



KIŠNE GLISTE I NJIHOVA ULOGA U EMISIJAMA GASOVA STAKLENE BAŠTE

Pierre Ganault^{1*}, Sacha Delmotte², Agnès Duhamet², Gaëlle Lextrait², Yvan Capowiez³

¹ CEFE, Univ. Montpellier, CNRS, EPHE, IRD, Univ. Paul-Valéry Montpellier, Montpellier, France

² Université de Montpellier, Montpellier, France

³ INRAE, UMR 1114 EMMAH, INRAE/Université d'Avignon, 84914 Avignon, France

MLADI RECENZENTI



GWEN

STAROST: 13

Masa svih kišnih glista koji žive na našoj planeti veća je od mase bilo koje druge kopnene životinjske vrste. Postoji preko 7.000 vrsta kišnih glista, i one su uključene u mnoge procese koji održavaju zemljište zdravim i pomažu biljkama da rastu, što čini ove organizme izuzetno važnim za istraživanje. Aktivnost kišnih glista takođe stimulira rast bakterija, kako u zemljištu, tako i u njihovim crevima. Neke studije sugeriraju da ove bakterije mogu povećati emisije gasova staklene bašte, posebno ugljen-dioksida i azot-oksida koji doprinose globalnom zagrevanju. Dakle, da li su kišne gliste uopšte dobre ili loše za životnu sredinu? Ovaj članak će opisati eksperimente koji se mogu koristiti za proučavanje veza između kišnih glista i proizvodnje gasova staklene bašte, kao i ograničenja ovih eksperimenata. Uticaj kišnih glista na procese u zemljištu je veoma složen i stoga naučno izazovan, važan i uzbudljiv.

KIŠNE GLISTE, PODZEMNI INŽENJERI

Pod našim nogama, hiljade životinja živi u zemljištu, uključujući i famozne kišne gliste. Izraz "kišne gliste" zapravo se odnosi na mnoge vrste. Naučnici su opisali oko 7.000 vrsta kišnih glista širom sveta, ali neke oblasti su slabo istražene, stoga naučnici očekuju da postoji više od 30.000 vrsta kišnih glista koje tek treba da bude opisane [1]. Kišne gliste su beskičmenjaci, stoga nemaju kosti. Za razliku od insekata, kišnim glistama nedostaje spoljašnji skelet i oči, ali imaju jake mišiće. Kišne gliste mogu da se kreću kroz zemljište, pa čak i da ga konzumiraju, zajedno sa nekim odumrelim listovima. Iako većina vrsta kišnih glista izgleda prilično slično, oni imaju različite stilove života, koji spadaju u tri glavne **ekološke grupe** (Slika 1A) [2].

EKOLOŠKE GRUPE

Kišne gliste se dele na osnovu toga gde žive u zemljištu, čime se hrane i koje boje im je telo. Postoje tri glavne ekološke grupe: **epigeične**, **endogeične** i **anecične** kišne gliste.

ORGANSKA MATERIJ

To je materija sastavljena od organskih jedinjenja koja potiču iz ostataka organizama, kao što su biljke i životinje i njihovi otpadni proizvodi u životnoj sredini.

ODLIVCI

To je izmet kišnih glista. U zavisnosti od ekološke grupe kišnih glista, mogu se deponovati na površini zemljišta ili u zemljištu, tačnije u svojoj jazbini.

INŽINJERI EKOSISTEMA

To su organizmi koji moduliraju dostupnost resursa drugim vrstama. Termiti, mravi i kišne gliste su glavni inženjeri ekosistema.

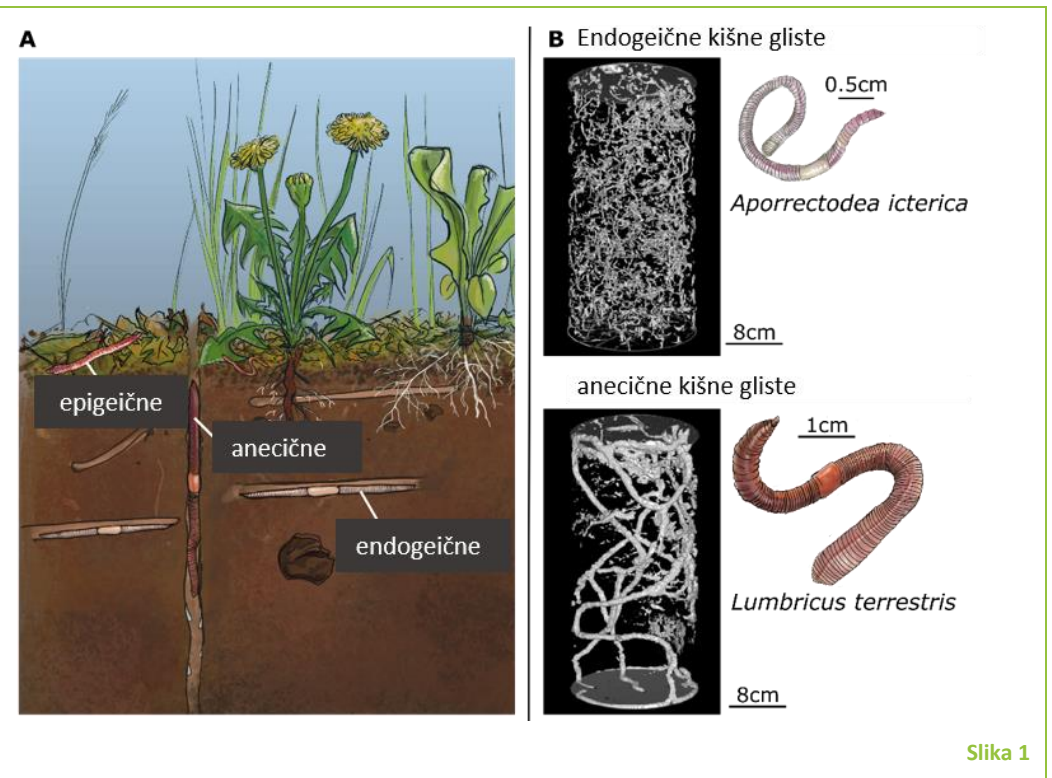
Prva grupa, koju nazivamo epigeičnim, su kišne gliste malih dimenzija (od 3 do 10 cm) crvene boje i mogu se koristiti u vermikompostiranju. Epigeične vrste žive u odumrelom lišću (stelji). Njihova boja ih štiti od UV zračenja i kamuflira od površinskih predatora. Ne formiraju kanale u zemljištu, hrane se odumrelim listovima i pretvaraju ih u male komadiće **organske materije** u svom izmetu, koje nazivamo **odlivcima**. Endogeične kišne gliste su većih dimenzija (od 5 do 15 cm) i potpuno su bezbojne. Žive samo u zemljištu i stvaraju brojne hodnike (Slika 1B). U eksperimentalnom loncu, četiri endogeične kišne gliste su iskopale 2.2 km hodnika širine 3.5 mm po kubnom metru zemljišta za samo šest nedelja [3]. Dok kopaju, oni takođe konzumiraju mnogo malih komadića odumrelih listova i mešaju organsku materiju u zemljištu (Slika 2). Treća grupa se zove anecične kišne gliste. Najveće su, mogu da narastu od 10 cm do 1 m! Kopaju duboke vertikalne hodnike (Slika 1), koje mogu dostići 1 m dubine. Tokom noći izbacuju glavu kako bi zgrabili odumrele listove na površini zemljišta i odneli ih u dublje slojeve zemljišta. Pošto samo njihove glave napuštaju zemljište, stoga su im samo glave pigmentisane.

Dve glavne aktivnosti kišnih glista su konzumiranje ili zakopavanje odumrelog lišća i formiranje hodnika. Ove aktivnosti su dobre za zemljište, druge zemljišne organizme i ceo **ekosistem**, zbog čega su kišne gliste dobile naziv „**inženjeri ekosistema**“.

Silka 1

(A) Tri glavne grupe kišnih glista, epigeične, anecične i endogeične. Ilustracije: www.lesbullesdemo.fr.

(B) Rentgenska 3D rekonstrukcija sistema hodnika endogeične vrste zvane sivi crv (*Aporrectodea icterica*) i jedne anecične vrste koja se zove noćni puzavac (*Lumbricus terrestris*). Zasluge za rendgenske snimke: Yvan Capowiez.



KAKO KIŠNE GLISTE MENJAJU ZEMLJIŠTE I UZGOJ BAKTERIJA

Hodnici kišnih glista duboko menjaju strukturu zemljišta stvarajući velike prostore u kompaktnom zemljištu. Hodnici su stanište mnogih organizama poput malih beskičmenjaka, bakterija i korena biljaka. Takođe, hodnici deluju kao cevi koje povećavaju protok vode i kiseonika između površinskih i dubljih slojeva zemljišta. Kišne gliste različitih ekoloških grupa formiraju hodnike koji različito utiču na tokove vode i gasa. U eksperimentu Capowiez i sar. [3], korišćene su PVC cevi (prečnik 16 cm, visina 30 cm, slika 1B), hodnici endogeičnih kišnih glista omogućavale su brzinu infiltracije vode od 5.2 L u minuti, dok je u hodnicima anecičnih vrsta brzina dostizala i 12.4 L u minuti, jer su njihovi hodnici veći, kontinuiraniji i vertikalni.

U ekosistemima gde su kišne gliste najbrojnije, odumreli listovi nestaju prilično brzo i ne akumuliraju se na površini zemljišta. Epigeične kišne gliste transformišu odumrelo lišće u manje čestice koje pakuju u svoje odlivke, dok anecične kišne gliste zakopavaju odumrele listove u dublje slojeve zemljišta. Endogeične kišne gliste zatim jedu male delove odumrelih listova ili čestice korena zajedno sa zemljištem i izlučuju ih iza sebe gde god da se nalaze. Ove aktivnosti kišnih glista rezultiraju preraspodelom organske materije po zemljištu. Umesto da se akumulira na površini zemljišta, organska materija je više rasprostranjena i dostupna za korenje biljaka i druge stanovnike zemljišta.

Slika 2

Organska materija prolazi kroz digestivni trakt kišne gliste, usitnjava se, digestira, a ostatak izlazi kao izmet koji se nazivaju odlivci. Odlivci tada pomažu u hranjenju bakterija. Bakterije su takođe prisutne u digestivnom traktu kišnih glista. Bakterijama je potrebna prava mešavina organske materije, vode i vazduha da bi bile aktivne. Slika inspirisana Drake i Horn [4].

KISEONIK

To je gas koji čini 21% vazduha koji udišemo. Biljke proizvode kiseonik iz ugljen-dioksida, vode i sunčeve svetlosti dok životinje koriste kiseonik i proizvode ugljen-dioksid.

UGLJEN DIOKSID

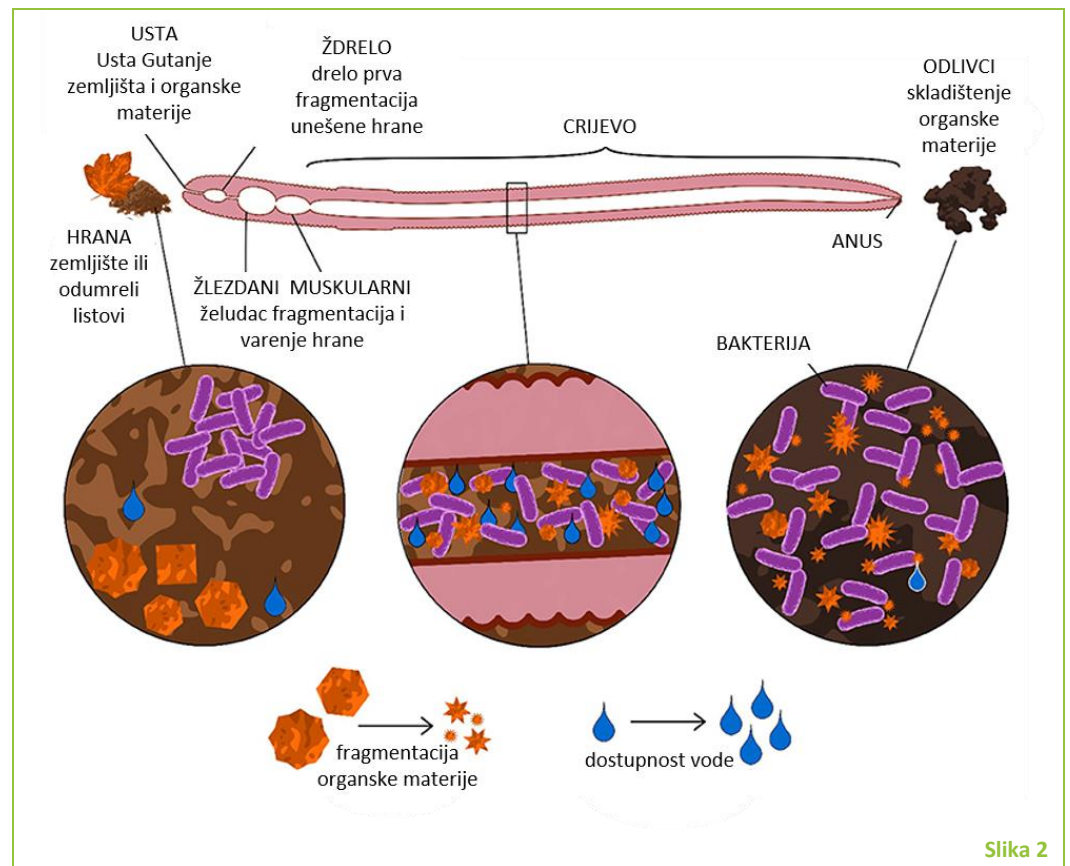
To je bezbojni gas sastavljen od jednog atoma ugljenika i dva atoma kiseonika. Od 1850. godine njegova koncentracija u atmosferi porasla je sa 0.028 na 0.042%, što je izazvalo povećanje globalne temperature za 1°.

AZOT OKSID

To je bezbojni gas sastavljen od dva atoma azota i jednog kiseonika. U veoma je niskoj koncentraciji, ali jedan molekul azot-oksida zagreva atmosferu kao 270 molekula ugljen-dioksida.

GASOVI STAKLENE BAŠTE

To je gas koji apsorbuje i emituje sunčevu energiju izazivajući efekat staklene bašte, odnosno zagrevanje atmosfere.



Slika 2

Promene u zemljištu koje su uzorkovane kišnim glistama utiču na drugu važnu grupu organizama u zemljištu, poput bakterija. Bakterijama je za život potreban pravi balans hrane i vode. One transformišu male delove organske materije u još manje čestice, razlagajući ih na ugljenik i azot. Ove čestice su toliko male da ih koreni biljaka mogu lako apsorbovati i koristiti za rast. Da bi razgradile hranu, bakterije koriste **kiseonik** (dišu, čak i bez pluća) i proizvode **ugljen-dioksid** kao otpadni proizvod. Ako je okolo previše vode, na primer tokom poplava ili na poljima pirinča, bakterije umesto toga proizvode **azot-oksidi** kao otpadni proizvod. Ugljen-dioksid i azot-oksidi su **gasovi staklene bašte** koji povećavaju temperaturu atmosfere i tako doprinose klimatskim promenama.

U nekim zemljištima gde nedostaju organska materija, vazduh ili voda, aktivnost bakterija može biti smanjena. Kišne gliste mogu da „probude“ bakterije tako što organsku materiju, vodu i vazduh čine dostupnijim. Ovaj efekat je još snažniji kod bakterija koje žive u crevima kišnih glista (Slika 2). U crevima se organska materija i zemljište savršeno mešaju u okruženju zasićenom vodom. Ovo je raj za bakterije koje proizvode azot-oksidi [4]. Pošto kišne gliste stimulišu bakterije koje proizvode ugljen-dioksid i azot-oksidi, postavlja se pitanje da li kišne gliste služe za povećanje ili smanjenje emisije gasova staklene bašte?

ISTRAŽIVANJE UTICAJA KIŠNIH GLISTA NA EMISIJU GASOVA STAKLENE BAŠTE?

Da bi istražili kako kišne gliste utiču na bakterije i gasove staklene bašte koje proizvode, naučnici sprovode eksperimente. U jednoj vrsti laboratorijskog

PH

U hemiji, pH skala se koristi za određivanje kiselosti ili bazičnosti tečnog rastvora. Kiseli rastvori imaju niže pH vrednosti od baznih ili alkalnih rastvora.

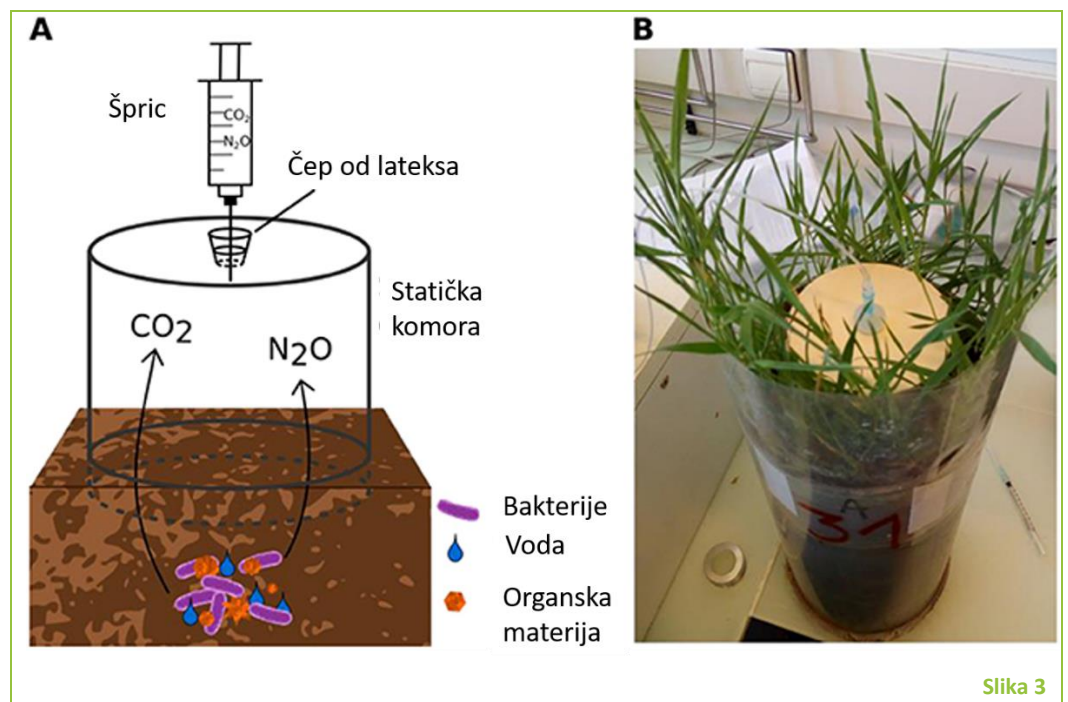
Slika 3

(A) Eksperimentalna komora se može koristiti za merenje emisija GHG u prirodnom okruženju. Gasovi koje proizvode bakterije akumuliraju se u zapečaćenoj komori, a zatim se uzorkuju pomoću šprica kroz čep od lateksa da bi se izmerili nivoi ugljen-dioksida (CO_2) i azot-oksida (NO_2).

(B) Primer komore postavljene na površinu zemljišta eksperimentalnog lonca sa kišnim glistama i biljkama.

Zasluge: Pierre Ganault.

eksperimenta, naučnici koriste saksije napunjene zemljištem koje je prosejano, kako bi uklonili kamenje, sve životinje i korenje. Zatim se dodaju kišne gliste, obično nekoliko jedinki iste vrste, idealno u broju blizu onome što bi se moglo naći u prirodi. Poređenja radi, neke saksije ne sadrže kišne gliste. Nakon toga se mere emisije gasova staklene bašte na površini zemljišta i proučavaju se bakterije u saksijama, kako bi se videlo da li su emisije gasova staklene bašte veće u prisustvu ili odsustvu kišnih glista. Drugi metod koji naučnici koriste je merenje gasova staklene bašte u prirodi. U ovom slučaju, cilindrične komore se guraju u zemljište radi merenja gasova poput ugljen-dioksida i azot-oksida (Slika 3). Takođe, kišne gliste u zemljištu se istražuju kako bi naučnici mogli da pokušaju da povežu emisije gasova staklene bašte sa obiljem i brojem prisutnih vrsta kišnih glista. Naučnici takođe mogu meriti druge karakteristike zemljišta važne za aktivnost bakterija, uključujući sadržaj vode, dostupnost organske materije i pH.



Slika 3

Drugi način da saznate uticaj kišnih glista na emisije gasova staklene bašte je prikupljanje informacija iz svih postojećih studija. Dakle, utvrđeno je da kišne gliste u proseku povećavaju emisiju ugljen-dioksida za 33%, a emisiju azot-oksida za 42% [5]. Što nam govori da, iako su korisne za zdravlje zemljišta, kišne gliste mogu biti štetne za životnu sredinu jer povećavaju aktivnost bakterija i povezane emisije staklene bašte.

OVI EKSPERIMENTI IMAJU OGRANIČENJA

Ovo izgleda kao prava dilema: kišne gliste poboljšavaju zdravlje zemljišta, ali u isto vreme izgleda da povećavaju emisije gasova staklene bašte! Međutim, pre nego što izvučemo ovaj zaključak, važno je priznati da svi eksperimenti koje smo opisali imaju nedostatke zbog kojih je teško biti potpuno siguran u ulogu kišnih glista u emisiji gasova staklene bašte. Interakcije između kišnih glista, bakterija, zemljišta, biljaka i vode koje rezultiraju emisijom gasova staklene bašte su

izuzetno složene. Ovi faktori se veoma razlikuju u prirodnom okruženju i veoma ih je teško precizno rekonstruisati u naučnim eksperimentima.

Prvi važan faktor koji ograničava naše potpuno razumevanje uloge kišnih glista u emisiji gasova staklene bašte je velika raznolikost svojstava zemljišta, kao što je sadržaj peska. Većina kišnih glista uglavnom preferira zemljište sa niskim sadržajem peska jer se peskovita zemljišta brže suše, a čestice peska mogu biti abrazivne za njihovu kožu. Takođe, pH zemljišta može snažno uticati na kišne gliste, a mnoge možda neće preživeti u zemljištu sa pH ispod 4.5. Bilo bi izuzetno teško napraviti eksperimentalne posude za hiljade različitih tipova zemljišta koje postoje u prirodi, tako da je naše znanje trenutno ograničeno na određene uobičajene tipove zemljišta.

Drugo ograničenje je mali broj istraživanja koja su uključivala biljke u eksperimente. Biljke upijaju vodu i hranljive materije svojim korenima, smanjujući dostupnost vode i hranljivih materija za kišne gliste i bakterije. Međutim, biljke i bakterije se međusobno pomažu. Koreni biljaka proizvode šećer u okolnom zemljištu koji bakterije mogu da jedu u zamenu za obezbeđivanje minerala potrebnih biljkama. Nažalost, veoma je teško postaviti eksperiment koji bi mogao da ispita sve moguće pozitivne i negativne interakcije koje se dešavaju u isto vreme u zemljištu.

Treće ograničenje je da većina studija održava konstantan sadržaj vode u zemljištu. Ovo se generalno radi zbog optimizacije aktivnosti kišnih glista. U prirodi se zemljište stalno isušuje i ponovo vlaži padavinama. Kišne gliste mogu biti potpuno neaktivne ako se zemljište previše osuši. To znači da eksperimenti u kojima zemljište ima konstantan sadržaj vode mogu preceniti negativne efekte kišnih glista na emisije gasova staklene bašte. U laboratorijskom eksperimentu u kojem su naučnici koristili realističnije cikluse sušenja-ponovnog vlaženja, prisustvo kišnih glista je zapravo smanjilo emisije azot-oksida [6]. Naučnici su zaključili da hodnici kišnih glista povećavaju protok vode u niže slojeve zemljišta i snabdevaju vazduhom zemljište, što ubrzava sušenje zemljišta i smanjuje aktivnost bakterija. Efekti ciklusa sušenja-ponovnog vlaženja su veoma važni za proučavanje, posebno zato što se očekuje da će ovi ciklusi biti češći i ekstremniji sa klimatskim promenama koje su u toku.

KLIMATSKE PROMENE — NE KRIVITE KIŠNE GLISTE

Pokazali smo vam koliko je složeno istraživati emisije gasova staklene bašte iz zemljišta. Kišne gliste menjaju distribuciju organske materije i dostupnost vode i vazduha u zemljištu. Sve ovo menja aktivnost bakterija u zemljištu. Međutim, bakterije u zemljištu takođe zavise od svojstva zemljišta, od ciklusa sušenja-ponovnog vlaženja i od biljaka koje tamo rastu. Daleko smo od toga da imamo dovoljno studija sa realističnim eksperimentima da bismo razumeli pravu ulogu kišnih glista u emisiji gasova staklene bašte. S druge strane, ljudske aktivnosti, posebno poljoprivreda, proizvode velike količine gasova staklene bašte i moramo da nastavimo da razmišljamo na inovativne načine kako bismo poboljšali zdravlje naše planete i svih živih bića.

ZAHVALNICE

Autori se zahvaljuju mladom recenzentu na njegovom/njenom temeljnom radu koji je unapredio rukopis. Autori se zahvaljuju konzorcijumu TEBIS i različitim nevladinim organizacijama, kao što je CARABES (<https://assocarabes.com>) sa kojima autori sarađuju na podizanju svesti građana i podsticanju zaštite zemljišta i njihovog biodiverziteta. Autori takođe zahvaljuju Morgane Arietta Ganault (www.lesbullesdemo.fr) za kvalitet detaljnih crteža.

REFERENCE

1. Orgiazzi A, Bardgett R D, Barrios E, Behan-Pelletier V, Briones MJJ, Chotte JL, De Beyn GB, Eggleton P, Fierer N, Fraser T, et al. *Global soil diversity atlas*. European Union. Luxembourg (2016). http://esdac.jrc.ec.europa.eu/public_path/JRC_global_soilbio_atlas_online.pdf
2. Bottinelli N, Hedde M, Jouquet P, Capowiez Y. An explicit definition of earthworm ecological categories – Marcel Bouché’s triangle revisited. *Geoderma* (2020) **372**:114361. doi:10.1016/j.geoderma.2020.114361
3. Capowiez Y, Bottinelli N, Sammartino S, Michel E, Jouquet P. Morphological and functional characterisation of the burrow systems of six earthworm species (Lumbricidae). *Biology and Fertility of Soils* (2015) **51**:869–877. doi:10.1007/s00374-015-1036-x
4. Drake HL, Horn MA. Earthworms as a transient heaven for terrestrial denitrifying microbes: a review. *Engineering in Life Sciences* (2006) **6**:261–265. doi:10.1002/elsc.200620126
5. Lubbers IM, van Groenigen KJ, Fonte SJ, Six J, Brussaard L, van Groenigen JW. Greenhouse-gas emissions from soils increased by earthworms. *Nature Clim Change* (2013) **3**:187–194. doi:10.1038/nclimate1692
6. Chen C, Whalen JK, Guo X. Earthworms reduce soil nitrous oxide emissions during drying and rewetting cycles. *Soil Biology and Biochemistry* (2014) **68**:117–124. doi:10.1016/j.soilbio.2013.09.020

UREDNIK: Malte Jochum, Nemački centar za integrativna istraživanja biodiverziteta (iDiv), Nemačka

CITAT: Ganault P, Delmotte S, Duhamet A, Lextrait G and Capowiez Y (2021) Earthworms and Their Role in Greenhouse Gas Emissions. *Front. Young Minds* 9:562583. doi: 10.3389/frym.2021.562583

SUKOB INTERESA: Autori izjavljuju da je istraživanje sprovedeno u odsustvo bilo kakvih komercijalnih ili finansijskih odnosa koji bi se mogli protumačiti kao potencijalni sukob interesa.interest.

AUTORSKA PRAVA © 2022 Steinvandter and Seeber. Ovo je članak otvorenog pristupa distribuiran pod uslovima licence Creative Commons Attribution License (CC BY). Upotreba, distribucija ili reprodukcija na drugim forumima je dozvoljena, pod uslovom originalni autor (i) i vlasnik (i) autorskih prava su navedeni i da je original citira se publikacija u ovom časopisu, u skladu sa prihvaćenom akademskom praksom. Nije dozvoljena nikakva upotreba, distribucija ili reprodukcija koja nije u skladu sa ovim uslovi.

MLADI RECENZENTI



GWEN, STAROST: 13

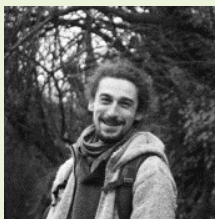
Zdravo, moje ime je Gwen, živim u SAD i sviram klavir i treniram odbojku. Upravo sam završio sedmi razred, a moji omiljeni predmeti su nauka, matematika, umetnost i španski jezik. Volim da čitam, posebno naučno-fantastične romane i gledam serije (takođe sam veliki obožavalac Harija Potera). Veoma sam uzbuđen što ću raditi unutar poziva Granice za Mlade Umovce!

AUTORI



PIERRE GANAULT

U svakoj šetnji prirodom, ne mogu odoleti a da ne prevrnem balvane i kamenje ili ne tražim po osušenom lišću da vidim kakvu ću divnu životinju naći da se tamo krije. Ova radoznalost me je navela da proučavam biodiverzitet zemljišta i doktoriram na dejstvu mešavine vrsta drveća na zemljišne beskičmenjake i ulozu ovih životinja u zemljišnim procesima. Takođe, radim sa udruženjima da premostim jaz između naučnika i građana kako bismo svi zajedno mogli da proučavamo, bolje razumemo i zaštitimo stvorenja koja žive u zemljištu. *pierre.ganault@gmail.com



SACHA DELMOTTE

Moja strast za prirodom, ljudima, naukom i prenošenjem znanja dovela je do toga da nastavim sedam godina univerzitetskih studija ekologije, biologije i geologije. Takođe, sam animator u prirodnim ravnicama za publiku od 3 do 18 godina starosti, da bih probudila u njima stvari koje me fasciniraju.



AGNÈS DUHAMET

Agnes je student doktorskih studija biologije mora. Diplomirala je biologiju na Univerzitetu u Avinjonu i magistrirala ekologiju i evolucionu biologiju na Univerzitetu u Monpeljeu. Oseća veliku strast prema prirodi i voli da prenosi znanja o prirodnim naukama.



GAËLLE LEXTRAÏT

Uvek sam osećao strast prema mikroorganizmima, bilo da su patogeni ili mutualistički. Opremio sam se istraživati interakcije između malih životinja koje žive u zemljištu (insekata) i njihovih simbiota. Trenutno sam student doktorskih studija mikrobiologije na CNRS Gif-sur-Ivette (Univerzitet Paris-Saclai), gde nastavljam svoja istraživanja o simbiotskim interakcijama između smrdi buba i njihovih simbiotskih bakterija.

**YVAN CAPOWIEZ**

Ivan Capoviez je viši naučni saradnik na Institutu za agronomiju (INRAE), Avinjon, Francuska. Njegova istraživanja su fokusirana na ekologiju i ponašanje kišnih glista. On ima veliko iskustvo u istraživanju na koji način kišne gliste kopaju u zemljištu i kako će nastali hodnici uticati na važne funkcije zemljišta, kao što su transport vode i razlaganje organske materije.

PREVODILAC**FILIP POPOVIĆ**

Prirodno-matematički fakultet, Institut za biologiju i ekologiju, Univerzitet u Kragujevcu, Kragujevac, Srbija

Doktorand sam na Prirodno-matematičkom fakultetu, Institutu za biologiju i ekologiju Univerziteta u Kragujevcu, Srbija. Istražujem zemljišne beskičmenjake na Balkanskom poluostrvu, obrađujući posebnu pažnju na kišne gliste. Najviše me zanima taksonomija i biogeografija kišnih glista Balkana. Pored ljubavi prema prirodi, volim i sport, posebno košarku.