ALTERNATOR
Misliti znanost.

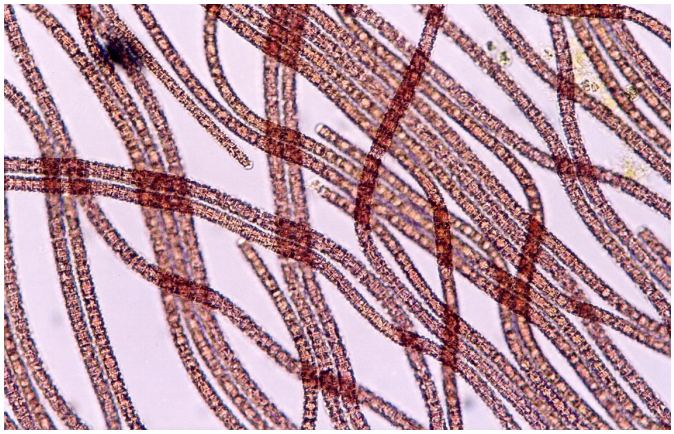
# Cianobakterije: nevarnost ali skriti zaklad?

8. 12. 2022

Številka: 38/2022

Avtorici:

- Tina Eleršek
- Maša Zupančič



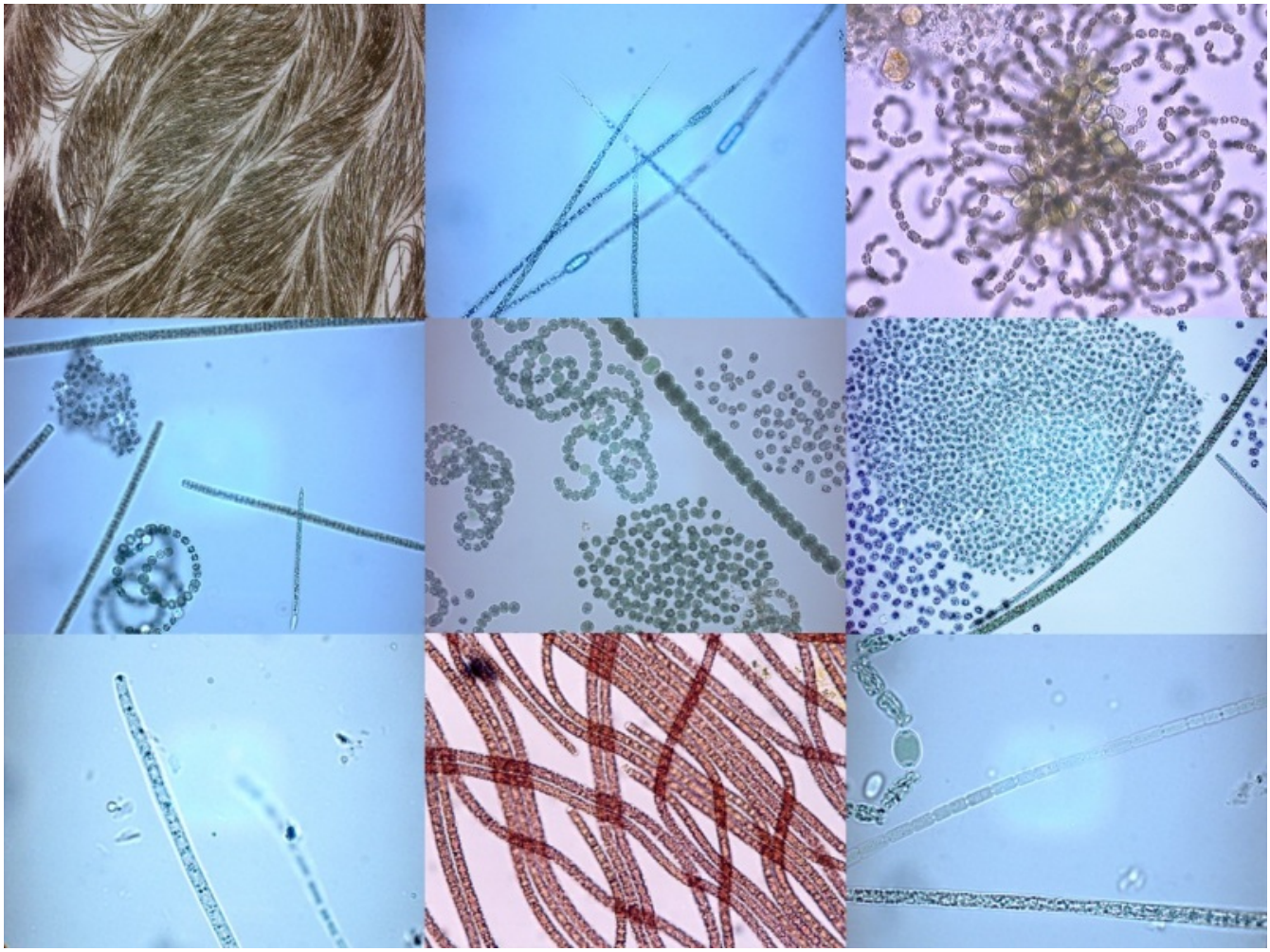
Škrlatne celice nitaste cianobakterije *Planktothrix rubescens* pod svetlobnim mikroskopom. Foto: Špela Remec Rekar

Kako pogosto si na sprehodu vzamete čas, da se ozrete okrog sebe in opazujete naravo? Lišaje na drevesnem lubju, deževnike v gozdnih tleh, gomazeča mravljišča, ribe v reki? Če živite v bližini kakšnega ribnika ali zadrževalnika, obstaja velika verjetnost, da ste že kdaj opazili zeleno ali rjavo goščo na površini vode. V tem prispevku bomo predstavili mite in resnice o tem pojavu.

Zelena odeja, ki od časa do časa prekrije vodno gladino, je gosta združba cianobakterij ali zelenih alg. S prostim očesom je zelo težko ali celo nemogoče ločiti ti dve skupini organizmov med seboj. Oboji izvajajo fotosintezo in vsebujejo klorofil, zato so večinoma zelenih barvnih odtenkov. Med njimi pa obstaja nekaj pomembnih strukturnih in fizioloških razlik; med drugim lahko cianobakterije (nasprotno od alg) proizvajajo strupene snovi, ki jim pravimo cianotoksini (https://doi.org/10.3390/toxins11090530) .

**Brez cianobakterij danes ne bi dihali kisika**

Še danes je včasih za cianobakterije v uporabi prejšnje poimenovanje »modro-zelene alge«, ki zmotno namiguje, da spadajo med alge. To ne drži: cianobakterije so prokariontski (https://sl.wikipedia.org/wiki/Prokarionti) organizmi tako kot ostale bakterije in arheje. Prepoznamo jih po značilni modrozeleni ali škrlatni obarvanosti, ki jim jo dajejo pomožna fotosintetska barvila fikocianin in fikoeritrin. Cianobakterije proizvajajo širok spekter (https://www.ciano.si/cianobakterije-ne-proizvajajo-le-strupov/) najrazličnejših snovi, od strupenih do izjemno koristnih. Treba je poudariti, da niso vse cianobakterije strupene in škodljive, temveč igrajo izjemno pomembno vlogo v ekosistemih. Kot primarni proizvajalci predstavljajo vir hrane za vse višje organizme, vežejo toplogredne pline ter sodelujejo pri kroženju dušika v naravi. Ravno zaradi njih danes na Zemlji dihamo kisik (https://www.ciano.si/cianobakterije-in-kisik-1-del/) , omogočile pa so tudi razvoj rastlin (https://www.ciano.si/cianobakterije-in-kisik-2-del/) ; brez cianobakterij v preteklosti torej živali in človeka danes ne bi bilo. Poleg tega ponujajo ogromno možnosti uporabe v biotehnologiji, npr. za proizvodnjo biogoriva in bioplastike (https://doi.org/10.3389/fmicb.2022.939347) , sončnih krem (https://doi.org/10.3390/md19030129) , za razgradnjo olja ali čiščenje odpadnih voda (https://doi.org/10.3389/fmicb.2016.00529) , pa tudi kot gnojilo (https://doi.org/10.1016/j.bbrep.2020.100737) , prehranski vir ali prehransko dopolnilo (https://doi.org/10.3390/molecules27175584) . Proizvajajo tudi številne protimikrobne, protirakave in protivnetne učinkovine, ki jih lahko uporabimo v farmacevtske namene (https://doi.org/10.3390/md20040271) .



Cianobakterije so zelo raznolika skupina najrazličnejših oblik, barv in velikosti. Na fotografijah je nekaj najpogostejših potencialno strupenih vrst, ki jih najdemo v slovenskih vodah. Foto: Špela Remec Rekar (https://doi.org/10.3390/toxins13020133)

**Vročina, gnojila in stoječe vode – raj za cianobakterije**

Cianobakterije so prisotne v skoraj vseh vodnih ekosistemih, tako površinskih kot morskih, najdemo pa jih tudi na kopnem in v nekaterih ekstremnih okoljih. Večinoma predstavljajo majhen del združbe raznolikih mikroorganizmov, v določenih primerih pa se lahko močno namnožijo in številčno prevladajo nad vsemi drugimi vrstami. Idealni pogoji za ta pojav so počasi tekoče ali stoječe vode, ki vsebujejo veliko hranil, predvsem dušika in fosforja. To je večinoma v bližini obdelovalnih površin, neustrezno delujočih čistilnih naprav in podobno. Na hitro razmnoževanje cianobakterij v večini primerov ugodno vplivajo tudi visoke temperature, zato so prekomerne namnožitve pogostejše v poletnem času. Opazovalcem narave so najbolj znane planktonske vrste (https://www.ciano.si/ali-lahko-cianobakterije-cvetijo/) – takšne, ki lebdijo v vodi in se včasih zbirajo na površini v obliki gošče. Ko cianobakterijska gošča prekrije gladino vode, omejuje vir svetlobe za druge organizme ter ovira prodiranje kisika v globlje plasti. Poleg tega se ob bakterijski razgradnji tako velikega števila cianobakterijskih celic porablja velika količina kisika, kar vodi v njegovo pomanjkanje in posledične pogine vodnih organizmov – najbolj odmevni so primeri množičnih poginov rib. Poleg planktonskih vrst pa so v vodnih okoljih prisotni tudi bolj skriti predstavniki, ki se pojavljajo kot del obrasti na kamnih in rastlinah (https://www.ciano.si/tudi-kamni-so-lahko-vcasih-strupeni/) . Cianobakterije se lahko med vodnimi telesi prenašajo na različne načine, na primer s pomočjo prenašalcev (ptice ipd.), njihove preživetvene strukture (https://www.ciano.si/premikanje-brez-nog/) (npr. akinete) pa se lahko prenašajo tudi po zraku.

**Cianobakterije proizvajajo nekatere od najmočnejših naravnih strupov**

Cianotoksini, ki jih proizvaja majhen delež vseh vrst cianobakterij, so za živali in človeka lahko strupeni kot strup zelene mušnice ali kobre. Zakaj jih proizvajajo, še ni povsem razjasnjeno, obstaja pa veliko različnih hipotez (https://doi.org/10.3390/md11072239) . Različni cianobakterijski toksini (https://doi.org/10.3390/toxins14100658) so pri akutni zastrupitvi škodljivi za različna tkiva, npr. jetra, živčevje ali kožo. Vendar je akutna izpostavljenost zelo redka; bolj zaskrbljujoča je dolgoročna izpostavljenost, saj je lahko povezana s poškodbami DNK (https://www.galenia.si/files/Cianobakterije%20in%20njihovi%20toksini-ilovepdf-compressed.pdf) , nastankom tumorjev ali nevrodegenerativnih bolezni. Živali se lahko zastrupijo z neposrednim zaužitjem vode ali oblog na kamnih v vodi, ki vsebujejo cianobakterije. Ljudje pa smo jim izpostavljeni predvsem ob stiku s kožo (npr. pri plavanju ali drugih rekreativnih

dejavnostih), lahko pa se prenašajo tudi po zraku v obliki aerosolov. Pomembno je vedeti, da je ob ustreznih ukrepih tveganje za naše zdravje zanemarljivo: če na vodi opazimo zeleno ali rjavo goščo, je kopanje odsvetovano (velja tudi za domače živali), prav tako je smiselno omejiti uživanje rib s takih območjih na največ dvakrat tedensko, za zalivanje ali namakanje rastlin pa uporabiti kakšen drug vodni vir. Obstajajo različni načini za odstranjevanje (https://www.taylorfrancis.com/chapters/oa-edit/10.1201/9781003081449-10/controlling-cyanotoxin-occurrence-gayle-newcombe-lionel-ho-jos%C3%A9-capelo-neto) cianobakterij in cianotoksinov, kot so mehansko črpanje gošče s površine, prezračevanje jezera, ultrazvok, oksidacija, uporaba specifičnih pesticidov, koagulantov in podobno. Potrebno pa se je zavedati, da vse metode, ki uničijo cianobakterijske celice, povzročijo izločanje velikih količin cianotoksinov neposredno v vodo, katerih odstranjevanje je kasneje še bolj težavno. Vsekakor se je bolj smiselno osredotočiti na preventivne ukrepe – v prvi vrsti na zmanjšanje vnosa hranil v okolje, saj se slej kot prej vsa sperejo v vodna telesa, kjer nahranijo cianobakterije.



Delo na terenu poteka v toplejši polovici leta v zadrževalnikih, jezerih in rekah. Poleg vzorčenja cianobakterij v vodi in v oblogah na kamnih izmerimo tudi splošne fizikalno-kemijske parametre (pH, temperatura, prevodnost, prosojnost, vsebnost kisika) ter koncentracijo klorofila in cianobakterijskega barvila fikocianina. Foto: Maša Zupančič

**Kaj pa nas čaka v prihodnosti?**

Večina cianobakterij najbolje uspeva ob visokih temperaturah, zato se znanstveniki sprašujemo, kako bodo na njih vplivale podnebne spremembe (https://www.ciano.si/podnebne-spremembe-in-cianobakterije/) . Dosedanji znanstveni izsledki kažejo, da ni mogoče predvideti, ali se bo delež cianobakterij zaradi globalnega segrevanja povečal, možno pa je, da se bodo prekomerne razrasti začenjale bolj zgodaj v letu (https://doi.org/10.1016/j.watres.2011.12.018) , kot smo tega vajeni. Kako točno sta povezani strupenost cianobakterij in višja temperatura, pa ostaja zaenkrat še uganka. Za nadzor tveganja so podatki o razširjenosti cianobakterij v Sloveniji zelo pomembni, vendar pa na državni ravni sistem rednega testiranja vodnih okolij za strupene cianobakterije še ni vzpostavljen. Za prisotnost cianotoksinov se potencialno testira le registrirane kopalne vode (http://gis.arso.gov.si/apigis/kopalneV/) v sklopu rednega monitoringa v kopalni sezoni, v primeru, da pregled na terenu pokaže sum za prisotnost cianobakterij.

Torej: so cianobakterije nevarnost ali skriti zaklad? Previdnost je ob pojavu zelene gošče na vodi vsekakor na mestu – vendar pa ne smemo pozabiti, da narava ni naš sovražnik. Cianobakterijam se moramo tudi zahvaliti za številne koristi, ki nam jih dajejo: proizvodnjo hrane in kisika (https://www.ciano.si/cianobakterije-in-kisik-3-del/) , kroženje dušika, vezavo toplogrednih plinov in številne biotehnološke priložnosti. Tako kot povsod v naravi je tudi pri cianobakterijah razlika med koristnim in strupenim zgolj v odmerku. Tudi prekomerne namnožitve, ki smo jim priča, so v nekaterih primerih povsem naraven pojav; v drugih primerih pa so dober pokazatelj porušenega ravnovesja v ekosistemu, ki kaže na prekomeren vnos hranil. So simptom, ne povzročitelj.

* Opomba: V spremljanje razširjenosti strupenih cianobakterij se lahko vključite prav vsi prebivalci prek platforme ljubiteljske znanosti Ciano SLO (http://www.ciano.si/) . Projekt je bil predstavljen tudi na konferenci »Ponovno odkrivanje komuniciranja znanosti? Izzivi za dobo post-resničnosti«, v okviru katere je nastal ta prispevek.

https://www.alternator.science/sl/krajse/cianobakterije-nevarnost-ali-skriti-zaklad/