



UNIVERZITET U
Kragujevcu
AGRONOMSKI FAKULTET U
Čačku



UNIVERSITY OF
Kragujevac
FACULTY OF
AGRONOMY
Čačak

XXV SAVETOVANJE O BIOTEHNOLOGIJI

sa međunarodnim učešćem

- ZBORNIK RADOVA 1 -



Čačak, 13 - 14. mart 2020. godine

STRUKTURA POPULACIJA LUMBRICIDAE U AGROEKOSISTEMIMA

Jovana Sekulić¹, Slobodan Milenković², Željko Milovac³, Tanja Trakić⁴,
Filip Popović⁴, Mirjana Stojanović⁴

Izvod: Značaj koji autohtone vrste kišnih glista imaju u tlu, pre svega u formiranju plodnog zemljišta, nije moguće sagledati bez poznavanja njihovog diverziteta, ekologije i distribucije. Cilj rada je bio procena stanja agroekosistemima analizom strukture populacija Lumbricidae. Registrovano je 10 vrsta, iz pet rodova, a najbrojniji je rod *Aporrectodea*. Prisustvo vrste *Aporrectodea rosea* je utvrđeno na svim lokalitetima. Analizom ekoloških tipova i zoogeografskih kategorija, utvrđeno je da populacija lumbricida oskudna, razbijena i prilično ujednačena. Ovi rezultati ukazuju na mogućnost upotrebe lumbricida za rano upozoravanje na zdravlje tla i za procenu stanja životne sredine.

Ključne reči: kišne gliste, agroekosistemi, diverzitet, ekologija, distribucija

Uvod

Zemljište je jedno od najkompleksnijih sistema staništa i predstavlja heterogenu mešavinu abiotičkih i biotičkih komponenti. U kopnenim ekosistima, kišne gliste, iz porodice Lumbricidae, su jedne od najvažnijih makrobleskičmenjačkih grupa i posebno se koriste kao bioindikator u proceni stanja životne sredine. Nazivaju ih "ekološkim inženjerima" jer doprinose složenim zemljišnim procesima (Römbke, 2008). Za razliku od drugih zemljišnih organizama, osetljivije su na hemikalije, jer imaju tanku kutikulu koja ih štiti, a i važna su karika u lancima ishrane.

Aktivnost kišnih glista, prvenstveno utiče na fizičke osobine zemljišta. Prilikom njihovog karakterističnog kretanja kroz slojeve zemljišta, dolazi do konzumiranja zemljišta i biljne materije, a zatim obrađeni materijal izbacuju i stvaraju takozvane agregate, koji su obogaćeni hranljivim materijama i koji su lako dostupni biljkama (Edwards, 1998). Takođe, stvaraju velike pore i smanjuju gustinu zemljišta, a ovo povećava drenažu i aeraciju, povećava plodnost zemljišta, reciklira hranljive materije, pri čemu se stvaraju bolji uslovi za rast korena biljke. Kišne gliste su stoga suštinski deo funkcionisanja zemljišta (Peijnenburg and Vijver, 2009), tako da je monitoring populacija kišnih glista važan i koristan pokazatelj kvaliteta zemljišta.

Različite vrste kišnih glista nemaju isti uticaj na procese pedogeneze, jer one nisu homogeni entitet. One obuhvataju nekoliko funkcionalnih grupa i svaka se jasno

¹Univerzitet u Kragujevcu, Institut za informacione tehnologije Kragujevac, Departman za Nauke, Jovana Cvijića bb, 34000 Kragujevac, Srbija (jovanas034@gmail.com);

²Univerzitet Megatrend, Fakultet za biofarming, Maršala Tita 39, 24300 Bačka Topola, Srbija;

³Institut za ratarstvo i povrtarstvo, Maksima Gorkog 30, 21000 Novi Sad, Srbija;

⁴Univerzitet u Kragujevcu, Prirodno-matematički fakultet, Institut za biologiju i ekologiju, Radoja Domanovića 12, 34000 Kragujevac, Srbija.

razlikuje po ekologiji i uticaju na životnu sredinu. Osnovna podela obuhvata tri ekološke forme: epigeične, endogeične i anecične vrste (Bouché, 1977). Epigeične su vrste koje žive na površini zemljišta i njihova tipična staništa su stelja ili stajnjaci, zbog čega imaju slab direktan efekat na strukturu zemljišta. Endogeične su vrste glista koje žive u dubljim mineralnim zemljišnim horizontima ili ispod zone intenzivnog razvoja korena. Anecične su vrste koje žive duboko u zemljištu. One su u stanju da kopaju duboke rupe i da se hrane organskim ostacima, koji se nalaze na površini zemljišta. One su vrlo važni posrednici u dekompoziciji organskih materija, kruženju nutrijenata i formiranju zemljišta, ubrzavajući pedološke procese.

Antropogeni uticaji, kao što su obrada poljoprivrednih polja, đubrenje organskim i veštačkim đubrivima, borba protiv korova i ekonomski značajnih štetočina, odvodnjavanje i navodnjavanje, utiču na sastav i ravnotežu u zemljištu. Zato je cilj rada bio da se analizom strukture populacija Lumbricidae u poljoprivrednim poljima proceni stanje ovih ekosistema. Veliki značaj koji autohtone vrste kišnih glista imaju u terestričnim ekosistemima, pre svega u formiranju plodnog zemljišta, nije moguće sagledati bez poznavanja njihovog diverziteta, ekologije i distribucije.

Materijal i metode rada

Terenska istraživanja su odrađena prema standardima koje propisuje ISO 2361. Materijal za faunističko proučavanje lumbricida prikupljen je iz Vojvodine sa lokaliteta Rimski Šančevi, kod Novog Sada. Uzorkovanje materijala je vršeno u periodu od 2013. do 2015. godine. Na ovom polju gajena je ozima sorta uljane repice uz primenu agrotehničkih mera i insekticida Nurele D i Talstar. Drugi deo materijala je prikupljen iz Centralne Srbije i to sa lokaliteta: Svilajnac i Slatina kod Čačka, u periodu 2014. i 2015. godine. Na polju u Svilajncu gajen je kukuruz, uz korišćenje svih agrotehničkih mera, pre svega herbicida Acetohlor, Equip, Adengo i Callisto. Na lokalitetu u Čačku istraživano je polje, koje je u sistemu organske proizvodnje, gde je gajena pšenica, bez korišćenja pesticidnih sredstava. Lumbricidna fauna identifikovana je uz pomoć ključeva za determinaciju: Mršić (1991) i Blakemore (2004). Kategorizacija faunističkih tipova izvršna je prema Csuzdi et al. (2011).

Rezultati istraživanja i diskusija

Najvažniji faktori koji mogu da limitiraju populacije kišnih glista su izvori hrane, vlažnost, temperatura, i fizičke i hemijske karakteristike zemljišta (Curry, 2004). S druge strane, na populaciju glista utiču na direktan ili indirektan način i vrsta vegetacijskog pokrivača (Mather and Christensen, 1988). Poljoprivredno zemljište ima duge periode ogoljenog zemljišta, što može dodatno da intenzivira uticaj vremenskih prilika na rasprostranjenje lumbricida. Takođe, zbog tesne veze kišnih glista i podloge, moderna poljoprivredna praksa može da modifikuje fizičke i hemijske osobine zemljišta, tako da izazove promene u gustini i sastavu zajednica glista (Curry, 2004).

Na istraživanim poljoprivrednim poljima iz 176 uzorka analizirali smo ukupno 1640 jedinki, od čega je bilo 36,6% adulta i 63,4% juvenilnih jedinki. Među 600

adultnih jedinki na kojima smo mogli da izvršimo identifikaciju materijala, utvrđeno je prisustvo 10 vrsta kišnih glista, iz pet rodova (Tabela 1). Ove vrste su najčešće vrste u usevima na evropskom području (Frampton et al., 2006).

Табела 1. Списак лумбрицидних врста у истраживаним агроекосистемима класификоване према еколошкој форми и зоогеографској дистрибуцији
 Table 1. List of lumbricidal species in the investigated agro-ecosystems classified by ecological form and zoogeographic distribution

Vrste/Species	Ekološka forma/ Ecological form	Zoogeografski tip/ Zoogeographical type	Konvencionalno polje/ Conventional field		Organsko polje/ Organic field
			Rimski Šančevi (Novi Sad)	Svilajnac	Slatina (Čačak)
<i>Allolobophora chlorotica</i> (Savigny, 1826)	Endogeična/ Endogeic	Peregrina/ Peregrine	+		
<i>Allolobophora leoni</i> (Michaelsen, 1891)	Endogeična/ Endogeic	Trans-egejska/ Trans-Aegean		+	+
<i>Aporrectodea jassyensis</i> Michaelsen, 1891	Endogeična/ Endogeic	Trans-egejska/ Trans-Aegean		+	
<i>Aporrectodea rosea</i> (Savigny, 1826)	Endogeična/ Endogeic	Peregrina/ Peregrine	+	+	+
<i>Aporrectodea trapezoides</i> (Duges, 1828)	Endogeična/ Endogeic	Peregrina/ Peregrine	+		
<i>Eisenia fetida</i> (Savigny, 1826)	Epigeična/ Epigeic	Peregrina/ Peregrine	+	+	
<i>Eisenia lucens</i> (Waga, 1857)	Epigeična/ Epigeic	Srednje-evropska/ Central European		+	
<i>Lumbricus castaneus</i> (Savigny, 1826)	Epigeična/ Epigeic	Peregrina/ Peregrine		+	
<i>Lumbricus rubellus</i> Hoffmeister, 1843	Epigeična/ Epigeic	Peregrina/ Peregrine			+
<i>Proctodrilus antipai</i> (Michaelsen, 1891)	Endogeična/ Endogeic	Srednje-evropska/ Central European		+	+

Najveće bogatstvo vrsta pronađeno je na konvencionalnom polju na lokalitetu Svilajnac (sedam taksona). Međutim, tri vrste su pronađene samo sa po jednim primerkom (*Ap. jassyensis*, *E. fetida*, *L. castaneus*). Pelosi et al. (2013) smatraju da više ostataka useva ostaje u zemljištu u konvencionalnim poljima, jer su prinosi

uglavnom veći nego u organskoj poljoprivredi, tako da je veća količina organske materije dostupna glistama. Sa druge strane, postoje i dokazi iz uporednih studija koji ukazuju na opšti trend veće brojnosti lumbricida na organskim agroekosistemima u odnosu na konvencionalne, a ovakvi rezultati nisu uvek povezani sa ne korišćenjem pesticida, jer je ovo verovatno rezultat upotrebe stajnjaka u organskim sistemima (Hole et al., 2005).

Vrsta *Ap. rosea* je pronađena na svim lokalitetima. U konvencionalnom polju u Svilajncu najdominantnije su vrste *All. leoni* (40%) i *Ap. rosea* (27,8%), dok je u Novom Sadu to vrsta *All. chlorotica* (89,3%). Na polju u Čačku najdominantnija je vrsta *All. leoni* (71,6%). Veliko obilje ovih vrsta je odraz njihove reproduktivne sposobnosti i potencijala za prilagođavanje i kolonizaciju (Bouché, 1977). Najbrojnije su vrste iz roda *Aporrectodea* (tri taksona), jer ove vrste mogu dublje da prodru u zemljište, za razliku od drugih endogeičnih vrsta i da na taj način izbegnu uticaje konvencionalne prakse (Sims and Gerard, 1999). Prema klasifikaciji ekoloških tipova, šest vrsta su endogeične, a četiri vrste su epigeične (Tabela 1), ali su one manje brojne i pronađene su samo sa po jednim primerkom (osim *E. lucens*). U zajednicama kišnih glista u obradivim zemljištima često dominiraju endogeične vrste (De Oliveira et al., 2012). Epigeične vrste mogu biti u manjem broju prisutne zbog primene hemijskih sredstava, ali i procesa oranja (Pelosi et al., 2013). Upotrebom pesticida se indirektno menjaju uslovi života. Ove promene uključuju uništavanje kanala koje gliste kopaju, gubitak organske materije, i promene u fizičkim uslovima zemljišta kao što su sadržaj vode i temperatura (Chan, 2001).

Broj juvenilnih jedinki je bio najveći u organskom polju (469 jedinki), a zatim u konvencionalnom polju u Novom Sadu (331 jedinka), pa Svilajncu (240 jedinki). Odnos juvenilnih i odraslih bio je najviši na organskom polju (2,3), a najmanji u konvencionalnom polju u Novom Sadu (1,18). Ovo sa jedne strane može da znači da korišćenje pesticida može negativno da utiče na juvenilne stadijume, koji se javljaju blizu površine zemljišta i na taj način su izloženi najvećem riziku od negativnog uticaja pesticida (Pfiffner and Mäder, 1997). Istovremeno ukazuje i da je oslabljena reproduktivna sposobnost glista u konvencionalnom polju, zbog primene mnoštva hemijskih sredstava (Yasmin and D’Souza, 2010; Pelosi et al., 2013).

Analizom zoogeografskih kategorija utvrđeno je prisustvo šest peregrinih vrsta, dve pripadaju trans-egejskom tipu distribucije i isto toliko srednje-evropskom (Tabela 1). Mogući razlozi za ovako visok (60%) procenat peregrinih vrsta su porast temperature i smanjenje relativne vlage u zemljištu, ali i zagađenje tla. Ako se uzme u obzir popis lumbricidnih vrsta sa ukupne teritorije Vojvodine (Stojanović and Milutinović, 2014), koji broji ukupno 32 vrste, kao i iz Centralne Srbije (Stojanović et al., 2019), gde je registrovano 46 vrsta, onda se jasno vidi koliko je nizak diverzitet ovih bitnih zemljišnih organizama na poljoprivrednim poljima ispitivanih područja.

Zaključak

Istraživanje pruža uvid u strukturu zajednica lumbricida u antropogenim ekosistemima. Na konvencionalnom polju kod Novog Sada i organskom polju kod Čačka registrovane su samo po četiri vrste. U konvencionalnom polju kod Svilajнца registrovano je sedam vrsta, od kojih su tri pronađene samo sa po jednim primerkom. Dominiraju peregrine vrste, tako da su populacije prilično ujednačene. Ako se uzme u obzir i veliko bogatstvo lumbricidnih vrsta na području Vojvodine i Centralne Srbije, onda je jasna činjenica koliko su poljoprivredna polja degradirana i siromašna ovom faunom. Živi organizmi pružaju najbolji odraz pravog stanja ekosistema i promena u njima, tako da ovi rezultati ukazuju na mogućnost upotrebe lumbricida za rano upozoravanje na zdravlje tla i za procenu stanja životne sredine.

Napomena

Istraživanja u ovom radu deo su projekta (Preklinička ispitivanja bioaktivnih supstanci, III 41010) koji finansira Ministarstvo prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije.

Literatura

- Blakemore R. (2004). A provisional list of valid names of Lumbricoidea (Oligochaeta) after Easton, 1983. Editorial Complutense, Madrid, Spain: Universidad Complutense, pp. 75-120.
- Bouché M.B. (1977). Strategies lombriciennes. Ecological Bulletin Stockholm. 25: 122-132.
- Chan K.Y. (2001). An overview of some tillage impacts on earthworm population abundance and diversity: implications for functioning in soils. Soil and Tillage Research. 57: 179-191.
- Csuzdi Cs., Pop V.V., Pop, A. A. (2011). The earthworm fauna of the Carpathian Basin with new records and description of three new species (Oligochaeta: Lumbricidae). Zoologischer Anzeiger. 250: 2-18.
- Curry J.P. (2004). Factors affecting the abundance of earthworms in soils. *Earthworm Ecology, CRC press, Boca Raton*, Edwards C.A. (ed.). 91-114.
- De Oliveira T., Bertrand M., Roger-Estrade J. (2012). Short-term effects of ploughing on the abundance and dynamics of two endogeic earthworm species in organic cropping systems in northern France. Soil and Tillage Research. 119: 76-84.
- Edwards C.A. (1998). *Earthworm Ecology*. St. Lucie Press. New York.
- Frampton G.K., Jänsch S., Scott-Fordsman J.J., Römbke J., Van den Brink P.J. (2006). Effects of pesticides on soil invertebrates in laboratory studies: A review and

- analysis using species sensitivity distributions. *Environmental Toxicology and Chemistry*. 25: 2480-2489.
- Hole D.G., Perkins A.J., Wilson J.D., Alexander I.H., Grice P.V., Evans A.D. (2005). Does organic farming benefit biodiversity? *Biological Conservation*. 122: 113-130.
- ISO 2361 (2005). Soil quality — Sampling of soil invertebrates — Part 1: Hand-sorting and formalin extraction of earthworms,
- Mather G., Christensen O. (1988). Surface movements of earthworms in agricultural land. *Pedobiologia*. 32: 399-405.
- Mršić N. (1991). Monograph on earthworms (Lumbricidae) of the Balkans I-II. Slovenska Akademija Znanosti in Umetnosti. Ljubljana.
- Peijnenburg W.J.G.M., Vijver M.G. (2009). Earthworms and their use in eco(toxico)logical modeling. *Ecotoxicology Modeling, Emerging Topics in Ecotoxicology: Principles, Approaches and Perspectives 2*, Devillers, J. (ed.).
- Pelosi C., Toutous L., Chiron F., Dubs F., Hedde M., Muratet A., Ponge J.F., Salmon S., Makowski D. (2013). Reduction of pesticide use can increase earthworm populations in wheat crops in a European temperate region. *Agriculture, Ecosystems and Environment*. 181: 223-230.
- Pfiffner L., Mäder P., (1997). Effects of biodynamic, organic and conventional production systems on earthworm populations. *Biological Agriculture and Horticulture*. 15: 2-10.
- Römbke J. (2008). Bioavailability in soil: The role of invertebrate behaviour. *Developments in Soil Science*. 32: 243-258.
- Sims R.W., Gerard B.M. (1999). Earthworms. FSC Publications. London.
- Stojanović M., Milutinović T. (2014). The earthworms (Oligochaeta: Lumbricidae) of the Pannonian region of Serbia, Vojvodina Province: Zoogeography and Diversity. *North-Western Journal of Zoology*. 10 (2): 305-313.
- Stojanović M., Trakić T., Sekulić J. (2019). New and additional records of earthworms (Annelida: Clitellata) from Central Serbia: First finding of *Bimastos parvus* (Eisen, 1874) in Serbia. *Biologia*. 74 (3): 269-278.
- Yasmin S., D'Souza D. (2010). Effects of pesticides on the growth and reproduction of earthworm: a review. *Applied and Environmental Soil Science*. 2010: 1-9.

STRUCTURE OF POPULATIONS OF LUMBRICIDAE IN AGROECOSYSTEMS

Jovana Sekulić¹, Slobodan Milenković², Željko Milovac³, Tanja Trakić⁴,
Filip Popović⁴, Mirjana Stojanović⁴

Abstract

The importance of autohtone autochthonous earthworm species in soil, especially in the formation of fertile soil, cannot be seen without knowledge of their diversity, ecology and distribution. Our goal was to assess the state of agroecosystems by analyzing the structure of populations of Lumbricidae. We were collected a total of 10 lumbricid species, within 5 genera. Most of the taxa belong to the genera *Aporrectodea*. *Aporrectodea rosea* has been found in all localities. By analyzing the ecological form and zoogeographic types, we have found that the lumbricide population is scarce, disrupted and fairly uniform. These results indicate the possibility of using lumbricides for early warning of soil health and for environmental assessment.

Key words: earthworms, agroecosystems, diversity, ecology, distribution

¹University of Kragujevac, Institute for Information Technologies Kragujevac, Department of Sciences, Jovana Cvijića bb, 34000 Kragujevac, Serbia (jovanas034@gmail.com);

² Megatrend University, Faculty of Biopharming, Maršala Tita 39, 24300 Bačka Topola, Serbia;

³Institute of Field and Vegetable Crops, Maksima Gorkog 30, 21000 Novi Sad, Srbija

⁴University of Kragujevac, Faculty of Science, Institute of Biology and Ecology, Radoja Domanovića 12, 34000 Kragujevac, Serbia

UTICAJ INSEKTICIDA DECISA NA MORTALITET I RAST EPIGEIČNE VRSTE *EISENIA FETIDA* U LABORATORIJSKIM USLOVIMA

Jovana Sekulić¹, Tanja Trakić², Filip Popović²,
Miroslav Vulević², Mirjana Stojanović²

Izvod: Kišne gliste (fam. Lumbricidae) imaju značajnu ulogu u pedogenezi. Doprinosu i kvalitetu zemljišta i zato je veoma važno da se proučavaju subletalni efekti zagađivača, koji mogu imati uticaja na njihove aktivnosti. Cilj rada bio je da se utvrdi uticaj insekticida Decisa (aktivna supstanca deltametrina) na mortalitet i rast epigeične vrste *Eisenia fetida* u laboratorijskim uslovima. Dobijeni rezultati su pokazali da Decis nema uticaja na smrtnost glista. Od četvrtne nedelje pa do kraja eksperimenta gliste su gubile težinu čak i u koncentraciji koja je niža od preporučene. Rezultati ove studije ukazuju na mogućnost korišćenja lumbricida za rano upozorenje na zemljišnu kontaminaciju.

Ključne reči: Decis, kišne gliste, mortalitet, rast, ekotoksikologija

Uvod

Konvencionalna poljoprivreda ima zadatak da obezbedi maksimalnu proizvodnju u pogledu kvantiteta i kvaliteta hrane. Za te svrhe čovek koristi brojne, vrlo intenzivne agrotehničke i zootehničke mere. Kao glavni faktori za povećanje poljoprivredne produktivnosti u 20. veku smatraju se insekticidi (Pimentel, 2005). Uprkos svojim prednostima, insekticidi mogu imati i negativne posledice. Jedna od njih je i uticaj na neciljane organizme, uglavnom zbog fizioloških sličnosti između ciljanih i neciljanih organizama (Wang et al., 2012). Zato se procena rizika povezanih sa njihovom upotrebom vrši na mnogim vodenim i zemljišnim organizmima (Yasmin and D'Souza, 2007).

Među zemljišnim organizmima ispitivanja su usmerena ka kišnim glistama, jer čine više od 80% ukupne biomase beskičmenjaka u mnogim ekosistemima umerenih regiona. Takođe, doprinose složenim procesima razgradnje organske materije i utiču na aeraciju, vodeni transport i strukturu zemljišta. Posebno su osetljive na hemikalije (Blouin et al., 2013), pa njihova zaštita može pružiti sigurnost ostalim članovima faune i može se sprečiti povećanje koncentracije pesticida kroz prehrambene lance (Kızılkaya, 2005). Upotreba lumbricida u programima za procenu rizika je dvostruka. Osim njihove zaštite kao korisnih organizama, koriste se i za dobijanje informacija o kvalitetu životne sredine.

Iako ne postoji jedna vrsta kišnih glista koja je osetljiva na sve vrste hemikalija, vrsta *Eisenia fetida* se uzima kao standardni test organizam u

¹Univerzitet u Kragujevcu, Institut za informacione tehnologije Kragujevac, Departman za Nauke, Jovana Cvijića bb, Kragujevac, Srbija (jovanas034@gmail.com);

²Univerzitet u Kragujevcu, Prirodno-matematički fakultet, Institut za biologiju i ekologiju, Radoja Domanovića 12, 34000 Kragujevac, Srbija.

ekotoksikološkim testovima. Ova vrsta nije tipična za poljoprivredne površine, ali se često nalazi u zemljištima koja su bogata organskim materijama. Zbog njihove sposobnosti bioakumulacije organskih i neorganskih jedinjenja i velike osetljivosti na hemikalije, ova vrsta se preporučuje od strane Organizacije za ekonomsku saradnju i razvoj (OECD) za laboratorijska ispitivanja. Relativno kratak životni ciklus, visoka produkcija kokona, kontinuirani uzgoj i lako gajenje u laboratorijskim uslovima omogućilo im je da budu odgovarajući model organizmi.

Decis (aktivna supstanca deltametrin) je insekticid koji ima široki spektar upotrebe u poljoprivredi. Deltametrin pripada porodici piretroida, koji predstavljaju klasu organskih molekula sintetisanih analoga prirodnog piretrina, molekula izolovanog iz cveta buhača *Tanacetum cinerariaedolium*. Ovu aktivnu supstancu odlikuje veoma brz efekat, odnosno trenutno delovanje na ciljane organizme.

Do sada su sprovedena brojna istraživanja o efektima ovog insekticida na različite vrste neciljanih organizama i to vodenih (Ghillebaert et al., 1996; Kuncic et al., 2015), ali i nekih neciljanih insekata kao što su moljci (Kurt and Kayış, 2015) i pčele (Dietz et al., 2009), ali je vrlo malo urađeno kada su u pitanju zemljišni organizmi. Cilj rada bio je da se utvrdi uticaj insekticida Decisa na mortalitet i rast epigeične vrste *E. fetida* u laboratorijskim uslovima.

Materijal i metode rada

Eksperiment je izvođen u Laboratoriji za zoologiju Prirodno-matematičkog fakultetu, Univerziteta u Kragujevcu. Realizacija je vršena na osnovu OECD pravilnika broj 222 (2004.).

Korišćene su različite koncentracije insekticida Decisa, koje su zasnovane na njegovoj preporučenoj poljoprivrednoj dozi (RAD, eng. *recommended agricultural dose*). Ovaj insekticid se koristi za suzbijanje vaši, gusenica i mnogih drugih organizama. Aktivna supstanca ovog insekticida je deltametrin, sa brzim kontaktnim i digestivnim delovanjem širokog spektra.

U kontrolnim tretmanima, umesto insekticida, korišćena je destilovana voda. Svaka od pet koncentracija i kontrola su rađene u četiri ponavljanja. Eksperiment je izvođen na terestričnoj vrsti maločekinjastih crva, *E. fetida* (Oligochaeta).

Veštačko zemljište koje se koristilo u eksperimentima je sledećeg sastava (na osnovu suvih težina): 70% kvarcnog peska, 20% kaolinit gline, 10% sfagnum treseta i po potrebi se dodavao kalcijum karbonat (CaCO_3 , prah), zbog regulacije pH vrednosti. Sadržaj vlage i vrednosti pH zemljišta su određivani nedeljno.

Eksperiment je trajao osam nedelja. Jednom nedeljno tokom celokupnog trajanja eksperimenta gliste su hranjene sa 5 g krevljeg stajskog đubriva. Mortalitet i rast (težina) su praćeni nedeljno. Svaka jedinka koja nije bila pronađena tokom procene, smatrala se uginulom.

Za statističku obradu podataka korišćen je program CalcuSyn, uz pomoć koga su izračunate LC_{50} vrednosti (koncentracija koja je letalna za 50% populacije) sa

95% intervalom poverenja. Pored ovog programa, korišćen je i SPSS softver (SPSS 16.0 za Windows), za utvrđivanje statističkih razlika u težini glista između grupa koje su trenirane insekticidom i kontrole.

Rezultati istraživanja i diskusija

Pošto gliste imaju značajnu ulogu u pedogenezi, a takođe doprinose i kvalitetu zemljišta, veoma je važno da se proučavaju subletalni efekti zagađivača, koji mogu imati uticaja na njihovu aktivnost (Capowiez and Berard, 2006).

Samo u kontrolnom tretmanu je bilo 100% preživelih glista sve do kraja eksperimenta, dok je u ostalim tretmanima mortalitet uočen odmah. Našim eksperimentom smo dokazali trenutno delovanje ovog insekticida i na neciljane organizme, baš kao što deluje i na ciljane organizme. Broj jedinki koje su uginule tokom prve tri nedelje se više nije menjao, a piretroidi su poznati po domino efektu i izrazitoj početnoj efikasnosti (Janjić, 2005). Izračunata LC_{50} vrednost za 14 dana (sa intervalom poverenja od 95%) je iznosila $1,04 \text{ mg kg}^{-1}$ ($1,69 \pm 6,47$). Vrednost je bila blizu najveće koncentracije koju smo koristili u eksperimentu (100XRAD). Međutim, Frampton et al. (2006) smatraju da akutna smrtnost nije najosetljivija krajnja tačka. Ali, ovaj insekticid je imao i subletalni efekat koji se ogledao u uticaju na rast kišnih glista.

Težine glista koje su tretirane ovim insekticidom se kreću od 368 mg do 158 mg (Tabela 1). U svim koncentracijama zabeleženo je smanjenje težine glista već u prvoj nedelji, ali razlike nisu bile statistički značajne. Statistički značajna razlika ($p < 0,05$) pronađena je u drugoj nedelji u koncentracijama RAD i 2XRAD. Za četiri nedelje, gde je srednja težina bila između 255 mg i 195 mg, postojala je statistički značajna razlika ($p < 0,05$) u svim koncentracijama u odnosu na kontrolu, osim u najnižoj. Statističke analize za naredne nedelje, pa sve do kraja eksperimenta su pokazale značajne razlike u svim koncentracijama, u poređenju sa kontrolom (Tabela 1). Drugim rečima, težina je opadala sa porastom koncentracija i sa prolaskom vremena. Gliste su gubile težinu čak i u koncentraciji koja je niža od preporučene. Haque and Ebing (1983) smatraju da je gubitak težine važan kriterijum za određivanje subletalnih efekata. Mosleh et al. (2003) pretpostavljaju da gubitak težine može ukazivati na smanjeni unos hrane, čime gliste regulisano uzimaju i pesticide i time dolazi do inhibicije rasta. Ova strategija se obično koristi da bi se sprečilo trovanje organizma teškim metalima i pesticidima (Ribeiro et al., 2001). Ovo može biti rezultat i mobilizacije energije za odbranu organizma od pesticida, tako da energija za rast više nije dostupna (Mosleh et al., 2003).

Tabela 1. Rast glista koje su bile izložene insekticidu tokom osam nedelja
 Table 1. Growth of earthworms exposed to insecticide over eight weeks

Koncentracija/ Concentration (mg kg ⁻¹)	Srednja težina po glisti/ Mean weight per earthworm (mg)				
	0 nedelja/ 0 week	2 nedelja/ 2 week	4 nedelja/ 4 week	6 nedelja/ 6 week	8 nedelja/ 8 week
Kontrola/ Control	368±15	330±28	255±44	250±23	213±19
0,125 (1/2RAD)	323±5	298±43	250±37	220±16*	215±17*
0,25 (RAD)	298±13	225±40*	203±53*	185±31*	170±47*
0,5 (2XRAD)	278±5	210±29*	195±39*	158±39*	163±10*
1 (10XRAD)	285±37	243±25	215±19*	203±17*	1678±46*
2 (100XRAD)	293±22	238±35	223±34*	195±26*	180±32*

RAD – preporučena poljoprivredna doza

*Statistički značajne razlike (p<0.05) između tretmana i kontrole koje su naznačene za svaku nedelju

*Significant differences (p < 0.05) between treatment and control are indicated for each week

RAD - recommended agricultural doses

Među pesticidima koji se koriste u poljoprivrednoj praksi, organofosfatni insekticidi i sintetički piretroidi su najčešće korišćeni (Yao et al., 2017). Pored poljoprivrede, koriste se i u veterinarskoj praksi kao i u kućnoj upotrebi. Sintetički piretroidi, međutim, postaju sve važniji, dok je upotreba organofosfatnih insekticida drastično umanjena zbog zabrane upotrebe skoro svih proizvoda koji sadrže hlorspirifos i diazinon. Kao primarna zamena, upotreba sintetičkih piretroida drastično se povećava poslednjih godina (Kunce et al., 2015). Međutim, piretroidi su manje toksični za sisare u odnosu na beskičmenjake zbog više telesne temperature sisara, njihove veće veličine tela i manje osetljivosti lokacija jonskog kanala (Bradberry et al., 2005). Primena pesticida u poljoprivredi predstavlja veliku opasnost za divlje životinje i ekosisteme, što je dovelo do sve veće zabrinutosti u svetu zbog neselektivne upotrebe ovih hemikalija (Rao, 2006; Kathuria, 2007; Reddy and Rao, 2008). Pesticidi, čak i kada se koriste u malim količinama, njihova višestrukost, njihova toksičnost i postojanost štetno utiču na ekološke sistem (Reddy and Rao, 2008).

Zaključak

Rezultati istraživanja ukazuju na mogućnost korišćenja lumbricida za rano upozorenje na zemljišnu kontaminaciju. Decis nije značajno uticao na mortalitet glista, ali smo ovim dokazali i njegovo produženo dejstvo, kroz uticaj na statistički značajnu promenu u težini glista. Ovim rezultatima smo, takođe, istakli činjenicu da upotreba hemijskih supstanci mora biti sprovedena sa maksimalnom odgovornošću. Informacije o hroničnim efektima mogu biti važne za razumevanje podataka iz terenskih testova, koji normalno pokazuju veliku varijabilnost i stoga ih je teško tumačiti.

Napomena

Istraživanja u ovom radu deo su projekta (Preklinička ispitivanja bioaktivnih supstanci, III 41010) koji finansira Ministarstvo prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije.

Literatura

- Blouin M., Hodson M.E., Delgado E.A., Baker G. Brussaer L. Butt K.R., Dai J. Dendooven L. Peres G., Tondoh J.E., Cluzeau D., Brun J. J. (2013). A review of earthworm impact on soil function and ecosystem services. *European Journal of Soil Science*. 64: 161-182.
- Bradberry S.M, Cage S.A, Proudfoot A.T, Vale J.A. (2005). Poisoning due to pyrethroids. *Toxicological Reviews*. 24: 93-106.
- Capowiez Y., Berard A. (2006). Assessment of the effects of imidacloprid on the behavior of two earthworm species (*Aporrectodea nocturna* and *Allolobophora icterica*) using 2D terraria. *Ecotoxicology and Environmental Safety*. 64: 198-206.
- Dietz S., De Roman M., Lauck-Birkel S., Maus C., Neuman P., Fischer R. (2009). Ecotoxicological and environmental profile of the insecticide deltamethrin. *Bayer Crop Science Journal*. 62 (2): 211-222.
- Frampton G.K., Jänsch S., Scott-Fordsman J.J., Römbke J., Van den Brink P.J. (2006). Effects of pesticides on soil invertebrates in laboratory studies: A review and analysis using species sensitivity distributions. *Environmental Toxicology and Chemistry*. 25: 2480-2489.
- Ghillebaert F., Prodorutti D., Chaillou C., Roubaud P. (1996). Deltamethrin lethal multifactorial activity toward carp larva related to pH, calcium, and humic acid concentrations. *Ecotoxicology and Environmental Safety*. 35: 24-37.
- Haque A., Ebing W. (1983). Toxicity determination of pesticides to earthworms in the soil substrate. *Z. Pflanzenkrank Pflanzenschutz*. 90: 395-408.
- Janjić V. (2005). *Fitofarmacija*. Društvo za zaštitu bilja Srbije. Beograd.
- Kathuria V. (2007). Informal regulation of pollution in a developing country: evidence from India. *Ecological Economics*. 63: 403-417.
- Kizilkaya R. (2005). The role of different organic wastes on zinc bioaccumulation by earthworm *Lumbricus terrestris* L. (Oligochaeta) in successive Zn added soil. *Ecological Engineering*. 25: 322-331.
- Kunce W., Josefsson S., Johansson J.F. (2015). Combination development and survival of *Chironomus riparius* *Ecotoxicology and Environmental Safety*. 122: 426-431
- Kurt D., Kayış T. (2015). Effects of the pyrethroid insecticide deltamethrin on the hemocytes of *Galleria mellonella*. *Turkish Journal of Zoology*. 39: 452-457

- Mosleh Y.Y., Parise-Palacios S., Couderchet M., Vernet G. (2003). Acute and sublethal effects of two insecticides on earthworms (*Lumbricus terrestris* L.) under laboratory conditions. *Environmental Toxicology*. 18: 1-8.
- OECD. (2004). OECD Guideline for Testing of Chemicals No. 222, Earthworm Reproduction Test (*Eisenia fetida*/*Eisenia andrei*). Paris. France.
- Pimentel D. (2005). Environmental and economic costs of the application of pesticides primarily in the United States. *Environment, Development and Sustainability*. 7: 229-252.
- Rao J.V. (2006). Biochemical alterations in euryhaline fish (*Oreochromis mossambicus*) exposed to sub-lethal concentrations of an organophosphorus insecticide, monochrotophos. *Chemosphere*. 65: 1814-1820.
- Reddy N.C., Rao J.V. (2008). Biological response of earthworm, *Eisenia foetida* (Savigny) to an organophosphorous pesticide, profenofos. *Ecotoxicology and Environmental Safety*. 71: 574-582.
- Ribeiro S., Sousa J.P., Nogueira A.J.A., Soares A.M.V.M. (2001). Effect of endosulfan and parathion on energy reserves and physiological parameters of the terrestrial isopod *Porcellio dilatatus*. *Ecotoxicology and Environmental Safety*. 49: 131-138.
- Wang Y., Cang T., Zhao X., Yu R., Chen L., Wu C., Wang Q. (2012). Comparative acute toxicity of twenty-four insecticides to earthworm, *Eisenia fetida*. *Ecotoxicology and Environmental Safety*. 79: 122-128.
- [Yao FL.](#), [Zheng Y.](#), [Huang XY.](#), [Ding XL.](#), [Zhao JW.](#), [Desneux N.](#), [He YX.](#), [Weng QY.](#) (2017). Dynamics of *Bemisia tabaci* biotypes and insecticide resistance in Fujian province in China during 2005-2014. *Scientific Reports*. 7(1): 1-12.
- Yasmin S., D'Souza D. (2007). Effect of pesticides on the reproductive output of *Eisenia fetida*. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*. 79: 529-533.

THE EFFECT OF INSECTICIDE DECIS ON THE MORTALITY AND GROWTH OF THE EPIGEIC SPECIES OF *EISENIA FETIDA* IN LABORATORY CONDITIONS

*Jovana Sekulić¹, Tanja Trakić², Filip Popović²,
Miroslav Vulević², Mirjana Stojanović²*

Abstract

Since earthworms play a significant role in pedogenesis and also contribute to soil quality, it is very important to study the sublethal effects of pollutants, which may have an effect on their activity. Therefore, our aim was to determine the effect of insecticide Decis on mortality and growth of the epigeic species *Eisenia fetida* under laboratory conditions. Our results showed that Decis had no effect on earthworm mortality. From the fourth week until the end of the experiment, the earthworms were losing weight even at a concentration lower than recommended. The results of this study indicate the possibility of using lumbricides for early warning of soil contamination.

Key words: decis, earthworms, mortality, growth, ecotoxicology

¹University of Kragujevac, Institute for Information Technologies Kragujevac, Department of Sciences, Jovana Cvijića bb, 34000 Kragujevac, Serbia (jovanas034@gmail.com);

²University of Kragujevac, Faculty of Science, Institute of Biology and Ecology, Radoja Domanovića 12, 34000 Kragujevac, Serbia

CIP - Каталогизација у публикацији
Народна библиотека Србије, Београд

63(082)
606:63(082)

САВЕТОВАЊЕ о биотехнологији са међународним учешћем (25 ; 2020 ; Чачак)

Zbornik radova. 1 / XXV savetovanje o biotehnologiji sa međunarodnim učešćem, Čačak, 13-14. mart 2020. godine ; [organizator] Univerzitet u Kragujevcu, Agronomski fakultet u Čačku ; [urednik Tomo Milošević]. - Čačak : Univerzitet u Kragujevcu, Agronomski fakultet, 2020 (Beograd : Službeni glasnik). - 322 str. : ilustr. ; 25 cm

Na vrhu nasl. str.: University of Kragujevac, Faculty of Agronomy Cacak. - Radovi na srp. i engl. jeziku. - Tiraž 150. - Bibliografija uz svaki rad.

ISBN 978-86-87611-73-3
ISBN 978-86-87611-75-7 (niz)

а) Пољопривреда -- Зборници б) Биотехнологија -- Зборници

COBISS.SR-ID 283505932