

Válasz Szép Tibor az MTA doktora bírálataira

Tisztelettel köszönöm Szép Tibor Bírálónak az MTA doktori művem alapos áttanulmányozását, az elismerő véleményét és konstruktív kérdéseit.

Bírálóm részletesen áttekinti a disszertáció tartalmát a célkitűzésektől az ismertetett eredményeken keresztül, melyeket külön megerősít az értekezés új eredményei fejezetben. Külön köszönöm, hogy a bevezető áttekintésében kiemeli a szikesek veszélyeztetettségét, természetvédelmi jelentőségét és nemzetközi státuszát, valamint azt, hogy az értekezés hozzájárulhat a mind jobban előtérbe kerülő környezeti kihívások kezeléséhez szükséges ismeretek megszerzéséhez. Bírálóm jelzett egy kisebb jogos szerkesztési hibát, hogy a 6.4 részben az értekezés témakörében megjelent további saját közleményeim között található olyan, amelyek már szerepelnek a megelőző listákban.

Tekintettel a szikes vizeink kiemelt európai jelentőségére, a felfedező megismerés mellett az alkalmazott kutatásoknak is nagy gyakorlati jelentősége van a megőrzés és a helyreállítás szempontjából. Ezt azért is tartom fontosnak, mert a kutatómunkám mellett párhuzamosan folyamatosan foglalkoztam a szikes ökoszisztémák természetvédelmi kérdéseivel, és kutatásaim eredményeit mindig próbáltam a gyakorlatban is alkalmazni, például közvetlenül az állapotfelmérési és monitorozó munkákban. A nemzetköz status tekintetében Bírálóm véleményével és kérdéseivel összhangban ezúton is szeretném kiemelni azt, hogy a szikesek mind hazai, mind eurázsiai viszonylatban a vízimadarak nemzetközi jelentőségű vonuló- és gyülekezőhelyei, valamint különleges élőhelyek, ezért kiemelt természeti objektumok, a vizes élőhelyek megőrzését és fenntartható használatát célzó, legrégebbi globális természetvédelmi egyezmény (ún. Ramsari Egyezmény) betartásában. Ezt a célt igyekeztem megvalósítani a Ramsari Egyezmény Magyar Nemzeti Bizottságának tagjaként is. Ezekhez a bevezető gondolatokhoz kapcsolódnak Bírálóm kérdései is, melyekre a következő válaszokat adom.

Kérdések

1. „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?”

Válasz

A kérdés különösen időszerű a globális ökológiai változások tükrében a transzkontinentális léptékben vonuló vízimadarak vonatkozásában. Ezért az értekezés összefoglaló kitekintésében jeleztem, hogy „a globális ökoszisztéma-funkciókkal és -szolgáltatásokkal bíró vízimadár-közösségek tanulmányozása, valamint monitorozása a hagyományoknak megfelelően továbbra

is meghatározó feladat”. Ehhez kapcsolódóan az értekezés alapjául szolgáló vízimadarakkal foglalkozó közlemények érintik, hogy a vízimadarak guantrofizációs szerepe gyakorlati természetvédelmi kérdéseket is felvet.

Általános jelenség – különösen Európában – a természetközeli állapotú élőhelyek területi beszűkülése és fragmentációja, ami közismerten a biodiverzitás és ezen keresztül a reziliencia csökkenéséhez vezet, amely az ökológia egyik legsúlyosabb globális kihívása. A szikesek sem képeznek kivételt ezen folyamatok alól, és különösen a sekély, gyakran időszakos vízborításuk miatt érzékenyen reagálnak a klímaváltozás szélsőséges hatásaira és ezen keresztül a hidrológiai ciklus módosulásaira. Ennek megfelelően más vizes élőhelyekhez hasonlóan a madárközösségek és a szikes élőhelyek biodiverzitását a következő évtizedekben várhatóan két, egymással összefüggő negatív folyamat fogja alapjaiban meghatározni: a vizes élőhelyek kiterjedésének drasztikus csökkenése és a madárpopulációk méretének fogyatkozása. A fajszám és a területnagyság összefüggése természetesen a vízimadarak esetében is működő törvényszerűség. Ennek lényege, hogy a terület méretének növekedésével a megfigyelhető fajok száma nem lineáris, hanem egy telítődési görbe mentén emelkedik. A vizes élőhelyek méretének csökkenése során a fajszám gyakran a telítési szint alatt marad a potenciális biogeográfiai adottságokhoz képest, és az élőhelyek szerkezetének átalakulásával a jellegzetes sziki madárközösség összetétele is változik, amit például a széki lile (*Anarhynchus alexandrinus*) és a székicsér (*Glareola pratincola*) visszaszorulása is jól jelez. Emellett bizonyos megmaradó jobb alkalmazkodóképességű fajok állományai kisebb területen tömörülnek össze, ami vízfelület- és térfogat arányosan növekvő élőhely terhelést eredményez.

Az is lényeges, hogy az adott szigetszerű szikes élőhelyfolt milyen tájmátrixban helyezkedik el, vagyis milyen egyéb élőhelyek veszik körül, melyet az általam kidolgozott anyagforgalmi gild koncepció hangsúlyosan vesz figyelembe. Hazánkban a szikeseket döntően intenzíven művelt szántóföldi agrárökoszisztémák veszik körül, ami néhány növény- és mindenevő vízimadárfajnak (pl. bizonyos lúd- és darualakúak) ideális táplálkozóhely, melyek a nettó-importőr gild tagjai a vizes élőhelyek szempontjából. Ezek közül például a szikeseken a nagy lilik (*Anser albifrons*), és a daru (*Grus grus*) nettó-importőr fajok létszáma jelentősen növekedett az elmúlt évtizedekben.

További szempont az expozíciós idő is, vagyis mennyi ideig tartózkodnak ezek a madárállományok az adott vízfelületen, ami szintén növekvő mértéket mutat azáltal, hogy a klímaváltozás hatására enyhülő telek miatt a ludak nagy számban telelnek át hazánkban. A fenti komplex folyamatok eredője az, hogy a vízimadarak ökoszisztéma-kontrollfunkciói megnövekednek a szikeseken, különösen a bottom-up hatás, ami gyakran a disszertációban bemutatott guantrofizációhoz vezet, és ezen keresztül a trofitás növekedése mellett a heterotrófia mértéke is nő. Kérdéses tehát, hogy a folyamat hosszú távon miként módosítja a szikesek állapotát, kiváltképp az eutrofizáció és a szukcesszió dinamikáját, melyek kontrollálása a természetvédelmi kezelés egyik legnagyobb kihívása. Amennyiben feltételezzük, hogy a klímaváltozás hatására a szikesek kiszáradási periódusai is növekednek –

ami az egész Alföldön egyre uralkodóbb tényezővé válik – akkor a megnövekedett guanotrofizációt részben ellensúlyozhatja a kiszáradás során bekövetkező tápanyagveszteség. Viszont a gyakoribb és tartósabb kiszáradással egyidejűleg az oldott sókban gazdag talajvíz szintjének csökkenése miatt a szikesek deszalinizációja (sótartalom csökkenése) is egy létező folyamat, ami viszont hosszú távon a karakterisztikus szikes jelleg tompulásához, szélsőséges esetben a megszűnéséhez is vezethet. Mérlegelve a felsorolt hatások és folyamatok eredőjét, véleményem szerint a szikeseink állapotát hosszú távon nem a vízimadarak, hanem sokkal inkább a klímaváltozás és a föld- ill. területhasználat negatív hidrológiai hatásai veszélyeztetik. Ehhez nyújtanak jó referenciát Kazahsztán sós és szikes vizein végzett vizsgálataim eredményei. Érintettem a disszertációban, hogy Közép-Ázsia sivatagi és félsivatagi biomjában található sós és szikes vizeket körülvevő arid ökoszisztémák nem tudnak eltartani olyan nagy tömegű nettó-importőr vízimadár közösséget, mint a hazai szikések, ezzel szemben viszont ott a nettó-exportőr gild (hal- és gerinctelenevők) dominanciája jellemző, amely esetenként igen jelentős lehet, még az obligát halevő gödényalakú (*Pelecaniformes*) kormoránok és pelikánok tekintetében is. Ennek a sivatagi környezetben adódó látszólagos ellentmondásnak okai véleményem szerint az eltérő térléptékekben és hidrológiai viszonyokban keresendő, ugyanis Közép-Ázsiában a vízrendezés és tájatalakítás kisebb mértékben érintette a természetes ökoszisztémák kedvezőtlen átalakulását mint Európában, így ott az ökoszisztéma-funkciók, a biodiverzitás és reziliencia is kevésbé sérült.

2. „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?”

Válasz

A vonuló madarak nem csupán tápanyagszállítók a bioszférában, hanem biológiai vektorokként is működnek. Az általuk közvetített élő szervezetek (mikroszkopikus gerinctelenek, peték, ciszták, baktériumok) alapvetően formálják az ökoszisztémák trofikus szintjeit és működését, mellyel egyre több hazai és nemzetközi kutatás is foglalkozik. A vízimadarak kulcsszerepe a makrofitonok, a vízi makrogerinctelenek és a zooplankton passzív terjesztésében közismert, ugyanakkor eddig kevés tanulmány összpontosított a természetes vízi mikrobiális közösségek vízimadarak általi terjesztésére. Ez a kérdés ugyan nem képezte kutatómunkám fő irányát, de részt vettem a szikések mikrobiális közösségét és ehhez kapcsolódóan a vízimadarak közvetítő szerepét is érintő kutatásokban, illetve publikációkban, melyek eredményeit a disszertáció csak érintőlegesen tartalmazza.

Ezekből a munkákból a kérdésre konkrét válaszként emelem ki a Journal of Biogeography D1-es minősítésű szakfolyóiratban megjelent közleményünket (Szabó és mtsai., 2022), amely igazolta a szikések vonatkozásában, hogy a vízimadarak a prokarióta és mikroeukarióta

közösségek valós terjedési vektorai. A tanulmányunkban DNS metabarkódolást alkalmazva, a magyar és osztrák Fertőzug időszakos szikes vizein gyűjtött víz és madárürülék minták amplikon szekvencia variánsait (ASV) elemeztük és hasonlítottuk össze. Az eredmények rávilágítottak, hogy a madarak által szétszórt mikroorganizmusok összetétele nem az emésztőrendszer szelektivitását, vagy a vízimadarak preferenciáját, hanem inkább az adott élőhely természetes mikrobiális közösségeit tükrözi. Azt is kimutattuk, hogy a teresztis élőhelyeken táplálkozó modellfajoknak tekinthető nyári lúd (*Anser anser*) és nagy lilik (*Anser albifrons*), valamint a vizekben és a száraz területeken egyaránt táplálkozó pajsoscankó (*Calidris pugnax*) által szállított mikrobiális közösség eltérő volt a mélyebb vizekben szűrő táplálkozásmódot folytató kanalas récéhez (*Spatula clypeata*) képest. Tehát a madarak meghatározó ágensei a szikesek heterotróf mikrobiális közösségének, így ezen keresztül kimutatható hatást gyakorolnak az élőlényközösségek összetételére és működésére. Különösen azáltal, hogy erre az extrém fizikai és kémiai tulajdonságokkal rendelkező élőhelyekre specializálódott, illetve az ezt túlélő organizmusok ellenállóbbak lehetnek a madarak emésztőrendszerének lebontó mechanizmusaival szemben. Ez utóbbi jelenség és a feltett kérdés még további elemzést igényel, ami a vízimadarak és a mikrobiális közösség kapcsolatrendszerére vonatkozó jövőbeli szikes kutatások egyik perspektivikus iránya lehet.

Idézett irodalom

Szabó, B., Szabó, A., Vad, Cs.F., Boros, E., Lukić, D., Ptacnik, R., Márton, Zs., Horváth, Zs., 2022. Microbial stowaways: Waterbirds as dispersal vectors of aquatic pro- and microeukaryotic communities. *Journal of Biogeography* 49, 1286–1298. DOI: 10.1111/jbi.14381.

Végezetül tisztelettel újra köszönöm Szép Tibor Bírálómnak a körültekintő opponensi munkáját, elismerő véleményét, a nyilvános védés kitűzésére tett javaslatát, és ezúton kérem a kérdéseire adott válaszaim elfogadását.

Budapest, 2026. február 10.

Tisztelettel:



Boros Emil