

Iš kur nuodai vandenyje?

Aistė Paldavičienė



1 pav. Kuršių marių melsvabakterių sukeltas vandens žydėjimas. Aistės Paldavičienės nuotrauka

Pastaruoju metu mus pasiekia daugybė informacijos apie sveiką gyvenseną ir mitybą. Girdime patarimų, kokius produktus vartoti, esame raginami pasidomėti, kaip auginama tai, ką paskui valgome, ar nenaudota augimą skatinančių cheminių medžiagų, ar nėra maistinių dažiklių, skonį, kvapą gerinančių medžiagų, nitratų ir kt. Tačiau turėtume nepamiršti ir vandens, būtino visiems gyviesiems organizmams. Vandens kokybė labai veikia ekosistemas, nuo jos priklauso jų struktūra, rūšių įvairovė, populiacijų dinamika (populiacijos dydžio ir sudėties svyravimai) ir gyvybingumas.

Dažną vasarą kai kurių vandens telkinių vanduo žydi. Vandens žydėjimą dažniausiai sukelia greitas melsvabakterių (*Cyanophyta*) dauginimasis. Melsvabakterės – tai plačiai paplitę seniausi fotosintezę vykdančios prokariotiniai organizmai (1 pav.), turintys keletą išskirtinių savybių. Visų pirma, melsvabakterės gali migruoti vandenyje vertikaliai, todėl pasirenka tinkamiausią vandens sluoksnį dauginimuisi. Be to, jos būna ne tik vienaląstės, bet formuoja ir kolonijas, o tai apsaugo nuo jomis mintančių planktono filtratorių (tam tikros zooplanktono rūšys) – jie tokių didelių ląstelių sancaupų tiesiog negali praryti. Tam tikros melsvabakterių rūšys, priešingai nei kiti planktono organizmai, nepritekliaus laikotarpiu gali fiksuoti molekulinį atmosferos azotą – dėl šios savybės jos pranašesnės už kitas dumblių grupes, su kuriomis konkuruoja dėl maisto medžiagų. Ir dar viena išskirtinė melsvabakterių savybė – tai, kad tam tikromis sąlygomis jos gali gaminti toksinus.

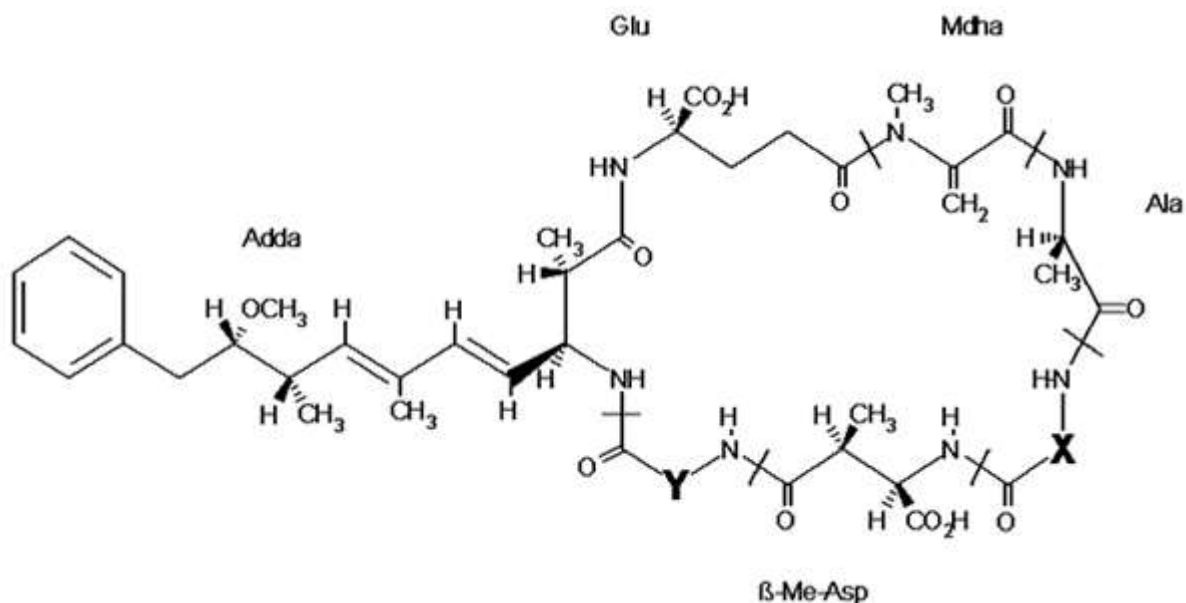
Naujos technologijos leidžia stebėti įvairius globalius pokyčius, vykstančius žemėje, vandenyje, atmosferoje (pvz., tam skirti NASA palydovuose Terra (EOS AM) ir Aqua (EOS PM) veikiančios jutikliai [MODIS](#)). Intensyvų melsvabakterių sukeltą Baltijos jūros vandens žydėjimą užfiksavo palydovas Aqua (2 pav.). Žydint vandeniui į aplinką gali išsiskirti toksinai, kurie pridaro daug žalos.



2 pav. Baltijos jūros melsvabakterių sukeltas vandens žydėjimas. Nuotrauka padaryta Aqua palydovo jutikliu MODIS 2005 metų liepos 5 dieną. NASA ir Jeff Schmaltz iš MODIS Land Rapid Response Team at NASA GSFC nuotrauka; Visible Earth portalas (<http://visibleearth.nasa.gov>)

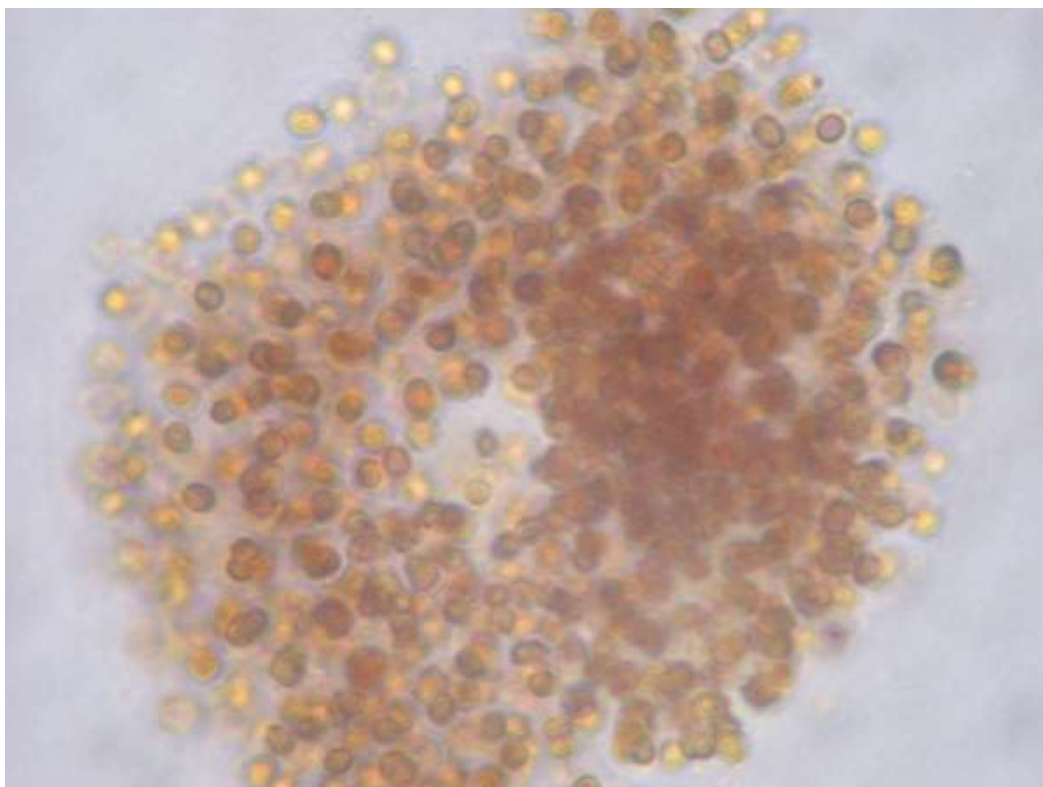
Melsvabakterių gaminami toksinai (dar vadinami cianotoksinais) – tai antriniai metabolitai (metabolitai – organizmo medžiagų apykaitos produktai), išsiskiriantys į aplinką suirus ląstelėms, todėl daugiausia jie aptinkami gausiai žydint vandeniui, kai ląstelės pradeda masiškai irti. Šiuo metu pasaulyje žinoma apie 90 toksinus sintetinančių melsvabakterių rūšių. Cianotoksinais pagal jų poveikį žmonėms ir kitiems gyvūnams skirstomi į kelias grupes (Mazur-Marzec 2006):

- hepatoksinus – jie slopina kepenų ląstelių fermentų veiklą. Hepatoksinus gamina *Microcystis*, *Anabaena*, *Nostoc*, *Oscillatoria* genčių melsvabakterės. Labiausiai paplitę kepenų toksinai – mikrocistinai (3 pav.);
- neurotoksinus – jie veikia žmogaus ir kitų organizmų nervų sistemą. Neurotoksinus gamina *Anabaena*, *Oscillatoria*, *Aphanizomenon*, *Trichodesmium* genčių melsvabakterės. Šiai toksinų grupei priklauso saksitoksinais – [alkaloidai](#), kurie yra moliuskų toksinai (angl. *paralytic shellfish poisons*, PSP); juos taip pat gamina jūriniai dumbliai *Alexandrium tamarense*, sukeliantys „raudonuosius potvynius“[\[1\]](#) priekrančių ekosistemose, masinę jūros gyvūnų žūtį. Šiais toksinais apsinuodija ir žmonės, vartojantys akvakultūrų produkciją (Sellner ir kt. 2003);
- citotoksinus – mažai ištirta grupė, gali sudirginti odą. Juos gamina *Scytonema*, *Lyngbia* genčių melsvabakterės.



3 pav. Hepatoksinas mikrocistinas

Lietuvoje aptinkama daugiau nei 50 galimai toksinus sintetinančių melsvabakterių rūšių. Duomenų apie cianotoksinus, jų įvairovę bei poveikį Lietuvos vandens telkinių gyviesiems organizmams yra mažai. Imunofermentiniu ir aukšto slėgio chromatografijos metodais tirti 18-os eutrofinių[2] ir hipertrofinių[3] ežerų bei Kuršių marių toksinai (Kasperovičienė 2004, 2008; Kasperovičienė ir kt. 2005; Paldavičienė ir kt. 2009). Kuršių mariose mikrocistiną gamina *Microcystis aeruginosa* (4 pav.) ir *Planktothrix agardhii*. Šis toksinas taip pat buvo aptiktas ir dvigeldžiuose moliuskuose dreisenose (*Dreissena polymorpha*), kuriomis minta svarbiausios marių verslinės žuvys. Taip pat nedidelė įvairių toksinų koncentracija buvo nustatyta žuvyse bei dugno nuosėdose. Atlikti tyrimai leidžia daryti prielaidą, kad melsvabakterių išskiriamų toksinų galima rasti visose mitybos grandinės dalyse, taigi jie gali patekti ir ant mūsų stalo.



4 pav. *Microcystis aeruginosa*. Aistės Paldavičienės nuotrauka

Melsvabakterių sukeltą vandens žydėjimą galima išvysti birželio-spalio mėnesiais. Esant ramiam, nevėjuotam orui, kai vandens temperatūra pasiekia 20–27 °C, pH 7,5–9, o dienos trukmė 12–16 val. ir gausu maisto medžiagų, ypač fosfatų, intensyviai dauginasi melsvabakterės. Susidarius didelėms dumblių kolonijoms, deguonies vandenyje mažėja, o į aplinką išskiriami toksinai – tai gali būti žuvų ir kitų vandens gyvūnų gaišimo priežastys (5 pav.).



5 pav. Žydėjimo metu aptiktos nugaišusios žuvys. Aistės Paldavičienės nuotrauka

Aistės Paldavičienės pasiūlymai tiriamajam darbui

Laboratorinėmis sąlygomis galima stebėti dumblių augimą bei pabandyti išskirti dumblių kultūrą. Tam reikia dviejų vienodo dydžio indų (pvz., 250–500 ml tūrio kolbų), taip pat paruošti terpę, kurioje dauginsis ir augs jūsų dumblių kolonija. Gėlųjų vandenų dumblių kolonijoms auginti naudojama BG-11 terpė (Rippka 1988; 1 lent.).

1 lentelė. BG-11 terpė gėlųjų vandenų dumblių kolonijos auginti

Reagentai	Koncentracija	
		mM
NaNO ₃	1,5 g/l	17,65
K ₂ HPO ₄	0,04 g/l	0,18
MgSO ₄ ×7H ₂ O	0,075 g/l	0,30
CaCl ₂ ×2H ₂ O	0,036 g/l	0,25
Citrinos rūgštis	0,006 g/l	0,03
Geležies amonio citratas	0,006 g/l	0,03
EDTA	0,001 g/l	0,003
Na ₂ CO ₃	0,02 g/l	0,19
A ₅ +Co (metalų mišinys)*	1 ml	–
Distiliuotas vanduo	1 l	–

PASTABA: po sterilizavimo autoklave atvėsusios terpės pH turi būti 7,4

* A ₅ + Co (metalu mišinys) tinka visiems dumbliams auginti (g/l)	
H ₃ BO ₃	2,86
MnCl ₂ ×4H ₂ O	1,81
ZnSO ₄ ×7H ₂ O	0,222
Na ₂ MoO ₄ ×2H ₂ O	0,390
CuSO ₄ ×5H ₂ O	0,079
Co(NO ₃) ₂ ×6H ₂ O	0,0494

Vasarą prasidėjus vandens žydėjimui, pasisemkite vandens iš tvenkinio, ežero ar marių (0,5 l). Pakeliui į laboratoriją stenkitės nekratyti mėginio. Į abu indus su paruošta terpe atsargiai įpilkite ~100 ml pasemto vandens. Auginant kultūras pirmąsias dienas reikia palaikyti 20 °C temperatūrą, paskui ją pakelti iki 25 °C, o galiausiai – iki 27–30 °C. Pirmąsias dienas jos turi būti apšviestos 12 valandų, vėliau – 14–16 val. Per visą eksperimentą (24–30 dienų) stebėkite melsvabakteres (1 pav.). Keisdami eksperimento sąlygas, jūs iš dalies galite atkartoti aplinkoje vykstančius procesus.



1 pav. Kultūrų auginimas. Aistės Paldavičienės nuotrauka

Literatūra

Rippka R. 1988, Isolation and purification of cyanobacteria. *Methods in Enzymology*, 167, 3–27.

Mazur-Marzec H. 2006. Characterization of phycotoxins produced by cyanobacteria. *Oceanological and Hydrobiological Studies*, 35 (1), 85–109.

Kasperovičienė J. 2004. Toksiniai dumbliai ir cianobakterijos Lietuvos geluose vandenyse, LVMSF, Nr. T-13/04 (ataskaita), Vilnius.

Kasperovičienė J., Koreivienė J., Paškauskas R. 2005, Cyanoprokaryotes and microcystins dynamics in shallow hypertrophic lake (SE Europe). *Oceanological and Hydrobiological Studies*, 34, 93–104.

Kasperovičienė J. 2008, Planktono melsvabakterijų sklaida vandens telkiniuose ir jų toksiškumas, ataskaita, Vilnius.

Paldavičienė A., Mazur-Marzec H., Razinkovas A. 2009, Toxic cyanobacteria blooms in the Lithuanian part of the Curonian Lagoon. *Oceanologia*, 51 (2), 203–216.

Rippka R. 1988, Isolation and purification of cyanobacteria. *Methods in Enzymology*, 167, 3–27.

Sellner K. G., Doucette G. J., Kirkpatrick G. J. 2003, Harmful Algal blooms: causes, impacts and detection. *Journal of Industrial Microbiology and Biotechnology*, 30 (7), 383–406.

[1] „Raudonieji potvyniai“ – tai vandens žydėjimas, kai atsiranda labai daug dinoflagelatų, o juose yra daug fotosintezės pigmentų nuo žaliai rudos iki raudonos spalvos. Todėl atrodo, kad vandenynas nusidažė raudona spalva.

[2] Eutrofiniai ežerai – dažniausiai seklūs ir užžėlę vandens augalija. Juose gausu biogeninių medžiagų ir druskų, didžiąją metų dalį deguonies netrūksta, tačiau mažai anglies dioksido, kalcio ir hidrokarbonatų

[3] Hipertrofiniai ežerai – labai negilūs, seklūs ežerai. Vidutinis gylis mažiau kaip 2–3 metrai, Didžiausias gylis – mažiau kaip 5 metrai (retai daugiau). Vandens spalva geltona arba tamsiai geltona. Krantai pelkėti, dugne gausu dumblo. Dažnai ežerai užaugę povandeniniais augalais, vanduo neskaidrus, dažnai dūsta žuvis

© Projektas *Mokinių jaunujų tyrėjų atskleidimo ir ugdymo sistemos sukūrimas*