

Válasz Dr. Korponai János opponensi véleményére

Köszönöm Dr. Korponai János opponensi munkáját, kritikai észrevételeit, véleményét a dolgozatról és elismerő szavait.

A dolgozathoz két témájához kapcsolódóan több kérdést fogalmazott meg, melyekre válaszaim az alábbiak:

Mennyire befolyásolhatja a besugárzás becslését és a megtermelt alga biomassa közötti kapcsolatot, ha a regionális különbségeket is figyelembe vesszük?

Válasz:

A kumulatív napsugárzás (KNS) változása és az algabiomassa változás (klorofill-a) közötti kapcsolat vizsgálatához a Budapestre vonatkozó napi napsugárzási adatokat használtuk. Ennek fő oka az volt, hogy egyrészt erre a helyre vonatkozóan volt teljes a napi napsugárzási adatbázis a vizsgált 1992-2010 közötti időszakra vonatkozóan. A többi mintavételi pont vonatkozásában az Országos Meteorológiai adatbázis nem minden mintavételi helyre vonatkozóan tartalmazott napi napsugárzási adatot, vagy kevés adatot tartalmazott egy adott hely vonatkozásában. Másrészt korábbi szakirodalmi adatok szerint (Szász, 1997) a napi napsugárzás mennyiségének tekintetében magyarországi globális regionális eltérések értéke nem haladja meg a 10%-ot. Másrészt a vizsgált vegetációs időszakban (május-szeptember) a folyók vízhőmérsékletének a változása, amely jelentős hatást gyakorol az algák szaporodására kisebb mértékben, átlagosan 5-7 °C fokot változik. Ezért véleményem szerint, bár pontosabb eredményeket kaptunk volna KNS – klorofill-a összefüggések tekintetében az egyes helyekre vonatkozó napsugárzási értékek felhasználásával, ez érdemben nem befolyásolta volna az egyes folyótípusokra vonatkozó fitoplankton biomassa KNS periódusok növekedésének függvényében bekövetkező változásának jellegét és trendjét.

A OMI analízisben felhasznált adatbázisban 39 mintavételi hely tíz éves adatsorát használta fel, amelyben jelentős szezonális mintázat jelenhet meg, ami az adatok varianciájában megmutatkozhat. A változók varianciájában tapasztalható különbség befolyásolhatja-e a funkcionális csoportok pozícióját a niche térben, illetve a niche szélességet (ami a varianciával analóg diszperziós mutató)?

Válasz:

A folyóvízi fitoplankton longitudinális és szezonális időbeli mintázatának változása jól megfigyelhető a folyók hidrológia kémia és fizikai paramétereinek változásának függvényében. Ezeknek a környezeti változóknak a varianciája a mérsékelt égövi (kontinentális klímával jellemezhető) régió folyóiban így a Kárpát-medence folyóiban, jellegzetes longitudinális és szezonális fitoplankton taxonómia szukcessziót eredményez, amely természetesen a funkcionális összetételében is nyomon követhető. A szakirodalmi és vizsgálati eredmények alapján, a kisebb (természetesnek tekintető vízgyűjtő területtel jellemezhető) rithrális folyókban, illetve a nagyobb potamális folyók felső szakaszán a kovaalgák Pennales rendjébe sorolható tichoplanktonikus (bentikus eredetű) taxonok által alkotott funkcionális csoportok (**TIB**) dominanciája a jellemző (Bolgovics és mtsai., 2017). Emellett, leggyakrabban planktonikus centrikus kovalagataxonok

funkcionális csoportjai (**C**, **D**) és a zöldalgák Chlorococcales rendjébe tartozó egysejtű vagy koloniális zöldalgák taxonjai által alkotott csoportok vesznek (**X1**, **J**, **F**,) részt a rithroplankton összetételében. Másrészt a kisebb vízfolyások sokkal jobban kitettek a vízgyűjtő egyéb vizeitereiben bekövetkező változásoknak, így nem ritka tavaszi és nyári tavi plankton elemei válhatnak dominánssá.

A közepes és nagy folyókban a középső és alsó folyószakaszokon a potamoplankton funkcionális összetételében a kovaalgák Centrales rendjébe sorolt euplantonikus-centrikus kovataxonok által alkotott funkcionális csoportok (pl: **B**, **C**, **D**) dominanciája figyelhető meg, relatív gyakoriságuk és a biomassza tekintetében egyaránt (Reynolds és Descy, 1996; Stanković és mtsai., 2012, Abonyi és mtsai., 2018). Ez a kovaalga mintázat nagy általánosságban a teljes éves időszakra vonatkozóan jellemző, viszont a taxonok relatív abundanciája és biomasszája nagy interspecifikus varianciát mutat a szezonális szukcesszió során. Másrészt, a teljes év során a potamoplankton funkcionális összetételben szubdomináns, csoportként a **TIB** csoportba besorolt tichoplanktonikus (bentikus eredetű) kova taxonok számos képviselője van jelen (Istvánovics és mtsai., 2010). Tavasztól a kora őszig terjedő időszakban a zöldalgák Chlorococcales rendjébe tartozó taxonok diverzitásának és biomasszájának növekedése és ennek megfelelően az ezeket magukba foglaló funkcionális csoportok (pl., **J**, **X1**, esetleg **F**, **P**) térnyerése figyelhető meg a potamoplankton funkcionális összetételében. Ezek a nyári –kora-őszi időszakra jellemző potamoplanktonban gyakran domináns vagy szubdomináns jelleggel fordulhatnak elsősorban relatív gyakoriságuk tekintetében (Stoyneva, 1994; Várbíró és mtsai., 2007; Abonyi és mtsai., 2018).

Másrészt, ezekben a folyókban kevésbé trendszerű évszakos megoszlásban, kevesebb taxonszámmal és biomasszával a sárgaalgák Chromulinales rendjébe tartozó taxonok alkotta funkcionális csoportok (**X3**), az egybarázdás moszatok (Pyremonadales, Cryptomonadales) egyes taxonjai által képviselt csoportok (**X2**, **Y**) fordulnak elő leggyakrabban (Abonyi és mtsai., 2012; Istvánovics és mtsai., 2012)

Több nagy, folyó esetén a nyári-kora őszi időszakban megfigyelhető a fonalas és koloniális cyanobaktériumok alkotta funkcionális csoportok (pl. **S_N**, **M**.) nagy biomasszája, rendszerint kis taxonszámmal társítva, melyek akár algavirágzásokat is okoznak. Ezen funkcionális csoportok taxonjai jellemzően a duzzasztott eutrofikus folyószakaszokon, illetve a fő folyómederrel állandó kapcsolatban lévő állóvizekben szaporodhatnak el és sodrodnak az alsóbb folyószakaszokra (Sabater és mtsai., 2009; Desortová és Punčochář, 2011). Másrészt ezekből az allochton forrásokból a különböző folyók vízgyűjtő területének sajátosságainak megfelelően állandó vagy időszakos (nagy áradások) jelleggel a különböző állóvíztípusokból számos limnoplanktonikus algafaj kerül a folyókba melyek a vízgyűjtőterület különböző tótípusainak jellegzetes funkcionális elemei. Ezek limnetikus elemek térben és időben nagyon változatos taxonómia összetételben kerülhetnek az egyes folyószakaszokba. Taxonszámuk és mennyiségük nagymértékben függ attól, hogy milyen tótípusból és melyik évszakban kerülnek a folyókba. Mindezt jól bizonyítja, hogy a korábban a tavakra leírt 31-34 funkcionális csoport (Reynolds és mtsai. 2002; Borics és mtsai., 2007; Padisák és mtsai., 2009) szinte valamennyi képviselője előkerült a vizsgált folyókból. Azonban a folyóvízi környezethez való funkcionális (adaptációs) jellegek hiánya miatt általában elég gyorsan kiszűrődnek” a folyóvízi fitoplankton taxonómiai és funkcionális összetételéből. Ezen okfejtések alapján az egyes funkcionális csoportok niche terének jellemzői (helyzete és szélessége) a folyóvízi

fitoplankton és a környezeti tényezők szezonális varianciája miatt eltéréseket mutathatnak a dolgozatomban ismertetektől.

A szezonális variancia tekintetében azt feltételezem, hogy a vegetációs időszak vonatkozásában (április-október), hogy a legnagyobb eltérések a funkcionális csoportok niche terének jellemzőiben a tavaszi (áprilisi) és nyárvégi időszak (augusztus) niche pozíció és szélesség tekintetében jelentkeznek. Abban az esetben, hogyha az egész év tekintetében vizsgálnánk, hogy hogyan változnak az egyes csoportok niche jellemzői, akkor a legnagyobb eltéréseket a télvégi- kora tavaszi és a nyár végi időszak között feltételezném. Hasonló méretű és mintaeloszlással jellemezhető adatbázist használva a mostani adatbázisban ritkán előforduló csoportok nem minden évszakban és nem minden folyószakaszra vonatkozóan fordulnak elő. Másrészt e ritkán előforduló, bizonyos specifikus tótipusokra jellemző funkcionális csoportok niche terének jellemzői statisztikai szempontból a mostani eredményeinkhez hasonlóan nem mutatnának szignifikáns összefüggést a környezeti változókkal. Egy ilyen jellegű vizsgálathoz azonban szükséges lenne a gyakoribb, 2 hetente történő és megközelítőleg egységes időpontban valamennyi mintavételi helyen történő mintavétel a környezeti tényezőre és a fitoplankton vizsgálatra vonatkozóan egyaránt.

Az előbbi kérdéshez kapcsolódik, hogy az algák funkcionális csoportjainak varianciájában mennyire tükröződik a taxonok fenológiája, illetve a közösség összetételében elfoglalt helye?

Válasz:

Véleményem szerint nagymértékben tükröződik az egyes funkcionális csoportok (FCs-k) niche terének helyzetében és szélességében az egyes taxonok fenológiája és az algaközösségek összetételében elfoglalt helye. Lineáris grafikus ábrázolással szemléltettem a különböző niche csoportba besorolt FCs-k niche terének helyzetét és szélességét a meghatározó környezeti tényezők (tápanyagok, hidrológia változók,) gradiensei mentén.

Az összefüggések elemzése alapján az **I. niche csoportba** (központi niche helyzet és közbülső szélesség) tartozó FCs-k közül a **TIB** csoportba tartozó bentikus algataxonok, az **X2** csoportba tartozó apró ostoros egybarázdás moszatok (pl: *Plagioselmis*, *Rhodomonas*) és az **X3** csoportba besorolt apró ostoros sárgásmoszatok (*Chrysococcus*) a folyóvízi fitoplankton közösségek jellegzetes funkcionális képviselőinek tekinthetők. Realizált niche terük központi helyzete arra utal, hogy jellemzően átlagos tápanyag, szerves anyag és hidrológiai változókkal jellemezhető folyószakaszokon fordulnak elő, amelyek a vízgyűjtőterület (ezen környezeti tényezők szempontjából) átlagos habitatjának felel meg. Másrészt niche terük központi helyzete alapján nagymértékű regionális elterjedésükre lehet számítani. A **TIB** csoportba tartozó bentikus kovaalgák niche terének a központi helyzetét a minták zömében (> 85 %) való előfordulásuk jól, míg a közbülső tolerancia tartományuk kevésbé magyarázza. Közbülső tolerancia tartományuk azzal magyarázható, hogy egyrészt a duzzasztott középső lelassult vízfolyású folyószakaszokon gyorsabban kiülednek, valamint a valódi euplanktonikus funkcionális csoportok képviselői jobban alkalmazkodtak ezen, folyószakaszok környezeti körülményeihez. Az **X2** és **X3** csoportok algataxonjai kevesebb mintában és helyen alacsonyabb biomasszával fordulnak elő és főként átlag közeli tápanyagtartalmú és vízhozamú folyószakaszok illetve nyári-koraőszi időszakok jellegzetes elemei. Ugyanakkor érzékenyek a szélsőséges környezeti tényezők tartományainak tekintetében ily

módon közbülső toleranciatartománnyal és kisebb regionális elterjedéssel jellemezhetők. Az **I. niche** csoportba tartozó másik három FCs egyes tápanyagban gazdag tó típusokra jellemző elsősorban fonalas (**H1**) vagy sejtársulást alkotó cianobaktérium (**Lo**), illetve ostoros, szilárd tokkal jellemezhető algataxonokat (**W2**) foglalják magukba. Előfordulásuk elsősorban duzzasztott, vagy a duzzasztások alatti folyószakaszokon várható, illetve olyan folyókban, amelyek kapcsolatban állnak az árterek állóvizeivel. A folyóvízi niche terük ezért nem tekinthető jól definiáltnak.

A **II. niche csoportba** besorolt funkcionális csoportok elsősorban egyes tótípusok felső (**N**) a Desmidiáles rendbe tartozó zöldalga, vagy a jól átkeveredő rétegeire jellemző fonalas cianobaktérium taxonokat foglalnak magukba (**SN, S2**). Előfordulásuk a folyókban nem jellemző, nagyon ritka így niche tér jellemzőik statisztikailag nem tekinthetők jól meghatározottnak a folyóvízi környezetben.

A **III. niche csoport** funkcionális elemei egyaránt közbülső niche tér pozícióval és szélességgel jellemezhetők. Ezek közül a **B, D, J, X1, Y** funkcionális csoportok a nagyobb folyók illetve alsó potamális folyószakaszok jellegzetes funkcionális elemeinek tekinthetők. Az **Y** csoport nagyobb méretű Cryptophyta taxonokat, míg a **B** és **D** csoport euplanktonikus kovaalga taxonokat foglal magába. Az **X1** és **J** csoportba az egysejtű vagy cönobiumot alkotó Chlorococcales rendbe tartozó zöldalgák tartoznak. Ezen FCs-k a tápanyag gradiens mentén a kisebb tápanyagtartomány irányában egymás közelében csoportosulnak. Habitát preferenciájuknak megfelelően a fundamentális niche tér hidrológiai tényezők által definiált gradiense mentén a nagyobb (pl: **B, D, Y**), vagy az átlagos (pl: **J, X1**) vízhozamú és tartózkodási idejű (VTI) tartomány közelében csoportosulnak. Az ebbe a csoportba tartozó további FCs-k a tápanyagok által definiált niche gradiens mentén (pl. **Ws, W1, W0**) a nagyobb tápanyagtartalom tartományban vagy irányába helyezkednek el. Ezek az FCs-k a nagy tápanyag és szervesanyag tartalmú kisebb tavak jellegzetes koloniális Chrysophyta (*Synura*) ostoros alga (*Euglena, Phacus*), illetve főleg kisebb zöldalga taxonjait (*Chlamydomonas, Chlorella*) tartalmazzák. Másrészt, a hidrológia gradiens mentén a kisebb vízhozam és VTI tartományban csoportosulnak, ezért elsősorban a kisebb alföldi folyószakaszok nyári fitoplankton közösségek alkotóelemei lehetnek. A tápanyagok mennyisége és a hidrológiai tényezők által meghatározott habitát preferenciájuk alapján jól magyarázható, hogy miért rendelkeznek a **III. csoportba** tartozó FCs-k közbülső niche pozícióval és tolerancia tartománnyal.

Ezekbe a niche csoportokba sorolt FCs-k niche tér helyzetének és tolerancia tartományának a változatosságával kívántam szemléltetni, hogy miként befolyásolják a FCs-k niche tér helyzetét és tolerancia tartományát a tápanyagok és a hidrológiai tényezők és ezek hogyan befolyásolják az egyes FCs-k, illetve taxonok fitoplankton közösségek összetételében betöltött szerepét.

Amennyiben a szezonális variációját vizsgálánk a funkcionális csoportoknak, akkor feltételezésem szerint azon csoportok, amelyek számos taxont tartalmaznak (pl. **TIB, B, C, D, J**), kisebb mértékű szezonális variációt követnének, mivel egyes taxonok megjelenése vagy éppen kiszűrése bizonyos időpontban kevésbé befolyásolja a niche jellemzők variációját. Azon FCs-k esetében, amelyek jellemzően kevés (pl. **X3**) vagy 1-2 taxont egyesítenek (**U, V**) valószínűleg nagyobb szezonális variációt és esetleg niche tér szétválást eredményeznének vagy akár az adott taxon szegény csoport niche tere hiányozna egy adott évszakban.

Az OMI elemzések eredményeit véleménye szerint befolyásolja-e a kiindulási adatmátrixok mérete?

Válasz:

A vizsgálati területen kisebb ~ 5-10% gyakorisággal előforduló limnetikus taxonok, illetve egyes tótípusokra jellemző FCs-k esetében nagyobb adatmátrix esetében valószínűleg pontosabb eredményeket kaptunk volna. Az általunk használt adatbázis elég robusztus volt, (39 mintavételi hely, 809 minta, 10 év periódus, regionális lefedettség) ahhoz, hogy statisztikailag szignifikáns eredményeket kapjunk a folyókra jellemző rithro és potamoplankton közösségek összetételében előforduló Fcs-k niche terének a tekintetében és niche csoportokba történő csoportosításhoz, jellemzéshez.

Felhasznált irodalom:

Abonyi, A., Leitão, M., Lançon, A. M. and Padisák, J. (2012). Phytoplankton functional groups as indicators of human impacts along the river Loire (France). *Hydrobiologia*, 698, 233-249.

Abonyi, A., Ács, É., Hidas, A., Grigorszky, I., Várbíró, G., Borics, G. and Kiss, K. T. (2018). Functional diversity of phytoplankton highlights long term gradual regime shift in the middle section of the Danube River due to global warming, human impacts and oligotrophication. *Freshwater Biology*, 63, 456-472.

Bolgovics, Á., Várbíró, G., Ács, É., Trábert, Z., Kiss, K. T., Pozderka, V., Görgényi, J., Boda, P., Lukács, B. A., Nagy-László, Z., Abonyi, A. and Borics, G. (2017). Phytoplankton of rhithral rivers: its origin, diversity and possible use for quality-assessment. *Ecological Indicators*, 81, 587-596.

Borics, G., Várbíró, G., Grigorszky, I., Krasznai, E., Szabó, S. and Kiss, K. T. (2007). A new evaluation technique of potamo-plankton for the assessment of the ecological status of rivers. *Archiv für Hydrobiologie Supplement, Large Rivers*, 17, 466-486.

Desortová, B. and Punčochář, P. (2011). Variability of phytoplankton biomass in a lowland river: response to climate conditions. *Limnologia*, 41, 160-166.

Istvánovics, V., Honti, M., Vörös, L. and Kozma, Z. (2010). Phytoplankton dynamics in relation to connectivity, flow dynamics and resource availability-the case of a large, lowland river, the Hungarian Tisza. *Hydrobiologia*, 637, 121-141.

Istvánovics, V., Honti, M., Vörös, L., Kozma, Zs., Kovács, Á., Osztoics, A., Sárkány-Kiss, E. (2012). Phytoplankton dynamics along the Hungarian Tisa River and in its selected tributaries with implications for management. *Acta Biologica Debrecina, Supplementum Oecologica Hungarica*, 27, 67-91.

Padisák, J., Crossetti, L. O. and Naselli-Flores, L. (2009). Use and misuse in the application of the phytoplankton functional classification: a critical review with updates. *Hydrobiologia*, 621, 1-19.

Reynolds C. S. and Descy J. P. (1996). The production, biomass and structure of phytoplankton in large rivers. *Archiv für Hydrobiologie, Supplement 113, Large Rivers*, 10, 161-187.

Reynolds, C. S., Huszar, V., Kruk, C., Naselli-Flores, L. and Melo, S. (2002). Towards a functional classification of the freshwater phytoplankton. *Journal of Plankton Research*, 24, 417-428.

Sabater, S., Feio, M. J., Graça, M. A., Muñoz, I. and Romani, A. M. (2009). *The Iberian Rivers. Rivers of Europe*, Academic Press, 113-149.

Stanković, I., Vlahović, T., Udovič, M. G., Várbíró, G. and Borics, G. (2012). Phytoplankton functional and morpho-functional approach in large floodplain rivers. *Hydrobiologia*, 698, 217-231.

Stoyneva, M. (1994). Shallows of the lower Danube as additional sources of potamoplankton. *Hydrobiologia*, 289, 97-108.

Szász, G. (1997). *Meteorológia. Mezőgazdasági Kiadó*, Budapest, 267-280 pp.

Várbíró, G., Padisák, J., Nagy-László, Z., Abonyi, A., Stanković, I., Udovič, M. G. and Borics, G. (2018). How length of light exposure shapes the development of riverine algal biomass in temperate rivers? *Hydrobiologia*, 809, 53-63.

Szeged, 2023. augusztus 16.


Nagy - László Zsolt
doktorjelölt