

Ekološka obilježja špilja

Špilje su jedinstvene biološke sredine karakterizirane posebnim ekološkim svojstvima. Ova svojstva su relativno jednostavna i lako uočljiva. Klima u špiljama je stabilna, izvori hrane su oskudni i jednolični, a biljna i životinjska zajednica je sromišna vrstama. Ova jednostavnost biosustava omogućava detaljnije analize bioloških procesa koji se teže proučavaju u kompleksnim, otvorenim sredinama.

Znanstveni interes za špilje nastao je u 17. i 18. stoljeću razvijanjem teorija o hidrološkim ciklusima. Za dugo vremena ovaj interes je počivao na krškoj hidrologiji, podzemnim tokovima, dok su biološke studije uglavnom bile ograničene na preglede fauna i opis »čudnih« špiljskih organizama. Tek početkom 20. stoljeća Racovitza i Jeannel započeli su spektakularan uspon moderne biospeleologije.

Za špiljske sredine obično se drži da se dijele u polumračne zone ulaza, srednje zone potpune tame i varijabilne temperature i, konačno, zone potpunog mraka i stalne temperature unutrašnjosti špilja. Ulazni, polumračni dio špilje obično ima brojniju i raznolikiju faunu i floru. Srednja zona sadrži tipične vrste koje mogu komunicirati ili pak komuniciraju s površinom. Najzanimljivija je svakako zona unutrašnjeg dijela špilje, gdje su najčešće izraženi jedinstveni ekološki aspekti špiljske sredine. Ovdje je osobito značajna troglobitska fauna ili troglobionti, bića koja dio ili cjelokupan život provode u špiljama. Zeleno bilje, koje je najčešće izvor hrane mnogim životinjama, ne živi u uvjetima potpunog mraka, stoga u dubokim špiljama troglobiti moraju tražiti druge oblike hrane, a ova je veoma oskudna. Lišće, sitno granje, te zemlja koja se ispiranjem nanaša u podzemne kanale, uglavnom čine bazu za ishranu troglobita. Blizu ulaza u špilje troglobokseni, organizmi koji povremeno ulaze u špilje, vrlo malo doprinose stvaranju hrane za organizme dubljih dijelova špilje.

Klimatski uvjeti dubokih dijelova špilja su postojani. Srednja godišnja temperatura područja gdje se nalazi špilja je i približna stalna temperatura unutrašnjosti špilje, a postotak vlažnosti zraka stalno iznosi 95 do 100%. Zrak je vlažan bez obzira na vanjske okolnosti. Isparavanje je slabo ili nezatno, a zračna strujanja su često prisutna.

Glavnina terestričke faune koja naseljava špilje nalazi se u zemlji, mulju, na vlatnim zidovima itd. Ovdje se uglavnom nalazi i naneseana hrana s površinskih tala, te kemotsintetske bakterije. Podinske naslage čine klastični sedimenti kao pijesak, silt i glina (nastaju otapanjem sastojaka vapnenca ili transportom s udaljenijih mjesta podzemnim tokovima). Kameni blokovi i kršje urušeni s stropova špilja također čine značajan element špiljskih sedimenata.

Vodenu sredinu u špiljama sačinjavaju podzemni tokovi ili manji bazeni nastali akumulacijom vode cijednice. Bazeni su karakterizirani visokom koncentracijom pH i, otopljenih karbonata, te niskim sadržajem organske materije pogodne za hranu. Vodeni tokovi, naprotiv, imaju niži pH faktor i sadrže bogatiju faunu.

Po novijim istraživanjima MacArthura i Wilsona (1963) broj organskih vrsta u špiljama određenog područja je rezultat ravnoteže između naseljavanja i izumiranja u njima (Poulson & White, 1969). U početnim fazama razvoja krša dominantni su geološki procesi kao tektonika, drobljenje i otapanja vapnenaca. Veze s nadzemljem su rijetke i naseljavanje špilja je slabo ili u potpunosti odsutno. Podzemni prostori su mali, slabo povezani, tako da postoji nezatna migracija između pojedinih pećinskih sustava. Donos hrane u špiljama je slab, što otežava kolonizaciju podzemlja, ali postojanost fizičkih uvjeta doprinosi opstanku useljenih organizama. Pojavljivanje troglobita je najčešće u prijelaznim ili srednjim fazama okršavanja, kada veze s nadzemljem dopuštaju naseljavanja, a povezivanje špiljskih sustava disperzija i izmjenu fauna pojedinih elemenata ovog sustava. U posljednjim etapama formiranja špilja ovi procesi su veoma oslabljeni ili nezatni budući da svaka špilja ili određeni pećinski sustav posjeduje biološku ravnotežu zajednice, izgrađenu na specifičnim eko-

loškim uvjetima. Kako procesi speleogeneze napreduju erozijom, sedimentacijom, urušavanjem ulaza i proširenim kanalima, povećavaju se šanse kolonizacije špilja, ali se smanjuje mogućnost izmjene organizama među pojedinim špiljama. Povećanje dotoka hrane pogoduje jačem naseljavanju, no varijabilni fizički uvjeti ne pogoduju opstanku ili adaptaciji pojedinih kolonizacijskih vrsta.

Sposobnost troglobita da se sele po pojedinim pećinskim sustavima ovisi u velikoj mjeri o njihovoj veličini. Male vrste i jedinke postižu srazmjerno široko geografsko rasprostranjenje, budući da se lako kreću vodenim tokovima, kroz pijesak i tla van špilja kao i kroz intersticijalne prostore stijena, slojne plohe itd. Mali kukci se najčešće služe ovim rutama disperzije i ovaj način migriranja je značajan za neke vodene organizme, kao na pr. amfipode. Troglobiti većih dimenzija se ne mogu širiti intersticijalnim putevima, tako da zapažanja o njihovom rasprostriranju, faunističkim razlikama i sličnostima, govore o karakteru i postojanosti podzemnih veza. Ako ne postoji morfološka razlika serije populacije jedne vrste, onda možemo zaključiti da su špiljski sustavi dotične regije međusobno povezani. Makar ovakve veze ljudi istražuju i prate bojanjem podzemnih tokova voda, ovo »biološko« promatranje i izučavanje podzemlja pruža dodatne, negdje i jedine, mogućnosti određivanja veza među vodenim tokovima. Naime, terestrični troglobiti često se kreću kroz pukotine i prostore koji se nalaze u gornjim partijama krša gdje obično nema vode, pa samo iznimno visoki vodostaj može ukazati na međusobne veze. Ako se pak utvrdi morfološka diferencijacija serije špiljskih populacija, onda se utvrđivanjem stupnja raznolikosti može odgonetnuti koliko su pojedini sistemi odvojeni kao i veze iz geološke prošlosti.

Osobito važni činioci koji određuju razlike u fauni špilja jesu gustoća individua na određenom prostoru, veličina i povezanost špilja. Tako na pr. broj vrsta na određenom području špiljskih sustava može biti jako visok ako ne postoji kontinuitet prostora i povezanost špilja. Ovdje postoji veća mogućnost nastajanja novih vrsta kada se različiti segmenti, jednom jedinstvenog sustava, izoliraju, te nastupi izumiranje određenih vrsta i useljavanje novih populacija. Jednolika i neraznovrsna fauna u pojedinim špiljama sigurno navodi na zaključak o mogućnostima podzemne disperzije i izmjene fauna. Kao nadopunu ovoj zakonitosti, koju su uočili američki istraživači Barr, Poulson i White (1969), sugeriraju veličinu individua, niske populacije i mali broj rodova u pojedinim špiljskim sustavima kao važan element u konstituciji biološke zajednice špilja. Navedeni faktori po ovim autorima odražavaju velike šanse izumiranju u špiljama kao i usporene evolucijske procese. Ako na određenom prostoru postoji manji broj špilja onda postoji i mali broj naseljavanja špiljskih prostora, pa svaka populacija koja kolonizira špilju trebala bi također biti manja. Iz ovoga proizlazi da su i šanse za izumiranje veće. Također, ovdje postoje i usporeni procesi adaptacije budući da je ukupna varijabilnost ishodišne populacije, na koju je djelovala prirodna selekcija, veoma mala.

Pravila koja vladaju strukturom životinjske zajednice i evolucijom često se mogu nadopuniti studijem špiljskih zajednica. Ovdje su granice među pojedinim zajednicama veoma očite i većina vrsta može se promatrati, pa i laboratorijski studirati.

Studij špiljskih zajednica određene regije u mnogome doprinosi razumijevanju lokalnih razlika u taksonomskoj raznolikosti vrsta. Poulson i Culver (1969) tako su dokazali da postoji definitivna lokalna različnost među faunom 110 kilometara dugog špiljskog sustava Flint u Kentuckiju, SAD.

Objašnjenja za regulaciju sistematske raznolikosti faune špilja ovi autori su podijelili na primarne, sekundarne i tercijarne. Vrijeme koje je moguće za disperziju među različitim sustavima i prilagodljivost na te sustave bili bi primarni faktori, kao i klimatske osobine i varijabilnost. Spacijalna heterogenost i mogućnosti hranjenja su sekundarni faktori, a kompeticija, preklapanje ekoloških niša i predatorstvo tercijarne. Na brojnim primjerima promatranja životinja u špiljama istraživači sugeriraju da je evolucijski proces u špiljama u mnogo čemu sličan evoluciji organizama u drugim, ekološki stabilnim, sredinama, kao što su područje tropa ili dubokih mora. Najočitije paralele vjerojatno leže u smanjenju genetske varijabilnosti i redukciji u brzini rasta populacije koja je praćena roditeljskom brigom, dužim adultnim stanjem, dužim životom i manjom veličinom populacije. Ove osobine ograničavaju potencijal brzih evolucijskih promjena, ali ovo nije od veće važnosti za opstanak vrsta u jednoj sredini koja se sporo mijenja kroz geološko vrijeme. Zbog male gustoće organizama na određenom području, kompeticija među organizmima je također smanjena.

Osim ovih aspekata promatranja ekologije i organizama u špiljama važno je dodati još neke poglede o osobitosti špilja. U špiljama žive mnoge bakterije neophodne za opstanak troglobitskih životinja. Mikroflora špilja prisutna je u pećinskim glinama. Ove gline su važne u ishrani mnogih troglobitskih vrsta. Interesantna je i grupa špiljskih minerala za koju se vjeruje da nastaju posredovanjem nekih bakterija, a među ovima je i »vapneno mlijeko« koje sadrži hidromagnezit, huntit, aragonit, magnezit i pa i dolomit.

Na kraju treba istaknuti upotrebu špilja kao prirodnih laboratorija. Uočavanje ekoloških osobina u njima pomaže u razumijevanju općih osobina strukture ekološke niše, pa konačno i evolucije.

LITERATURA

- MacArthur, R. H. & Wilson, E. O. 1963. An equilibrium theory of insular zoogeography. *Evolution* 13:373—387.
- Poulson, T. L. & Culver, D. C. 1969. Diversity in terrestrial cave communities. *Ecology* 50:153—158.
- Poulson, T. L. & White, W. B. 1969. The cave environment. *Science* 165:971—981.

Klekovska špilja

Foto: Vladimir Horvat

