% i 80% na 16°C i po dvije posude na 20°C (Slika 6 i Slika 7).

Slika 6: Mikrokozmosi postavljeni na konstantnu temperaturu 16 °C. (T. Đerđ)

Slika 7: Mikrokozmosi postavljeni na konstantnu temperaturu 20 °C. (T. Đerđ)

Tijekom trajanja eksperimenta određena vlažnost tla održavala se prevagivanjem posuda i nadoknadom isparene količine vode na tjednoj bazi, istovremeno s hranjenjem organizama. Prevagivanje organizama izvodilo se, prema planu, svaki drugi tjedan, kada su također zabilježena opažanja poput morfoloških promjena na tijelu gujavica (izraženost kliteluma, čvrstoća) i njihovog stupnja aktivnosti. U slučaju kada je opažena prisutnost uočljivog kliteluma na paru organizama, tlo se pregledalo i izdvojili su se kokoni.

Kokoni su se premjestili u manju posudu zajedno s tlom iz posude u kojoj su pronađeni te pohranjeni u uvjetima u kojima su nastali.

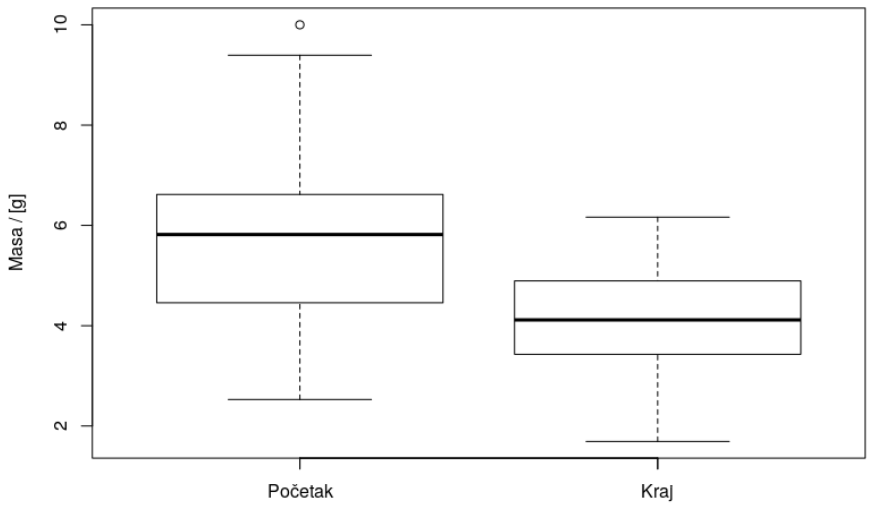
2.3. Obrada podataka

Podatakci o promjeni masa gujavica obradili su se u programu za tablično računanje LibreOffice Calc i programskom okruženju R (R Core Team, 2017).

3. REZULTATI

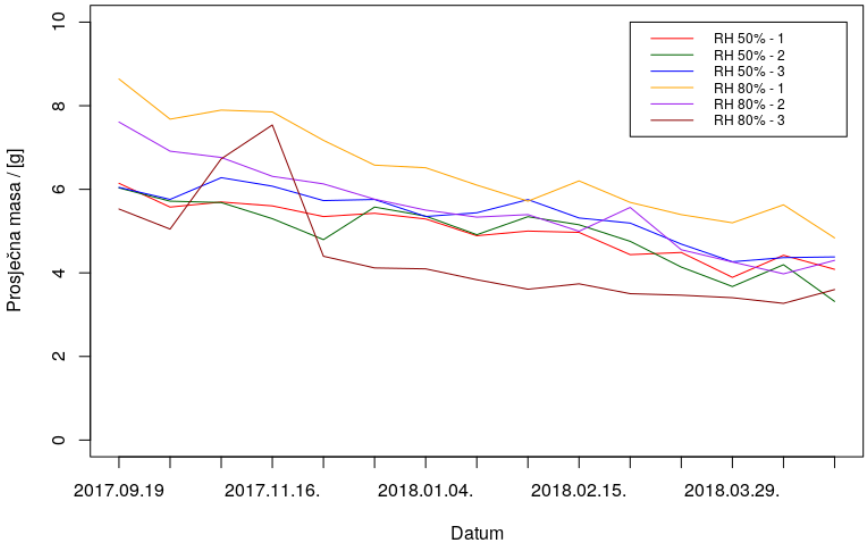
3.1. Promjena masa gujavica

Prosječna masa svih gujavica korištenih u eksperimentu (n=32) u trenutku postavljanja eksperimenta iznosila je 5.78 g (± 1.55 g), a na kraju 4.14 g (± 1.01 g) (Slika 8).

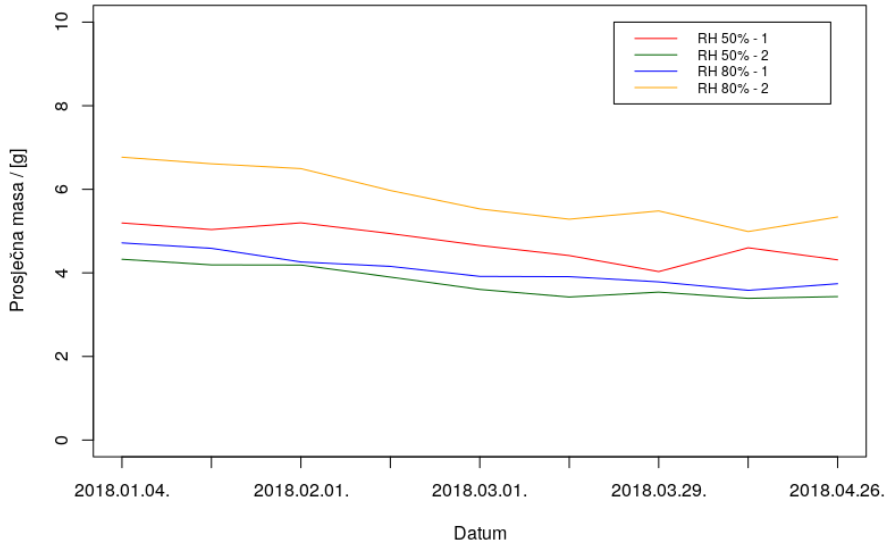


Slika 8: Masa gujavica na početku i na kraju eksperimenta.

Usporedbom podataka o masi gujavica zabilježenih prilikom redovitog prevagivanja organizama tijekom trajanja eksperimenta uočava se smanjenje mase gujavica, Smanjenje masa gujavica opaženoje pri obje postavke temperature – 16°C i 20°C – i vlažnosti – RH 50% i 80% (Slika 9 i Slika 10).



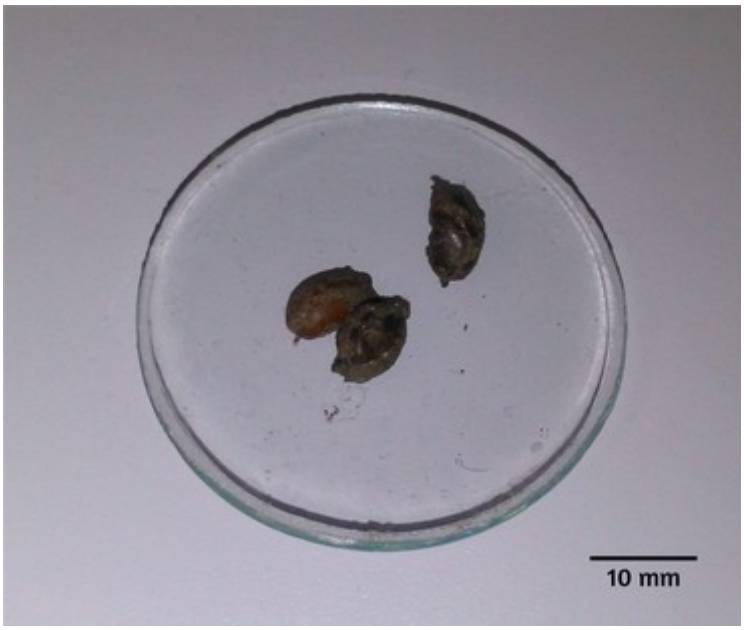
Slika 9: Promjene u masi gujavica u pojedinim posudama pri 16°C. Vrijednosti su izražene kao omjer prosječnih vrijednosti masa gujavica u trenutku vaganja i prosječne vrijednosti masa gujavica u posudi pri prvom vaganju. Krivulje 1-3 odgovaraju mikrokozmosima s RH 50%, a 4-6 RH 80%.



Slika 10: Promjene u masi gujavica u pojedinim posudama pri 20°C. Vrijednosti su izražene kao omjer prosječnih vrijednosti masa gujavica u trenutku vaganja i prosječne vrijednosti masa gujavica u posudi pri prvom vaganju. Krivulje 1-2 odgovaraju mikrokozmosima s RH 50%, a 3-4 RH 80%.

3.2. Reproduktivna aktivnost

Tijekom trajanja eksperimenta izraženost kliteluma zabilježena je kod dvije jedinke, u mikrokozmosu 4 pohranjenom na 20°C. Klitelum ovih jedinki bio je uočljiv u periodu od 6 tjedana nakon čega se on postupno povukao. Kopulacijom jedinki nastalo je 3 kokona (Slika 11) koji su uklonjeni iz zemlje 15. veljače 2018. g.



Slika 11: Kokoni A. dubiosa. *(T. Đerđ)*

Tablica 3: Dimenzije kokona A. dubiosa *15. veljače 2018.*

	Masa / [g]	Dužina / [mm]	Promjer / [mm]
Kokon 1	0.1087	8.64	5.6
Kokon 2	0.1331	8.35	5.26
Kokon 3	0.1309	8.82	5.8

3.3. Uspješnost izlijeganja i rast juvenilnih jedinki

Dana 10. lipnja 2018. godine prilikom pregleda izoliranog tla u kojem su pohranjeni kokoni pronađene su 2 juvenilne jedinke (Slika 12) koje su nakon vaganja i mjerenja (Tablica 4) premještene u veću posudu te nahranjene zobenim brašnom.

Tablica 4: Morfometrija juvenilnih jedinki A. dubiosa *na dan 10. lipnja 2018.*.

	Masa / [g]	Dužina tijela / [mm]
Gujavica 1	0.3647	56
Gujavica 2	0.1105	38

Jasno uočljive razlike u dimenzijama mladih jedinki upućuju na različito vrijeme izlijeganja istih.

Slika 12: Juvenilne jedinke A. dubiosa. *(T. Đerđ)*

Morfološke karakteristike juvenilnih organizama proučavane vrste su smeđe-crveno obojenje kolutića i djelomično transparentno tijelo.

Slika 13: Morfološka obilježja juvenilne jedinke. (T. Đerđ)

Na Slici 13 uočava se postupna promjena boje tijela prema tanmozelenoj koja kreće od kaudalnog područja.

Prirast mase juvenilnih jedinki provjeravao se, slično praksi s odraslim jedinkama, s učestalošću od dva tjedna kada su jedinke uklonjene iz tla, izvagane i izmjerena je dužina njihovog tijela (Tablica 5)

Tablica 5: Morfometrija juvenilnih jedinki na dan 25. lipnja 2018..

	Masa / [g]	Dužina tijela / [mm]
Gujavica 1	0.5634	58
Gujavica 2	0.2204	41

3.4. Morfološke promjene na tijelu gujavica

3.4.1. Odrasle jedinke

Među zabilježenim promjenama koje su se opazile na tijelu gujavica izdvaja se izraženost kliteluma. Položaj ove žljezdane tvorbe kod većine organizama tijekom trajanja eksperimenta mogao se odrediti na temelju obojenosti kolutića na kojima se on treba nalaziti koji su nešto svijetliji od ostatka kolutića tijela (Slika 15). Uočljiva izraženost kliteluma opažena je kod 2 jedinke (Slika 14), i to u ograničenom periodu od 6 tjedana nakon čega se ova tvorba potpuno povukla. Pojava kliteluma kod ovih jedinki nije bio istovremen te se dogodio s razmakom od približno 2 tjedna.

Slika 14: Jedinka s jasno vidljivim klitelumom. (T. Đerđ)

Slika 15: Jedinka s povučenim klitelumom. Područje kliteluma zaokruženo. (T. Đerđ)

3.4.2 Juvenilne jedinke

Promatranjem tijela juvenilnih jedinki *A. dubiosa* opaža se postupna promjena pigmentacije tijela životinja, od crveno-ljubičaste prema tamnozelenoj kakva je opažena kod odraslih jedinki, s postupnim nestankom dijelova tijela bez obojenosti (transparentna koža preko koje se jasno vidi probavilo, krvne žile i druge strukture).

Slika 16: Juvenilne jedinke A. dubiosa . *(T. Đerđ)*

3.4. Stupanj aktivnosti organizama

Za vrijeme uklanjanja organizama iz eksperimentalnih posuda u svrhu njihovog prevagivanja, također je zabilježen položaj organizama u vertikalnom stupcu te njihova reaktivnost na svjetlosni podražaj i dodir.

Općenito, gujavice su se povlačile na dno posuda gdje je vlažnost tla bila veća nego u površinskim slojevima.

Mortalitet je zabilježen u posudi 1 (RH 50 %) na temperaturi 20 °C gdje je uslijed pojačanog isušivanja tla došlo do ugibanja jedne jedinke. Tijelo uginule jedinke je uklonjeno iz posude zajedno s okolnom zemljom koja je nadoknađena jednakom količinom steriliziranog tla.

Pri proučavanju stupnja aktivnosti organizama, relativna vlažnost tla u kojem su se životinje nalazile pokazao se kao određujući čimbenik.

Slika 17: Jedinka u stanju mirovanja. (T. Đerđ)

Tako su na obje temperature u mikrokozmosima s 50% RH pronađene jedinke u stanju mirovanja, smotane u oblik nalik čvoru (Slika 17).

Također, pri nižoj vlažnosti tla opaženo je usporeno kretanje gujavica i promjena čvrstoće tijela pri čemu su ove jedinke bile mekše i izduljenije od onih pri vlažnosti 80%.

Usporeno kretanje i smanjena ishrana organizama opažena je tijekom većeg dijela eksperimenta.

4. RASPRAVA

Istraživanja koja opisuju životni ciklus pojedine vrste gujavica važan su izvor podataka za za provedbu znanstvenih istraživanja i komercijalnu upotrebu gujavica.Podatci o životnom ciklusu gujavica dostupni su za ograničen broj vrsta gujavica (Edwards, 2004).

Provedeni eksperiment započet sa svrhom opisivanja životnog ciklusa nativne vrste gujavice *Aporrectodea dubiosa* pratio je uobičajeni postupak opisan u znanstvenoj literaturi. Eksperimentalni organizmi su se smjestili u mezokozmose koji su zadovoljili uvjete definirane prije postavljanja eksperimenta u vidu temperature i vlažnosti tla. Uz konstantne uvjete, organizmima je osigurana i dostatna količina hrane prema čemu količina nutrijenata tijekom eksperimenta nije bio ograničavajući čimbenik. Također, morfometrijska mjerenja (prirast mase, morfološke promjene) su se redovito provodila i bilježila, a na temelju zabilježenih rezultata dobio se uvid u odgovor eksperimentalnih organizama na kombinaciju uvjeta okoliša.

Provedeni eksperiment pokazuje kako je moguće održavanje i uzgoj *A. dubiosa* u laboratorijskim uvjetima. Prema rezultatima i opažanjima stečenim do trenutne faze eksperimenta, ova vrsta preferira uvjete veće vlažnosti tla, što je u skladu s općim podacima o biologiji i ekologiji ove vrste. Također, uvjeti koji su se pokazali povoljnima za reprodukciju i izlijeganje upućuju na mogući uzgoj ovih organizama u laboratoriju pri relativnoj vlažnosti tla 80% i temperaturi 20 °C, što je izvan raspona od 10-15 °C određenih termalni optimum za europske vrste gujavica (Lee, 1985). Prema tome, među proučavanim ekološkim čimbenicima, vlažnost tla bi mogla imati veću važnost i ograničavajući utjecaj od temperature za ovu vrstu. Osim temperature, modifikacija s obzirom na upute za uzgoj anecičnih vrsta gujavica predloženih u Butt (2011) je hrana kojom su se gujavice hranile tijekom ovog eksperimenta – natopljeno osušeno usitnjeno lišće umjesto predloženog stajnjaka. Podudaranje u postupku hranjenja jest stavljanje hranjivih tvari na površinu zemlje gdje gujavice izlaze radi ishrane i defekacije što se očitovalo u tragovima kretanja i defekacije (Slika 5).

Tijekom devet mjeseci eksperimenta, razmnožavanje je opaženo kod jednog para gujavica što je rezultiralo s tri kokona i dvije izliježene juvenilne jedinke. Opaženo odgovara literaturnim navodima (Zicsi, 1963) prema kojima postoji velika varijabilnost među

opisima ove vrste što je posljedica činjenice kako organizmi pokazuju vidljive znakove spolne zrelosti samo kratko razdoblje tijekom godine. Prema tome, proučavana vrsta može se usporediti s vrstom *Allolobophora carpathica*, eksperimentalnom organizmu u istraživanju Kostecka i Butt (2001). *A. carpathica* pokazuje sezonski ovisno kretanje biomase i brojnosti populacij, s maksimumimom opaženim tijekom mjeseca rujna. Kostecka i Butt (2001) napominju kako njihova opažanja odgovaraju karakteristikama vrsta gujavica iz umjerenih područja opisanim u Edwards i Bohlen (1996). Budući da vrsta *A. dubiosa* također nastanjuje područja umjerene klime, utvrđeni opadajući trend prirasta mase gujavica na svim tretmanima može upućivati na sezonalni uzorak promjene biomase i aktivnosti organizama. Kako se veći dio ovog istraživanja provodio tijekom hladnijih mjeseci, sezonalnost ovih organizama moglo bi dati objašnjenje za zabilježeno smanjenje njihovih masa.

Prema preliminarnim rezultatima provedenog eksperimenta produkcija kokona može očekivati približno 3 tjedna nakon pojave kliteluma na paru gujavica. Izlijeganje juvenilnih jedinki uslijedilo je nakon 16 tjedana. Iz opaženog moguće se povući paralelu između vrsta *A. dubiosa* i *A. carpathica* kao vrsta s dugim životnim ciklusom što upućuje na to da proučavana vrsta također pripada gujavicama s K-strategijom (Kostecka i Butt, 2001; Satchell, 1980). Shodno tome, i broju kokona iz eksperimenta, ova vrsta pokazuje nisku stopu produkcije kokona, slično drugim velikim anecičnim i endogejnim vrstama poput *Lumbricus terrestris*, *L. friendi*, ili *Octodrilus complanatus* (Monroy i sur., 2007). Pronađeni kokoni u usporedbi s onima koje proizvode male epigejne vrste poput *Eisenia fetida* ili *Dendrobaena veneta* (masa kokona 10-20 mg) (Reinecke i Venter, 1987) relativno velikih dimenzija, sukladno veličini odrasle jedinke

Posljedično, juvenilne jedinke također su relativno velikih dimenzija, (Slika 18). Za usporedbu, juvenilna jedinka *A. dubiosa* približne je dužine kao odrasla jedinka *D. veneta*.

Slika 18: Usporedba dimenzije juvenilne jedinke A. dubiosa *(lijevo) s odraslom jedinkom D. veneta (desno). (T. Đerđ)*

Morfološka karakteristika juvenilnih jedinki jest njihova pigmentacija. Na Slikama 12, 13 i 16 jasno se vidi obojenost mladih jedinki – nedostatak pigmentacije na većem dijelu tijela, transparentna koža preko koje su vidljive unutarnje strukture poput krvnih žila i crijeva. Najjača pigmentacija je na kaudalnim kolutićima koji postupno poprimaju tamnozelenu boju. Prevagivanjem juvenilnih jedinki nakon njihovog premještanja i hranjenja, utvrdio se prirast mase, a uz to i rast tijela u dužinu.

Budući da se brojna istraživanja koja proučavaju životni ciklus gujavica provode tijekom više uzastopnih godina, rezultati početne faze cjelokupnog eksperimenta (deset mjeseci) prikazani u ovom radu temelj su za nastavak istraživanja.

Slijedeća faza eksperimenta obuhvatit će proučavanje razvoja juvenilnih jedinki do trenutka postizanja spolne zrelosti te produkcije kokona i konačno juvenilnih jedinki druge generacije gujavica uzgojenih u laboratorijskim uvjetima. Leglo gujavica održavati će se pri konstantnim uvjetima temperature 20 °C i povišene vlažnosti tla RH 80%. Hranjenje juvenilnih gujavica zobenim brašnom na samom početku njihovog odrastanja pokazalo se praksa, a zobeno brašno će se postupno zamjenjivati usitnjenim suhim lišćem.

Donošenje konačnih zaključaka o biologiji, ponašanju i detaljan opis čitavog životnog ciklusa ove vrste biti će mogući nakon razvoja treće generacije gujavica izliježenih u laboratorijskim uvjetima. Osim navedenog, dobiti će se i uvid u ekološke karakteristike i ponašanje ove vrste gujavica.

6. ZAKLJUČCI

Na temelju provedenog eksperimenta moguće je donijeti slijedeće zaključke:

- Pri konstantnim laboratorijskim uvjetima moguće je održavati i uzgajati kulturu *A. dubiosa* .
- *A. dubiosa* preferira tla visoke vlažnosti.
- *A. dubiosa*, pokazuje sezonski ovisne uzorke ponašanja, rasta i reprodukcije.
- *A. dubiosa* stvara mali broj kokona što zajedno s drugim karakteristikama ove vrste upućuje na njezinu K-selekciju reproduktivne strategije.

7. LITERATURA

Berry E. C., Jordan D. (2001) Temperature and soil moisture content effects on the growth of *Lumbricus terrestris* (Oligochaeta: Lumbricidae) under laboratory conditions, Soil Biology & Biochemistry 33: 133–136

Diaz Cosin D. J., Novo M., Fernandez R. (2011) Reproduction of Earthworms: Sexual Selection and Parthenogenesis. U: Karaca A. (ur.) Biology of Earthworms, Soil Biology 24., Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 69–86

Edwards, C. A. (2004) Earthworm Ecology, 2nd ed., Boca Raton, CRC Press

Edwards C.A., Bohlen P.J. (1996) Biology and Ecology of Earthworms, 3rd ed., London, Chapman & Hall

Eriksen-Hamel N. S., Whalen J. K. (2006) Growth rates of *Aporrectodea caliginosa* (Oligochaetae: Lumbricidae) as influenced by soil temperature and moisture in disturbed and undisturbed soil columns, Pedobiologia 50: 207–215

Fernandez R., Novo M., Gutierrez M., Almodovar A., Diaz Cosin D. J. (2010) Life cycle and reproductive traits of the earthworm *Aporrectodea trapezoides*, (Duges, 1828) in laboratory cultures, Pedobiologia 53: 295–299

Joshi N., Dabral M (2008) Life cycle of earthworms *Drawida nepalensis*, *Metaphire houlleti* and *Perionyx excavatus* under laboratory controlled conditions, Life Science Journal 5 (4): 83–86

Keith A. M., Robinson D. A. (2012) Earthworms as Natural Capital: Ecosystem Service Providers in Agricultural Soils, Economology Journal 2: 91–99

Kostecka J., Butt K. R. (2001) Ecology of the earthworm *Allolobophora carpathica* in field and laboratory studies, European Journal of Soil Biology 37: 255−258

Lee K. E. (1985) Earthworms : Their Ecology and Relationships with Soils and Land Use, Sydney, Academic Press

Monroy F., Aira M, Gago J. A., Dominguez J. (2007) Life cycle of the earthworm *Octodrilus complanatus* (Oligochaeta, Lumbricidae), Comptes Rendus Biologies 330: 389–391

R Core Team (2017). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL https://www.R-project.org/.

Reinecke A. J., Venter J. M. (1987) Moisture preferences, growth and reproduction of the compost worm *Eisenia fetida* (Oligochaeta), Biology and Fertility of Soils 3: 135–141

Siddique J., Khan A. A., Hussain I., Akhter S. (2005) Growth and Reproduction of Earthworm (*Eisenia fetida*) in Different Organic Media, Pakistan Journal of Zoology 37(3): 211–214

Spurgeon A. J., Svendsen C., Rimmer V. R., Hopkin S. P., Weeks J. M. (1999) Relative Sensitivity of Life-Cycle and Biomarker Responses in Four Earthworm Species Exposed to Zinc, Environmental Toxicology and Chemistry 19(7): 1800–1808

Vasanthi K., Senthilkumari M., Chairman K., Ranjit Singh A. J. A. (2013) Influence of temperature on growth and reproduction of earthworm *Eudrilus eugeniae*, International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences 2(7): 202–206

Zicsi , A. (1963): Beobachtungen über die Lebensweise des Regenwurmes *Allolobophora dubiosa* (Örley 1880). – Acta Zoologica Academiae Scientarum Hungaricae, 9: 219–236.

Internetske stranice

Web1. https://www.itis.gov/servlet/SingleRpt/SingleRpt?search_topic=TSN&search_value=975599# (25.06.2018.)