

Ciklus dušika i fosfora u oceanima

Prof. dr. sc. Vladimir Vukadinović

[Nova otkrića sugeriraju da duboki ocean vrvi organizmima koji proizvode prirodna gnojiva.](#) Otkrivena je do sada nepoznata vrsta oceanskih jednostaničnih fotosintetskih bakterija koje fiksiraju molekularni dušik i transformiraju ga u oblik koji drugi organizmi mogu koristiti, odnosno reduciraju atmosferski plinoviti dušik (N_2) do amonijaka. Ovo otkriće može pomoći boljem razumijevanju i modeliranju globalnog oceanskog ciklusa dušika (N) i ugljika (C). Naime, premda dušik čini gotovo 80 % (volumno) Zemljine atmosfere (78,084 %), većina organizama, osobito biljaka, može ga koristiti samo kada je kemijski vezan na druge elemente, npr. kao mineralni oblici dušika NH_4 ili NO_3 , a kao komponenta proteina N je neophodan za sva živa bića.

Novo pronađene oceanske *fotosintetske cijanobakterije* (ranije poznate kao *modrozelenne alge*; najstariji *autotrofni organizmi*) pripadaju rodu *Synechocystis*, koji čine morske i slatkovodne bakterije. [Budućí da cijanobakterije obavljaju fotosintezu, sve češće se razmatra mogućnost njihovog korištenja u sintezi biogoriva i drugih bio proizvoda.](#)

Novootkriveni atipični fiksator dušika ([nedostaju mu geni za funkcioniranje fotosustav II i asimilaciju \$CO_2\$](#)) aktivan je na većim dubinama i tijekom duljeg vremenskih razdoblja u odnosu na druge morske cijanobakterije koje fiksiraju dušik u oceanima. Vrlo je intrigantno da živi organizam, kojem nedostaju vitalni procesi i razlikuje se od ostalih vrsta cijanobakterija, može uspješno funkcionirati omogućujući drugim organizmima raspoloživi oblik dušika. Budući da [u fotosustavu II dolazi do fotooksidacije vode](#) pa slobodni kisik inhibira fiksaciju dušika, većina drugih cijanobakterija veže N_2 samo noću (ili to obavlja u specijaliziranim stanicama), jednostanični *Synechocystis* može fiksirati dušik i danju. No kako bez kompletne fotosinteze nema niti asimilacije CO_2 i sinteze šećera, nije još jasno kako se novi mikrob hrani. Moguće je da uzima organsku tvar iz okolne vode ili živi kao savršeni simbiot udružen s drugim živim organizmima (tzv. *mutualizam* u kojem oba organizma imaju korist).

Osim kopnenih N-fiksirajućih bakterija koje žive u simbiozi s biljkama (npr. [kvržične bakterije iz rodova *Rhizobium*, *Sinorhizobium* i *Bradyrhizobium*](#)) poznato je i više vrsta cijanobakterija koje fiksiraju dušik iz vode, ali se vrlo malo pojavljuju u vodama otvorenih oceana u kojima je poznato tek jedan ili dva organizma koja fiksiraju dušik, a oni ne mogu objasniti sav dušik u vodama oceana potreban za rast morskih algi koje apsorbiraju ugljični dioksid iz atmosfere. Morski *Synechocystis* koji veže dušik, uzgojen je u laboratorijskim uvjetima, a veličina tog soja otprilike je 100 puta veće od tipičnih fotosintetskih oceanskih bakterija što sugerira mogućnost N-fiksacije velikih količina dušika u oceanima, osobito što je novo otkriven *Synechocystis* aktivan i tijekom hladne sezone, a ne samo kad je voda dovoljno topla.

[Kruženje fosfora u prirodi dobro je poznato u kopnenim ekosustavima, ali je zapaženo da u oceanima mikrobi transformiraju fosfor još uvijek na nepoznat način.](#) Nova studija istraživačkog tima s oceanografske institucije Woods Hole (WHOI) i Sveučilišta Columbia prvi put otkriva morski ciklus fosfora koji je mnogo složeniji nego što se prije mislilo. Naime, slično kao što fosforna gnojiva potiču rast biljaka na kopnu, u oceanima potiču razmnožavanje mikroorganizama i fitoplanktona koji čine osnovu morskog prehrambenog lanca (tzv. [eutrofikacija voda](#)), ali je zapažena i dosad važna i nepoznata uloga nekih mikrobnih zajednica koje sudjeluju u korištenju i transformaciji ovog neophodnog elementa.

Još uvijek nije poznato kako fitoplankton koristi *fosfate* (*solí i esteri fosforne kiselíne*), kao i *fosfonate* (*organofosforni spojevi koji sadrže $C-PO(OH)_2$ ili $C-PO(OR)_2$ grupe*) iz vode oceana. Kako bi saznali više o mikrobnom metabolizmu *fosfonata* morskoj vodi dodani su radioaktivni izotopi fosfora (*izotopi su elementi s istim atomskim brojem, odnosno brojem protona i elektrona, ali s različitim brojem neutrona, odnosno različitom atomskom masom*) i zatim istraženo *ionsko izmjenjivačkom kromatografijom* kako i koliko su brzo mikrobi reagirali na dodani fosfor. Iako je bilo od ranije poznato da mikrobi proizvode fosfonate u oceanu, sada je utvrđeno da se to događa vrlo brzo, u realnom vremenu.

U Osijeku, 3. prosinca 2020. god.