

PRIOPĆENJE ZA MEDIJE - EMBARGOM ZA OBJAVU DANAS, 10. 4. 2025., DO 17 SATI PO SREDNJEEUROPSKOM VREMENU (CET)

Sebične bakterije ključne su za ekološku stabilnost hrvatskih jezera

ZAGREB, 10. 4. 2025. - Novo istraživanje molekularnih biologa s Instituta Ruđer Bošković, Sveučilišta u Bremenu i Sveučilišta u Beču, [objavljeno u prestižnom časopisu Cell Reports](#), ukazuje na potencijalne ključne promjene u ekosustavu hrvatskih jezera. Istraživanje koje su proveli na jezerima Kozjak i Crniševo po prvi puta otkriva kako neke bakterije sebično gomilaju hranjive tvari, što im omogućuje da dominiraju nad drugim vrstama. To može imati dalekosežne posljedice za hranidbene lance i stabilnost jezera, i to osobito u hladnijim jezerima. Razumijevanje kako bakterije razgrađuju hranjive tvari, ključno je za praćenje ciklusa kruženja ugljika i hranjivih tvari u prirodi, posebice pod utjecajem klimatskih promjena.

Dok mirno šetate obalom jezera, možda ne razmišljate o mikroskopskom svijetu koji buja ispod površine. Jezera su dom složenih zajednica organizama koji međusobno djeluju na načine koji utječu na globalno zdravlje našeg planeta. U srcu tih interakcija su bakterije koje igraju ključnu ulogu u kruženju hranjivih tvari, a njihovo ponašanje utječe na zdravlje cijelog ekosustava.

U hrvatskim jezerima sebične bakterije gomilaju hranjive tvari

Većina bakterija u jezerima živi od razgradnje polisaharida, složenih šećera koje pronalaze u vodi. Tradicionalno se smatralo da bakterije ove molekule razgrađuju izvanstanično, oslobađajući tako hranjive tvari koje mogu koristiti i drugi organizmi koji žive u takvom jednom slatkovodnom ekosustavu. Međutim, znanstvenici su otkrili da neke bakterije preferiraju sebičniji pristup, tako što zadržavaju i razgrađuju ove hranjive tvari unutar svojih stanica, ograničavajući njihovu dostupnost drugim vrstama.

Ovakvo sebično ponašanje bakterija u preuzimanju hranjivih tvari može promijeniti kako se hranjive tvari dijele u jezeru i utjecati na sve od najmanjih mikroba do većih životinja koje se oslanjaju na te osnovne izvore hrane. Ovo je važno u kontekstu klimatskih promjena jer promjene temperature i uvjeta u ekosustavima mogu dodatno pojačati ili modificirati te mikrobne procese, potencijalno dovodeći do bržih ili sporijih ciklusa ugljika i drugih hranjivih tvari, što direktno utječe na globalne biogeokemijske cikluse i sposobnost ekosustava da se prilagode ili ublaže efekti klimatskih promjena.

Studija provedena na jezerima Kozjak i Crniševo

Istraživači su usmjerili svoju pažnju na dva hrvatska jezera - Kozjak i Crniševo. Kozjak, hladno jezero smješteno u Nacionalnom parku Plitvička jezera, pokazuje niske razine hranjivih tvari, dok je Crniševo, koje je smješteno u toplijem mediteranskom području, bogatije hranjivim tvarima i algama. Ova različita okruženja pružila su idealne uvjete za usporedbu kako se sebično ponašanje bakterija manifestira u različitim ekosustavima. Tim je skupljao uzorke vode u proljeće i ljeto 2022. te zimu 2023. godine i analizirao bakterije u svakom jezeru tijekom različitih sezona.

U laboratoriju su inkubirali bakterije sa šest različitih fluorescentno označenih polisaharida, što im je omogućilo da vide jesu li bakterije sebično upijale molekule ili su ih probavljale izvana te jesu li određeni polisaharidi bili posebno skloni sebičnoj razgradnji. "Uz pomoć genetskog sekvenciranja uspoređivali smo bakterijske zajednice u jezerima tijekom različitih godišnjih doba i identificirali vrste bakterija koje su koristile sebični mehanizam preuzimanja. Rezultati su pokazali da su sebične bakterije prisutne u oba jezera, ali je sebično ponašanje bakterija variralo s promjenama godišnjih doba i pokazalo se intenzivnije

u jezeru s bogatijim hranjivim tvarima", objašnjava **Andrea Čačković**, prva autorica na radu i doktorandica u Laboratoriju za procese taloženja na Institutu Ruđer Bošković.

Neočekivani rezultati

Tim je bio iznenađen što je u jezeru Crniševo, uslijed ljetnog cvjetanja fitoplanktona, kada su hranjive tvari bile obilne, sebična aktivnost bakterija bila pojačana, dok je u jezeru Kozjak taj oblik ponašanja bio najizraženiji tijekom hranjivo oskudne zime zimi. Takvo sezonsko ponašanje bakterija ranije je zapaženo samo u morskim ekosustavima. "Zapanjujuće je da se ovaj mehanizam, za koji nismo ni znali da postoji prije 2017. godine, koristi i u slatkovodnim sustavima," izjavila je mikrobiološka ekologinja prof. dr. sc. **Greta Reintjes**, jedna od vodećih autorica na radu sa **Sveučilišta u Bremenu**.

"U jezeru Crniševo, kada je bilo više materijala, pojačala se sebična aktivnost, što je bilo potpuno neočekivano," rekao je dr. sc. **Sandi Orlić**, jedan od vodećih autora na radu te voditelj Laboratorija za procese taloženja na Institutu Ruđer Bošković. "Još uvijek to ne možemo ekološki objasniti i potrebna su nam dodatna istraživanja kako bismo razumjeli koji su to specifični organizmi koji se ponašaju drugačije i zašto."

Osim što su sebične, bakterije su i izbirljive

Tim je otkrio da bakterije ne tretiraju sve polisaharide jednako. Istraživanje je pokazalo da je pululan, šećer koji proizvode gljive, bio najčešća meta sebične razgradnje. Ova selektivnost može utjecati na strukturu mikrobne zajednice i cijeli hranidbeni lanac. Ove dinamike mogle bi biti pod utjecajem klimatskih promjena, osobito u hladnim jezerima poput jezera Kozjak.

"Kada jezero zimi prekrije led, to je kao da se sustav resetira. Međutim, to je nešto što bi se u budućnosti moglo promijeniti jer s klimatskim promjenama ti zimski periodi postaju sve rjeđi, što može promijeniti mikrobnu dinamiku i utjecati na stabilnost ciklusa hranjivih tvari," objašnjava dr. sc. Sandi Orlić. "Razumijevanje kako različite bakterije razgrađuju šećere pomoći će nam da shvatimo globalnu sliku ciklusa kruženja ugljika i razgradnje šećera, posebice pod utjecajem klimatskih promjena."

U budućim istraživanjima, znanstvenici planiraju istražiti koji geni i enzimi stoje iza sebičnog ponašanja bakterija te proširiti istraživanje na druge ekosustave. Njihov cilj je razumjeti kolika je globalna uloga sebičnih organizama u ciklusu ugljika i razgradnji organskih tvari. "Jedva čekam testirati više sustava i vidjeti jesu li te sebične bakterije posvuda," kaže prof. Reintjes. "Na kraju, željela bih imati potpuno razumijevanje koliko su sebični organizmi globalno važni za ciklus ugljika."

Mikroskopski igrači s makroskopskim utjecajem

Iako su nevidljive golim okom, bakterije igraju ključnu ulogu u ekološkoj ravnoteži. Razumijevanje njihovog ponašanja, osobito u kontekstu klimatskih promjena, može nam pomoći u predviđanju i ublažavanju budućih promjena u okolišu.

U konačnici, dok razmatramo velike strategije za borbu protiv klimatskih promjena, možda će nam upravo ovi mikroskopski životni oblici pružiti ključne uvide u to kako svijet može održivo napredovati. Naša jezera nisu samo pasivni krajolici, već aktivni sudionici u globalnom ekološkom plesu, a bakterije – sebične ili ne – igraju ključnu ulogu u održavanju ravnoteže života na Zemlji.

FINANCIRANJE: Istraživanje je financirano u sklopu projekta Hrvatske zaklade za znanost HRZZ-IP-2020-02-9021 "Mikrobna ekologija jezerskih ekosustava - novi pristup (MALENA)" te uz potporu stipendija DAAD Research Grants – Short-Term Grants i FEMS Research and Training Grant.