

Gujavice – nevidljivi inženjeri stabilnosti ekosustava tla

Gujavice značajno utječu na strukturu tla svojim kretanjem i hranidbenim navikama. Kroz svoje stalno kretanje u tlu, gujavice stvaraju kompleksnu mrežu tunela koja poboljšava agregaciju tla. Tuneli koje gujavice ostavljaju za sobom stvaraju makroporozne strukture, omogućujući bolju cirkulaciju zraka, vode i korijena biljaka kroz tlo (Edwards & Bohlen, 1996). Ovaj proces se naziva bioturbacija, i ona doprinosi miješanju različitih slojeva tla, ravnomjernoj raspodjeli organskih i anorganskih materijala te poboljšava strukturu tla (Lavelle et al., 1997). Također, kako gujavice konzumiraju organsku tvar, poput lišća i drugih biljnih ostataka, one je miješaju s mineralnim česticama tla koje se tijekom probave prekrivaju sa sluzi što poboljšava sposobnost tla da zadržava vodu i hranjive tvari (Brown et al., 2000). Stvaranje stabilnih agregata tla od strane gujavica povećava njegovu otpornost na eroziju te sprječava gubitak hranjivih tvari iz tla.

Jedna od najvažnijih uloga gujavica u tlu je stvaranje kanala i tunela koji značajno poboljšavaju aeraciju tla. Kretanjem kroz tlo, gujavice formiraju šupljine koje omogućuju protok zraka i vode do dubljih slojeva tla što je važno za zdravlje biljaka jer osigurava dotok kisika korijenju i istovremeni odljev viška vode iz tla (Lee, 1985). Bolja aeracija također stvara povoljne uvjete za rast mikroorganizama i bakterija ključnima za razgradnju organske tvari i dostupnost hranjivih tvari biljkama (Lavelle & Spain, 2001). Proces aeracije tla koji provode gujavice olakšava infiltraciju vode, smanjujući tako rizik od poplava i zadržavanja vode na površini tla. Istraživanja su pokazala kako prisutnost gujavica može povećati infiltraciju vode u tlo i do deset puta u usporedbi s tlom bez gujavica (Blouin et al., 2013). Time gujavice znatno pridonose smanjenju erozije tla, što je osobito važno u poljoprivrednim područjima gdje je tlo podložnije degradaciji.

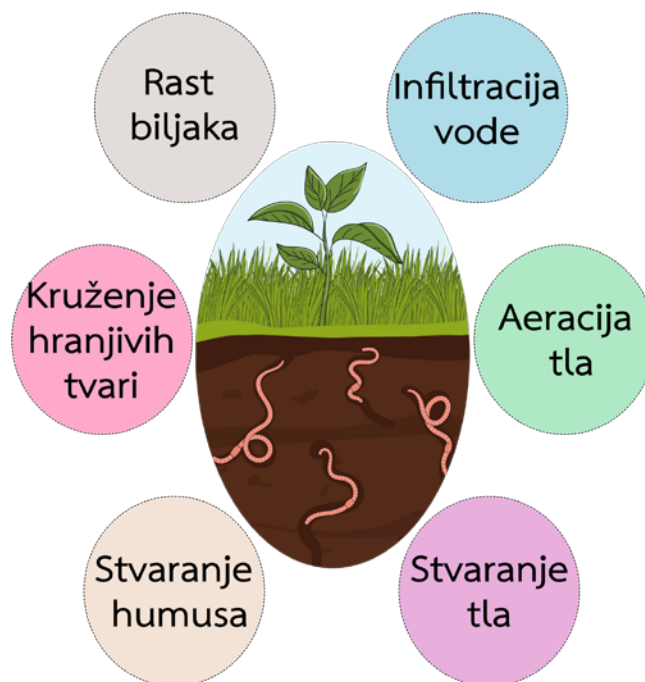
Gujavice imaju ključnu ulogu u recikliranju i razgradnji organskih tvari, čime osiguravaju dostupnost hranjivih tvari biljkama. Dok se gujavice hrane organskim materijalom poput lišća, trave i korijenskih ostataka, one ga razgrađuju u sitne čestice i vraćaju u tlo u obliku izmeta poznatog kao "ekskrement" (Scheu, 1987). Tijekom probave, gujavice također obogaćuju organsku tvar enzimima i mikroorganizmima, povećavajući dostupnost hranjivih tvari biljkama. Proces probave gujavica dodatno razgrađuje organske materijale, a rezultat je obogaćivanje već postojećeg humusa hranjivim tvarima koji ima visoku sposobnost zadržavanja vlage (Lavelle et al., 1998) pa biljke mogu lakše pristupiti hranjivim tvarima i koristiti ih za svoj rast i razvoj. Gujavice također pridonose mineralizaciji organskih tvari, odnosno pretvaranja organskog dušika u oblik koji biljke mogu apsorbirati. Ovim procesom gujavice održavaju plodnost tla i osiguravaju stalan izvor hranjivih tvari za biljke (Domínguez, 2004).

Gujavice igraju ključnu ulogu u procesu razgradnje organskog materijala i stvaranja vermikomposta bogatog hranjivim tvarima i bitan za plodnost tla. Organski materijal, poput biljnih ostataka, lišća, korijena i drugih oblika mrtve organske tvari, prolazi kroz probavni sustav gujavica. Tijekom ovog procesa, gujavice razgrađuju materijal na sitne čestice, čime ga pretvaraju pogodnim za daljnjom pretvorbom u humus – tamnu, bogatu tvar koja poboljšava strukturu tla i zadržava vlagu (Edwards & Bohlen, 1996). Humus djeluje kao "spremnik" hranjivih tvari, polako ih otpuštajući u tlo, čime se osigurava dugotrajna plodnost tla. Ovaj proces značajno povećava kapacitet tla da zadrži vlagu, smanjujući potrebu za navodnjavanjem i dodatnim gnojivima (Lavelle et al., 1998).

Gujavice su od presudne važnosti za recikliranje hranjivih tvari poput dušika (N), fosfora (P) i kalija (K), koji su ključni za rast biljaka. Dok se gujavice hrane organskim materijalom, one razgrađuju složene organske molekule, oslobađajući pritom hranjive tvari koje postaju dostupne biljkama (Blouin et al.,

2013). Dušik, jedan od najvažnijih hranjivih elemenata za biljke, često je ograničen u tlu. Gujavice ubrzavaju ciklus dušika razgrađujući organski materijal i pretvarajući organske oblike dušika u mineralne oblike, poput amonijaka i nitrata, koje biljke mogu lako apsorbirati (Lavelle & Spain, 2001). Proces probave gujavica također obogaćuje tlo fosforom, jednim od ključnih elemenata za razvoj korijenskog sustava i cvjetanje biljaka (Brown et al., 2000). Istraživanja su pokazala da tlo koje sadrži gujavice ima višu koncentraciju dušika, fosfora i kalija u usporedbi s tlom bez gujavica, što potvrđuje njihovu važnu ulogu u recikliranju hranjivih tvari i održavanju plodnosti tla (Scheu, 1987).

Jedan od ključnih učinaka gujavica na plodnost tla je i povećanje mikrobiološke aktivnosti. Prolaz tla kroz probavni sustav gujavica obogaćuje ga enzimima, mikroorganizmima i hranjivim tvarima, što stvara idealne uvjete za rast i razvoj mikroorganizama u tlu (Edwards, 2004). Ovi mikroorganizmi, uključujući bakterije i gljivice, igraju ključnu ulogu u razgradnji organske tvari, oslobađanju hranjivih tvari i održavanju plodnosti tla. Mikroorganizmi u probavnom sustavu gujavica također razgrađuju složene organske molekule, poput celuloze i lignina, koje su inače teško razgradive. Kao rezultat toga, gujavice povećavaju biodostupnost hranjivih tvari i stvaraju povoljne uvjete za rast biljaka (Brown, 1995). Dodatno, istraživanja su pokazala da tlo bogato gujavicama ima veću mikrobiološku raznolikost i aktivnost, što pridonosi bržoj razgradnji organske tvari i povećava ukupnu plodnost tla (Lavelle et al., 2006). Zahvaljujući ovom povećanju mikrobiološke aktivnosti, tlo postaje bogatije hranjivim tvarima, što doprinosi zdravijem rastu biljaka.



Slika 1. Uloge gujavica u ekosustavima tla.

Gujavice i stabilnost ekosustava

Gujavice značajno doprinose bioraznolikosti tla stvarajući povoljne uvjete za razvoj drugih organizama. Njihovo stalno kretanje kroz tlo i stvaranje tunela povećava mikroporoznost tla, što omogućuje bolji prodor zraka, vode i hranjivih tvari do dubljih slojeva (Lavelle & Spain, 2001). Ovi tuneli postaju staništa za mnoge druge organizme, uključujući bakterije, gljivice, protozoe i sitne beskralješnjake, koji čine bitan dio tla. Razgradnjom organskog materijala gujavice također obogaćuju tlo hranjivim tvarima, što povećava aktivnost mikroorganizama i potiče razvoj mikrobiološke raznolikosti. Bioraznolikost tla igra

ključnu ulogu u održavanju ekosustava jer poboljšava kruženje hranjivih tvari, stabilizira strukturu tla i povećava otpornost ekosustava na stresove poput suše, erozije ili zagađenja (Brown et al., 2000). Gujavice također potiču rast biljaka, poboljšavajući njihovu dostupnost hranjivim tvarima i stvarajući simbiotske odnose s mikoriznim gljivicama, što zauzvrat pozitivno utječe na bioraznolikost nadzemnih organizama (Blouin et al., 2013). S obzirom na ove čimbenike, gujavice se često nazivaju "inženjerima ekosustava" jer svojim djelovanjem stvaraju uvjete pogodne za različite organizme.

Jedna od najvažnijih uloga gujavica u tlu je smanjenje erozije, što pridonosi stabilnosti ekosustava. Kretanjem kroz tlo, gujavice stvaraju mrežu tunela koja poboljšava infiltraciju vode u tlo, sprječavajući nakupljanje površinske vode koja bi mogla uzrokovati eroziju (Edwards & Bohlen, 1996). Tuneli gujavica također poboljšavaju strukturu tla, povećavajući njegovu stabilnost i otpornost na erozijske procese.



Slika 2. Tuneli vrste *Octodrilus istrianus*.

Izmet gujavica (engl. *castings*) koji ostaje na površini tla ima veću sposobnost zadržavanja vode nego okolno tlo, što pomaže u smanjenju površinskog otjecanja vode tijekom kišnih razdoblja (Shuster et al., 2002). Gujavice također pomažu u stvaranju agregata tla, što dodatno smanjuje rizik od erozije jer agregati povećavaju koheziju čestica tla. Studije su pokazale da područja bogata gujavicama imaju znatno niže stope erozije u usporedbi s područjima bez njih, što ukazuje na njihovu ključnu ulogu u održavanju strukture tla i prevenciji gubitka tla (Le Bayon & Binet, 2006).

Gujavice služe kao most između „podzemnih“ i „nadzemnih“ ekosustava, utječući na zdravlje biljaka, što zauzvrat utječe na druge životinjske vrste. Kroz razgradnju organskog materijala i stvaranje humusa, gujavice poboljšavaju plodnost tla, što omogućuje biljkama da rastu zdravije i snažnije. Zdrave biljke pružaju hranu i stanište za razne kukce, ptice i sisavce, čime se gujavice indirektno uključuju u održavanje bioraznolikosti „nadzemnih“ ekosustava (Lavelle et al., 1997). Gujavice također utječu na dinamiku hranidbenih lanaca u tlu, jer su izvor hrane za mnoge predatore, uključujući ptice, sisavce i kukce. Na ovaj način, gujavice predstavljaju ključnu poveznicu između različitih ekoloških niša i igraju vitalnu ulogu u održavanju ekosustava (Wallwork, 1983).

Studije su pokazale da prisutnost gujavica može značajno povećati produktivnost biljaka, što utječe na brojnost i raznolikost životinjskih vrsta koje ovise o tim biljkama za hranu i sklonište (Scheu, 2003). Na taj način, gujavice doprinose stvaranju složenih interakcija između tla i nadzemnih ekosustava, osiguravajući stabilnost i održivost cijelog ekosustava.

Gujavice i klimatske promjene

Gujavice igraju značajnu ulogu u procesu sekvestracije ugljika, što je ključni mehanizam u borbi protiv klimatskih promjena. Sekvestracija ugljika odnosi se na proces uklanjanja ugljika iz atmosfere i pohranjivanja u tlo u obliku organskog ugljika, čime se smanjuje koncentracija stakleničkih plinova u atmosferi (Lal, 2004). Kroz svoju aktivnost u tlu, gujavice razgrađuju organske materijale, poput lišća, korijenja i biljnog otpada, i miješaju ih s mineralnim česticama tla. Tijekom probave, gujavice pretvaraju organske materijale u stabilne oblike koji mogu postati sastavnim dijelom humusa i koji sadrži visoku koncentraciju organskog ugljika (Lavelle et al., 1997). Ovaj humus je otporan na razgradnju i može ostati u tlu desetljećima ili čak stoljećima, čime se učinkovito pohranjuje ugljik i smanjuje njegov povratak u atmosferu (Don et al., 2008).

Područja bogata gujavicama imaju znatno veću razinu organskog ugljika u tlu u usporedbi s područjima bez gujavica (Fonte et al., 2009). Na taj način gujavice poboljšavaju kapacitet tla da pohranjuje ugljik i pridonose ublažavanju klimatskih promjena. Osim toga, gujavice potiču rast mikroorganizama koji sudjeluju u razgradnji organskog materijala, čime se ubrzava proces sekvestracije ugljika (Brown et al., 2000). Time gujavice djeluju kao katalizatori u ciklusu ugljika u tlu, omogućujući bržu i učinkovitiju pohranu ugljika.

Gujavice igraju ključnu ulogu u povećanju otpornosti tla na ekstremne vremenske uvjete, poput suša i poplava, što je od velike važnosti u kontekstu klimatskih promjena. Kroz svoj rad u tlu, gujavice stvaraju mrežu tunela i kanala, čime poboljšavaju strukturu tla i omogućuju bolji protok vode i zraka (Edwards & Bohlen, 1996). Prisutnost ovih tunela olakšava infiltraciju vode tijekom kišnih razdoblja, smanjujući površinski otjecanje vode i rizik od poplava (Blouin et al., 2013). To znači da tla koja sadrže gujavice mogu upiti i zadržati veće količine vode, što povećava njihovu sposobnost da se nose s intenzivnim padalinama.

S druge strane, tijekom sušnih razdoblja, gujavice pomažu u zadržavanju vlage u tlu. Izmet gujavica ima visoku sposobnost zadržavanja vode, što omogućava biljkama pristup vodi i u sušnim uvjetima (Shipitalo & Le Bayon, 2004). Na taj način gujavice čine tlo otpornijim na sušu i pomažu biljkama da prežive u uvjetima ograničene dostupnosti vode. Dodatno, gujavice poboljšavaju kapacitet tla za zadržavanje hranjivih tvari, čime omogućuju biljkama da bolje apsorbiraju hranjive tvari čak i u stresnim uvjetima. Zahvaljujući ovim procesima, tla bogata gujavicama imaju veću otpornost na promjene okoliša i pružaju stabilnije uvjete za rast biljaka, čime se povećava otpornost ekosustava na klimatske promjene (Lavelle et al., 2006).

Zaštita gujavica

Jedna od najvećih prijetnji populaciji gujavica je intenzivna poljoprivreda i upotreba kemikalija poput pesticida i umjetnih gnojiva. Poljoprivredne prakse, uključujući oranje, duboku obradu tla i upotrebu kemikalija, negativno utječu na gujavice na različite načine (Edwards & Bohlen, 1996).

Pesticidi, posebice insekticidi i herbicidi, mogu biti toksični za gujavice, uzrokujući izravnu smrtnost ili narušavanje njihovih tjelesnih funkcija, što može smanjiti njihovu sposobnost razmnožavanja i preživljavanja (Pelosi et al., 2013). Umjetna gnojiva, posebno ona koja sadrže visoke koncentracije amonijaka i nitrata, mogu negativno utjecati na populaciju gujavica jer narušavaju kemijsku ravnotežu tla i mijenjaju mikrobiološku zajednicu tla, čime se smanjuje dostupnost hrane za gujavice (Lowe & Butt, 2005). Osim toga, intenzivna poljoprivredna obrada tla uništava tunnelske sustave koje gujavice

stvaraju, smanjujući njihovu sposobnost kretanja, hranjenja i razmnožavanja. Istraživanja su pokazala da se populacija gujavica može smanjiti i do 90% na područjima gdje se intenzivno primjenjuju poljoprivredne prakse (Fragoso et al., 1997).

Urbanizacija i promjene u korištenju zemljišta također predstavljaju ozbiljnu prijetnju staništima gujavica. Kako se područja urbaniziraju i prirodni krajolici transformiraju u poljoprivredna zemljišta ili građevinske zone, staništa gujavica se uništavaju ili mijenjaju, smanjujući njihovu populaciju (Hendrix & Bohlen, 2002). Izgradnja cesta, zgrada i druge infrastrukturne aktivnosti mogu fizički uništiti staništa gujavica i ograničiti njihovo kretanje i pristup hrani. Degradacija tla, zbijanje i gubitak organske tvari također smanjuju mogućnost preživljavanja gujavica, budući da se ovi uvjeti odražavaju na njihov izvor hrane i stanište (Decaëns et al., 2008). Monokulture i prekomjerna ispaša stoke mogu dodatno smanjiti bioraznolikost tla i prisutnost gujavica, što dovodi do gubitka njihove uloge u održavanju zdravlja tla i stabilnosti ekosustava. Klimatske promjene također utječu na staništa gujavica, jer promjene u temperaturi i vlažnosti tla mogu smanjiti dostupnost prikladnih uvjeta za njihov život (Jones et al., 2009).

Za zaštitu gujavica i njihovih staništa, potrebno je provesti niz mjera koje će smanjiti negativne utjecaje poljoprivrede i urbanizacije. Jedan od najučinkovitijih načina je promicanje organske poljoprivrede, koja uključuje korištenje prirodnih gnojiva i metoda kontrole štetnika umjesto kemikalija. Organska poljoprivreda omogućuje stvaranje povoljnijih uvjeta za život gujavica, što rezultira većom bioraznolikošću i plodnošću tla (Pfiffner & Mäder, 1997). Smanjenje upotrebe pesticida i gnojiva može također pomoći u očuvanju gujavica. Poljoprivrednici mogu koristiti alternativne metode, poput biološke kontrole štetnika, integrirane zaštite bilja i korištenja komposta umjesto kemijskih gnojiva, kako bi smanjili štetne učinke na gujavice (House & Parmelee, 1985).

Očuvanje prirodnih staništa i obnavljanje degradiranih područja također su ključne mjere za zaštitu gujavica. Zasijavanje tla pokrovnim kulturama, održavanje šumskih rubova, te stvaranje zelenih koridora može pomoći gujavicama da se kreću i šire unutar svojih staništa (Eijsackers, 2011). Osim toga, edukacija i podizanje svijesti o važnosti gujavica za ekosustave može potaknuti donošenje odluka koje će pridonijeti njihovoj zaštiti. Istraživanja i praćenje populacija gujavica također su važni koraci kako bi se osiguralo bolje razumijevanje njihovih staništa i potreba te kako bi se razvile učinkovite mjere zaštite.

Literatura;

1. Blouin, M., Hodson, M. E., Delgado, E. A., Baker, G., Brussaard, L., Butt, K. R., ... & Brun, J. J. (2013). A review of earthworm impact on soil function and ecosystem services. *European Journal of Soil Science*, *64*(2), 161-182. <https://doi.org/10.1111/ejss.12025>
2. Brown, G. G. (1995). How do earthworms affect microfloral and faunal community diversity? *Plant and Soil*, *170*(1), 209-231. <https://doi.org/10.1007/BF00010477>
3. Brown, G. G., Barois, I., & Lavelle, P. (2000). Regulation of soil organic matter dynamics and microbial activity in the drilosphere and the role of interactions with other edaphic functional domains. *European Journal of Soil Biology*, *36*(3-4), 177-198. [https://doi.org/10.1016/S1164-5563\(00\)01062-1](https://doi.org/10.1016/S1164-5563(00)01062-1)

4. Decaëns, T., Jiménez, J. J., Gioia, C., Measey, G. J., & Lavelle, P. (2008). The values of soil animals for conservation biology. *European Journal of Soil Biology*, *44*(1), 23-38. <https://doi.org/10.1016/j.ejsobi.2007.09.001>
5. Domínguez, J. (2004). State-of-the-art and new perspectives on vermicomposting research. *European Journal of Soil Biology*, *40*(4), 529-535. <https://doi.org/10.1016/j.ejsobi.2004.09.004>
6. Don, A., Schumacher, J., & Freibauer, A. (2008). Impact of tropical land-use change on soil organic carbon stocks – a meta-analysis. *Global Change Biology*, *17*(4), 1658-1670. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2486.2010.02336.x>
7. Edwards, C. A. (2004). *Earthworm ecology* (2nd ed.). CRC Press.
8. Edwards, C. A., & Bohlen, P. J. (1996). *Biology and ecology of earthworms* (3rd ed.). Springer Science & Business Media.
9. Eijsackers, H. (2011). Earthworms as colonizers of natural and cultivated soil environments. *Applied Soil Ecology*, *50*(1), 1-13. <https://doi.org/10.1016/j.apsoil.2011.08.002>
10. Fonte, S. J., Winsome, T., & Six, J. (2009). Earthworm populations in relation to soil organic matter dynamics and management in California cropping systems. *Soil and Tillage Research*, *104*(1), 65-73. <https://doi.org/10.1016/j.still.2008.11.002>
11. Fragoso, C., Lavelle, P., Blanchart, E., Senapati, B., Jiménez, J. J., Martínez, M. A., ... & Kanaujia, S. (1997). Earthworm communities of tropical agroecosystems: Effects of soil and crop management. In P. Lavelle, L. Brussaard, & P. Hendrix (Eds.), *Earthworm management in tropical agroecosystems* (pp. 27-55). CABI Publishing.
12. Hendrix, P. F., & Bohlen, P. J. (2002). Exotic earthworm invasions in North America: Ecological and policy implications. *BioScience*, *52*(9), 801-811. [https://doi.org/10.1641/0006-3568\(2002\)052\[0801:EEIINA\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1641/0006-3568(2002)052[0801:EEIINA]2.0.CO;2)
13. House, G. J., & Parmelee, R. W. (1985). Comparison of soil arthropods and earthworms from conventional and no-tillage agroecosystems. *Soil and Tillage Research*, *5*(4), 351-360. [https://doi.org/10.1016/0167-1987\(85\)90023-X](https://doi.org/10.1016/0167-1987(85)90023-X)
14. Jones, C. G., Lawton, J. H., & Shachak, M. (2009). Organisms as ecosystem engineers. In C. G. Jones & J. H. Lawton (Eds.), *Linking species and ecosystems* (pp. 37-49). Springer.
15. Lal, R. (2004). Soil carbon sequestration impacts on global climate change and food security. *Science*, *304*(5677), 1623-1627. <https://doi.org/10.1126/science.1097396>
16. Lavelle, P., & Spain, A. V. (2001). *Soil ecology*. Kluwer Academic Publishers.
17. Lavelle, P., Blanchart, E., Martin, A., Martin, S., Spain, A., Toutain, F., & Barois, I. (1997). Impact of earthworms on soil organic matter and nutrient dynamics. In A. P. Gupta (Ed.), *Management of biological nitrogen fixation for the development of more productive and sustainable agricultural systems* (pp. 173–199). Springer.
18. Lavelle, P., Decaëns, T., Aubert, M., Barot, S., Blouin, M., Bureau, F., ... & Rossi, J. P. (2006). Soil invertebrates and ecosystem services. *European Journal of Soil Biology*, *42*(Supplement 1), S3-S15. <https://doi.org/10.1016/j.ejsobi.2006.10.002>

19. Lavelle, P., Spain, A. V., Blanchart, E., Martin, A., & Martin, S. (1998). Soil fauna and ecosystem function in the tropics: scaling down to see the big picture. In M. Lal (Ed.), *Management of Soil Organic Matter and Organic Carbon Sequestration in Soils* (pp. 93–126). Springer.
20. Le Bayon, R. C., & Binet, F. (2006). Earthworm cast influence on soil structure and microbial activity. *Soil Biology & Biochemistry*, *38*(9), 2069-2077. <https://doi.org/10.1016/j.soilbio.2006.01.013>
21. Lee, K. E. (1985). *Earthworms: Their ecology and relationships with soils and land use*. Academic Press.
22. Lowe, C. N., & Butt, K. R. (2005). Culture techniques for soil dwelling earthworms: A review. *Pedobiologia*, *49*(5), 401-413. <https://doi.org/10.1016/j.pedobi.2005.05.001>
23. Pelosi, C., Barot, S., Capowiez, Y., Hedde, M., & Vandenbulcke, F. (2013). Pesticides and earthworms. A review. *Agronomy for Sustainable Development*, *34*(1), 199-228. <https://doi.org/10.1007/s13593-013-0151-z>
24. Pfiffner, L., & Mäder, P. (1997). Effects of biodynamic, organic and conventional production systems on earthworm populations. *Biological Agriculture & Horticulture*, *15*(1-4), 3-10. <https://doi.org/10.1080/01448765.1997.9754777>
25. Scheu, S. (1987). Microbial activity and nutrient dynamics in earthworm casts (Lumbricidae). *Biology and Fertility of Soils*, *5*(3), 230-234. <https://doi.org/10.1007/BF00257647>
26. Scheu, S. (2003). Effects of earthworms on plant growth: patterns and perspectives. *Pedobiologia*, *47*(5-6), 846-856. <https://doi.org/10.1078/0031-4056-00270>
27. Shipitalo, M. J., & Le Bayon, R. C. (2004). Quantifying the effects of earthworms on soil aggregation and porosity. In C. A. Edwards (Ed.), *Earthworm ecology* (2nd ed., pp. 183-200). CRC Press.
28. Shuster, W. D., Subler, S., & McCoy, E. L. (2002). The influence of earthworm community structure on the distribution and movement of solutes in a chisel-tilled soil. *Applied Soil Ecology*, *21*(2), 159-167. [https://doi.org/10.1016/S0929-1393\(02\)00047-5](https://doi.org/10.1016/S0929-1393(02)00047-5)
29. Wallwork, J. A. (1983). *Earthworm biology*. Edward Arnold.

Prof. dr. sc. Branimir Hackenberger Kutuzović,

Izv. Prof. dr. sc. Davorka Hackenberger Kutuzović