

Dr. Buczkó Krisztina DSc
Magyar Nemzeti Múzeum Közgyűjteményi Központ
Magyar Természettudományi Múzeum
1083 Budapest Ludovika tér 2-6.
krisztina@buczko.eu

Bírálat

Dr. Szabó Sándor: “Vízínövények és algák közötti kölcsönhatások változó környezetben” című MTA doktora értekezéséről

Elöljáróban szeretném jelezni a tisztelt Bizottság felé, hogy algológus vagyok, azon belül is csoportspecialistának tartom magam, a kovaalgákkal foglalkozom. Szabó Sándor DSc értekezésének bírálata – annak ellenére, hogy a címben szerepel az alga kifejezés – mind módszertanában mind megközelítésében távol áll tudományos munkásságomtól.

Ugyanakkor a békalencsék, és a rajtuk élő algák igencsak az érdeklődésem fókuszában vannak. 2007-ben jelent meg az a publikációm, amelyben a különböző békalencséken élő kovaalgákat vizsgáltam. A békalencséken élő leggyakoribb kovaalga az a *Lemnicola hungarica* amit *Achnantheidium hungarica*-ként 1863-ban Grunow a Balatonból írt le, és már a leírásban megjegyzi hogy ez a jellegzetes kovaalga gyakran és tömegesen a békalencsék között él. A 2007-es publikációmban a *Lemnicola* békalencsefajokhoz kötődő gazdaspecifitását vizsgáltam, vagyis azt, hogy van-e eltérés a taxon előfordulása és tömegessége között az egyes békalencsefajokon. A *Lemna minor*, *Lemna gibba*, *Spirodela polyrhiza* és *Wolffia arrhiza* fajokon domináns volt, míg *Lemna trisulca*-ra *Cocconeis placentula* egyeduralma volt jellemző. Talán érdemes mellékesen megemlíteni, hogy szakmai pályafutásom legmeghatározóbb bírálatát kaptam. Frank Round-tól, a kovaalgakutatás nagyjától, aki azt írta, hogy a cikk hatására ő is begyűjtötte ezeket a békalencse fajokat, megvizsgálta a bevonatukat és nagyon hasonló eredményeket kapott mint amit a benyújtott kéziratomban tartalmazott. Vagyis, előjáróban az “alga” mint olyan nem tekinthető homogén masszának a békalencséken. (Buczkó, K. 2007: The occurrence of the epiphytic diatom *Lemnicola hungarica* on different European Lemnaceae species. Fottea, Olomouc, 7(1): 77–84, DOI:10.5507/FOT.2007.007Corpus ID: 83523516)

Formai megfelelés

A Dolgozat 118 oldalból áll, 16 fejezetet foglal magába. Az első egy általános bevezetés, a második az általános módszereket mutatja be. A 3-11 sorszámmal következő kilenc fejezet egy-egy témát taglal, majd 12. fejezetben olvasható a konklúzió, értékelés. A 13. fejezet a téziseket ismerteti. Ezután következik a köszönetnyilvánítás, a 13 oldalas irodalomjegyzék és a 8 oldalas függelék. A Dolgozat törzse a tényleges szöveg 95 oldal. Az ábrák és illusztrációk egységesek, a táblázatok is azonos elv szerint vannak rendezve. A színek, feliratok, és ábraalírások hatékonyan segítik az ábrák értelmezését. Az irodalomjegyzék gondosan szerkesztett, alapos. A dolgozat megfelel az általános elvárásoknak.

Egy 30 oldalas Tézisfüzet segíti a munka főbb gondolatainak, módszereinek áttekintését. Tömör összefoglaló, sokkal jobban struktúrált mint a Dolgozat. Áttekinthető, 4 témakör, 10 IF-es publikációra alapozva, illetve, a Szerző egyéb IF-es publikáció is itt vannak felsorolva. A tézisfüzetben megjelentetett ábrák kiválasztása jó.

Néhány elütés, bosszantó sajtóhiba maradt a benyújtott anyagban. Ezeket az alábbiakban részben jelzem. Nem “elegáns” pl. sem a Dolgozatban, sem a Tézisfüzetben hogy a “közötti” többször is egy t-vel szerepel.

Tartalmi összefoglaló:

Az értekezés fő témaköre a sekély vizek vegetációját, stabil állapotait meghatározó faktorok feltárása, ezek egymáshoz való viszonyának elemzése. Központban a békalencsék közül a *Lemna gibba* áll, ill. az *Elodea nuttallii* és *Ceratophyllum demersum*, mint sok vizünkben domináns alámerült növényzet. Az algák, mint a fitoplankton és mint bevonatképző szereplők jelennek meg a vizsgálatokban. Az algaevő csigák is megjelennek mint szabályozók. Európai és magyar adatbázisokon végzett elemzésekkel von le következtetéseket a hínárfajok lehetséges koegzisztenciáiról. Elemzi főleg a pH, P, N, Fe és Mn meghatározó szerepét. Megadja, hogy a leggyakoribb hínárnövényeink milyen környezeti küszöbértékek között képesek fenntartani stabil dominanciájukat. Fő eredményként tápelemgrádienseket elemezve megadja, hogy mely környezeti küszöbértékek vezethetnek az különböző stabil állapotok közötti váltásokhoz. A dolgozatban szereplő publikációk jól illeszkednek egymáshoz, egy egységes gondolati ívet követnek.

Kritikai megjegyzések

Bevezetés: Valahogy mintha önálló életet élne, általánosságokat tartalmaz, nem kapcsolódik közvetlenül a dolgozat mondani valójához. Pl. a második mondat önmagában: “Ezeket az ökoszisztémaszolgáltatásokat két jelentős tényező veszélyezteti: a növényi tápanyag-túlkínálat (eutrofizáció) és a globális klímaváltozás.” Ezen kívül az sokrétű emberi hatások meghatározók. Az elmúlt évtizedekben valóban a növényi tápanyag-túlkínálat vizsgálat volt középpontban (ld. Víz Keretirányelv indexei is erre fókuszálnak, de legalább ilyen gond a szalinizáció, toxikus anyagok vízbe juttatása...)

A Célkitűzések fejezete rövid, és jelenlegi formájában inkább az eredmények, illetve azok értelmezése felől közelít; tézisszerű (Az értekezésben feltárom, áttekintem, bemutatom...) ebben a részben szerencsésebb lett volna a kutatási célok egyértelműbb megfogalmazása.

A dolgozatban azt olvashatjuk, hogy 9 közleményen alapul a dolgozat. Szerintem 10 közleményen, amelyből 8-ban első szerző a Jelölt. A közlemények négy nagyobb témakörhöz kapcsolódnak:

- (1) *Algák és úszó növények közötti kölcsönhatások* négy *Archiv für Hydrobiologie* cikken alapul 1999 és 2005 között, amelyből háromban a Jelölt első szerző.
- (2) *Alámerült és úszó hínárnövények közötti kölcsönhatások* 3 cikken alapul, mindháromnak első szerzője, *Freshwater Biology* 2010, *Ecosystems* 2022 valamint *Hydrobiologia* 2024.
- (3) *A szubmerz növény-dominancia fenntartásának lehetőségei*, 2 elsőszerzős cikkekre alapozva, *Frontiers in Plant Science* 2022 illetve *Freshwater Biology* 2025.
- (4) A negyedik témakör az *epifitikus algák, szabadon úszó és alámerült növények közötti kölcsönhatásokat* taglalja, egy 2022-es *Ecosystems* publikáció eredményeit mutatva be, amelyben a Jelölt utolsó szerző.

A dolgozat további részében az eredmények bemutatása valójában 9 fejezetben történik. Szerencsésebbnek tartottam volna, ha megmarad a négy nagy részkérdés egységes taglalásánál.

Ebben az esetben meg lehetett volna spórolni a fejezetenkénti bevezető, anyag és módszer ismétlődéseit.

A dolgozat 7. oldala szükséztavúan az általánosan használt módszereket mutatja be.

Maga a szöveg nem mindenhol “Dolgozatszerű”, inkább olyannak tűnik mintha a cikk fordításából jönné. Az egyes fejezetek felépítése egységes, de a kezdő mondatok sokszor ismétlik magukat, mintha állandóan nekifutnánk egy-egy hegynek és visszacsúsznánk, és a legelejétől kezdenénk. Az is igaz, hogy az alapgondolatok sokkal jobban sulykolódnak az olvasóba. Szinte minden DSc dolgozatnál felmerül a probléma, hogy a számos publikációban, amire alapoznak a dolgozatok, a módszerek egyben vagy egy-egy cikkhez kapcsolódóan külön jelenjenek meg. Nekem valahogy úgy tűnik, hogy erre nincs jó megoldás. Ez esetben sem sikerült megtalálni.

Kiemelem a Dolgozat erényeként, hogy az eredmények nagy számú laboratóriumi kísérleten és mérésen alapszanak.

A 3. és a 4. ábrán “A hibasávok az eredmények szórásai,” ez csak a 3. ábra felső részén, a nitrogén esetében van megadva, a foszfor, a vas és a mangán esetében hiányzik az ábráról. Felmerül, hogy indokolt lenne-e az üledék elemtartalmának feltüntetése is. Nem helyes a 3. és 4. ábrán a 120%-os elemtartalom. Nem lehet több mint 100%. Egyébként ez a két ábra a négy elem koncentrációjának időbeli alakulását látványosan és didaktikusan mutatja be.

Hogy felmérjük, a korlátozó tényezők milyen mértékben gátolják a békalencsék növekedését, tápanyag-visszapótlásos kísérleteket végeztünk, melyek eredményeit az értekezés ötödik fejezete mutatja be. Ezen a ponton az olvasóban hiányérzet marad, mivel a gondolatmenet folytatása nem teljesen egyértelmű. Végül is nem annyira egyértelmű, hogy mindez hogyan viszonyul a négy “ezeken alapuló” publikációhoz.

21. oldal: “magas tápelem-koncentráció mellett hosszú távon a növények felülkerekednek az algákkal való versenyben.” Csak a pontosság kedvéért: a zöldalgák is növények, igaz a kovaalgák és a cianobaktérium nem.

21. oldal: tápelem-koncentráció mellet helyett: mellett

21. oldal: E folyamatok együttesen tovább gyorsíthatják a békalencsék növekedését, ami a növénycsoport dominanciájához, míg az algák teljes kiszorításához és pusztulásukhoz vezethet. - -- nem hiszem, hogy van olyan, hogy az algák teljes kiszorítása.

“A *Lemna*-kultúrák növekedését az algák által okozott nitrogénhiány gátolta legerősebben” --- vajon természetes közegben hogy van ez, be tudnak-e lépni a N-kötő cianobaktériumok?

27. oldal: “Az algakezelésnek kitett tápoldatokban a S-, K-, Ca-, Mg-, Zn-, Cu- és Mo-koncentrációja megfelelő volt a békalencsefajok optimális növekedéséhez. Ugyanakkor az algák által okozott tápelemhiány miatt a N-, P-, Fe- és Mn- szintje kritikusan lecsökkent a *Lemna*-algatárs-kultúrákban.” --- ez csak annyit jelent, hogy a táptalajban kevés a Mn, nem? A N-, P-, Fe tudjuk, hogy sokszor limitál, a Fe főleg tengerekben.

40. oldal A klorofill ab meghatározásához ---- nem chl a?

40. oldal: igaz-e hogy a N mérés azonos módszerrel történt Magyarországon és Hollandiában?

“Összességében, mind a laboratóriumi kísérleteink, mind a terepi felmérés eredményei összhangban vannak azzal az elmélettel, hogy a gyökér nélküli alámerült növények fenntarthatják dominanciájukat a szabadon úszó makrofítonok felett, amíg a tápelemterhelés túl magas nem lesz (27. ábra.)” --- szerintem inkább “alatt” (...a gyökér nélküli alámerült növények fenntarthatják dominanciájukat a szabadon úszó makrofítonok felett...)

62. oldal: mintqa

67. oldal: *Ceratophyllum* amellett;

67. oldal: gyökerző

68. oldal: A nitrogénterhelés csökkentése, amit a polimiktikus tavakban nyáron a nitrogénlimitáltság előidézésére és a cianobaktérium-virágzások szabályozására javasoltak (Shatwell és Köhler 2019), megfelelő helyreállítási intézkedés lehet azon víztestek esetén is, amelyek a szabadon úszó növények dominanciájával küzdenek.

Ki szeretném emelni, hogy a 11. Fejezet az “Epifitikus algák szerepe az úszó és alámerült hínarak közötti kölcsönhatásokban” címet viseli, a benyújtott pályázat jól kidolgozott része, számos meghatározó eredménnyel.

A Konklúzió szintézis” fejezet jó összefoglalója a dolgozatnak, nagyon jónak tartom az indítást, a vizsgálatok korlátainak bemutatását. A végső következtetés, hogy lentikus rendszerekben egy tápelemgrádiens mentén a hínárnövényzet összetétele és stabilitása többé-kevésbé előre jelezhető tudományosan jól körüljárt, meggyőző eredmény.

Tézisfüzethez:

A 2. ábrán a 2 g *Elodea* kezelésnél hiányzik a szórás.

11. oldal: értelmetlen mondat: “Az *Elodea* békalencsék növekedésére gyakorolt gátló hatása szignifikánsan nagyobb volt magasabb, mint kisebb *Elodea* denzitás mellett.”

Miért pont 57. napon ért véget a kísérlet? Addigra pusztult ki az *Elodea*?

14. oldal: legnagyobb *Lemna*-borítás (400%) – hogyan képzeljük ezt el?

Tézisek:

A Dolgozat végén 11 tézispontban foglalta össze a főbb megállapításokat, közülük 10-et elfogadok új tudományos eredménynek. (A “sikerült” kifejezések törlése szerencsésebb lenne).

Kimutatta, hogy alacsony békalencse-borításon az izolált algafajok nagyrésze (18 faj) gátolta a púpos békalencse (*Lemna gibba*)-kultúrák növekedését, melyek közül az egysejtű zöldalgafajok mutattak legerősebb gátló hatást.

Megállapította, hogy alacsony békalencse-borítottság mellett a békalencsék az alga-békalencse kompetícióban ”alulmaradtak”.

A planktonalgák és a békalencsék közötti kompetitív kölcsönhatások akváriumi léptékű vizsgálata során bizonyította, hogy az algák képesek alacsony nitrogénkoncentráción ($<1 \text{ mg N L}^{-1}$) a békalencsék (*Lemna gibba*) növekedését jelentős mértékben (72-80%) gátolni.

Kimutatta, hogy a planktonalgák és a békalencsék között a tápelemekért folyó kompetícióban a békalencsék növekedésgátlását az algák tápelemfelvétele és a pH növelése okozta.

Kimutatta, hogy alacsonyabb tápelem-koncentráción ($< 2 \text{ mg N L}^{-1}$) az alámerült növények (*Elodea nuttallii*, *Ceratophyllum demersum*) erőteljesen lecsökkentik a *Lemna* növekedését. A terepi adatok elemzésével feltártam, hogy a *C. demersum* olyan vizekben dominál a *L. gibba* felett, ahol a víz összes nitrogénkoncentrációja 3 mg L^{-1} alatt volt.

A terepi adatok elemzésével feltárta, hogy a *L. gibba* dominanciája a *C. demersum* felett 5 mg L^{-1} feletti összes N-koncentráción volt jellemző. Kísérletileg igazolta, hogy magas nitrogénkoncentráción ($5\text{--}10 \text{ mg N L}^{-1}$) a *Lemna gibba* egyre nagyobb eséllyel szorítja ki az alámerült növényeket (*Elodea*, *Ceratophyllum*).

Kimutatta, hogy a szabadon úszó növények facilitáló vagy gátló hatást gyakorolhatnak az alámerült növények növekedésére, a borítás sűrűségétől és a makrofiton fajoktól függően.

Kimutatta, hogy a gyökér nélküli alámerült növények (*Ceratophyllum demersum*) dominanciájának fenntartásában a különböző tápelemek hiánya, a magas pH és az allelopátia milyen szerepet játszik a szabadon úszó versenytársaik (*L. gibba*) növekedésének megfékezésében.

Bizonyította, hogy az alámerült növények (*Ceratophyllum demersum*) sűrű állományai felett az általuk kiváltott magas pH önmagában hatékonyan képes korlátozni a szabadon úszó versenytársak (*Lemna gibba*) növekedését.

Bizonyította, hogy az epifiton és az őket fogyasztó csigák hipertróf körülmények alatt képesek befolyásolni az úszó és az alámerült nem gyökerező növények versenyét.

Nem fogadom el tézisként:

Sikerült kifejlesztenem egy egyszerű módszert, amely nem steril körülmények között is alkalmas a békalencse-kultúrák nevelésére olyan vizsgálatokban, amelyekben el kell kerülni mind az algák gátló hatásait, mind pedig a békalencsék önárnyékolásának (intraspecifikus kompetíció) negatív hatásait. A módszer alkalmas hosszabb vizsgálati időt igénylő tesztek elvégzésére is.

Szellemes a kísérleti elrendezés, de nem tekintem tézisnek, ez csak a módszer nem az eredmény.

Kérdések:

Kérdés 1:

Az 50. oldalon írja, hogy a gyűjtést követően a növényeket csapvízzel öblítették le, hogy eltávolítsák róluk az epifitikus algákat és a törmeléket. Voltak-e ellenőrző vizsgálatok, hogy

mennyire sikerült az epifitont eltávolítani? Mennyire tekinthető egységesnek a bevonat – máshogy fogalmazva, mekkora lehet a jelentősége annak, hogy a felszínhez közvetlenül tapadó fajok ott maradnak (*Cocconeis*). Mérték, becsülték, ellenőrizték, hogy mennyi bevonat maradt? Van-e adat arra vonatkozóan, hogy eredetileg mennyi volt a mennyisége a bevonatnak. A vizsgálat előrehaladtával becsülték a bevonat fejlődését?

Kérdés 2:

Az elemek mozgását tárgyaló főfejezetben azt írja, hogy “Az izolált algafajokat Allen-agaron (Allen 1968) tenyésztettük ki... “ majd ezzel dolgoztak tovább. Tudvalevő, hogy a planktonikus életmódra képes ill a rögzült formák teljesen más tenyészköörülményeket igényelnek. Végeztek-e olyan vizsgálatot, hogy milyen a szélesztett=eredeti vízben az algaösszetétel, milyenek a dominanciaviszonyok?

Kérdés 3:

A kapott eredmények szerint az egysejtű zöldalgák fejtik ki a legnagyobb gátlást a *Lemna* növekedésére. Általánosságban a cianobaktériumokról tartják, hogy káros hatásúak, sokszor toxint termelők a vizeinkben. Mi a véleménye, milyen irodalmi adatok vannak, a cianobaktériumok mekkora gátlást gyakorolnak a különböző vízi makrofitonokra?

Kérdés 4:

Felszíni vizeinkben egyre több a nitrogén/nitrát. Mi a prognózis ha a nitráatterhelés tovább nő? Milyen változások várhatók a felszíni vizek állapotában a nitráterhelés további növekedése esetén különös tekintettel a vegetáció összetételére nézve? Egyre több a kiszáradó víztest. Földrajzilag távolabbi területeken mi várható a nitrát terhelés növekedésével lokális és globális skálán?

Nyilatkozat

A benyújtott doktori mű tudományosan megalapozott, számos terepi adaton és kísérletes munkán alapuló értekezés, amely többszörös bírálati folyamatokon átesett magas színvonalú nemzetközi publikációkon alapszik. A Jelölt több évtizedes munkáját mutatja be, az egyes fejezetek egymásra épülnek, egységes gondolatsort követ. Javaslom a doktori mű nyilvános védekre bocsátását, sikeres véde esetén annak elfogadását.

Budaörs 2026.05.13.



Buczkó Krisztina