

Bírálat Dr. Boros Emil „Eurázsiai kontinentális sós és szikes vizek ökológiai sajátosságai” című
MTA.Doktori értekezéséről

Az alkalikus szárazföldi szikes vizek, amelyek jellegzetes előfordulásait Euráziában a Kárpát-medencében találjuk, elterjedése lényegesen korlátozottabb a Földön, mint a magasabb szalinitású más szárazföldi sós vizeké. Ezen állandó és időszakos szikes vízterek különleges szereppel bírnak a természeti értékek megőrzésében, amelyet jelez az ilyen élőhelyek „ex lege” hazai természetvédelmi státusza, valamint az EU élőhelyvédelmi, madárvédelmi irányelvei és a Ramsari egyezmény alapján elismert nemzetközi kiemelkedő természetvédelmi jelentőségű élőhelyi besorolása. A szárazföldi sós és szikes vizek kiterjedése jelentős csökkenést mutat világszerte és hazánkban is a vízszabályozással, vízfelhasználással kapcsolatos emberi tevékenységek, valamint a klímaváltozás hatásai miatt, amely körülmények rendkívül fontossá teszik e vizek és a kapcsolódó élőhelyek fizikai, kémiai, biológia sajátosságainak, az ott található ökológiai rendszerek működését befolyásoló folyamatok részletes feltárását. Az értekezés ezen napjainkban mind jobban előtérbe kerülő kihívásokkal összhangban a szerzőnek az alábbi hat területen végzett kutatás eredményeit mutatja be:

1. Különböző fizikai és kémiai típusú (sós és szikes) vizek ökológiai sajátosságainak jellemzése és összehasonlítása
2. A makrofitonok szerepének megismerése a szikesek sajátos fizikai és kémiai tulajdonságainak kialakulásában
3. A sós és szikes halofiton indikátor-növényfajok elkülönítése
4. Az autotróf plankton, valamint a heterotróf zooplankton mennyiségi viszonyainak meghatározása a sós és szikes vizekben
5. A sós és szikes vizekhez kötődő vízimadár-közösségek anyagforgalmi szerepének, valamint ökoszisztéma-kontrollfunkcióinak (bottom-up és top-down) megismerése
6. A sós és szikes vizek sajátos trofikus rendszerének és táplálékhálózatának jellemzése

A szerző Eurázsia sós és szikes vizeinek ionösszetételét vizsgálta jelentős számú területre kiterjedően (N = 220), benne az elsőként a teljes Kárpát-medencére kiterjedően mintegy 80 helyszínen. Négy alaptípust azonosított a domináns ionok alapján, amelyek további altípusokra oszthatóak az ionösszetétel nagyfokú változatossága révén. A domináns ionok aránya alapján végzett főkomponens analízis elemzés három jól jellemezhető csoportot azonosított (szikes, szikes-sós, sós), amely eljárás lehetőséget teremt a szárazföldi magas szalinitású vizek besorolására. Munkája során kimutatta a szikes és sós vizek pH értéken alapuló elkülönítését jelentősen befolyásoló körülményeket.

Kárpát-medence nagyszámú (N = 84) sós és szikes vízterében a fizikai és kémiai értékek mellett a trofitási kulcstényezőket vizsgálta, megállapítva azok szélsőségesen hipertróf jellegét, valamint a szikeseknek a sós vizeknél lúgosabb jellegével összefüggésben a kiegyenlített vagy 1 alatti N/P arányt. E vizek olyan sajátos ökológiai rendszerek, amelyekben többszörösen szélsőséges ökológiai stressz hat az élőlényközösségek összetettségére és a

biotikus interakcióira. E vizek magas oldott szerves (DOC) koncentrációjának terepi és kísérletes vizsgálata során megállapította, hogy az allochton eredetű, a talajvíz mellett a mocsári növényzetnek is jelentős szerepe van, amelyhez e vizek magas pH-ja is hozzájárul növelve a növényi származékok lebomlását és a keletkező szerves anyagok oldódását. A szikesek esetében vizsgált növényfajok közül a sziki zsióka állomány borításának pozitív hatását igazolta a színes oldott szerves anyag (CDOM) és oldott szerves (DOC) mennyiségre.

A szerző a nagyszámú (N = 102) vizsgált kárpát-medencei és kazahsztáni sós és szikes élőhelyek esetében vizsgálta, hogy mely növényfajok lehetnek karakter- és indikátor fajok, megállapítva a szikesek nagyobb diverzitását. Ezen élőhelyek kémiai típusai alapján három-három jellemző indikátor fajt azonosított a szikes és sós élőhelyekre. A halofita növényfajok alkotta növényközösségek az alkalmazott diszkriminanciaanalízis alapján jól elkülöníthetőek voltak a szikes, szikes-sós és sós típusok esetében.

A szerző terepi és kísérletes eszközökkel vizsgálta a szikes vizek rendkívül magas P tartalmát befolyásoló tényezőket. A vonuló madárállományok által intenzíven használt időszakos kiskunsági szikes vizein igazolta, hogy a magas P tartalom háttérében jelentős szerepe van a madarak ürüléke okozta terhelésnek, döntően növényevő, nagytestű lúdalakúak és darufélék, valamint a további mindenevő lúd és lilealakúak fajok által. A guanotrofizáció mértéke nagyságrendekkel meghaladja a nemzetközi (OECD) hipertróf határértékeket. A magas P tartalomban a kis vízmélységnek, valamint a szikes vizek sajátos kémiai jellemzői adta lúgos jellegnek is fontos szerepe van, amely fokozza az oldott P formák felszabadulását a vízimadarak ürülékéből.

A szikes vizekben a magas P tartalom ellenére a klorofill-a (CHL) szintjét a sós vizeknél alacsonyabbnak állapította meg, amelyet a szikes vizek alacsonyabb N szintje mellett e vizek zavarossága okozta fénylimitációja okozhat. A szerző vizsgálatai a zavaros és színes szikes vizek planktonikus termelése és fogyasztása területén igazolta a nettó heterotrófiát e vizekben, amely jellemző azon vizekre ahol a táplálékhálózat allochton tápanyagok által vezérelt. Alacsonyabb P/R arányt mért a színes szikesekben a zavaros szikesekhez képest, amelyet a makrofitonokból származó szerves anyagok lassú mikrobiális lebomlásával magyaráz a színes szikesekben, illetve a vízimadarak okozta magasabb guanotrofizációval a zavaros szikesekben.

Az alloszapróbia jelenségét a planktonikus szintek mennyiségi viszonyaira a fito-zooplankton trofikus kapcsolaton keresztül vizsgálta Magyarország és Kazahsztán jellegzetes állandó (N = 47) és időszakos (N = 43) szikes és sós vizein. A szikes vizekben, feltehetően a magas P tartalom miatt, magasabb fitoplankton biomasszát állapított meg a sós vizekhez képest, azonban a zooplankton-biomassza nem mutatott különbséget a két típus között. Markáns különbséget állapított meg ugyanakkor az állandó és időszakos vizek között, amely háttérében az időszakos vizekben a halak általi kontroll hiányát feltételezte. Elemzése rámutatott, hogy a sós és szikes vízi zooplankton produkciója esetében az autotróf plankton mellett az e vizekre jellemző egyéb heterotróf planktonikus mikroszervezeteknek is fontos

hatása lehet. Modellezési vizsgálatai a zooplankton-biomassza mennyisége esetében a sós, szikes vizek állandó/időszakos jellege mellett, e vizek szalinitását, valamint az e vizeket használó madarak jelentős hatását mutatta ki.

A szikes és sós vizeket használó vízimadár közösségek összetétele és sűrűsége jelentős hatással vannak e vizek fizikai, kémiai, biológiai jellemzőire, az ott található ökológiai rendszerek működésére. A szerző vízimadár-együttesek jellegzetes gildjeit határozta meg, valamint azoknak a tápanyag forgalomban játszott szerepe alapján (VAG), Nettó Importőr (NIM), Importőr-exportőr (IMEX), Nettó exportőr (NEX), azok bottom-up (BOT) és top-down (TOP) hatását vizsgálta a C, N, P mennyiségre a vizsgált vízterekben Magyarországon és Kazahsztánban. Megállapította, hogy a biomassza szerinti gildek jellemzik a legjobban a madarak anyagforgalmi szerepét. Megállapította, hogy a vizsgált táplálkozási gildek vízimadár-biomasszája alapján a növényevők hatása a legjelentősebb e vizeken, a mindenevőké a következő legjelentősebb, míg a gerinctelen, hús és halevők hatása volt a legalacsonyabb mindkét régióban. A tápanyag forgalomban játszott szerepe alapján (VAG) a nettó importőr (NIX) vízimadár-biomassza a meghatározó, amelyet a kárpát-medencei régióban az importőr-exportőr (IMEX) követte, míg a kazah régióban a nettó exportőr (NEX). Megállapította, hogy a nettó importőr (NIX) gildbe tartozó nagy testű, növényevő lúdalkatú fajoknak BOT szerepe meghatározó a sós és szikes vizek anyagforgalmában. Ugyanakkor az elsősorban gerincteleneket és halakat fogyasztó nettó exportőr (NEX) gild jelentős mértékű TOP kontrollt gyakorolhatnak a szikeseken a zooplanktonra és a makrogerinctelenekre, az importőr-exportőr (IMEX) gild detrituszt fogyasztó récefajainak jelentős szerepe lehet a sós szikes vízterek trofikus rendszerében.

Az eurázsiai léptékben, sok víztesten alapuló évtizedes adatsorai jól integrálják a klasszikus táplálkozási gildek és az ökoszisztéma kontrollfunkciók jellemzőit. Eredményei megerősítik, hogy a vízimadarak kettős kontrollfunkcióit (BOT-TOP) egyidejűleg szükséges használni a sós szikes vízterek ökoszisztéma modelljeiben, e fajok fontos indikátorként szolgálnak ezen ökológiai rendszerek állapotának monitorozása és vizsgálata során.

A szerző értekezésében tárgyalt fő eredményei 12 rangos nemzetközi lapban megjelent első szerzős (11 db) és utolsó szerzős (1 db) publikációján alapszanak. Az értekezésben a szerző ezen alapos bírálati folyamaton átesett publikációk eredményei alapján tárgyalja a vizsgált hat területtel kapcsolatos megállapításait. Bemutatott eredményeit kiegészíti 54 további az értekezés témájához szervesen kapcsolódó hazai és nemzetközi szaklapokban megjelent publikációja, amelyből 29-ben első szerző és 12-ben utolsó szerző.

A szerző több évtizede elkötelezett kutatója a hazai szikeseknek, amely munkája a 1990-es években madártani vizsgálatokkal indult meg, majd a 2000-es évektől kutatásai e sajátos vizes élőhelyek sokrétű kémiai, hidrobiológiai, mikrobiológiai, botanikai, zoológiai, ökológiai és természetvédelmi vizsgálatokkal bővültek eredményesen, széleskörű hazai és nemzetközi együttműködésben. Kutatása során modern terepi, laboratóriumi módszereket és statisztikai eljárásokat alkalmazott. Kiemelendő, hogy kutatásait sikeresen tudta bővíteni nemzetközi

együttműködésben a Kárpát-medencén kívüli olyan jelentős szárazföldi sós és szikes vizeknek helyt adó régióra, mint pl. Közép-Ázsia (Kazahsztán). A több évtizede folyó, e speciális élőhelyek fő releváns abiotikus és biotikus tényezőire és jellemző több régiójára kiterjedő területein végzett kutatásai jó lehetőséget adtak az értekezésben célul kitűzött vizsgálatok sikeres megvalósítására.

A szerző az értekezésében tárgyalt kutatásokhoz kapcsolódó 338 db további releváns hazai és nemzetközi publikációt citál a kutatásaival kapcsolatosan, amelyek az adott kutatási területekkel kapcsolatos irodalomban való széleskörű tájékozottságát jelzik.

A 143 oldalas értekezés áttekinthető módon, jól értelmezhető ábrákkal mutatja be az eredményeket. Az irodalomjegyzékben elkülönítve mutatja be az értekezés alapját képező saját közleményeket, a hivatkozott további saját, valamint hivatkozott nem saját közleményeket. A 6.4 részben az értekezés témakörében megjelent további sajátközleményei között számos olyan található, amelyek már szerepelnek a megelőző listákban.

Az értekezés új eredményei

A sós és szikes vizek egyértelmű elkülönítésére egy új kritériumrendszert dolgozott ki a domináns ionok figyelembevételével eurázsiai léptékben az 1 g/L-nél nagyobb szalinitású vizekre vonatkozóan. Kimutatta, hogy a Kárpát-medence időszakos szikes vizeinek több mint fele jelenleg a szikes alaptípusba tartozik.

Igazolta, hogy a szikes és a szikes-sós vizek sajátossága az állandó alkalikus jelleg, míg a sósak csak időszakosan lehetnek lúgos kémhatásúak, ezért egyszeri pH-mérés alapján ezek a csoportok egyértelműen nem különíthetők el.

Megállapította, hogy a szikesekre jellemző állandóan lúgos pH (> 9) az a fő kémiai tényező, amelyre visszavezethető az általában magasabb TSS-Alg, DOC, CDOM, TP és CHL koncentráció, valamint kisebb N/P arány a sósakhoz képest.

Kimutatta, hogy a Kárpát-medencében található időszakos szikes vizek a lúgos kémhatással összefüggésben a Föld szervesetlen eredetű lebegőanyagokban (TP, DOC) leggazdagabb különleges állóvizei közé tartoznak. A magas DOC-tartalma részben a vizekben található makrofitonok bomlástermékeiből, valamint a felszín alatti vizekben oldott szerves anyagokból származik.

Laboratóriumi lebontási kísérlettel igazolta, hogy a sziki zsióka (*Bolboschoenus maritimus*) lebomlása során a C-kibocsátás kétszer olyan magas DOC és 3,5-szer magasabb CDOM koncentrációhoz vezet, mint a *Phragmites australis* esetében a szikes vizekben. A TSS-Alg és a CDOM víz alatti fénykioltásban (K_d) való részesedése alapján meghatározta a Kárpát-

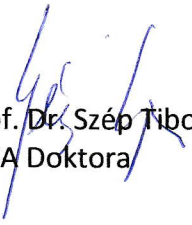
hozzájárulnak e sajátos élőhelyekkel kapcsolatos alap- és alkalmazott tudományos ismereteink bővítéséhez, nagyban támogatva azok hatékony védelmét.

A doktori munka tudományos eredményeit elegendőnek tartom az MTA doktora cím megszerzéséhez, a nyilvános védés kitűzését javaslom.

Kérdéseim:

- A vizsgált szikes élőhelyek életében jelentős szereppel bíró vonuló madárfajok állományában várható változások és ugyanakkor a vizes élőhelyek számában és kiterjedésben tapasztalható jelentős csökkenések miként fogják befolyásolni a szikes élőhelyek ökológiai állapotát a következő évtizedekben?
- A vizsgált szikes élőhelyek életében jelentős szereppel bíró vonuló madárfajoknak milyen szerepük lehet az általuk behurcolt heterotróf élőlények révén ezen élőhelyek élőlényközösségének összetételére és működésére?

2026.01.26.


Prof. Dr. Szép Tibor
MTA Doktora