

MOGU LI NAM BAKTERIJE KOJE JEDU METAN U SUŠNIM PODRUČJIMA POMOĆI SMANJITI STAKLENIČKE PLINOVE?

Angela Lafuente^{1,2*}, Concha Cano-Díaz¹

¹Departamento de Biología y Geología, Física y Química Inorgánica, Escuela Superior de Ciencias Experimentales y Tecnología, Universidad Rey Juan Carlos, Móstoles, Spain

²College of Forest Resources and Environmental Science, Michigan Technological University, Houghton, MI, United States, Singapore

MLADI RECENZENT



SEBASTIAN

DOB: 10

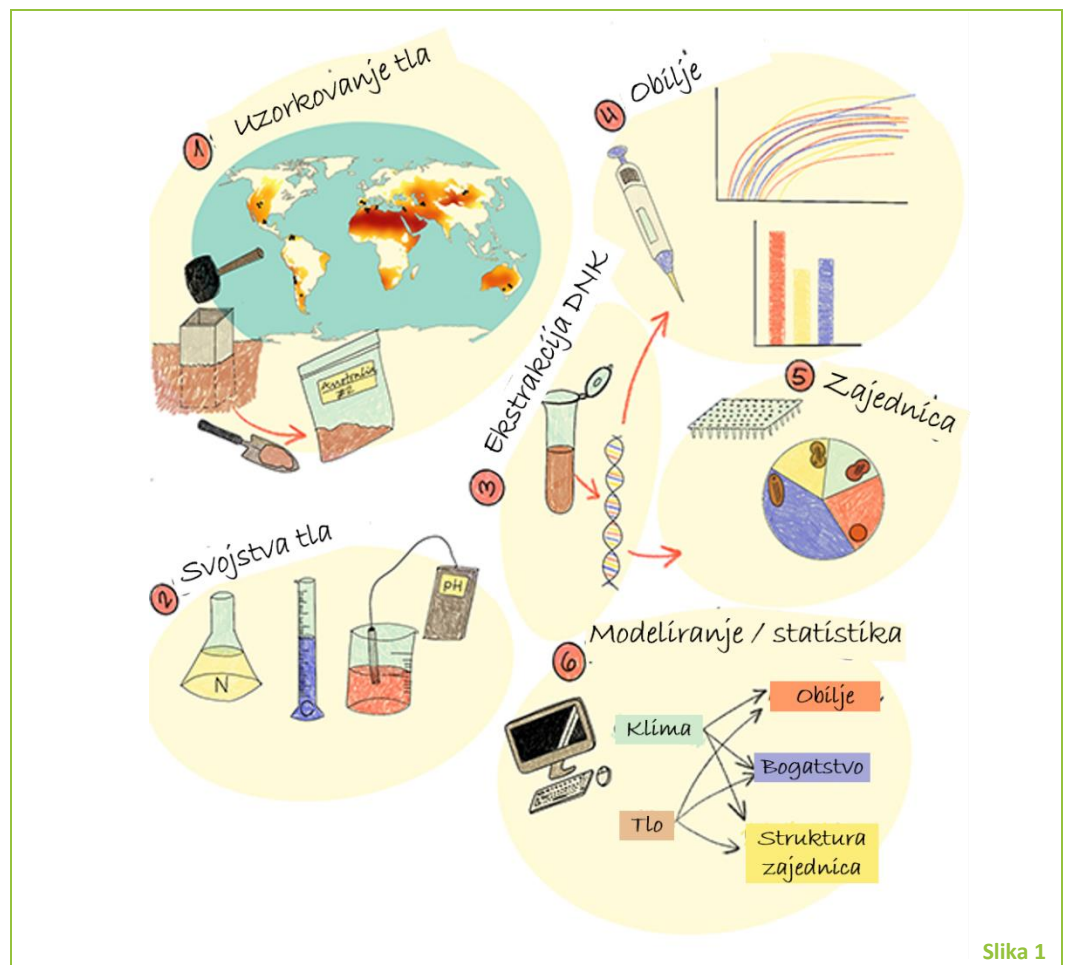
Što je sušno područje? Prvo što bi moglo pasti na pamet je mjesto nalik na pustinju, gdje ništa ne može živjeti niti rasti. Unatoč manjku vode, sušna područja raznoliki su ekosustavi koji će se proširiti Zemljom kao posljedica klimatskih promjena. Glavni uzrok globalnog zatopljenja je porast stakleničkih plinova u našoj atmosferi. Kako bismo to riješili, nužno je smanjiti emisije stakleničkih plinova, no proučavanje mikroorganizama u prirodi nam također daje uzbudljive naznake kako se možemo uhvatiti ukoštac s globalnim zatopljenjem. Mikroorganizmi žive u svim okolišima na Zemlji i, na sreću, neki od njih koriste stakleničke plinove prisutne u zraku kao svoju prehranu! U ovom članku, opisujemo svoju potragu za bakterijama koje jedu jedan od najsnažnijih stakleničkih plinova, metan (CH₄). Suprotno očekivanjima, otkrili smo da te bakterije žive u sušnim područjima po cijelom svijetu!

NAJVEĆI KOPNENI EKOSUSTAV NA ZEMLJI: SUŠNA PODRUČJA

Sušna područja karakterizirana su oskudnim kišama i, kao posljedicu, nedostatkom bujne vegetacije. No, sušna područja obuhvaćaju širok raspon različitih ekosustava, od najsušeg mjesta na Zemlji, Atacame, tople pustinje u Čileu, do listastih šuma eukaliptusa u Australiji, gdje koale žive (Slika 1.1). Sušni ekosustavi također sadrže golemu količinu organizama, mnogi od kojih su biljke i životinje koje žive jedino u sušnim područjima te su se prilagodile teškim uvjetima života. Sušna područja najveći su kopneni ekosustav, pokrivajući gotovo polovicu Zemljine kopnene površine (45%), i predstavljaju dom preko 40% ljudske populacije. Stoga je jasno zašto sušna područja predstavljaju iznimno važna područja Zemlje za izučavanje.

Slika 1

Metode koje koristimo za pronalazak i proučavanje metanotrofa. Biralimo lokacije oko svijeta i uzorkovali tlo u tim lokacijama (1). Analizirali smo svojstva tla, poput količine organskih tvari i pH (2). Ekstrahirali smo genetičke informacije (DNK) bakterija prisutnih u tlu (3). Proučavanjem DNK, stekli smo informacije o obilju, bogatstvu i strukturi zajednice metanotrofa iz svakog uzorka tla (4,5). Zatim smo koristili matematiku kako bismo ustanovili koja svojstva tla ili klimatski čimbenici su najvažniji za metanotrofe (6).



Slika 1

Živa bića i nežive tvari u okolišu, poput biljaka i vode, usko su povezani u prirodi pomoću raznih ciklusa. Nežive tvari se također nazivaju abiotički faktori. Voda je nužna u svim procesima vezanim za život, od rasta biljaka do razvoja zajednica mikroorganizama. Stoga, voda je najvažniji abiotički faktor u ekosustavu. Dostupnost vode u ekosustavu mjeri se pomoću ariditeta, mjere koja izražava vezu između količine oborina (kiše, magle ili snijega) te isparavanja vode. Što je manja dostupnost vode, to je sušnija područje (Slika 1.1).

Oskudica vode u sušnim područjima znatno utječe na prirodne cikluse između živih bića i nežive tvari. Manjak vode zbog nedostatka kiša te pad vlage u zraku

ABIOTIČKI

Neživi abiotički faktori u okolišu uključuju temperaturu, vodu i svjetlost.

ARIDITET

Matematička veza između količine padalina (kiša, snijeg ili magla) te isparavanja vode. Opisuje postoji li manjak vode u nekom ekosustavu.

utječu na cikluse ugljika (C) i dušika (N), smanjujući bogatstvo tih elemenata u tlu, što utječe na biljke, životinje i mikroorganizme. Sve to čini sušna područja iznimno osjetljivima na klimatske promjene.

OBILJE

Broj jedinki određenog tipa prisutnih u nekom okolišu.

METANOGENI

Skupina mikroorganizama koja ne treba kisik kako bi preživjela i stoga može živjeti u uvjetima bez kisika. Proizvode metan prilikom razlaganja organskih materijala, poput lišća ili komadića drva.

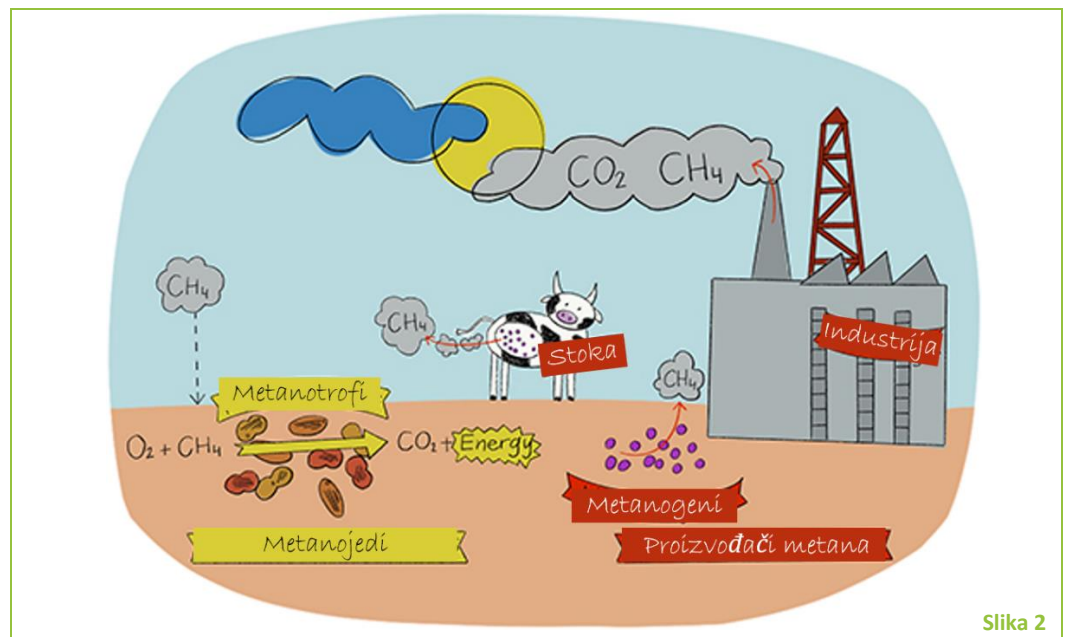
METANOTROFI

Skupina mikroorganizama koji su sposobni koristiti metan kao svoj glavni izvor ugljika i energije. To su metanojedi.

BAKTERIJE TLA I METAN

Zemlja je okružena plinovitim slojem koji se naziva atmosfera. Atmosfera nas štiti od Sunčeve radijacije i pomaže u zadržavanju stabilne temperature na Zemlji. Dušik (78%) i kisik (21%) čine osnovne komponente atmosfere, no pristuni su i mnogi drugi plinovi. Određeni atmosferski plinovi, poput ugljičnog dioksida (CO_2) i vodene pare, su takozvani staklenički plinovi, zato što zadržavaju Sunčevu toplinu, te funkcioniraju kao staklo u stakleniku. Staklenički plinovi propuštaju Sunčevu svjetlost do Zemljine površine, dok ne propuštaju toplinu van atmosfere. Takvo zadržavanje topline doprinosi globalnom zatopljenju.

Kroz gorenje fosilnih goriva, ljudi su oslobodili više CO_2 u atmosferu od ikog drugog stakleničkog plina. No, drugi najbitniji plin po pitanju doprinosa globalnom zatopljenju je metan (CH_4). Metan je jednostavna molekula koju čini jedan atom ugljika (C) i četiri atoma vodika (H). Jedna molekula metana ima jednaki efekt zagrijavanja kao 25 molekula CO_2 , što ju čini iznimno snažnim stakleničkim plinom. Metan proizvode metanogene bakterije, grupa mikroorganizama koje ne trebaju kisik kako bi preživjele, pa mogu živjeti u uvjetima gdje nema kisika, poput rižinih polja, sedimentima jezera, i u močvarama. Metanogene bakterije žive i u probavi životinja, poput želudaca stoke, čak i u ljudima! Dapače, kad životinje podriguju i imaju vjetrove, metanogeni su zaslužni za to! Metanogene bakterije također proizvode metan dok razgrađuju organske tvari poput lišća i komada drva. Uz poljoprivredu, druge ljudske aktivnosti, poput uljne i plinske industrije, također oslobađaju velike količine metana u atmosferu.



Slika 2

Glavni izvori i ponori metana (CH_4).

Slika 2

Metan oslobođen u atmosferu znatno doprinosi klimatskim promjenama i samo jedna skupina organizama se može prehranjivati njime, metanotrofi. To

je grupa mikroorganizama koja može koristiti metan kao svoj izvor ugljika i energije. Ti organizmi u suštini proždiru metan (Slika 2)! U sušnim područjima, proizvodnja metana je niska zbog manjka vode (posjetimo se, metanogeni inače žive u poplavljenim tlima i drugim područjima bez kisika). Budući da sušna područja obuhvaćaju veliki dio Zemlje te količine metana u atmosferi rastu, sušni ekosustavi bi mogli biti iznimno bitni ukoliko nađemo metanotrofe u velikim količinama u tim sustavima.

KAKO PRONAĆI I PROUČAVATI METANOTROFE

U ovom istraživanju htjeli smo ustanoviti jesu li metanotrofi prisutni u tlima sušnih područja diljem svijeta, te jesu li osjetljivi na klimatske uvjete i svojstva tla poput većine mikroorganizama tla. Prvo smo odabrali 80 lokacija koja su u sušnim područjima diljem svijeta (Slika 1.1). Na svakoj lokaciji smo prikupili klimatološke informacije, poput prosječne godišnje temperature, količine godišnjih padalina, te ariditet. Također, uzorkovali smo tlo i analizirali svojstva poput količine organskih tvari (organski ugljik), pH, te količine pijeska (Slika 1.2). Velika količina organskih tvari naznačuje da je tlo plodno, što znači da tlo sadrži tvari potrebne za rast i preživljavanje biljaka, podzemnih životinja i mikroorganizama. pH analiza ukazuje na kiselost tla. pH je jedan od najbitnijih čimbenika u regulaciji rasta bakterija tla. Na primjer, kad je tlo jako kiselo, poput octa, samo određene bakterije koje mogu podnijeti takvu kiselost mogu preživjeti. Zrnca tla jako su blizu jedna drugima, no svejedno ostavljaju prostora za prodor zraka i vode. Količina pijeska, najvećeg tipa čestice u tlu, nam kazuje koliko su veliki ti prostori. Stoga, velike količine pijeska znače da su prostori veliki, te da zrak lako prodire u tlo, no isto tako, voda i nutrijenti se lako mogu iscijediti iz tla.

Kako bismo proučavali metanotrofe u našim uzorcima tla, potrebne su nam genetičke informacije (DNK) o tim bakterijama. Prvo prikupimo sav DNK prisutan u našim uzorcima tla kroz proces koji se naziva ekstrakcija DNK (Slika 1.3). Taj proces se radi u laboratoriju korištenjem snažnih enzima koji rastvore stanice bez da oštete genetički material. Potom analiziramo ekstrahirani DNK u potrazi za određenim dijelom koji je prisutan samo u metanotrofima. Taj dio DNK se naziva gen *pmoA*. Gen *pmoA* sadrži upute za stvaranje proteina koji omogućuje metanotrofima da jedu atmosferski metan. Pomoću koncentracije *pmoA* u svakom uzorku tla možemo saznati koliko metanotrofa je prisutno (Slika 1.4). Postoji više blisko srodnih vrsta metanotrofa čiji DNK sadrži slične informacije, ali različite vrste će imati sitne razlike u svom DNK. Stoga, poput otiska prsta, DNK se može koristiti kako bismo identificirali različite metanotrofe.

Naša istraživanja DNK nam pomažu dobiti informacije o obilju (ukupan broj nekog tipa bakterija prisutan), bogatstvu (broj različitih vrsta bakterija prisutnih) te strukturi zajednice (različiti tipovi bakterija te obilje svakog tipa) metanotrofnih bakterija u svakom uzorku (Slika 3). Potom koristimo matematiku kako bismo dokučili koji tip tla ili koji klimatski uvjeti su najbitniji metanotrofima (Slika 1.6).

EKSTRAKCIJA DNK

Laboratorijski proces u kojem se stanice rastvaraju kako bi oslobodile genetički material (DNK) koji se nalazi unutar stanice, bez da se ošteti DNK.

Slika 3

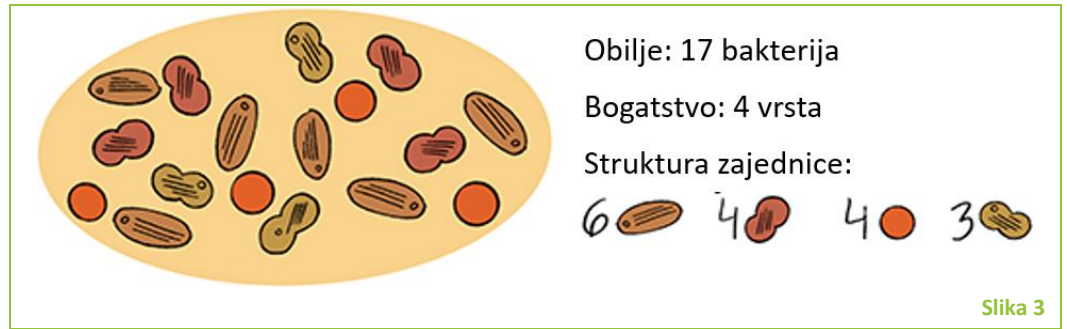
Mikrobne zajednice se mogu opisati kroz tri svojstva. Obilje je ukupan broj bakterija određenog tipa. Bogatstvo je broj različitih vrsta bakterija prisutnih u nekom okolišu. Struktura zajednice opisuje broj različitih tipova bakterija prisutnih te njihovo obilje.

BOGATSTVO

Broj različitih vrsta organizama prisutnih u nekom okolišu.

STRUKTURA ZAJEDNICE

Kombinirano bogatstvo i obilje u zajednici.



Slika 3

GDJE ŽIVE METANOTROFI

Nismo bili sigurni hoćemo li pronaći metanotrofe u sušnim područjima pošto tim mikroorganizmima treba metan kako bi preživjele, te sušna područja nisu tipičan ekosustav za produkciju metana. Stoga pronalazak metanotrofa u svim našim uzorcima iz sušnih područja je bilo doista nevjerojatno otkriće! Sada možemo reći kako su metanotrofi sveprisutni u sušnim područjima diljem svijeta. Iznenadujuće, našli smo i metanotrofe koji se inače nalaze u vlažnim područjima poput Danske, Škotske i Novog Zelanda.

Otkrili smo i da, u sušnim područjima, prosječna godišnja temperatura i ariditet nisu čimbenici koji najviše utječu na obilje i bogatstvo metanotrofa. Možda drugi čimbenici, poput padalina, više utječu na obilje i bogatstvo bakterija. S druge strane, klimatski čimbenici poput srednje godišnje temperature, padalina, ariditeta, te svojstva tla poput organskih tvari, pH, i količine pijeska su utjecali na strukturu zajednica metanotrofa. Na primjer, više temperature su povisile obilje određenih metanotrofa koji su otporni na toplinu. Drugim riječima, metanotrofne zajednice sušnih područja s višim temperaturama imaju više metanotrofa otpornih na visoke temperature. Klimatski uvjeti mogu također utjecati na svojstva tla, na primjer poticati razlaganje stijena, što povećava količinu pijeska, ili modifikacijom pH tla i količine organske tvari. Ova svojstva tla utječu na količinu zraka koja može prodrijeti u tlo, što je izrazito bitno za strukturu zajednice metanotrofa.

ŠTO SMO NAUČILI OD METANOTROFA U SUŠNIM PODRUČJIMA?

Kao što smo otkrili, metanotrofi su obilni i sveprisutni u sušnim područjima diljem svijeta. Klima i svojstva tla oboje utječu na zajednice metanotrofa. Isto tako, otkrili smo da je struktura zajednica metanotrofnih bakterija jako ovisila o klimatskim uvjetima, poput padalina i temperature, te o svojstvima tla poput količine organskih tvari.

Budući da smo otkrili da klima utječe na metanotrofe, očekujemo da će tekuće klimatske promjene promijeniti zajednice metanotrofa u nadolazećim godinama, utječući na konzumaciju atmosferskog metana. Dosad se već znalo da metanotrofi žive u hladnim i vlažnim područjima, na koja će klimatske promjene zasigurno utjecati. Rasprostranjenost kopna prekrivenog sušnim područjima te mnogi metanotrofi koji su tamo prisutni čine ta područja izrazito važnima za konzumaciju atmosferskog metana u budućnosti. Drugim riječima,

bakterija sušnih područja nam mogu pomoći smanjiti stakleničke plinove! Dobra briga o sušnim područjima te daljnje izučavanje čudesa koja se kriju u njima je bitno kako bi se nosili s budućim zatopljenjem naše planete. Bakterije koje proždiru metan nam mogu pomoći u tome!

IZVORNI ČLANAK

Lafuente, A., Bowker, M. A., Delgado-Baquerizo, M., Durán, J., Singh, B. K., and Maestre, F. T. 2019. Global drivers of methane oxidation and denitrifying gene distribution in drylands. *Glob. Ecol. Biogeogr.* 28:1230–43. doi: 10.1111/geb.12928

CITATI

[1] Cadena, S., Cervantes, F., Falcón, L., and García-Maldonado, J. 2019. The role of microorganisms in the methane cycle. *Front. Young Minds* 7:133. doi: 10.3389/frym.2019.00133

[2] Schallenberg, L., Wood, S., Pochon, X., and Pearman, J. 2020. What can DNA in the environment tell us about an ecosystem? *Front. Young Minds* 8:150. doi: 10.3389/frym.2019.00150

UREDIO: Rémy Beugnon, German Centre for Integrative Biodiversity Research (iDiv), Germany

CITAT: Lafuente A and Cano-Díaz C (2021) Can Methane-Eating Bacteria in Drylands Help Us Reduce Greenhouse Gases?. *Front. Young Minds.* 9:556361. doi: 10.3389/frym.2021.556361

CONFLICT OF INTEREST: The authors declare that the research was conducted in the absence of any commercial or financial relationships that could be construed as a potential conflict of interest.

COPYRIGHT © 2021 Lafuente and Cano-Díaz. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (CC BY). The use, distribution or reproduction in other forums is permitted, provided the original author(s) and the copyright owner(s) are credited and that the original publication in this journal is cited, in accordance with accepted academic practice. No use, distribution or reproduction is permitted which does not comply with these terms.

MLADI RECENZENT

SEBASTIAN, DOB: 10

Volim sport, čitanje, matematiku i životinje.



AUTORI



ANGELA LAFUENTE

Trenutno sam na postdoktorskom položaju na sveučilištu Michigan Technological, radim na kruženju ugljika u tropskim tresetištima. Ja sam ekologinja koju zanima kako globalne promjene utječu na mikroorganizme tla i izmjene stakleničkih plinova. U slobodno vrijeme volim ići u prirodu na planinarenje, bicikliranje ili skijanje. *ellyon.diebrunnen@gmail.com



CONCHA CANO-DÍAZ

Ja sam biologinja koja je pri kraju svog doktorata na sveučilištu Rey Juan Carlos (Španjolska). Moj rad se fokusira na rasprostranjenost i ekološke sklonosti cijanobakterija u tlu. Trenutno proučavam efekte klimatskih promjena i procesa formiranja tla na zajednice cijanobakterija diljem svijeta. Volim raditi znanstvene ilustracije i u svoje slobodne vrijeme volim svirati ukulele i pjevati u zboru.