



PODZEMNI PLANINARI: STVORENJA KOJA ŽIVE U PLANINSKIM TLIMA

Michael Steinwandter¹, Julia Seeber^{1,2}

¹ AlpSoil Lab, Institut für Alpine Umwelt, Eurac Research, Bozen, Italien

² Institut für Ökologie, Universität Innsbruck, Innsbruck, Österreich

MLADI RECENZENTI:



**MERCY
SCHOOL
INSTITUTE**

DOB: 15

Iako znamo da je dom velikom broju organizama, tlo ispod naših nogu i dalje zahtijeva više istraživanja. U osnovi je to crna kutija u koju ne možemo zaviriti da bismo promatrali njegove stanovnike i procese kojima doprinose. U ovom članku reći ćemo vam o tlima koja su još manje istražena. Govorimo o planinskim tlima na velikim visinama: nisu lako dostupna, ali skrivaju mnoge uzbuđujuće vrste, neke od kojih su specijalizirane za život samo u planinskim tlima. Mi smo tim znanstvenika koji se bave ekologijom tla i posvećujemo svoja istraživanja otkrivanju tajni životinja koje žive u planinskim tlima. Reći ćemo vam koja i koliko stvorenja možete pronaći u visokim planinskim tlima europskih Alpa, kako u prirodnim planinskim ekosustavima tako i u onima koji se koriste za poljoprivredu. Nadalje, objasnit ćemo neke pametne načine na koje su ove vrste prilagodile teškim alpskim uvjetima.

BESKRALJEŽNJACI

Velika skupina životinja koje nemaju kralježnicu. Uobičajeni beskralježnjaci tla uključuju kukce (kao što su kornjaši, ličinke muha), gujavice, dvojenoge, stonoge, jednakonošce i pauke.

ALPSKA ZONA

Klimatska zona koja se može naći na višim planinama ili u arktičkom području. To je zona gdje drveće ne može rasti zbog niskih temperatura.

KEMPSONOV- APARAT

Uređaj u laboratorijima za tlo koji služi izvlačenju životinja iz blokova tla. Kako se zagrijava s gornje strane, životinje pokušavaju pobjeći od suhih i vrućih uvjeta, te padaju u spremnik za sakupljanje.

ŠTO SU PLANINSKA TLA?

Kada govorimo o planinskim tlima, obično mislimo na tla na velikim visinama, posebno tla iznad granice šume gdje je drveće raštrkano ili ga uopće nema. Ova zona može se u europskim Alpama pronaći iznad 2000 metara; u srednjoeuropskim Alpama iznad 2300 metara. Naravno, neka planinska tla nalaze se i na nižim planinama ili čak brdima, ali usredotočit ćemo se na prekrasan svijet životinja tla koje žive u prirodnim travnjacima, ispašnim pašnjacima i čak golom tlu na višim planinama poput europskih Alpa, od 1500 do 3000 metara.

Neka planinska područja iznad granice šume, u onome što se naziva alpskom zonom, mogu se činiti nedirnuta ljudskim djelovanjem. No, to nije istina - farmeri su nježno koristili mnoge takve travnjake stoljećima, čak i tisućljećima, kao ispašu za manja stada krava, ovaca i koza tijekom ljetnih mjeseci (Slika 1A). Zašto su farmeri u prošlosti (i neki čak i danas) pješačili tako daleko s kravama i ovcama? Zašto ne koristiti samo livade u dolinama, koje su lako dostupne? Pa, koriste livade u dolinama, ali alpski pašnjaci dom su mnogim šarenim i hranjivim biljkama i travama koje krave i ovce vole jesti i koje su vrlo zdrave za njih. Također, tijekom vrućih ljeta, temperature na većim nadmorskim visinama puno su podnošljivije za životinje.

KOJE ŽIVOTINJE I KOLIKO NJIH ŽIVI U PLANINSKIM TLIMA?

Ljepota planina ne leži samo nadzemno u šarenim cvjetovima i grmlju, već i ispod naših nogu. Kako bismo proučavali organizme tla, uklanjamo kvadratne blokove tla dimenzija 20 x 20 i dubine 15 cm (Slika 1C) te izvlačimo beskralježnjake pomoću Kempsonovog aparata.

Kempsonov aparat koristi toplinu i svjetlost žarulja kako bi prisilio životinje na bijeg iz tla dok se blokovi isušuju. Zatim se životinje sakupljaju iz spremnika hlađenih vodom koji sadrže tekućinu za sakupljanje. Nadalje, postavljamo i zamke za hvatanje na našim istraživačkim lokacijama (Slika 1B). Zamke za hvatanje izrađene su od staklenih posuda koje se zakopavaju u tlo tako da organizmi poput paukova i kukaca padaju u njih i budu uhvaćeni. Ovo je vrlo korisna metoda za uočavanje što se kreće po površini tla. Korištenjem ovih tehnika, pronašli smo raznoliku zajednicu gujavica, stonoga, kukaca i ličinki kukaca u planinskim tlima.

Bioraznolikost tla osobito je velika u subalpskoj zoni, od 1500 do 2000 metara. Ovo granično područje sadrži šume i pašnjake koje je uredio čovjek. U ovoj zoni, životinje tla koje su tipično prisutne u planinskim šumama (poput jednakonožaca i dvojenoga) koegzistiraju s vrstama iz prirodnih travnjaka (gujavice i stonoge). U subalpskim pašnjacima u srednjoeuropskim Alpama, pronašli smo do 115 gujavica po četvornom metru u gornjih 15 cm tla, kao i 60 stonoga, 55 kukaca i 50 ličinki muha i mušica [1]. Svi ovi beskralježnjaci tla imaju korist od povremena prisutnosti životinja koje se kreću po poljima, uključujući

Slika 1

U europskim Alpama stoljeća tradicionalne poljoprivrede stvorila su travnjačka tla bogata vrstama. (A) U alpskoj zoni iznad granice šume često pasu krave i ovce. Ispod, u subalpskoj zoni, šume su također sječene kako bi se stvorili pašnjaci i livade za sijeno. Stjenovite površine se povećavaju na višim visinama i dominiraju u visokoj alpskoj zoni, koja je područje iznad većine vegetacije (Gsies/Valle di Casies, južni Tirol, Italija). (B) Proučavamo beskralježnjake tla postavljanjem zamki za hvatanje (žuta strelica) (Dolomiti, južni Tirol, Italija). (C) Blokovi tla se uklanjaju i odnose u laboratorij kako bi se proučavali (Matsch/Mazia, južni Tirol, Italija) (Fotografirao: Michael Steinwandter).

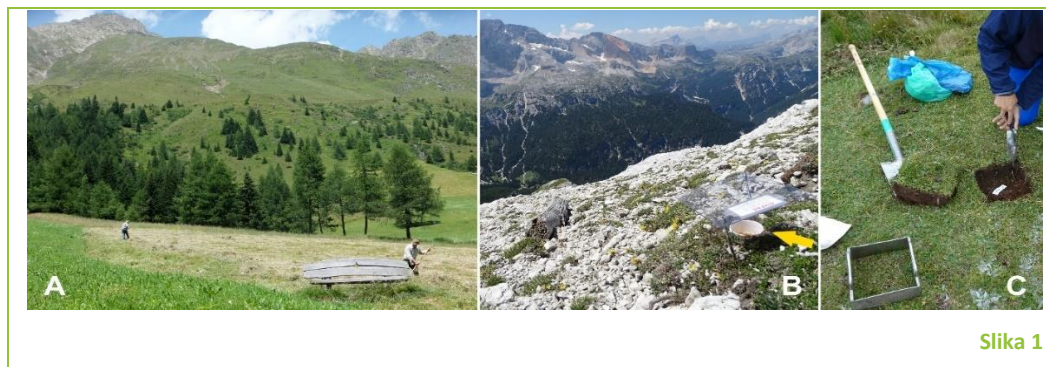
SUBALPSKA ZONA

Klimatska zona koja uključuje planinske šume do prirodne granice šuma. Uključuje također i prijelaznu zonu između tih šuma i alpskih travnjaka gdje mogu rasti samo mali grmovi i pojedinačna drveća.

ZAMKA HVATANJE

Jednostavna metoda za hvatanje kukaca i beskralježnjaka koji žive na tlu. To su staklene posude koje se zakopavaju u tlo i ostaju aktivne jedan ili nekoliko dana.

krave, ovce i divlje sisavce poput jelena, divokoza i alpskih kozoroga. Životinje koje pasu održavaju vegetaciju niskom, uklanjaju problematično grmlje i time održavaju travnjake otvorenima. Osim toga, za sobom ostavljaju puno balege, koja je dobrodošao izvor hrane za mnoge životinje tla poput gujavica, stonoga i balegara (Slika 2) [2]. Međutim, ako farmeri dovedu previše krava i ovaca na ova područja, možemo primijetiti negativne učinke gaženja i previše balege, što rezultira smanjenim brojem nekih vrsta životinja tla. Na primjer, u području koje je bilo pretjerano korišteno od strane farmera, pronašli smo samo oko 5 primjeraka stonoga i 45 kukaca po četvornom metru.



Slika 1

Što idemo prema višim visinama, to manje jedinki i vrsta životinja tla nalazimo (Slika 3). U alpskoj zoni, od 2000 do 2800 metara, drveće ne može rasti jer su temperature preniske, a sezona rasta ljeti je kratka. U ovoj alpskoj zoni, neke vrste životinja tla dosežu gornju granicu svoje zone udobnosti. Broj gujavica i stonoga se smanjuje i rijetko se mogu pronaći na nadmorskim visinama iznad 2500 metara, čak i ako lutajuće ovce dodaju dodatnu hranu u obliku balege. Pronašli smo samo 20 gujavica i 10 stonoga po četvornom metru u alpskim zonama koje smo proučavali. S druge strane, ličinke muha i mušica jako se povećavaju u broju (više od 750 po četvornom metru) i djelomično preuzimaju važne funkcije gujavica u ekosustavu, kao što je razgradnja mrtvog biljnog materijala [3].

U europskim Alpama, područja iznad 2500 metara često su veći dio vremena prekrivena snijegom, što čini život za životinje tla vrlo izazovnim. Ove zone nazivaju se visoka alpska zona i nivalna zona (iznad 3000 metara) te se obično ne koriste za poljoprivredu. Ova područja naseljavaju uglavnom male životinje tla poput skokuna i grinja. Ovi specijalisti za hladno vrijeme preživljavaju ispod snježnog pokrivača, koji djeluje poput pokrivača kako bi održao temperature malo iznad smrzavanja, čak i kada temperatura zraka padne ispod nule.

Slika 2

Beskralježnjaci tla s naših istraživačkih lokacija u Stubai alpama i Ötztal alpama u Tirolu, Austrija. (A) Podignuti komad kravljeg izmeta otkriva prehrambene hodnike gujavica (*Lumbricus rubellus*), jednakonožaca i ličinki kukaca. (B) Kuglasta dvojenoga (*Glomeris transalpina*) češće se nalazi u alpskim grmlju u srednjoeuropskim Alpama. (C) Ličinke mušica (Mycetophilidae) se hrane ovčjim izmetom na visokim alpskim pašnjacima (Fotografirao: Michael Steinwandter).



Slika 2

KAKO OVE ŽIVOTINJE PREŽIVLJAVAJU?

Prilagodba je ključna za preživljavanje na velikim visinama. Prilagodba je sposobnost prilagodbe novim uvjetima okoliša optimiziranjem tjelesnih karakteristika i/ili ponašanja. Životinje tla u tim ekosustavima suočavaju se s niskim temperaturama i često se susreću sa snijegom čak i tijekom ljetnih mjeseci. Također se suočavaju s jačim sunčevim zrakama i sve manjim životnim prostorom što je veća nadmorska visina. Ove životinje ne mogu birati što će jesti - moraju se hraniti svim dostupnim izvorima hrane. Na primjer, dok se u nizinama neki kukci hrane isključivo biljnom hranom, na alpskim pašnjacima hrane se i drugim životinjama, njihovom odbačenom kožom ili lešinama, kao i balegom, ako je prisutna [4]. Prilagodba širem jelovniku povećava šanse da će ovi kukci uspješno prikupiti dovoljno energije za preživljavanje i napredak.

Još jedna strategija preživljavanja planinskih životinja tla je ta da mogu produžiti svoje životne faze ako su ljeta prekratka da bi im omogućila da dosegnu sljedeću fazu. Na primjer, tijekom snježnog i hladnog ljeta, kada stonoga ne može dobiti dovoljno energije za proizvodnju jaja, može čekati još jednu sezonu i proizvesti jaja sljedeće godine kada su uvjeti povoljniji. Iako je ovo korisna prilagodba, to također znači da ove stonoge trebaju preživjeti dulje u surovom okolišu kako bi uspješno završile proizvodnju jaja.

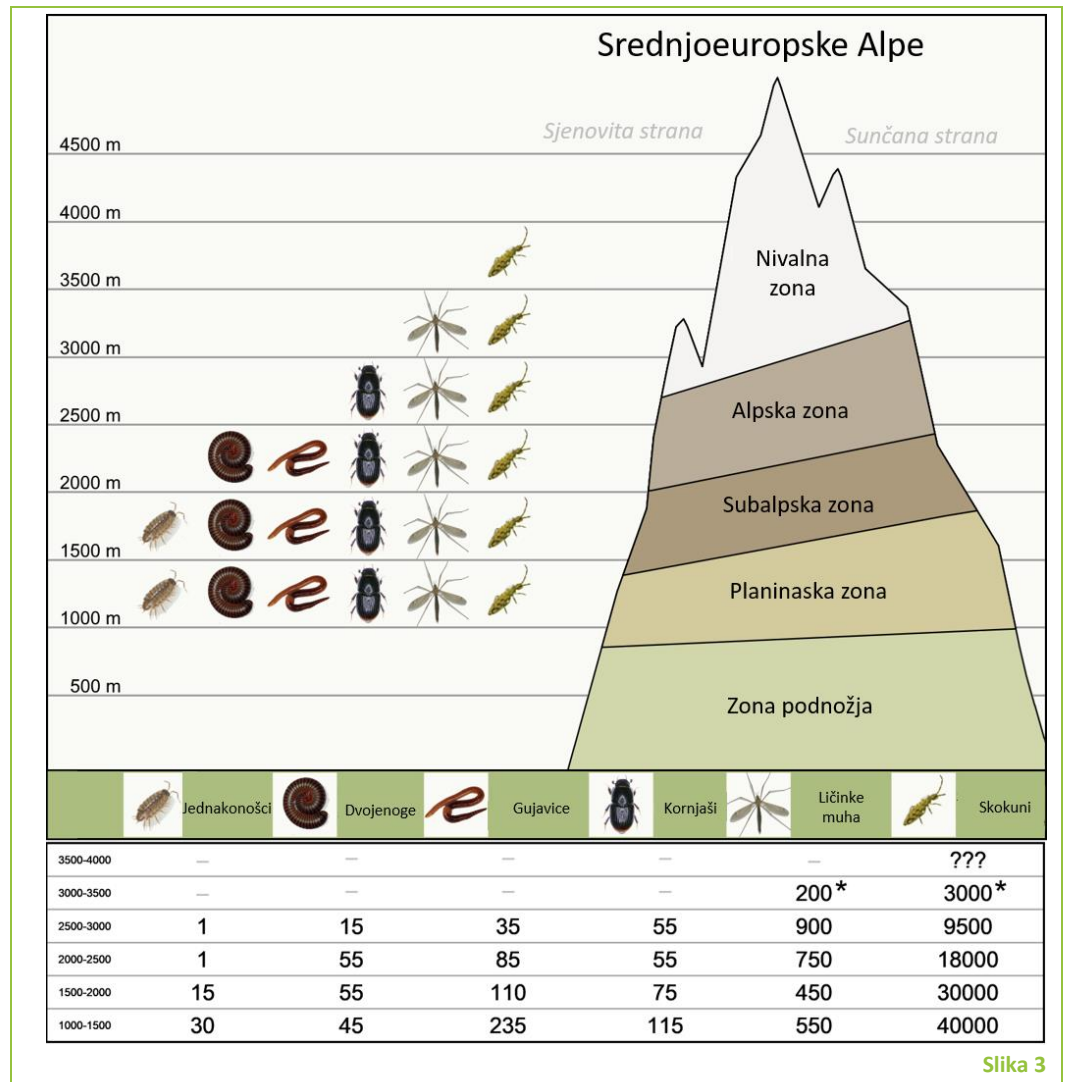
Životinje tla na velikim visinama također su prilagodile tijela teškim uvjetima smanjenjem svoje tjelesne veličine (manja tijela se lakše zagrijevaju), gubljenjem krila (bez krila životinje mogu ostati blizu površine tla i izbjeći jake vjetrove), mijenjanjem boje tijela (tamnija tijela se lakše zagrijevaju) i/ili proizvodnjom antifrizu u svojim tijelima kako bi spriječile zamrzavanje tijela pri niskim temperaturama.

PRILAGODBA

Sposobnost prilagodbe novim uvjetima okoliša optimiziranjem tjelesnih karakteristika i/ili ponašanja. Primjerice, alpski beskralježnjaci su se prilagodili surovom planinskom okruženju.

Slika 3

Rasprostranjenost tipičnih beskralježnjaka tla u različitim visinskim zonama srednjoeuropskih Alpa. Zone počinju i završavaju na različitim visinama na sunčanoj i sjenovitoj strani. Tablica prikazuje koliko se životinja po četvornom metru može očekivati u svakoj visinskoj zoni, temeljem trenutno dostupnih podataka. Općenito, broj životinja tla opada s povećanjem nadmorske visine, pri čemu različite skupine životinja dosežu svoj limit na različitim nadmorskim visinama (kao što su dvojenoge na 2500 m, kukci na 3000 m). Zvezdice (*) označavaju kako su dostupni vrlo ograničeni i visoko varijabilni podaci (Slika modificirana prema Wikimedia Commons).



TREBAJU LI PLANINSKA TLA POMOĆ?

Sada znate da su planinska tla zanimljiva mjesta koja su dom mnogim beskralježnjacima tla, neki od kojih se mogu pronaći samo u planinskim tlima. Budući da su ova tla i njihovi stanovnici još uvijek nedovoljno istraženi, mogućnost pronalazjenja novih vrsta tamo je prilično visoka. Međutim, kao i mnogi ekosustavi današnjice, planinska tla su ugrožena i trebaju zaštitu.

Jedan veliki problem s bogatim pašnjacima u subalpskim zonama je taj što farmeri napuštaju ta zemljišta jer tradicionalne metode poljoprivrede ne donose dovoljno novca. Kada krave i ovce više ne pasu alpske travnjake na granici šume, ta područja će preuzeti otporno grmlje koje tvori guste i neprohodne šikare. Također, porast temperature uzrokovan klimatskim promjenama dovesti će do migracije životinja tla prema višim nadmorskim visinama, dok pokušavaju pobjeći od temperatura koje su im previsoke. No, budući da ima sve manje prostora kako nadmorska visina raste, ove životinje će imati problema s pronalazanjem dovoljno mjesta za život, i možda će doživjeti veći rizik od izumiranja.

No, dobra vijest je da svi mi možemo pomoći! Na primjer, podržavanjem planinskih farmera i kupovinom njihovih proizvoda (poput mlijeka i sira)

možemo povećati šanse njihovog nastavka održavanja prekrasnih alpskih pašnjaka. Nadalje, možemo osobno paziti na planinska tla tako da ih ne oštećujemo kada idemo planinariti, skijati ili se baviti zimskim sportovima. Trebamo ostati na stazama i odnijeti smeće kući umjesto da ga ostavljamo u planinama. Naposljetku, možemo poduzeti političke akcije podižući svoj glas protiv izgradnje novih zabavnih objekata poput skijaških područja, planinskih skloništa i staza za brdski biciklizam, koje mogu oštetiti ova prirodna i osjetljiva područja.

Svi mi moramo izuzetno pažljivo postupati s ovim dragocjenim ekosustavom nazvanim tlo. Neka nam bude na umu da su planinska tla trebala stoljeća - a u visokim planinama čak i tisućljeća - da se formiraju, ali ovi ekosustavi i fascinantni organizmi tla koji tamo žive mogu biti uništeni u minutama, bez naše zaštite!

REFERENCES

1. Steinwandter M, Schlick-Steiner BC, Seeber GUH, Steiner FM, Seeber J. Effects of Alpine land-use changes: Soil macrofauna community revisited. *Ecology and Evolution* (2017) 7:5389–5399. doi:10.1002/ece3.3043
2. Curry JP, Schmidt O. The feeding ecology of earthworms - A review. *Pedobiologia* (2007) 50:463–477. doi:10.1016/j.pedobi.2006.09.001
3. Kitz F, Steinwandter M, Traugott M, Seeber J. Increased decomposer diversity accelerates and potentially stabilises litter decomposition. *Soil Biology and Biochemistry* (2015) 83:138–141. doi:10.1016/j.soilbio.2015.01.026
4. Steinwandter M, Rief A, Scheu S, Traugott M, Seeber J. Structural and functional characteristics of high alpine soil macro-invertebrate communities. *European Journal of Soil Biology* (2018) 86:72–80. doi:10.1016/j.ejsobi.2018.03.006

UREDIO: Malte Jochum, German Centre for Integrative Biodiversity Research (iDiv), Germany

ZNANSTVENI MENTOR: Fares Z. Najar

NAVOD: Steinwandter M and Seeber J (2022) Belowground Mountaineers: Critters Living in Mountain Soils. *Front. Young Minds* 10:660110. doi: 10.3389/frym.2022.660110

SUKOB INTERESA: 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 © 2022 Steinwandter and Seeber. 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 RECENZENTI

MERCY SCHOOL INSTITUTE, DOB: 15

Mi smo zabavni i dinamični vođe i volimo se družiti s našim prijateljima.

AUTORI

MICHAEL STEINWANDTER

Ja sam ekolog tla i zoolog tla u AlpSoil Lab, većinom radim sa stvorenjima kao što su gujavice, pauci, i, po mogućnosti, sa dvojenogama. Provodim svoja istraživanja u tlima na svim nadmorskim visinama, uključujući nizine, ali zapravo volim otkrivati život u tlu u planinskim šumama i pašnjacima iznad granice drveća. To dolazi od moje strasti za planinarenjem i alpinizmom, nešto s čime si rođen kada odrasteš u Dolomitima (Južni Tiro, sjeverna Italija). Osim znanstvenog rada, fasciniran sam svom prirodom. Stoga, sam profesionalni planinarski vodič i ekolog. *michael.steinwandter@eurac.edu

JULIA SEEBER

Ja sam ekolog tla u AlpSoil Lab. Zanima me razumijevanje odnosa između životinja tla i njihovih staništa, i kojim procesima u tlu te životinje doprinose. Volim ići na terenska istraživanja kako bih vidjela i istražila staništa, ali volim i provoditi eksperimente sa životinjama u laboratoriju, gledati ih kako čine čudesne stvari kao što je razlaganje mrtvog biljnog materijala. Moje omiljene životinje tla su gujavice jer bi bez njih ekosustavi tla bili puno manje učinkoviti. Moja ljubav prema planinskim sportovima, kao što je skijanje i planinarenje, lako je kombinirati s mojom ljubavi prema znanstvenom radu u planinama.

PRIJEVOD

DAVORKA K. HACKENBERGER

