



BÍRÁLAT

Dr. Csabai Zoltán Szabolcs

„FEJEZETEK A VÍZI MAKROGERINCTELENEK ÉLETÉBŐL – ELTERJEDÉS, SZÉTERJEDÉS, ÉLETMENET”
címmel az

MTA doktora cím elnyerésére beadott értekezéséről

A téma aktualitása

Az édesvízi ökoszisztémák kevesebb mint egy százalékát teszik ki a Föld felszínének, de a biológiai sokféleség több mint tíz százaléka ezekhez a rendszerekhez köthető. Tragikus módon az édesvízi rendszerek a leginkább kitettek az emberi tevékenységek romboló mellékhatásainak. Úgy degradálódnak, vagy tűnnek el, hogy sokszor még arról sincs fogalmunk milyen élőlények pusztulásával kell vagy kellett számolnunk. Dr. Csabai Zoltán Szabolcs MTA Doktori értekezésében joggal veti föl a kérdést, hogy miként tudjuk megóvni a biológiai diverzitást, ha sokszor azt sem tudjuk mely fajok vannak jelen az adott helyen, és még ha tudjuk is, sokszor az sem ismert számunkra, hogy milyen fejlődési-, viselkedési- és terjedésmintázattal bírnak, holott ezek elengedhetetlenek a megőrzésük érdekében szükséges beavatkozások tervezéséhez.

Dr. Csabai Zoltán Szabolcs MTA Doktori értekezésében három évtizedes kutatói pályájának azon eredményeit foglalta össze, melyek a vízi makro-gerinctelenek elterjedésének, diszperziójuk mozgatóinak és mikéntjeinek megértésére irányultak. Ugyancsak helyet kapott értekezésében egy autökológiai fejezet, melyben egy fokozottan védett faj, a balkáni hegyi szitakötő lárvális fejlődésének, életmenetének, élőhely preferenciájának és kirepülésének sajátosságait mutatja be, olyan céllal, hogy felhívja a figyelmet azokra az ökológiai sajátosságokra, melyek ismerete nem mellőzhető, ha egy faj és élőhelye védelmét tűzzük ki célul. Az ilyen jellegű kutatások és ismeretek aktualitását adja, hogy hiányukban nem lehet sikerre vinni azokat a szakmapolitikai törekvéseket, amelyek a vízi ökoszisztémák védelmére irányulnak, és immár olyan jogi eszközökkel is támogatottak, mint az EU Víz Keret-Irányelve, vagy Természet-helyreállítási Rendelete.

Az értekezés szerkezete

A doktori mű három témát bont ki olvasmányos formában. E témák alapját a jelölt 17 közleménye képezi, melyek a szakterület ismert és rangos (zömében Q1 és D1 szintű) lapjaiban jelentek meg, s melyeknek a jelölt (egyetlen kivétellel) meghatározó szerzője. A közlemények között egy olyan munkát említ, ami egy korábbi doktori műben, Kriska György művében is szerepel. Itt Csabai Zoltán részletesen kitér arra, hogy melyik kutatónak, mi volt a közvetlen hozzájárulása. Ez alapján a jelölt hozzájárulása jól elhatárolható és érdemi.

A fentiek alapján megállapítható, hogy a dolgozat formai szempontból is megfelel az MTA Doktora cím megszerzésének követelményeit rögzítő szabályzat elvárásainak.

A Dolgozat terjedelme 200 oldal, mely magában foglalja a tanulmány érdemi részét kitevő mintegy 154 oldalt, és a 46 oldalnyi hivatkozott irodalmat is. A témák megértését 46 szövegekzi ábra és 5 táblázat segíti.

A jelölt dolgozata bevezetésében részletesen bemutatja annak szerkezetét, nevesíti a kidolgozott témákat és azok célkitűzéseit. Dr. Csabai Zoltán értekezésének stílusa és szerkezete nem szokványos abban a tekintetben, hogy azt olvasva, nem a szelektált közleményei magyarra fordított változatainak száraz, egybeolvasztott változatát kapja az olvasó, hanem egy már-már könyvszerű, olvasmányos anyagot, amely a téma bemutatását tűzi ki célul és nem kizárólag a jelölt munkásságát mutatja be. Ez a stílus könnyen olvashatóvá teszi a művet, de vitathatatlan, hogy

nagyobb figyelmet igényel annak megállapítása, hogy a végső következtetésekhez, mennyi a jelölt közvetlen hozzájárulása. Ezt a mű írója maga is érezte, ezért könnyítendő a bírálók munkáját, vastagon szedte azon szövegek közötti hivatkozásokat, melyek sajátjai, és az értekezése gerincét adják. Ugyancsak segítette a kutatói hozzájárulás azonosítását, hogy mindhárom fejezet végén összegzi új eredményeit, konkludálja azokat, és kitér arra, hogy eredményei mennyiben segítik a természetvédelmi gyakorlatot.

A doktori mű, közel ezer hivatkozást tartalmaz. Fontosnak tartom kiemelni, hogy ezek azonban nem mechanikusan kerültek beemelésre az adott téma magyarázata során, hanem számos esetben érdemi értékelésükre is sor került. Különösen igaz ez a régebbi, faunisztikai irodalmakra, ahol Dr. Csabai Zoltán részletesen kifejti véleményét az azokban leírtakról, kitérve arra, ha vélhetően hibás adatközlésre került sor, és annak vélhető magyarázatát is megadja.

A bírálat felépítése

Bírálatom első része a dolgozat egyes témáihoz kapcsolódó tisztázó kérdéseimet tartalmazza.

A második alpontban találhatók megjegyzéseim, amelyek tekintettel a doktori mű olvasmányos és így mások számára is érdekes mivoltára, megfontolandók lehetnek a jelölt számára egy esetleges közzététel során.

Ezt követően a kisebb elírásokat és stilisztikai hibákat részletezem, melyek száma a dolgozat méretéhez képest elenyésző.

Végül felsorolom azokat az eredményeket melyek jelölt új kutatási eredményeiként ismerhetők el, és megfogalmazom a megválaszolandó kérdéseket.

Kérdéseim és megjegyzéseim megfogalmazásakor úgy jártam el, hogy jelöltem az oldalszámot, amelyen a vonatkozó rész előfordul, majd azokat bemásoltam a bírálatba. Ezt követően írtam le megjegyzéseimet, ill. tettem fel a kérdéseimet.

Tisztázó Kérdések

6. oldal Technikailag ide sorolunk minden olyan vízi gerinctelen élőlényt, amelyek szabad szemmel láthatóak, kifejlett állapotukban testhosszuk eléri bizonyos definíciók alapján az 1, más meghatározások alapján a 0,5 vagy a 0,25 millimétert (Rosenberg és Resh 1993; Hauer és Resh 2017).

Nem okoz-e ez a már-már mikroszkopikusnak tűnő mérettartomány terminológiai és módszertani problémákat a makrogerinctelenek vizsgálata során?

21. oldal A vízhálózást kiegészítendő szinte minden esetben a vízbe lógó faágak és egyéb tereptárgyak felszínéről kézi egyeléssel is gyűjtöttünk.

A mediterrán területeken miként történt a faunisztikai gyűjtés? Térben (adott hosszúságú folyószegmens) vagy időben (adott időintervallum pl. fél óra/mintavételi pont) volt standardizálva a munkafolyamat?

49. oldal Euroszibériai faunaelemként sok

Mi ez a régió? Csak a boreális Európa értendő bele?

57. oldal 33 ökológiai vonatkozású cikkből semmilyen előfordulási adatot nem tudtunk kinyerni, Gyakorlat-e a vízi makrogerinctelen kutatásokban, hogy nincs mögöttük adatközlés?

67. oldal Bár a szitakötők a Földközi-tenger vidékén is jól ismertek, az *Epallage fatime* (Charpentier, 1840); a *Caliaeschna microstigma* (Schneider, 1845); az *Ischnura genei* (Rambur, 1842); vagy éppen az *Anax immaculifrons* Rambur, 1842 figyelemre méltó fajok.

Mit jelent az, hogy figyelemre méltó?

2.11. ábra. A szürke szín az elemzésben nem szereplő országokat jelzi. (Csabai et al. 2023 nyomán)
Mít jelent a jóval kiterjedtebb fehér szín?

73. oldal A 2.13. ábrán Kelet-Európa oroszországi területe 3 zónára különül el. Ezek biogeográfiai vagy politikai zónák?

74. oldal A Skandináviában tapasztalható nagyobb fajsza a bogarak esetén a cirkumpoláris fajoknak köszönhető, vagy vannak kifejezetten észak-európai endemizmusok?

129. oldal az élőhely-mezoélőhely interakció pedig 27,4%-ot fed le.

A GLM számol változók közötti interakciót, de itt mit kell ez alatt valóban érteni?

129 oldal. A *C. heros* lárvális fejlődése a Mecsek hegységben legalább három, de maximum négy évig tart. Ezt a vizsgálatok pontosan mely eredményei igazolták?

146. oldal 4.17. ábra. Az egyedek kirepülési aljzatai között szerepel az exuvium. Mít jelent ez? Itt nem az exuvium helyét kellene megadni?

Megjegyzések

A műben, tekintettel arra, hogy az többszerzős közleményeken alapul Dr. Csabai Zoltán konzekvensen többes szám első személyt használ. Több olyan rész is van azonban a dolgozatban, ahol egyértelmű, hogy a cselekmény teljes mértékben jelölthöz köthető. Ezen részeknél (hogy ne tűnjön fejedelmi többesnek) szerencsésebb az egyes szám első személy használata.

15. oldal A legtöbb élőlénycsoportban a megfigyelések több mint fele a fajok elenyésző hányadáról (~2-4%) szolgáltat adatot, és a közösségi tudományból származó adatok csak fokozzák az ilyen irányú az elfogultságot (Hughes et al. 2021).

Ez nem feltétlenül anomália, mivel a fajok gyakorisági görbéje lognormál eloszlású és a valóban gyakori fajok más élőlénycsoportok esetén is többnyire tényleg levelesebb mint 5% át adják a faunának.

97. oldal Összegezve, attól, hogy egy egyed morfológiai, egyedfejlődési és kondíciós oldalról képes repülni, még nem jelenti azt, hogy fog is, és azt sem, hogy nagy diszperziós hajlammal lesz jellemezhető. Egyre inkább elismerik, hogy a morfológiai tényezők helyett fiziológiai vagy viselkedési mechanizmusoktól függ a repülési képesség és hajlam (Iversen et al. 2017).

Itt akár csak néhány szó erejéig de jó lett volna kitérni arra, hogy mik ezek a viselkedési mintázatok; predátor elkerülése, vagy vadászó egyedek (ha egyáltalán vannak közöttük ilyenek).

117. oldal reziliens stratégiák életük nagy részében nem jöhetnek szóba, és a rezisztens stratégiák közül sem mind elérhető számukra.

Korábban egyik kifejezés sem lett magyarázva. Itt jó lett volna pár mondat arról, hogy melyek a rezisztens és reziliens stratégiák elemei.

130. oldal Mivel a vizek állapotának jellemzését segítő határértékek magukra az elemekre vonatkoznak a 4.1 táblázatban szerencsésebb lett volna a tápanyagok koncentrációit megadni (NO₃-N PO₄-P stb.), nem pedig az ionokét.

148. oldal Bár az ábrán föl van tüntetve a jelentésük, de a BF, BC SC kódokat itt a szövegben is magyarázni kell.

Apróbb elírások

6. oldal abundanciáját tekintve is nagyon gyakori fajoktól abundanciájukat tekintve

- 14. oldal** PHD értekezésekből PhD
- 16. oldal** és valamint a MosquitoAlert project csípőszúnyog (2307) adatai adnak].
és valamint csak valamint
- 18. oldal** A feltáró munka nem csak az új adatok
nemcsak
- 25. oldal** A már ismert szekvenciák beazonosítására
csak azonosítása
2024-ben a jón szigeteken gyűjtött minták
Jón-szigeteken
- 27. oldal** konkrét hely nem azonosítható be,
konkrét hely nem azonosítható,
- 32. oldal** PHD értekezésben PhD
- 49. oldal** e helyütt már az ő említése alapján sem nem ritka, nem úgy máshol,
Ez a mondatrész átfogalmazásra szorul
- 54. oldal** Lökkös Andor szintén egyetemi hallgatóként kezdettel vízbogarakkal foglalkozni
kezdett el
- 60. oldal** hogy abból a 23 fajból, amelyek családjainkra
melyek családjaikra
- 61. oldal** Az elmúlt 20 évben nem csak
(A nemcsak szó több helyen is külön lett írva a dolgozatban)
- 70. oldal** Bár a privát vonalkódok is szerepelnek a BOLD rendszerében szekvenciák alapján indítható
fajazonosítási folyamatokban,
Ez a mondatrész átfogalmazásra szorul.
- 70. oldal** Érdekes kivétel a poloskák tekintetében Románia, ahol ugyan kevés viszonylag kevés (35) ahol
ugyan kevés viszonylag kevés (35)
Ez a mondatrész átfogalmazásra szorul.
- 84. oldal** diszperziót szempontjából
diszperzió szempontjából
- 103. oldal** nem minden alkalommal jeleik meg
jelenik meg
- 108. oldal** melyben egyidejűleg egy-egy 2×2, 5×2, 9×3 és 10×5 méter..
Az 5x15 méteres hiányzik a felsorolásból.
- 119. oldal** ... munkáiban, illetve a témából készült két doktori értekezésben (Boda 2015,..
Boda Pál 2010-ben védte meg PhD-ját
- 127. oldal** jelentős számú fiatal lárva E stádiumban töltik a telet
tölti a telet
- 145. oldal** az aljat-kínálatban
aljzat
- 146. oldal** erdő lombkorona szintében,
szintjében



Az értekezés új tudományos eredményei

A doktori mű áttekintését és értékelését követően Dr. Csabai Zoltán alábbi téziseit fogadom el új tudományos eredményeknek

- Áttekintette és kritikai szempontból is értékelte a hazai vízbogár faunára vonatkozó valamennyi elérhető írott anyagot. Ezek, valamint több száz hazai gyűjtéséből származó minta morfológiai és genetikai azonosításával nyert fajok figyelembevételével elkészítette Magyarország vízbogár adatbázisát.
- A Földközi- tenger keleti medencéjének szigetein több mint félezer ponton végzett gyűjtései során a térség faunájára nézve új fajok előfordulását detektálta. Számos fajra vonatkozóan elsőként közölt és juttatott el szekvenciákat a meghatározó nemzetközi genetikai adatbázisba (BOLD).
- A pán-európai vízbogár és vízpoloska fauna genetikai diverzitásának és DNS vonalkód lefedettségének vonatkozásában végzett részletes hiányanalízist, mely alapján megállapította, hogy Európa számos területéről még hiányos információink vannak, és e területeken végzendő kutatások jelentős kriptikus diverzitást tárhatnak föl a jövőben.
- A vízirovarok polarotaktikus viselkedésére alapozva olyan új mintavételi eljárást dolgozott ki, amellyel bármely napszakban képes a repülő rovarok diszperziójának intenzitására és időszakaira vonatkozóan torzítatlan becslést adni.
- Számos vízbogár és poloska faj esetén feltárta azok évszakai és napszakai repülési aktivitását, meghatározta és kategorizálta a fajokra jellemző évszakai, és az egyes évszakokban megjelenő napszakai repülési mintázatokat.
- A diszperziót befolyásoló tényezők figyelembevételével olyan keretrendszert dolgozott ki, amellyel a diszperzió teljes folyamata következetesen leírható és értelmezhető. Ennek használatával még pontosabb előrejelzések adhatók, melyek lehetővé teszik hatékonyabb természetvédelmi és élőhelykezelési tervezések és beavatkozások kialakítását a természetvédelmi gyakorlatban.
- Egy fokozottan védett faj, a balkáni hegyi szitakötő (*Cordulegaster heros*) autökológiai vizsgálata során meghatározta a faj lárvális fejlődésének időtartamát, feltárta a lárvák élőhelyek közötti, valamint élőhelyeken belüli, tér-időbeli eloszlását, és azt, hogy ezeket miként alakítják a vízfolyás hidromorfológiai sajátosságai. Feltárta a faj azon viselkedési mintázatait, amelyek a környezet függvényében meghatározzák a faj egyedeinek kirepülési viselkedését az egyes élőhelyeken.
- Igazolta, hogy kiszáradó vizekben a faj egyedeinek túlélését az elvándorlás mellett az üledékbe történő leásás biztosíthatja, továbbá, hogy ezt a viselkedésformát az aljzat minősége és a lárv mérete befolyásolják.

Kérdések

39. oldal „Bár ez egyelőre csak feltételezés, de valószínűleg előnyös a lárv- és bábfejlődési idő minimalizálása, ezáltal a lehető legkevesebb testbiomassza felhalmozása ezekben az időszakokban, és így a fejlődés egy részét az imágók későbbi, állandóbb vizekben történő táplálkozása teszi lehetővé.”

Lehet-e tudni azt, hogy a lárv- és bábfejlődés minimalizálása egy a környezet által kiváltott flexibilis fiziológiai adaptáció eredménye, vagy a populációban adott arányban meglévő, genetikailag rögzített mintázat? Ha minimalizálni kell a bábfejlődési időt és esetleg a lárvakori fejlődés hosszát is, jár-e ez azzal, hogy az efemer vizek fajtái maguk is kisebbek lesznek, és így a folyamat egy mikroevolúciós lépésnek is tekinthető?

Hogyan tud az imágó még tömeget növelni?

103. oldal „Mivel a szél intenzitásának szerepe fajoként, testmérettől és diszperziós képességtől függően eltérő volt, minden faj esetében saját határértékek valószínűsíthetők,”

Függ-e ez a határérték az adott faj repülési sebességétől?

103. oldal „Talán az első és legfontosabb kérdés az elindulás után az új élőhely lokalizációja, ebben elméletileg a nedvesség és kémiai ingerek érzékelése, illetve a vizuális információk segíthetik a repülő rovar, de az előbbi kettőt jó eséllyel kizárhatjuk, mert az érintett távolságokban igen kicsi a valószínűsége, hogy ennek szerepe lenne, az irodalom áttekintése során sem találtunk erre utalást.”

Tekintettel arra, hogy az ízeltlábúak szagérzékelése extrém érzékenységgel is lehet, érdemes-e kizárni annak lehetőségét, hogy pusztán szagra is mehetnek? Mi van az erdei kis tavakban élőkkel, akik úgy kell nekivágnak az útnak, hogy a kis erdei medencék láthatósága minimális?

108. oldal polarotaktikus érzékelhetőség oldaláról vonzóbbak a rovarok számára, mint a fényes vízfelszínek. Biztos, hogy polarotaktikus érzékelhetőségről van szó, és nem arról, hogy a rovarok trofitást becsülnék? Mélyebb zöld szín, több táplálék?

148. oldal de érdekes, hogy a stratégia nyilvánvaló sikeressége ellenére a kiszáradással kezelt lárvák nagyobb része (kb. 65%-a) egyáltalán nem ásott le az aljzatba.”

Milyen evolúciós előnye lehet a be nem ásásnak? Lehet-e olyan magyarázat, hogy ez a stratégia olyan helyen alakult ki, ahol a csaknem kiszáradó mederbe mégis érkezik víz időnként, így nem éri meg energiát fektetni az ásásba? Van-e ismeret arra vonatkozóan, hogy ez a viselkedés mintázat genetikailag rögzített-e, vagy az adott egyed aktuális fiziológiai állapota a meghatározó?

Összegzés

Megállapítom, hogy Dr. Csabai Zoltán Szabolcs a kor színvonalának megfelelő kutatásokon, kellő számú és minőségű publikációkon alapuló, áttekinthető értekezést nyújtott be az MTA Doktora cím megszerzésére. A munka a jelölt 17 olyan publikációjának összegzése, melyek a makroszkópikus vízi gerinctelenek elterjedésére, diszperziójára és autökológiai sajátosságai megértésére, ezek mozgatóinak feltárására irányulnak. A jelölt munkája jelentős mértékben hozzájárult ahhoz, ahogyan ma az élőlénycsoportról gondolkodunk. Megállapítható, hogy eredményeit a szakterülete nemzetközi szinten is elfogadott, rangos szaklapjaiban ismertette. A doktori értekezés hiteles adatokon, és a jelölt önálló tudományos munkájának eredményein alapul.

Mindezek alapján az értekezést nyilvános vitára alkalmasnak tartom, és sikeres védés esetén az MTA doktora cím odaítélését javaslom.

Debrecen, 2025. december 05.



Dr. Borics Gábor

MTA doktora, tudományos tanácsadó