

VÁLASZOK DR. BORICS GÁBOR BÍRÁLATÁRA

Köszönöm szépen Opponensemnek, hogy elvállalta értekezésem bírálatát. Rendkívül hálás vagyok, hogy ilyen alaposan átnézte a dolgozatomat és értő kritikáival és megjegyzéseivel olyan dolgokra mutatott rá, amik a tanulmány alapját képező cikkek többszörös bírálata, javítása utána sem tűntek fel sem a korábbi bírálóknak, sem saját magamnak. Köszönöm, hogy ilyen mélységben újra átgondolhattam vizsgálataim és következtetésem helyességeit és hibáit, és hogy ezzel nagymértékben támogatta, hogy a megfogalmazott eredményeim valóban helytállóak és egyértelműek legyenek.

1.kérdés:

„ELŐSZÓ

1. oldal 15. sor

Az „ökológiai állapot becslésére” helyett, helyesebb az értékelése szót használni. Míg az angol nyelvterületen az estimation kifejezésnek van egzaktabb szakmai tartalma, a hazai terminológiában a becslés kifejezés jobbra a szakértői becslésre utal, ami mögött inkább a sokéves tapasztalat birtokában kialakított véleményt (értéket) értik, és nem valamilyen becslőfüggvény alkalmazását.”

Válasz: A bíráló javaslatát elfogadom.

2.kérdés:

A BEMUTATOTT TANULMÁNYOKBAN ÁLTALÁNOSAN ALKALMAZOTT MÓDSZEREK

5. oldal 10. sor „a mintákat HCl-val ~7-8 pH értéken tartottuk”.

A minták tartósításához használt etanol vizes oldata semleges kémhatású. Hogyan történik a pH beállítása a sósavval?

Válasz: A szikes tavak erősen lúgos mintáinál alkalmaztuk csak ezt a módszert (A sósavat cseppenként adagoltuk, miközben a mintát homogenizáltuk és mindezt addig folytattuk, míg el nem értük a kívánt 7-8-as pH értéket, hiszen ilyen pH-án a szilícium-dioxid vázak a tárolás során feloldódnak. Valóban hiányzik a módszer leírásból, hogy ez az eljárás a szikes tavak mintáira vonatkozik és félreértésre adhat okot.

3. kérdés:

„A kovaalga fajokat fénymikroszkópos (Zeiss Axio Imager A1, Planapokromát DIC objektív) és pásztázó elektronmikroszkópos (Hitachi S-2600N) vizsgálatokkal azonosítottuk”

Milyen nagyítás mellett történtek a vizsgálatok?

Válasz: A sztenderd fénymikroszkópos vizsgálatokat 1000x nagyításon végeztük, ha ezen felül a fajsztű azonosításhoz szükség volt egyéb finom struktúra vizsgálatára, akkor használtunk elektronmikroszkópot. Ebben az esetben a nagyítás a vizsgálandó objektum (finom struktúra) méretétől függ, ami elérheti 5-10 000x nagyítást is.

4. kérdés:

6. oldal

„Minden taxon esetén ~20 valvát mértük meg, az így kapott hossz-, szélesség- és vastagság értékeket átlagoltuk és ezeket felhasználva számoltuk ki a sejttérfogatot Hillebrand et al. (1999) szerint”

Bár az átlagok használata természetesen szintén elfogadható, de meg kell jegyezni, hogy a mikroalgák sejttérfogatát meghatározó közleményben Hillebrand et al. (1999) azt javasolják, hogy húsz egyed térfogatát számoljuk ki a lineáris testátlók figyelembevételével, majd ezek mediánját tekintjük annak a középértéknek, amelyet az egyedszámokkal szorozva megkapjuk a víztérfogategységre vonatkoztatott térfogatokat.

Válasz: Igen, valóban így van. A legfontosabb információ számunkra, ebből a tanulmányból az volt, hogy 20 valva/egyed méretének lemérése elegendő a további vizsgálatokban használható sejttérfogat kiszámolásához, ezért mi is ezt a számot alkalmaztuk. A hivatkozás rossz helyen szerepel, helyesen így néz ki: Minden taxon esetén ~20 valvát mértük meg (Hillebrand et al.,1999), az így kapott hossz-, szélesség- és vastagság értékeket átlagoltuk és ezeket felhasználva számoltuk ki a sejttérfogatot.

5. kérdés:

A PATAKOK RENDŰSÉGÉNEK HATÁSA AZ EPILITIKUS KOVAALGÁK DIVERZITÁSÁRA

8. oldal

A dolgozatban a Jelölt első témája kapcsán merült fel a Strahler által kifejlesztett hierarchikus

osztályozási rendszer alkalmazása. Ennek kapcsán hasznos lett volna röviden definiálni a rendűség fogalmát és meghatározásának módját. Ugyanitt olvasható, hogy „A rendűség a vízfolyás hasonló tulajdonságú szegmenseinek elkülönítésére is alkalmas lehet, így jól magyarázza a vele szoros összefüggésben lévő ökológiai állapotot”.

Ezzel kapcsolatosan pontosítani kellett volna, hogy mire gondol a Jelölt. A rendűségnek valóban lehet szerepe az ökológiai állapotértékelés során, segítséget nyújt a típusok azonosításában és a referenciálisnak tekinthető vízfolyások eltérő típusokba történő besorolásában. Ilyen értelemben a rendűség úgynevezett típus-leíró változónak tekinthető. A VKI gyakorlatában ugyanakkor a vízfolyások vízgyűjtőterületének mérete került alkalmazásra típus-leíró változóként. Amennyiben a rendűség ökológiai állapottal való kapcsolata alatt a Jelölt mást ért, kérem mutassa be.

Válasz: A rendűség a folyórendszer felépítésnek hierarchiáját fejezi ki. Egy forráserecske, a földfelszín alól előbukkanó kis vízfolyás elsőrendű vízfolyás. Két vagy több elsőrendű vízfolyás összefolyásával másodrendű vízfolyás alakul ki. Általánosságban két azonos rendű vízfolyás összefolyásából egy eggyel magasabb rendű vízfolyás alakul ki. Ennek értelmében a Rába, Zagyva, Szamos negyedrendű, a Duna ötöd-hatod rendű, az Amazonas 11.-12. rendű.

Az adott rendűségű vízfolyás/víztest sajátos fizikai, kémiai és biológiai jellemzők sokaságával rendelkezik, és ezáltal valóban típus-leíró változónak tekinthető, mely típusok esetén a referencia állapot meghatározható és az ökológiai állapot értékelhető. A jelenleg használt típus leíró változó hazánkban valóban a vízgyűjtőterület, de a vízgyűjtő nagysága és a rendűség egymásnak könnyen megfeleltethető és figyelembe vehetők az elemzések során.

6. kérdés:

9. oldal

„EOV koordináták segítségével meghatároztuk a vízfolyások Strahler rendűségét”.

Milyen segítséget nyújtanak az EOV koordináták?

Válasz: A megfogalmazás valóban pontatlan, az EOV koordinátákat a mintavételi helyek pontos beazonosítására használtuk, ezután pedig a fent említett (5. kérdés) elv alapján meghatároztuk, hogy az adott vízfolyás az adott ponton milyen rendűségű.

7. kérdés:

10. oldal

Az önszerveződő térképek alkalmazása során a Jelölt így fogalmaz: „Az önszerveződő térkép (u_matrix) nem mutatja egyértelműen a diverzitás adatok rendűség szerinti csoportosulását, viszont jól jelzi a fajszám és diverzitás gradiens menti változását”

Itt pontosítani kellene, hogy mi az, ami mentén a diverzitás, grádiens szerint változik.

Válasz: A gradiens a vízfolyások rendűsége.

8. kérdés:

10- 11. oldal „Az egyenletességi értékek nem mutatnak összefüggést a vízfolyások rendűségével (2. a ábra). A vizsgált metrikák rendűség gradiens menti változása azonban jól kimutatható (2. b ábra). „

Ez nem ellentétes állítás? Vagy itt a másik három mérőszámra kell gondolni?

Válasz: Nem ellentétes állítás, mivel a 2. a ábrán az egyenletesség, a diverzitás és fajszám kapcsolatát a rendűséggel külön-külön látjuk. A 2. b ábra pedig a három metrika együttes változását mutatja a rendűség mentén.

9. kérdés:

Úgy vélem a 11-12. oldal 2.3. ábrái és az önszervező térképek segítségével végzett mintázat elemzés több magyarázatot igényelne, pl. jó lett volna kitérni arra, hogy mit jelentenek a színek és a számok.

Válasz: A SOM ábrákon a piros szín a nagyobb értékeket, a kék szín a kisebb értékeket jelöli. Az U mátrix esetén ez távolságot jelent (kisebb és nagyobb távolságok a neuronok között), a metrikák esetén pedig azok „hozzárendelt” értékét jelentik a színek. Ez azt jelenti, hogy ezek az értékek nem valós diverzitás értékek, hanem a mintához legközelebbi neuron diverzitási értékei, amihez a minta leginkább illeszkedik.

10. kérdés:

A fejezet kidolgozása során egységesíteni kellett volna a patak és a folyó kifejezések használatát. A hazai köznyelvben és a tudományos nyelvben általában elkülönül, hogy mit tekintünk pataknak és mit folyónak. Ott ahol ez kérdéses, jobb a vízfolyás kifejezést használni. Nem szerencsés az első rendű kisvízfolyásokra a folyó kifejezést használni, ill. nyolcad rendű

patakról sem beszélhetünk (12. oldal 5. sora), hiszen nyolcad rendű vízfolyás már csak a Duna volt.

Válasz: Teljesen egyetértek a bírálóval, próbáltam figyelni erre, de sajnos nem sikerült ezt következetesen használni.

11. kérdés:

A fejezetben a szerző kifejti, hogy „Az egyenletesség nem függött a patakok rendűségétől (13. oldal).” Ugyanakkor igazolódott, hogy a Shannon diverzitás és a fajszám növekvő tendenciát mutatott a rendűség értékével párhuzamosan. Ezek értékelésekor érdemes lett volna megemlíteni, hogy abban az esetben, amikor a rendűséggel az egyenletesség nem változik, a Shannon index értékének növekedése mögött kizárólag a fajszám növekedése áll, és a két mérőszám használata így redundáns.

Válasz: Igen, egyetértek a bírálóval, helyes lett volna erre kitérni.

12. kérdés:

A KOVAALGA ÖKOLÓGIAI GUILDEK, MINT AZ IDŐBEN VÁLTOZÓ KÖRNYEZETI TÉNYEZŐK ÉS BOLYGATÁSOK INDIKÁTORAI

A 17. oldal oldalon olvasható az „olyan taxonómiaiilag lazán rokon fajokat” mondatrész.

Mit kell ez alatt érteni?

Válasz: Ha a kovaalgák rendszertanát tekintjük, akkor ezek a csoportok akár távoli rokon fajokat is tartalmazhatnak (nem feltétlenül közeli rokon fajokról van szó).

13. kérdés:

22. oldal

„A PCA elemzés alapján megállapítható volt, hogy az oxigén fontos magyarázó változója a bentikus kovaalga közösségnek.”

- a) *Mennyiben tekinthető ez valóban ok-okozati kapcsolatnak?*
- b) *Miben nyilvánul meg a fajok oxigénigénye?*
- c) *Elképzelhető-e, hogy az oxigén jelenléte más paraméterre, pl. a szerves terhelés csekélyebb voltára utal?*

Válasz: a és c) A vízben lévő oxigén forrása a légköri beoldódás (mely a gáz parciális nyomásától függ, melyet a hőmérséklet, szalinitás, légnyomás és a tengerszint feletti magasság is befolyásolhat) és a termelő szervezetek fotoszintézise. Ezt az oxigént az élőlények légzése és a szerves anyagok kémiai oxidációja fogyasztja. A megfelelő oxigénmennyiség azonban nem áll mindig rendelkezésre, mint a szárazföldön élő aerob élőlények számára. A folyóvizekben az oxigénháztartás alapvetően a produktivitástól és a szervesanyagokkal való terheltségtől függ. Alacsony produktivitású folyóvizekben az oxigénmennyiség a hőmérséklettől függ, napi ingadozása alig van. A nagyobb produktivitású vizekben az oxigéngörbe napi ingadozást mutat: nappal túltelítettség, éjjel deficit jelentkezik. Ha a nagyobb produktivitású vizet mérsékelt szervesanyag terhelés éri, akkor éjszaka jelentős oxigén deficit keletkezik, melyet a nappali produktív folyamatok sem tudnak mindig kompenzálni. Szervesanyagokkal jelentősen terhelt vizekben viszont állandó az oxigén deficit (Padisák, 2005). Ebben az értelemben a kapcsolat természetesen sokkal inkább közvetett, mint közvetlen.

b) A fajok oxigén igénye elsősorban akkor nyilvánul meg, amikor légzésre térnek át. amikor a légzési rátájuk nagyobb (éjszaka), mint a fotoszintetikus ráta. Az oxigén felvétele és széndioxid kiválasztása könnyen kimutatható. A légzés folyamán, szénhidrátokat, lipideket, zsírsavakat oxidál a sejt miközben energia szabadul fel. A folyamat oxigén igényes (1 mol glükóz molekula lebontásához 6 mol O₂ szükséges). A különböző algafajok légzési folyamatának intenzitása (hány µg oxigént vesz fel egy óra alatt mg alga szárazanyagra vonatkozóan) változó, sőt még ugyanazon fajon belül is változhat a morfológiai és fiziológiai differenciáltságtól függően. A légzés intenzitást számos paraméter befolyásolja: enzimek működése, a sejtek kora, hőmérséklet, fény, pH, az oxigén és a tápanyagok. Kísérletek már régen kimutatták, hogy egy bizonyos intenzitású fény serkenti az oxigén felvételét, ún. fotorespirációs folyamatot indít el, mely akár 20x intenzívebb lehet a sötétben folyó légzésnél (Péterfi, 1977). Ez az oxigén szükséglet több bioindikációs rendszerben is megjelenik, és mivel az oxigén igény fajspecifikus, ezek a rendszerek az egyes a kovaalga fajokat különböző kategóriákba sorolják oxigén igényüknek megfelelően. A legrégebbi ilyen rendszer Cholnoky (1968) nevéhez fűződik, melyet aztán Denys vett át (1991). Ezt követően van Dam et al. (1994) is létrehozták saját rendszerüket és legújabb oxigén igényre vonatkozó rendszer 2019-ben jelent meg (Carayon et al., 2019). Az oxigénigényre vonatkozó rendszereket és azok kategóriát az 1. táblázatban foglaltam össze:

(Cholnoky, 1968) in Denys, 1991	Van Dam et al., 1994	Carayon et al., 2019
ismeretlen	ismeretlen	ismeretlen

nem releváns	polioxybionta (100%)-os oxigén szaturációs igény)	nagyon magas (>96%)
magas	oxybionta (75%)	magas (91-96%)
közepes	közepes (>50%)	közepes (83-91%)
alacsony	alacsony (>30%)	alacsony < 83%
	nagyon alacsony (10%)	

1. táblázat: A kovaalgák oxigénigényére vonatkozó bioindikációs rendszerek és azok kategóriái

Felhasznált irodalom:

- Carayon, D., J. Tison-Rosebery & F. Delmas (2019). Defining a new autoecological trait matrix for French stream benthic diatoms. *Ecological Indicators* 103: 650-658.
- Cholnoky, B. J. (1968). Die Okologie des Diatomeen In Binnengewassern., Vol. Cramer Ed. Vaduz, 699 p.
- Denys, L. (1991). A check-list of the diatoms in the holocene deposits of the Western Belgian coastal plain with a survey of their apparent ecological requirements. I. Introduction, ecological code and complete list., Ministère des Affaires Economiques - Service Géologique de Belgique. 41 p.
- Padisák, J. (2005). Átlatlanos limnológia. ELTE Eötvös Kiadó.
- Péterfi, I. (1977). Az algák biológiája és gyakorlati jelentősége. Ceres Könyvkiadó.
- Van Dam, H., A. Mertens & J. Sinkeldam (1994). A coded checklist and ecological indicator values of freshwater diatoms from the Netherlands. *Netherlands Journal of Aquatic Ecology*. 28: 117-133

14. kérdés:

33. oldal

„A guilddiverzitás szignifikáns korrelációt mutatott számos környezeti paraméterrel, ezért a biológiai sokféleség becslésének jó mérőszáma lehet.”

A diverzitás a biológiai sokféleség jó mérőszáma attól függetlenül, hogy mutat-e kapcsolatot a környezet releváns paramétereivel, vagy sem. Itt véleményem szerint a kérdés az, hogy a guild diverzitás értéke jellemző-e bizonyos környezeti háttérváltozók mintázatára.

Válasz: Igen, a megfogalmazás pontatlan. A mondat helyesen így hangzik:...ezért, a biológiai sokféleség mérőszámaként jól alkalmazható a környezeti háttérváltozók mintázatának, változásnak nyomon követésére.

15. kérdés:

A TÁJHASZNÁLAT HATÁSA A VÍZFOLYÁSOK BENTIKUS KOVAALGÁIRA:
HAGYOMÁNYOS ÉS FUNKCIONÁLIS ELEMZÉSEK

39. oldal

Mi az oka annak, hogy a legtöbb e téren megjelent közleménnyel ellentétben, a tájhasználatok

kategorizálásakor a „mezőgazdasági területhasználat” nem került megosztásra az intenzív szántóföldi termelés és a legeltetett területek szerint?

Válasz: A CORIN digitális térképek a tájhasználatot 5 fő kategóriába sorolják és ezen belül számos kategóriát különítenek el. A kategóriák alszintjeinek száma viszont nem egységes. Azért, hogy az értelmezési szint azonos, egységes legyen, azért választottuk az 5 fő kategóriát. Ugyanakkor természetesen a kisebb alkategóriákat is azonosítottuk mint pl. a mezőgazdasági területeken belül a nem öntözött mezőgazdasági területek vagy a rét/legelő kategóriákat. De ezek a kisebb alcsoportok a vizsgált vízgyűjtők legtöbbször nem voltak jelen, vagy a többihez képest kimondottan kis területtel képviselték magukat. Ezért úgy döntöttünk, hogy megtartjuk a CORIN által használt 5 fő kategóriát. Valóban sok olyan tanulmány van, amelyek a mezőgazdasági területhasználatot az említett két részre bontják. Azonban ha megnézzük ezeket a tanulmányokat, akkor a vízgyűjtőn mindkét kategória jelentős területtel volt jelen. Illetve vannak olyan tanulmányok, amelyek kifejezetten a tájhasználat alatt a mezőgazdaság hatására fókuszálnak. Egy ilyen tanulmány volt Tapolczai et al. (2021) munkája, melyek kimondottan kovaalgákra irányult és bebizonyosodott, hogy a legeltetett területek hatása jóval kisebb, mint a mezőgazdasági területeké, mely ily módon alátámaszthatja a két kategória összevonását és együttes kezelését.

Felhasznált irodalom:

Tapolczai, K., Selmeczy, G. B., Szabó, B., Viktória, B., Keck, F., Bouchez, A., ... & Padisák, J. (2021). The potential of exact sequence variants (ESVs) to interpret and assess the impact of agricultural pressure on stream diatom assemblages revealed by DNA metabarcoding. *Ecological Indicators*, 122, 107322.

16. kérdés:

Hogyan értelmezendő a víztest, mint tájhasználat?

„A PC2-es tengely az összvariancia 11,5%-át magyarázta és a mesterséges felületekkel ($r = -0,63$), a vízfelszínnel ($r = -0,46$) valamint a pH-val ($r = -0,63$) (13. ábra) mutatott összefüggést.”

Mit kell vízfelszín alatt érteni?

Válasz: A CORIN digitális térképeken a tájhasználati formákban a vízfelületek az 5. fő kategóriát alkotják. Ezen belül megkülönböztet kontinentális vizeket (folyóvizek, tavak) és tengeri vízfelületeket (lagúnák, tengerek és óceánok). A mi tanulmányunkban természetesen a folyók, tavak felületét kell érteni rajta. A legtöbb tájhasználati foglalkozó tanulmányban ez a kategória is megjelenik, mint természetes felület és a táj természetes eleme. A felszíni vizeket vizsgáló tanulmányokban, szerintem különösen fontos ennek az elemnek a megtartása, hiszen a vízi szervezetek terjedésében vagy éppen a metaközösség vizsgálatokban fontos szerepe lehet.

17. kérdés:

42. oldal

„Az LW1 jelleg egyértelműen a magas SRSi-tartalmú mintavételi helyekre volt jellemző (14. b ábra). A közepes méretű, alacsony profilú (LS3) és kis LW-aránnyal (LLW2) rendelkező fajok az elsősorban víztestekkel és mesterséges felületekkel borított vízgyűjtőkön voltak jellemzők „

Ezt miképpen kell értelmezni? Milyen jelleget rejtenek a betűkódok?

Válasz: Az 1. táblázatban (6 .oldal) található betűjeleknek megfelelően az LW1, ahol a hossz/szélesség arány <2 , LLW2 alacsony profilú guild (L), ahol a hossz szélesség arány 2 és 4 közé esik (LW2). Az LS3 a közepes méretű (S3), alacsony profilú guild (L) tagjai, ahol a méret 300 és $600 \mu\text{m}^3$ közé esik (6. oldal, 1. táblázat).

18. kérdés:

„Az illesztett LM-ek alapján a mezőgazdasági területnek (%) szignifikáns, pozitív hatással volt ($r = 0,26$, $p < 0,05$) a funkcionális gazdagságra, míg az erdőterületeknek (%) szignifikáns, negatív hatása volt ($r = -0,35$, $p < 0,01$) mind a faj-, mind pedig a funkcionális gazdagságra (7. táblázat).”

Mivel magyarázható, hogy a terhelések pozitív hatással vannak a közösség funkcionális diverzitására?

Válasz: A mezőgazdasági területekről jelentős tápanyag mennyiség (N, P) mosódik be mely sok, eltérő jelleggel rendelkező fajnak kedvezhet.

19. kérdés:

47. oldal

A meg nem magyarázott varianciában mennyire lehet szerepe a top-down hatásoknak, azaz a legelésnek?

Válasz: A meg nem magyarázott variancia olyan látens varianciákat tartalmazhat, amelyek a fajok közötti kapcsolatokból eredő varianciából származhatnak, ez sok esetben elérheti a teljes variancia 50%-át is (Leibold és Chase, 2018). Ez lehet jelen esetben a fajok közötti versengés a különböző forrásokért (fény, tápanyag és hely), illetve a legelésnek is nagy szerepe lehet

ebben, melyet elsősorban a különböző makrogerinctelen fajok jelentenek. Ezek a fajok szájszerv méretüknek és alakjuknak megfelelően jelentősen szelektálják a fajokat egyeseket teljesen lelegetnek, másokat otthagynak (a kérészek pl. a fonalas vagy kocsonyanyélen ülő fajokat, míg a csigák vagy tegzesek a szorosan vagy teljes valva felszínnel rögzülő fajokat kedvelik), ily módon a közösség összetételét jelentősen megváltoztathatják és e vizsgálat hiányában a legelés okozta variancia a magyarázatlan részben kap helyet.

Felhasznált irodalom:

Leibold, M. A. & J. M. Chase (2018): Metacommunity Ecology. Princeton University Press, Princeton. pp. 504.

20. kérdés:

48. oldal

„Az alacsony profilú guild és az LW2 hossz-szélesség arányú fajok jól jelzik a víz- és a mesterséges felületek megnövekedett arányát.”

Hogyan kell ezt a mondatot értelmezni?

Válasz: Azokon a vízgyűjtőterületeken, ahol víz és mesterséges felületek aránya magasabb volt, a vízfolyásokban az alacsony profilú guild és az LW2 hossz-szélesség arányú fajok voltak jellemzőek. A vízfelületek megnövekedett aránya valószínűleg segíti ezen fajok terjedését, ahogy a mesterséges felszínek az elfolyások felgyorsításával, és a helyi erózió bázis gyors elérésével támogatják ugyanezt a folyamatot.

21. kérdés:

ELTŰNŐ VILÁG: KÖZÉP-EURÓPAI SZIKES TAVAK KOVAALGA ÖSSZETÉTELE

51. oldal

„A sós tavak jelentős (gazdasági és nem gazdasági) értéke ellenére csak néhány áll intenzív védelem alatt (Williams, 1993).”

Mit értünk intenzív védelem alatt?

Válasz: Ha a természeti környezet megóvása az ember által okozott kártételektől egy aktív védelem, ami fenntartást és kezelést, az érdekében végzett tényleges munkát jelent, akkor intenzív természetvédelemről beszélünk. Amibe beletartozhat az okozott károk megszüntetése vagy a jelenlegieknek a megakadályozása (tényleges emberi beavatkozás) és nem „csupán” egy hely védetté nyilvánítása (passzív természetvédelem).

22. kérdés:

52. oldal

„A sejtek felszíne és a pórusméret is csökken alacsonyabb sótartalom mellett (Vrieling et al., 2007; Leterme et al.,”

Hogyan csökken a felszín? Csökken a strukturáltság?

Válasz: A kovaalga fajok a felszínüket a felületi érdesség (mint nanostruktúra) változtatásával tudják növelni vagy csökkenteni (Vrieling et al., 2007). A váz felszínén, hogy a kisebb szilícium-dioxid szemcsék milyen mértékben aggregálódnak és közöttük lévő rések eltűnnek-e vagy sem az a sótartalomtól függ (Iler, 1979; Brinker and Scherer, 1990).

Felhasznált irodalom:

Brinker CJ, Scherer GW (1990) *Sol-Gel Science* (Academic, New York).

Iler RK (1979) *The Chemistry of Silica* (Wiley, New York), 2nd Ed.

Vrieling, E. G., Sun, Q., Tian, M., Kooyman, P. J., Gieskes, W. W., van Santen, R. A., & Sommerdijk, N. A. (2007). Salinity-dependent diatom biosilicification implies an important role of external ionic strength. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 104 (25), 10441-10446.

23. kérdés:

58. oldal

„A különböző ökológiai guildekben lévő fajszámok (19. a ábra) és a fajok relatív gyakorisága (19. b ábra) alapján, statisztikailag szignifikáns különbségeket találtunk a magas profilú és a mozgó guild között ($p < 0,001$), valamint az alacsony profilú és a mozgó guild között ($p < 0,001$) az egyes régiókban, illetve az összes mintát figyelembe véve (19. ábra).”

- a) *Milyen az alacsony profilú, magas profilú és mozgó fajok aránya a hazai flórában?*
- b) *Az eltolódásokat mennyiben magyarázza az, hogy eleve más a fajok száma az egyes guildekben?*

Válasz: a) A kérdés egyszerűnek tűnhet, ha nem hordozná magával azt a minden algológusra nehezedő tényt, hogy a magyar algaflóra és így a kovaalgaflóra sincs összegyűjtve. Az MTA támogatásával Hortobágyi Tibor vezetésével indult meg az 1960-as évektől a hazai algaflóra összeállítása, először lyukkártyákon, majd a '80-as évektől számítógépen Hajdú Lajos vezetésével, melyet Rajczy Miklós fejezett be. Ezt Padisák Judit tovább fejlesztette és a katalógushoz tartozó különlenyomat gyűjteményt is létrehozta. 1991-1996 között Ács Éva fejlesztette tovább az adatbázist. Majd 1996-ban Buczkó Krisztina és Rajczy Miklóshoz került a feladat. A publikált algaadatok 1975-ig kerültek be az adatbázisba (*Flora et*

Iconographia Hungariae). éppen ezért nehéz a kérdésre pontos választ adni. A teljes hazai kovaalga flóra ismerete nélkül azonban megpróbálok egy közeli becslést adni az arányokra. Ehhez két tanulmányt és saját adatokat használtam fel. Ács et al. (2023)-as határozója 2019-2020 között vizsgált 75 állóvíz, 90 vízfolyás, 491 mintavételi hely adatait tartalmazza. Az adatok azon fajokra vonatkoznak, melyek legalább egy mintában dominánsak voltak (relatív egyedszámuk $\geq 5\%$). Ez a határozó planktonikus fajokat nem tartalmazza. A másik tanulmány, ami mérvadó lehet ebben a kérdésben Németh József: Magyarország Természetvédelmi területeinek algaflórája című 2001-ben lezárt kézirat nyomtatott változatából származik. Mivel ezek a tanulmányok tavakat és vízfolyásokat egyaránt tartalmaznak, ezért próbáltam képet adni arról is, hogy ezek az arányok változnak-e az álló és folyóvizek között. Ehhez a saját adatbázisomat is használtam fel (mely nem feltétlenül reprezentatív, de talán egy körülbelüli képet ad a hazai helyzetről). A kapott adatokat az alábbi táblázatban foglaltam össze.

	Ács et al., 2023 (181 domináns faj)	Németh József 2001, lezárt kézirat (709 faj)	Állóvíz (saját adatbázis) (375 faj)	Folyóvíz (saját adatbázis) (296 faj)
Mozgó guild	49%	53%	48%	50%
Magas profilú guild	27%	23%	25%	21%
Alacsony profilú guild	23%	17%	17%	21%
Planktonikus guild	-	7%	10%	8%

2. táblázat: A guildék aránya a hazai flórában.

A fenti elemzések teljes összhangban mutatják a fajok guildék közötti megoszlását. A legtöbb fajunk a mozgó ökológiai guildbe tartozik és 48-53%-ra becsülhető ez az arány. Ezt követi a magas profilú guild 21-27% os aránnyal, majd az alacsony profilú guild 17-23%-kal és végül egy később megkülönböztetett és alkalmazott guild a planktonikus guild, melynek aránya a legalacsonyabb 7-10%-ra tehető. Ezek az arányok nagyon hasonlóak a tavakban és a vízfolyásokban is.

b) A b ábrában természetesen mindkettő hatása benne van, a nagyobb fajszám és nagyobb a relatívgyakoriság okozta eltolódás is.

Felhasznált irodalom:

Ács, Éva, Tibor Bíró, Mónika Duleba, Angéla Földi, Keve Tihamér Kiss, Péter Orgoványi, Zsuzsa Trábert, and Krisztina Buczkó. (2023). Képes útmutató Magyarország leggyakoribb bevonatlakó kovaalgáihoz (Bacillariophyceae). Ludovika Kiadó.

Németh József (2001) Magyarország Természetvédelmi területeinek algaflórája. Kézirat.

24. kérdés:

64. oldal

“Az alacsonyabb TP koncentráció az FH1 alcsoportban annak köszönhető, hogy az itt található minták nagy része téli mintavételből származik. “

Mennyiben befolyásolhatta az eredményeket az, hogy a mintavételek nem mindegyike esett a vegetációs periódusra? Mit lehet tudni a bentikus kovaalgák éves szukcessziójáról?

Válasz: Ahhoz, hogy le tudjuk követni a szikes tavakban lezajló változásokat mind vízkémiai mind pedig algológiai szempontból, szükség van a vegetációs perióduson kívüli vizsgálatokra is. Ugyanis ha csak szoros értelemben vett vegetációs periódust néznénk, ami szóba jöhetne az a tavasz vége nyár eleje periódus, a tavak nyári kiszáradása előtt. Ez a periódus rendkívül rövid ahhoz, hogy a szikes tavakat ért tényleges hatásokat (legyen az természetes és mesterséges) feltérképezzük, nyomon kövessük és megértsük, akár a vízkémiai változók esetén, akár a közösségi összetételben. Természetesen van éves szukcessziója a kovaalga közösségnek, de az elsősorban a tavak természetes hidrológiai ciklusához (a különböző fázisokhoz) köthető (Lengyel et al., 2016; 2019). Azaz természetes állapotban mennyire hígul fel egy tó, vagy mennyire van betöményedve, ennek megfelelően milyen fizikai és kémiai változások történnek, ez abszolút lekövethető a kovaalga összetételben (pl. édes és sós vízi fajok arányában), vagy a diverzitási mérőszámokban (mint a fajszám és Shannon diverzitás) is (Lengyel et al., 2016). Azonban azt láttuk, hogy a közösségi összetételre a tavak egyediségének (Lengyel et al., 2016), a régiókra jellemző tulajdonságoknak, az emberi beavatkozásoknak vagy extrém időjárási eseményeknek ennél jóval nagyobb hatása van. Az éves szukcesszió, vagy a szubsztrát típusa kevésbé meghatározóak (Lengyel et al., 2016).

Felhasznált irodalom:

Lengyel, Edina, Judit Padišák, Éva Hajnal, Beáta Szabó, Attila Pellingner, and Csilla Stenger-Kovács. (2016). Application of benthic diatoms to assess efficiency of conservation management: a case study on the example of three reconstructed soda pans, Hungary." *Hydrobiologia* 777 : 95-110.

Lengyel, Edina, Tamás Pálmai, Judit Padišák, and Csilla Stenger-Kovács. (2019). Annual hydrological cycle of environmental variables in astatic soda pans (Hungary)." *Journal of Hydrology* 575: 1188-1199.

25. kérdés:

„A redukált RDA modellben a kovaalga közösségek összetételét magyarázó legfontosabb változók fontossági sorrendben a következők voltak: vezetőképesség, HCO₃⁻, SO₄²⁻, hőmérséklet, KOI, TP, pH, oxigéntelítettség, NH₄⁺, SRSi, NO₃⁻, és Cl⁻.”

Mennyiben tekinthető műterméknek az összes foszfor, közösséget meghatározó szerepe, tekintettel arra, hogy a mennyisége extrém magasnak tekinthető még az alacsonyabb koncentrációval jellemezhető tavak esetén is?

Válasz: Igen, valóban, ilyen nagy mennyiségű foszfor (saját méréseink maximum értéke 17 600 µg/l, Boros et al., 2013 alapján zavaros tavakban ~50 000 µg/l-t elérheti, aminek 33-63%-a oldott formában van jelen) esetén nehéz elképzelni, hogy ezért a tápanyagért bármiféle versengés folya és ennek következtében változna az összetétel. Mivel a legtöbb ökofiziológiai tanulmány a foszfor limitációra vonatkozik, ezért nehéz megmondani, hogy mi történik egy ilyen „túltelített” környezetben, természetes azon kívül, hogy más tápanyag fog limitálni, azaz nitrogén (ha a N:P arány < 30; Giri et al., 2022) vagy szilícium (<0,5 mg/l) limitáció léphet fel. A N:P arány a szikesekben rendkívül kicsi, átlagosan 0,4. A szikesekben az ammónia jelentős többsége a bakteriális lebontás eredménye, mely egy egyensúlyi folyamatban ammónium ionná alakul. A magas pH miatt azonban (8,5-10 pH) ammónia gáz formájában távozik a vízből az atmoszférába, s ez a nitrogén már nem tud bekapcsolódni a vízi anyagciklusba. Tehát egyik oldalon van egy nagy nitrogén veszteség, a másik oldalon pedig egy hatalmas mennyiségű P. Ez eredményezi az alacsony N:P arányt. Boros (2007) tanulmánya szerint N:P arány és a szalinitás között pedig fordított összefüggés írható le. A foszfor növekedése és szalinitás növekedése között pozitív kapcsolat van, ami azt is jelenti, hogy szalinitás növekedésével ez az arány tovább csökken.

Az irodalom szerint azonban a tápanyagok nagyobb koncentrációinál, azaz eutróf-hipertróf rendszerekben a túlzott tápanyagterhelés a diatóma közösség szerkezetének fő meghatározója, elősegíti a nagyon kevés tápanyagtűrő kovaalga faj dominanciáját (Agatz et al. 1999, Nunes et al., 2023). A megnövekedett stressz hatására a tápanyagokra érzékeny fajok eltűnnek és csak a toleráns taxonok maradnak meg (Cook et al., 2018), mely a közösségek homogenizációjához vezet. A TP hatása így nem gondolom, hogy műtermék. Viszont a tápanyagok jelentős növekedése mellett, sokkal inkább az összetett környezeti hatásoknak együttesen (Soininen, 2009) van hatása a közösségi összetételre. Ez az összetett, extrém környezeti hatás pedig a szikesek esetén kimondottan jellemző.

Ezzel kapcsolatban érdemes megemlíteni, hogy a kovaalgák a foszforért való küzdelemben rossz kompetítornak számítanak. A foszforfelvételi affinitásuk alacsony, ami azt jelenti, hogy más algafajokkal szemben hátrányban vannak a tápanyag felvételben kis P koncentrációk mellett. Ezzel szemben az úgynevezett minimum sejtkvóta (az a tápanyag mennyiség, ami sejt felépítéséhez minimálisan kell) a foszfor esetében magas, azaz a kovaalgák foszfor igénye magas. Tehát a diatómák gyors növekedését alacsony N:P aránynál tapasztalhatjuk. (Az irodalomban számos esettel találkozhatunk, amikor ez az arány <16, de természetesen az ellenkezőjére is akad példa.) Ami a képet egy kicsit módosítja, hogy nagy felület/biomassza arány miatt, sokkal könnyebben kielégítik a tápanyagigényüket. Tehát a nagy foszfor igényt a sokkal hatékonyabb foszfor felvétel (nagyobb felület áll rendelkezésre a szükséges ion felvételhez) kompenzálja a másik oldalon (Egge, 1998).

Felhasznált irodalom:

- Agatz, M., Asmus, R. M., & Deventer, B. (1999). Structural changes in the benthic diatom community along a eutrophication gradient on a tidal flat. *Helgoland Marine Research*, 53, 92-101.
- Boros, E. (2007). *Vízimadarak és fontosabb háttérváltozók szerepe fehér szikes vizek trofikus kapcsolataiban* (Doctoral dissertation, Doktori (PhD) Értekezés).
- Boros, E., Ecsedi, Z., & Oláh, J. (2013). Ecology and management of soda pans in the Carpathian Basin. *Hortobágy Environmental Association, Balmazújváros*.
- Cook, S. C., Housley, L., Back, J. A., & King, R. S. (2018). Freshwater eutrophication drives sharp reductions in temporal beta diversity. *Ecology*, 99(1), 47-56.
- Egge, J. K. (1998). Are diatoms poor competitors at low phosphate concentrations?. *Journal of Marine Systems*, 16(3-4), 191-198.
- Giri, T., Goutam, U., Arya, A., & Gautam, S. (2022). Effect of nutrients on diatom growth: a review. *Trends in Sciences*, 19(2), 1752-1752.
- Nunes, M., Lemley, D. A., & Adams, J. B. (2023). Benthic diatom diversity and eutrophication in temporarily closed estuaries. *Estuaries and Coasts*, 46(8), 1987-2006.
- Soininen, J. (2009). Is diatom diversity driven by productivity in boreal streams?. *Diatom Research*, 24(1), 197-207.

26. kérdés:

„Az éghajlati forgatókönyvek jelentős, 6 °C-os hőmérsékletemelkedést jeleznek előre Közép-Európában”

Mikorra tehető ez a hőmérséklet emelkedés?

Válasz: Az éghajlati modellt 2071-2100 közötti időszakra futtatták, tehát erre a periódusra vonatkozik ez a hőmérsékletemelkedés a referencia periódushoz képest (1961-1990).

27. kérdés:

66. oldal

„A domináns *Achnanthydium minutissimum* azonban különböző pH-értékű és trofikus szintű (Hofmann et al., 2013) egyértelműen ionszegény vizekre jellemző (van Dam et al., 1994; Kovács et al., 2006).

Az A. minutissimum korábban gyűjtőfaj volt, amelynek több alfaja/formája is ismert. Elképzelhető-e, hogy egy genetikai vizsgálatokkal kiegészített kutatás akár azt is eredményezhetné, hogy az A. minutissimum olyan formája él a szikes tavakban, ami halophil környezetet és magas tápanyag koncentrációt preferál? Vagy a tanulmányban szereplő A. minutissimum azt a fajt jelöli, ami a faj “részekre szedését” követően továbbra is A. minutissimum-ként szerepel?

Válasz: Az *Achnanthes minutissima* Kützing által leírt faj - amelyet egyébként a világ legismertebb, legelterjedtebb kovaalgájaként tartanak számon - taxonómiai szempontból a rendkívül problémás fajok közé tartozik, mérete kicsi 2-25 mikrométer közötti, fénymikroszkópban a vázon található mintázat alig látható. Az *Achnanthes* és *Achnanthydium* nemzetségek elkülönítésére, a fajok besorolására is számos koncepció volt. Kissé zavaros taxonómiai helyzete miatt ezért nem véletlen, hogy az *A. minutissima* és variánsainak (melyeket később külön fajként írtak le) a rá hasonlító fajok ökológiája is sokszor vitatott.

Az általunk határozott *Achnanthydium minutissimum* (Kützing) Czarneczki 1994 fajta Potapova és Hamilton morfológiai alapon próbálták szétszedni több fajra már 2007-ben (Potapova és Hamilton, 2007). Azonban vizsgálatukban arra jutottak, hogy ebben a „komplexben” 6 morfológiai csoport van, de azok szigorúan statisztikai alapon nem különíthetők el, ezért nem lehet külön fajként leírni őket. Azonban ezek a morfológiai variánsok is egyértelmű ökológiai preferenciával rendelkeztek (Észak–Amerika 30 folyóvíz adatait figyelembe véve). A legfontosabb környezeti paraméterek, mely ezen formacsoportok elterjedését meghatározzák a pH, a tápanyagtartalom és a vezetőképesség voltak. A tápanyagdús, magas vezetőképességű (ebben tanulmányban 1000-1200 $\mu\text{S cm}^{-1}$ jelenti a magas értéket) vizekben elsősorban a lineáris, durva striával rendelkező formák voltak jellemzők. Azok a morfológiai variánsok, melyek formája rombusz alakú, s melyek leginkább az *A. eutrophilumra* hasonlítanak, a magas pH, közepes ion koncentrációt és nagyobb tápanyagkoncentrációkat indikálják, de ezek a formák nem voltak jellemzők a szikesekre.

Svédországi tavakban is megállapították (Gottschalk and Kahlert, 2012), hogy a fajon belül a különböző méretű (átlagszélességű) egyedek más-más tápanyag ellátottságot indikálnak. A határértékeket 2,2 és 2,8 mikrométernél húzták meg. A vékonyabbak az

alacsonyabb tápanyag koncentrációt, míg a szélesebbek a nagyobb tápanyag koncentrációt jelezték.

Földi et al. (2018)-ban vizsgálták a szikes, kráter bomba tavak kovaalga összetételét és azt látták, hogy az *Achnanthydium minutissimum* faj valóban az alacsonyabb vezetőképességű, pH-jú és TP koncentrációjú tavakban volt jellemző. Az utolsó két évtizedben azonban egyértelművé vált, hogy az ilyen fajok, mint az *A. minutissimum*, genetikai variánsok sokaságából állnak, amelyeket morfológiai szempontból nehéz vagy nem lehet elkülöníteni (cryptic fajok). Ezért az ökológiai preferenciájukat és a földrajzi elterjedésüket is nehéz megállapítani mikroszkópos vizsgálatokkal. Az új genetikai vizsgálatok azonban (DNS metabarkódolás) 2021-ben már kimutatták, hogy az *A. minutissimum*nak valóban különböző genetikai variánsai vannak, eltérő ökológiai preferenciákkal és ennek megfelelően eltérő elterjedéssel. 20 genetikai variánst azonosítottak, melyet három ökológiai csoportba soroltak. Elsősorban egyébként a kalciumra, vezetőképességre, pH-ra, NH_4^+ és SO_4^{2-} ra gradiens mentén rendeződtek ezek a csoportok. 2023-ban pedig már morfológiai és genetikai elemzésekkel 3 új fajt (*A. angustum*, *A. baicalonatum*, *A. obscurum*) különítették el a transzbajkái régióban. Tapolczai és munkatársai szintén kimutatták (2021) öt további jól ismert, gyakori kovaalga fajnál (pl. *Amphora pediculus*, *Cocconeis pediculus*) a genetikai variánsokat, melyek száma 3-15 között változott az egyes fajoknál, és ezen genetikai variánsok rendeződését a tájhasználati gradiens (vízgyűjtőn található szántóföldek aránya) mentén. Mindezek értelmében, ha a genetikai vizsgálatokat elvégeznénk, teljes mértékben elképzelhetőnek tartom, hogy a szikesekben ennek a fajnak más genetikai variánsait találnánk meg, mely más ökológiai preferenciával rendelkeznének.

Felhasznált irodalom:

- Földi, A., Acs, E., Grigorszky, I., Ector, L., Wetzel, C. E., Varbiro, G., ... & Duleba, M. (2018). Unexpected consequences of bombing. Community level response of epiphytic diatoms to environmental stress in a saline bomb crater pond area. *PLoS One*, 13(10), e0205343.
- Tapolczai, K., Selmeczy, G. B., Szabó, B., Viktória, B., Keck, F., Bouchez, A., ... & Padišák, J. (2021). The potential of exact sequence variants (ESVs) to interpret and assess the impact of agricultural pressure on stream diatom assemblages revealed by DNA metabarcoding. *Ecological Indicators*, 122, 107322.
- Tseplik, N., Genkal, S., Maltsev, Y., Kuznetsova, I., & Kulikovskiy, M. (2023). Molecular Investigation of the *Achnanthydium minutissimum* Complex (Bacillariophyceae) from the Transbaikalian Region with the Description of Three New Species. *Water*, 15(19), 3379.
- Pérez-Burillo, J., Trobajo, R., Leira, M., Keck, F., Rimet, F., Sigró, J., & Mann, D. G. (2021). DNA metabarcoding reveals differences in distribution patterns and ecological preferences among genetic variants within some key freshwater diatom species. *Science of the Total Environment*, 798, 149029.
- Potapova, M., & Hamilton, P. B. (2007). Morphological and ecological variation within the *Achnanthydium minutissimum* (Bacillariophyceae) species complex 1. *Journal of phycology*, 43(3), 561-575.

28. kérdés:

68. oldal

„Feltételeztük, hogy a filogenetikai diverzitás mérőszámai az ökológiai és evolúciós mechanizmusoknak köszönhetően sokkal jobban jelzik a szikes tavak limnológiai paramétereit, ezért a bentikus kovaalgákon alapuló taxonómiai távolság (TD) indexek gazdagítani fogják az ezekben a különleges vízi környezetekben alkalmazott, modern természetvédelmi gyakorlatot”

Minél jelzik jobban a limnológiai paramétereiket?

Válasz: A hagyományos diverzitás metrikáknál (fajgazdagság, Shannon diverzitás).

29. kérdés:

74. oldal

„A hőmérséklet, a vezetőképesség, a pH, a TP és a NH₄⁺ valamennyi diverzitás metrikával korrelált, negatív volt a korreláció.”

Az ammónium esetén egyértelműen mérgezés is lehet a magas pH miatt. De mi a helyzet a foszforral? Műtermék?

Válasz: A 24. kérdésben felmerült a bírálóban ugyanez a gondolat, ahogy ott is, úgy itt is ugyanazt tudom válaszolni:

Az irodalom szerint a tápanyagok nagyobb koncentrációjánál, azaz eutróf-hipertróf rendszerekben a túlzott tápanyagterhelés a diatóma közösség szerkezetének fő meghatározója, elősegíti a nagyon kevés tápanyagtűrő kovaalga faj dominanciáját (Agatz et al. 1999, Nunes et al., 2023). A megnövekedett stressz hatására a tápanyagokra érzékeny fajok eltűnnek és csak a toleráns taxonok maradnak meg. (Cook et al., 2018), mely a közösségek homogenizációjához vezet. A TP hatása így nem gondolom, hogy műtermék.

Felhasznált irodalom:

Agatz, M., Asmus, R. M., & Deventer, B. (1999). Structural changes in the benthic diatom community along a eutrophication gradient on a tidal flat. *Helgoland Marine Research*, 53, 92-101.

Cook, S. C., Housley, L., Back, J. A., & King, R. S. (2018). Freshwater eutrophication drives sharp reductions in temporal beta diversity. *Ecology*, 99(1), 47-56.

Nunes, M., Lemley, D. A., & Adams, J. B. (2023). Benthic diatom diversity and eutrophication in temporarily closed estuaries. *Estuaries and Coasts*, 46(8), 1987-2006.

30. kérdés:

79. oldal

„Így a taxonómiai távolság diverzitás indexek alkalmazását olyan típusú tavak esetében javasoljuk, ahol az ökológiai állapot alapvetően a trofitási szinttől függ (édesvízi tavak), illetve olyan esetekben, amikor fajgazdagság változása a trofitás mentén nem egyértelmű (Blanco et al., 2012).”

A felszíni vizek fitoplankton alapú ökológiai állapotértékelése során a diverzitás indexek nem bizonyultak megfelelőnek, mert azok sokkal inkább reagálnak a források, így a tápanyagok fluktuációjára mint abszolút mennyiségére. Van –e példa a bevonatlakó kovaalgák esetén arra, hogy a tápanyagok koncentrációjának növekedésére negatív, vagy pozitív diverzitás választ adnak?

Válasz: Az elmúlt évtizedekben az ökológusok körében egy nagyon vonzó, és részletesen vizsgált téma volt az élőhelyek produktivitás (biomassza, vagy a forrás elérhetősége) és a diverzitás közötti kapcsolatok (PDR) vizsgálata. Az irodalom szerint 6 féle kapcsolat lehetséges a tápanyag és a diverzitás között: random, negatív, pozitív, lapos, U alakú (ez nagyon ritka) és harang görbe alakú (Smith, 2007). A témát érintő összefoglaló tanulmányok legfőbb következtetése az volt, hogy a leggyakrabban előforduló kapcsolat a lineáris pozitív és az unimodális kapcsolat (Waide et al., 1999; Mittelbach et al., 2001). Pärtel et al. (2007) szerint az unimodális válasz kifejezetten jellemző a vízi ökoszisztémákban, ahogy a magasabb rendű növényekre valamint a mérséklet övi közösségekre is. Smith (2007) ugyanebben az évben 70 kifejezetten vízi mikroökológiával foglalkozó tanulmányt tekintett át, ezekben azt találta, hogy természetes vizekben (nem kísérletes körülmények között) a PDR 35%-a negatív, 28%-a pozitív, 23%-a harang görbe alakú és 14% az egyéb típusú (lapos, random) volt. A témával foglalkozó tanulmányokból számomra világosan látszik, hogy a PDR milyensége kontextus függő. Nem mindegy ugyanis, hogy a tápanyag gradiens, amit vizsgálunk milyen széles és melyik szegmensében dolgozunk (Smith, 2007). A mintázat természetesen függ a térbeli skálától is. Chase és Leibold (2002) szerint lokális skálán unimodális, regionális skálán pozitív lineáris kapcsolat jellemző. De az az eset is fennállhat, hogy a fajszámot valószínűleg más tényezők (pl. bolygatás gyakorisága, Cardinale et al., 2005; vas tartalom, Soininen and Heino, 2007) sokkal inkább befolyásolják, mint a tápanyag.

Ha csak a kovaalgákra fókuszálunk, akkor azt láthatjuk, hogy hasonlóan az előzőekhez a PDR a kovaalgák esetében nagyon változatos (3. táblázat). A tanulmányok nem mutatnak egységes képet van, hogy lineáris negatív (pl. Archibald, 1972), van, hogy pozitív (pl. Lavoie et al., 2008), unimodális (Soininen, 2009) vagy semmilyen kapcsolatot (Bellinger et al., 2006) nem találtak közöttük. Sőt U alakú összefüggésre és lehet találni példát (Passy, 2010).

diverzitás mutatók	tápanyag típusa	válasz	ökoszisztéma	irodalom
fajszám	P	+	vízfolyások	Keithan et al., 1988
Shannon index	N és P formák	+	vízfolyások	Vilbaste and Truu, 2003
AVTD	TP	+	tavak	Leira et al., 2008
időbeli variabilitás	TP	+	vízfolyások	Lavoie et al., 2008
fajszám	P, N	+	kísérlet (vízfolyás)	Liess et al., 2009
Jaccard index	N (pisztráng)	+	tó (paleolimnológia)	Chen et al., 2011
fajszám	DIN	+	oligotróf tengerparti régió	Kafouris et al., 2019
Simpson index Menhinick index Margalef index béta-diverzitás	N és P formák N és P formák	- -	vízfolyások édesvizek	Archibald, 1972 Leboucher et al., 2018
Shannon index	TP, TN	-	tározó (paleolimnológia)	Lei et al., 2021
fajszám	TP, TN, N:P	+, -, unimodális	vízfolyások	Soininen, 2009
fajszám és béta-diverzitás	P	+ (alacsony P koncentráció) -(nagy P koncentráció)	vízfolyás	Chen et al., 2022
Fajszám Shannon index Simpson index Egyenletesség Menhinick index Margalef index Fisher Berger-Parker index	TP	unimodális (harang görbe)	vízfolyások	Blanco et al., 2012
Shannon index	N és P formák	nincs összefüggés	vízfolyás	Wu és Kow, 2002
Shannon index és Simpson–Yule index	N és P formák	nincs összefüggés	vízfolyások	Bellinger et al., 2006

Shannon index, egyenletesség, fajszám	N és P formák	nincs összefüggés	kis tavak	Shimkada et al., 2006
fajszám	forrás ellátottság/szélességi fok (DOC, Mn, Fe, szerves anyag)	U alakú	vízfolyás	Passy, 2010

3. táblázat: A tápanyag és a kovaalga diverzitás közötti kapcsolatok típusai

Azonban ha mind a földrajzi skálát, mind pedig a tápanyag gradienst kiszélesítjük, akkor unimodális (harang görbe) mintázatot fogunk kapni (Soininen, 2009; Pandey et al., 2017), amit Huston (1999) univerzális mintázatként írt le a természetben, és a kovaalgákra a pH esetén is kimutattak (Schneider et al., 2013). És itt visszakapcsolnék a már említett gondolathoz: nem mindegy, hogy harang görbe emelkedő, lapos vagy az ereszkedő részét mintázzuk meg (Smith, 2007). A kovaalgák autotróf sejtek, növekedésük közvetlenül a fény- és tápanyagellátástól függ. Az alacsony tápanyag tartalmú vizekben a tápanyagfelvétel jobb hatékonyságát biztosító alkalmazkodás feltétlenül szükséges a populáció fenntartásához és az ökológiai sikerhez (Keck és Kahlert, 2019). Éppen ezért alacsony produktivitás esetén kevés faj van jelen, alacsony diverzitású közösség alakul ki a tápanyagokért folytatott versengés illetve a fiziológiai korlátok miatt. A tápanyagok növekedésével azonban újabb fajok jelennek meg (több faj képes már ilyen koncentrációknál megmaradni és fenntartani a populációt), melyek növelik a diverzitást (Elliot and Quintino 2007). A rendszerben lévő nagyobb energia lehetőséget ad magasabb diverzitás kialakulására (Soininen, 2009). Ezt követően, tápanyagok nagyobb koncentrációjánál, azaz eutróf-hipertróf rendszerekben a túlzott tápanyagterhelés a diatóma közösség szerkezetének fő meghatározója, elősegíti a nagyon kevés tápanyagtűrő kovaalga dominanciáját (Agatz et al. 1999, Nunes et al., 2023). A megnövekedett stressz hatására a tápanyagokra érzékeny fajok eltűnnek a toleráns taxonok maradnak meg (Cook et al., 2008), mely a közösségek homogenizációjához és a diverzitás csökkenéshez vezet. A tápanyagok jelentős növekedésének, de sokkal inkább az összetett környezeti hatásoknak együttesen (Soininen, 2009) lesz káros hatása lesz a közösségekre, a kompetitív kizárás illetve a korlátozott fiziológiai képességek miatt. Ez az összetett környezeti hatás, pedig a szikesek esetén kimondottan jellemző.

Felhasznált irodalom:

- Agatz, M., Asmus, R. M., & Deventer, B. (1999). Structural changes in the benthic diatom community along a eutrophication gradient on a tidal flat. *Helgoland Marine Research*, 53, 92-101.
- Archibald, R. E. M. (1972). Diversity in some South African diatom associations and its relation to water quality. *Water Research*, 6(10), 1229-1238.

- Blanco, S., Cejudo-Figueiras, C., Tudesque, L., Bécares, E., Hoffmann, L., & Ector, L. (2012). Are diatom diversity indices reliable monitoring metrics?. *Hydrobiologia*, 695, 199-206.
- Bellinger, B. J., Cocquyt, C., & O'Reilly, C. M. (2006). Benthic diatoms as indicators of eutrophication in tropical streams. *Hydrobiologia*, 573, 75-87.
- Cardinale, B. J., Srivastava, D. S., Emmett Duffy, J., Wright, J. P., Downing, A. L., Sankaran, M., & Jouseau, C. (2006). Effects of biodiversity on the functioning of trophic groups and ecosystems. *Nature*, 443(7114), 989-992.
- Chase, J. M., & Leibold, M. A. (2002). Spatial scale dictates the productivity–biodiversity relationship. *Nature*, 416(6879), 427-430.
- Chen, G., Saulnier-Talbot, E. M. I. L. I. E., Selbie, D. T., Brown, E., Schindler, D. E., Bunting, L., ... & Gregory-Eaves, I. R. E. N. E. (2011). Salmon-derived nutrients drive diatom beta-diversity patterns. *Freshwater Biology*, 56(2), 292-301.
- Chen, X., Liang, J., Zeng, L., Cao, Y., & Stevenson, M. A. (2022). Heterogeneity in diatom diversity response to decadal scale eutrophication in floodplain lakes of the middle Yangtze reaches. *Journal of Environmental Management*, 322, 116164.
- Cook, S. C., Housley, L., Back, J. A., & King, R. S. (2018). Freshwater eutrophication drives sharp reductions in temporal beta diversity. *Ecology*, 99(1), 47-56.
- Elliott, M., & Quintino, V. (2007). The estuarine quality paradox, environmental homeostasis and the difficulty of detecting anthropogenic stress in naturally stressed areas. *Marine pollution bulletin*, 54(6), 640-645.
- Keck, F., & Kahlert, M. (2019). Community phylogenetic structure reveals the imprint of dispersal-related dynamics and environmental filtering by nutrient availability in freshwater diatoms. *Scientific Reports*, 9(1), 11590.
- Keithan, E. D., Lowe, R. L., & DeYoe, H. R. (1988). Benthic diatom distribution in a Pennsylvania stream: role of pH and nutrients. 1. *Journal of Phycology*, 24(4), 581-585.
- Lavoie, I., Campeau, S., Darchambeau, F., Cabana, G., & Dillon, P. J. (2008). Are diatoms good integrators of temporal variability in stream water quality?. *Freshwater biology*, 53(4), 827-841.
- Leboucher, T., Budnick, W. R., Passy, S. I., Boutry, S., Jamoneau, A., Soinin, J., ... & Tison-Rosebery, J. (2019). Diatom β -diversity in streams increases with spatial scale and decreases with nutrient enrichment across regional to sub-continental scales. *Journal of Biogeography*, 46(4), 734-744.
- Lei, Y., Wang, Y., Qin, F., Liu, J., Feng, P., Luo, L., ... & Jiang, S. (2021). Diatom assemblage shift driven by nutrient dynamics in a large, subtropical reservoir in southern China. *Journal of Cleaner Production*, 317, 128435.
- Leira, M., Chen, G., Dalton, C., Irvine, K., & Taylor, D. (2009). Patterns in freshwater diatom taxonomic distinctness along an eutrophication gradient. *Freshwater Biology*, 54(1), 1-14.
- Liess, A., Lange, K., Schulz, F., Piggott, J. J., Matthaei, C. D., & Townsend, C. R. (2009). Light, nutrients and grazing interact to determine diatom species richness via changes to productivity, nutrient state and grazer activity. *Journal of Ecology*, 97(2), 326-336.
- Mittelbach, G. G., Steiner, C. F., Scheiner, S. M., Gross, K. L., Reynolds, H. L., Waide, R. B., ... & Gough, L. (2001). What is the observed relationship between species richness and productivity?. *Ecology*, 82(9), 2381-2396.
- Nunes, M., Lemley, D. A., & Adams, J. B. (2023). Benthic diatom diversity and eutrophication in temporarily closed estuaries. *Estuaries and Coasts*, 46(8), 1987-2006.
- Pandey, L. K., Bergey, E. A., Lyu, J., Park, J., Choi, S., Lee, H., ... & Han, T. (2017). The use of diatoms in ecotoxicology and bioassessment: Insights, advances and challenges. *Water Research*, 118, 39-58.
- Underwood, G. J. (2010). Microphytobenthos and phytoplankton in the Severn estuary, UK: present situation and possible consequences of a tidal energy barrage. *Marine Pollution Bulletin*, 61(1-3), 83-91.
- Patrick, R. (1973). Use of algae, especially diatoms, in the assessment of water quality. In *Biological methods for the assessment of water quality*. ASTM International.
- Pärtel, M., Laanisto, L., & Zobel, M. (2007). Contrasting plant productivity–diversity relationships across latitude: the role of evolutionary history. *Ecology*, 88(5), 1091-1097.

- Simkhada, B., Jüttner, I., & Chimonides, P. J. (2006). Diatoms in lowland ponds of Koshi Tappu, Eastern Nepal–relationships with chemical and habitat characteristics. *International review of hydrobiology*, 91(6), 574-593.
- Smith, V. H. (2007). Microbial diversity–productivity relationships in aquatic ecosystems. *FEMS Microbiology Ecology*, 62(2), 181-186.
- Soininen, J. (2009). Is diatom diversity driven by productivity in boreal streams?. *Diatom Research*, 24(1), 197-207.
- Soininen, J., & Heino, J. (2007). Variation in niche parameters along the diversity gradient of unicellular eukaryote assemblages. *Protist*, 158(2), 181-191.
- Vilbaste, S., & Truu, J. (2003). Distribution of benthic diatoms in relation to environmental variables in lowland streams. *Hydrobiologia*, 493, 81-93.
- Waide, R. B., Willig, M. R., Steiner, C. F., Mittelbach, G., Gough, L., Dodson, S. I., ... & Parmenter, R. (1999). The relationship between productivity and species richness. *Annual review of Ecology and Systematics*, 30(1), 257-300.
- Wu, J. T., & Kow, L. T. (2002). Applicability of a generic index for diatom assemblages to monitor pollution in the tropical River Tsanwun, Taiwan. *Journal of Applied Phycology*, 14, 63-69.

31. kérdés:

„Néhány közösségi jellemző azonban, mint a fajgazdagság és a Shannon diverzitás jól jelzik a szikesek megőrzendő limnológiai jellemzőit (vezetőképesség, pH, Cl⁻), így alkalmasak az állapotuk becslésére is. A fajgazdagság volt a legérzékenyebb a vezetőképesség változására, míg a Shannon diverzitás a pH-ra.”

Fontos hangsúlyozni, hogy a kapcsolat negatív, és jelen esetben az alacsony diverzitás a kívánatos állapot.

Válasz: Igen, egyetértek, ezért is hangsúlyoztam a 78. oldalon a következőt: „Az ilyen típusú ökoszisztémákban a természetvédelmi megőrzés fő céljának a kevésbé változatos, alacsony fajgazdagságú közösségek fenntartását kell tekinteni.”

32. kérdés:

A BENTIKUS KOVAALGÁK JELLEGALAPÚ ELEMZÉSEINEK TOVÁBBFEJLESZTÉSE: JELLEG- ÉS FAJALAPÚ INDEXEK KIDOLGOZÁSA

88. oldal

A 27. ábrán, a vezetőképesség SCIL kapcsolat esetén, a normalitás vélhetően nem áll fenn, ezért a lineáris regresszió alkalmazása nem támogatott.

Válasz: Valóban, egyetértek a bírálóval. Azonban a lineáris regresszió nem helyes alkalmazása ellenére is jól látszik már pont az adatok eloszlásából, hogy a SCIL index nem volt érzékeny index a vezetőképesség változására. Így ez a statisztikai hiba a következtetéseinkre nincs hatással.

33. kérdés:

101. oldal

„Eddig hosszúkás, kis L/W arányú taxonokról csak nagy sodrású, szennyezett élőhelyekről számoltak be”

A megnyúlt alak nem kis, hanem nagy hossz- /szélesség arányt jelent.

Válasz: A megfogalmazás valóban félrevezető. Itt az LW2 ($2 < L/W < 4$), LW3-as ($4 < L/W < 6$) fajokról beszélek, amelyek inkább megnyúltak, mint gömbölydedek (pl. *Navicula* és *Nitzschia* fajok), nem pedig a tipikusan hosszú fajokról, melyek az LW 6 ($L/W > 20$) kategóriába tartoznak (pl. *Ulnaria ulna*).

34. kérdés:

109. oldal

„A variancia particionálás azt mutatta, hogy a változók közül a régió, a víz színe és az ökológiai állapot szignifikánsan magyarázzák a funkcionális diverzitási mintázatokat „

Mi volt a mérőszáma az ökológiai állapotnak?

Válasz: Az ökológiai állapot, ahogy a szín, évszak, hidrológiai fázis, szín, aljzat is faktoriális változók voltak. Az ökológiai állapot esetén, az egyik kategória a természetes állapotú tavakat jelentette, a másik kategória a rekonstruált és aktív természetvédelem alatt álló tavakat.

35. kérdés:

„E tényezők közül azonban a régió, mint térbeli hatás magyarázta a legnagyobb mértékben a kovaalgák funkcionális diverzitásának változását, ami alátámasztja azt a feltételezést, hogy a térbeli folyamatoknak erős hatásuk van a közösségek szerkezetére és funkciójára (Heino et al., 2015). „

A térbeliség szerepe leginkább a diszperzió limitáció során szokott megjelenni az ökológiai rendszerekben megfigyelt mintázatok elemzése során. Erről van-e szó a szikes tavak funkcionális diverzitása esetén is, vagy a régiók egyfajta proxinak tekinthetők, melyek mögött jelentős ökológiai sajátosságok vannak, és valójában ezek idézik elő a különbségeket?

Válasz: Ebben az elemzésben arra voltunk kíváncsiak, hogy a tavak térbeli elkülönülésének vagy a környezeti tényezőknek van-e jelentősebb hatása a funkcionális diverzitásra. Az elemzés

szerint a térbeli elkülönülésnek van nagyobb szerepe ahol, ahogy bírálóm is felveti, a fajok terjedésének a régiók között lehet szerepe a közösségek összetételének és diverzitásának alakításában. Természetesen a térben jól elkülönült tavakban valóban jelentős és eltérő élőhelyi szűrés jellemző, hiszen a két régió tavainak környezeti változóiban szignifikáns különbségek vannak, azaz a környezeti paraméterek különbségei természetesen adhatnák a regionális különbségeket is. A variancia particionálás viszont pontosan arra alkalmas módszer, hogy ezeket a hatásokat szétválasszuk és ez az elemzés jelen esetben azt mutatta, hogy a régiók (térbeli elkülönülés) egyedüli hatása valamivel erősebbnek bizonyult környezeti tényezők hatásánál.

36. kérdés:

115. oldal

„Az alacsony funkcionális diverzitás fő okai: az élőhelyi heterogenitás alacsony foka (Stark et al., 2017), az erős környezeti szűrés (Anacker és Harrison, 2012) és a zord környezet (Heino, 2005).„

Milyen tényező értendő a kissé irodalminak tűnő „zord környezet” alatt? Nem fed ez át a környezeti szűréssel?

Válasz: De, valójában átfed, viszont itt azt szerettem volna hangsúlyozni, hogy ezt az erős környezeti szűrést az édesvizeinkhez képest extrémnek mondható környezeti tényezők okozzák. A zord környezet alatt tehát az extrém környezeti tényezőket, mint a magas vezetőképességet, pH-t, nagy tápanyagkoncentrációt, nagy napi hőingást és a víz kis Secchi-átlátszóságát értem.

37. kérdés:

A Jelölt mind az eredményekben, mind az értékelés során a „szignifikáns hatás” kifejezést használja. Mivel a 18. táblázatban, amely a lineáris modellek eredményeit összegezi, nincs feltüntetve a meredekség, nehéz kibogozni, hogy mi érthető hatás alatt; szignifikáns negatív, vagy pozitív hatásról van szó.

Válasz: A disszertációban szereplő táblázat valóban nem tartalmazza a hatás irányát. Ezt az alábbi táblázatban pótolom (4. táblázat).

Fukcionális diverzitás indexek											F	p	d.f.
	hőmérséklet	vezetőképesség	pH	DO	TP	CO ₃ ²⁻	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	TN	SO ₄ ²⁻			
Redukált modell	Fric	-	-	+	-		+	+	-	+	17.17	<0.001	250
	FDiv	+	-	-	-		+		+	+	7.607	<0.001	251
	FDis	-	-	-				+	-	+	9.014	<0.001	252
	RaoQ	-	-	-			+	+	-	+	9.934	<0.001	251
	FGR	-	-	-		-	-	+		+	7.409	<0.001	251

4. táblázat: Az egyszerűsített lineáris modellek eredményei (II. 4 fejezet, 115. oldal, 18. táblázat kiegészítése)

38. kérdés:

116. oldal

„A vizsgált tényezők közül a régió, az állapot és a víz színének típusa jelentős hatást gyakoroltak a szikes tavak funkcionális diverzitására.”

A régió hatása a funkcionális diverzitásra nem hozható-e összefüggésbe azzal, hogy az FH régió szikesei esetén (ahogyan az a dolgozat korábbi tanulmányában olvasható) vízpótlások miatti kiédesülés zajlik, ami csökkenti a környezeti szűrést?

Válasz: Ez akkor lehetne teljes mértékben igaz, ha a Fertő-Hanság régióból csak rekonstruált tavakat vizsgáltunk volna. Azonban hat olyan tó van Ausztriában (pl. Neubruch, Untersee), melyek természetes állapotúak és fizikai-kémiai tulajdonságaikban nagyon hasonlítanak a Duna-Tisza közti tavakhoz. Az, hogy a kiédesülés és ezzel kapcsolatban a redukált környezeti szűrés hogyan valósul meg azt az állapot szerinti elemzés adja meg egyértelműen.

1. főkérdés:

A molekuláris módszerek alkalmazása a taxonómiában nem újkeletű megközelítés, a kovaalga taxonómiában is régóta alkalmazzák. Mi a magyarázata annak, hogy ezek az eljárások nem tudják még betölteni azt a szerepet a monitorozás gyakorlatában, amit a hagyományos mikroszkópos eljárások látnak el? A fajok molekuláris alapon történő azonosítását követően alkalmazhatók-e automatikusan azok a mérőszámok, amelyek a fénymikroszkópos eljárások alapján lettek kidolgozva?

Válasz: Véleményem szerint az egyik ok, hogy a molekuláris módszerek még mindig nagyon drágák, nem minden országban/monitorozási programban van lehetőség ennek megfizetésére illetve saját laborok létrehozására. A másik probléma az lehet, hogy a kovaalga fajok szekvenciáit tartalmazó adatbázis nem teljes, ma 1512 fajt tartalmaz. Az adatbázisban található szekvenciaszám jelentős növelésének egyik korlátja, hogy a ritkább fajokat nehéz izolálni egy mintából, így a tenyésztésük nagy kihívást jelent. De még a sokszor dominánsként jelen levő bentikus fajok tenyésztése is nagyon nehéz laboratóriumi körülmények között, sokszor egyáltalán nem sikerül, így a szekvencia meghatározása kudarcba fullad. Ha sikerül is a tenyésztés és a szekvencia meghatározása, sok esetben a faj fotódokumentációja elmarad, azaz a faj meghatározása bizonytalan, helyessége megkérdőjelezhető.

Egy új fajleírásnál és filogenetikai vizsgálatoknál hosszabb génszakaszokat, vagy akár többet is használnak, míg metabarkódolás során egy viszonylag rövid szakasz alapján próbálják elkülöníteni a fajokat. Így lehet rövid idő alatt, viszonylag olcsón nagy mennyiségű adatot kapni. A környezeti DNS mintákban meghatározott szekvenciák mellé azonban gyakran nem tudunk fajt rendelni, így az ökológiai igényeit sem, mely alapját képeznék a már kidolgozott kovaalga indexeknek. A jövőben a technológia fejlődésével azonban lehetőség lesz hosszabb szakaszok (melyek a fajokat jobban elkülönítik egymástól) használatára is hasonló kapacitásigénnyel.

Egy új módszerre való átállás hosszú távú összehasonlítást igényel és ez nem könnyű. A két módszer közötti különbségek miatt ugyanis teljesen nem feleltethetők meg egymásnak. Mindenesetre azt gondolom, ha az adatbázis tartalmazza azokat a fajokat és szekvenciáit, mely az adott ország/régió fajkészletét lényegében lefedi (domináns és közönséges fajok, melyek a mintákban lévő fajok több mint 60-át lefedik) és a fajmeghatározás validációja megtörténik (fotódokumentációval bizonyított), akkor a már meglévő indexek jól használhatók. De kérdés az új módszerrel kapcsolatban szerintem igazából az, hogy a molekuláris indexek is tudják-e indikálni a víztest állapotát? Elég-e egy rutin monitorozási programban az, hogy közvetlenül a

szekvenciákhoz rendelünk ökológiai igényt és egy index segítségével meghatározzuk az ökológiai állapotot. Az erre vonatkozó vizsgálatok már zajlanak és hamarosan választ fogunk kapni rá.

2. főkérdés

A szikes tavak állapotának, ill. degradáltságának mértékét a Jelölt diverzitási metrikákkal jellemezte. Ezek a mérőszámok a monitorozás számos területén alkalmazhatók, de meg vannak a korlátaik, ami leginkább abban mutatkozik meg, hogy az előforduló fajok adott gyakoriságú, „arctalan” egységekké válnak. Számos élőhelynek, így a szikeseknek is megvannak, ill. meg lehetnek a karakter fajai, amelyek jelenléte, pl. a természetvédelmi gyakorlatban. más élőlénycsoportok esetén döntő fontosságú az élőhelyek állapotának megítélésékor. Számos statisztikai módszer alkalmazásakor eleve ajánlott a kis gyakoriságú fajok törlése az adatmátrixból, holott ezzel lehet, hogy éppen a karakter fajokat távolítjuk el a rendszerből. Mit gondol a Jelölt a ritka fajok alkalmazásának lehetőségeiről az élőhelyek értékelésének gyakorlatában?

Válasz: A diverzitás metrikák valóban értéksemlegesek, és nem veszik figyelembe, hogy egy adott faj őshonos vagy egy behurcolt idegenhonos fajról van-e szó, melynek abban a közösségben nem szabadna jelen lennie. Az IndVal, indikátor faj analízis, egy olyan módszer, mely lehetővé teszi az egyes víztípusok vagy régiók (vagy bármilyen egységekben gondolkozhatunk) indikátor fajainak meghatározását. Így a szikesek esetében olyan karakterfajokat tudunk azonosítani, melyek az egyes régiókra jellemzők (Stenger-Kovács et al., 2014). Ezek tartalmazznak közönséges, de ritka fajokat is. A ritka fajjal azonban a gond az lehet, hogy ha éppen nem találjuk meg a mintában, mert a sztenderd módszer szerint, csak 400-ig kell számolnunk, akkor egyből az adott minta alapján rossz állapotúnak kellene értékelni. Ritka kovaalga fajokat keresni egy mintában, valóban olyan mintha tűt keresnénk a szénakazalban. Ha a ritka karakter fajokra szeretnénk kihegyezni a minősítő rendszert, akkor e mögé megfelelő mintavételi módszert/stratégiát kell tenni, ami a jelenlegi hazai monitorozó rendszerben, évenkénti két mintaszámmal nem kivitelezhető. A hagyományos felmérések ugyanis sztenderd protokollt követnek, azaz K helyszínt L-szer látogatnak meg. A ritka fajok megtalálására egy lehetséges megközelítés, hogy K helyszínt L-szer látogatunk meg, ha ezekben a mintákban nem találjuk meg, akkor addig végezzük a mintavételeket, amíg a keresett ritka fajt nem észleljük. De választhatunk más alternatív mintavételi módszert is, mely a ritka fajok eloszlásának leírására irányul. Itt K helyszínt egyszer látogatunk meg, és ha a keresett fajt

megtaláltuk, akkor L-1 alkalommal folytatjuk a mintavételt, hogy megbecsüljük a kimutatási valószínűséget (Specht et al., 2017). A ritka faj megtalálását a mintavételezésbe fektetett erőfeszítés mellett még további tényezők is befolyásolhatják, mint a bevonat szukcessziós fázisa vagy az évszak. Azt gondolom, hogy egy hagyományos akár vízminőségi, akár természetvédelmi monitorozó programban ritka kovaalga fajokon alapuló megközelítés nem megvalósítható. Annak ellenére mondom ezt, hogy egy most lezárult kutatásunk eredménye azt mutatja, hogy a ritka kovaalga fajoknak lényeges szerepe van a közösségek variabilitásának és a béta-diverzitásának fenntartásban. A kovaalga közösségek hálózatában pedig a ritka fajok a magfajok szerepét töltik be, melyek biztosítják a hálózat stabilitását és gerincét. Ha ki akarunk jelölni ritka fajokat, melyeket védeni szeretnénk, akkor ezeket a magfajokat kell védenünk, melyeknek kulcsfontosságú szerep jut a közösségekben (Stenger-Kovács et al., benyújtott kézirat).

Felhasznált irodalom:

- Specht, H.M., Reich, H.T., Iannarilli, F., Edwards, M.R., Stapleton, S.P., Weegman, M.D., Johnson, M.K., Yohannes, B.J., Arnold, T.W., (2017). Occupancy surveys with conditional replicates: An alternative sampling design for rare species. *Methods Ecol Evol* 8, 1725–1734.
- Stenger-Kovács, C., Lengye, E., Buczkó, K., Tóth, F. M., Crossetti, L. O., Pellingner, A., ... & Padisák, J., (2014). Vanishing world: alkaline, saline lakes in Central Europe and their diatom assemblages. *Inland Waters*, 4(4), 383-396.
- Stenger-Kovács, C, Korponai, J, Abubaker, B., B. Béres, V, Buczkó, K, Gligora Udovič, M, Király, E; Padisák, J, Selmečzy, G B, Tapolczai, K, Zsuga-Biró, R, Lengyel, E (benyújtott kézirat). Role of rare species in benthic diatom communities: patterns, mechanisms and networks. *Biodiversity and Conservation*.

Végezetül szeretném ismét megköszönni Dr. Borics Gábornak a bírálatba fektetett idejét és energiáját és tisztelettel kérem válaszaim elfogadását.

Veszprém, 2024. november 4.

Stenger-Kovács Csilla