

A KISVIZES ÖKOSZISZTÉMÁK PREDIKTÍV ÉRTÉKE A KLÍMAVÁLTOZÁS HATÁSAINAK MEGÉRTÉSÉBEN, ÉS JELENTŐ- SÉGÜK A BIODIVERZITÁS MEGŐRZÉSÉBEN

Padisák Judit

az MTA doktora, MTA–PE Limnóökológiai
Kutatócsoport, Veszprém; Pannon Egyetem
Limnológia Int. Tsz., Veszprém
padisak@almos.uni-pannon.hu

Lázár Diána

MSc-hallgató, Pannon Egyetem Limnológia Intézet
Tanszék, Veszprém • lazard.diana@gmail.com

Yvonne Němcová

PhD, Károly Egyetem Botanika Tanszék, Prága
ynemcova@natur.cuni.cz

Vass Máté

MSc-hallgató, Pannon Egyetem Limnológia Intézet
Tanszék, Veszprém • vass.mate90@gmail.com

Tánczos Balázs

PhD, Bűnügyi Szakértői és Kutató Intézet Genetikai
Szakértői O., Budapest • tanczosb@orfk.police.hu

Stenger-Kovács Csilla

PhD, Pannon Egyetem Limnológia Intézet Tanszék,
Veszprém • stenger@almos.uni-pannon.hu

Hubai Katalin Eszter

MSc, doktorjelölt, Pannon Egyetem Limnológia Inté-
zeti Tanszék, Veszprém • hubaikatalin@gmail.com

Magyar Donát

PhD, Országos Környezetegészségügyi Intézet
Aerobiológiai és Pollenmonitorozási Osztály,
Budapest • magyar.donat@gmail.com

Trájer Attila János

Dr. Univ., doktorjelölt, MTA–PE Limnóökológiai
Kutatócsoport, Veszprém; Pannon Egyetem
Limnológia Int. Tsz., Veszprém • atrajer@gmail.com

Hammer Tamás

MSc, PhD-hallgató, Pannon Egyetem Limnológia
Intézet Tanszék, Veszprém • hammer.t88@gmail.com

Lengyel Edina

MSc, doktorjelölt, MTA–PE Limnóökológiai Kutatócsoport, Veszprém
lengyele@almos.uni-pannon.hu

A limnológia paradoxonja, hogy alapvető tu-
dásanyagát a mély és nagy tavak vizsgálatából
meríti, holott a tipikus tó kicsi és sekély. Ma-
gyarország – relatíve kis mérete ellenére – ren-
delkezik „nagyvizekkel”: a folyóvizek közül a

Duna és a Tisza emelendő ki, állóvizek tekin-
tetében pedig a Balaton, a Fertő, a Velencei-
tó és a Tisza-tó, de ennek ellenére elsöprő a kis
tavak és patakok nagy száma. E vizek tudomá-
nyos kutatása sporadikus; a „történeti adatok”

használhatósága, a mintavételi, feldolgozási, stb. stratégiák különbözősége korlátozott.

Az EU Víz Keretirányelvének (VKI) 2000-es kibocsátása paradigmaticus fordulatot jelentett a „vízminőség” monitorozásában. A VKI célobjektumként jelölte ki a 10 ha-nál nagyobb tavakat és a 10 km²-nél nagyobb vízgyűjtővel rendelkező folyóvizeket. A vízgyűjtő-gazdálkodási tervek ezerszeres állapotminősítését öt biológiai minőségi elemre (makrofiton, fitobentosz, fitoplankton, makrogerinctelenek, halak) írják elő. Mindebből következik, hogy növekvő és akkumulálódó tudáshiánnyal nézünk szembe mindazon élőlénycsoportok esetében, melyeket a VKI nem kezel kiemeltként, s mindazon vízterek vonatkozásában, melyek a fenti határértéknél kisebbek. Ráadásul mikroszkopikus fajokra a természetvédelmi monitorozás sem terjed ki.

Hazai és nemzetközi példák sora bizonyítja, hogy a kisvizek – sokszor ökoton jellemeik miatt – különlegesen fontosak a biodiverzitás szempontjából, s veszélyeztetettségük igen nagy. Jellemzően (de nem kizárólag) zárt medencéjű vizek, emiatt az időjárás, hosszú távon pedig a klíma változásaira érzékenyek, s az egyre gyakoribbá váló extrém időjárási jelenségek dramatikus flóra-, fauna-, közösség- és ökoszisztéma szintű változásokkal járnak. E tanulmányban olyan kutatási eredményeket összegyűjtünk, melyek rámutatnak e vizek természeti értékeire, biodiverzitásuk gazdagságára, de akár állat- és humánegészségügyi jelentőségekre is.

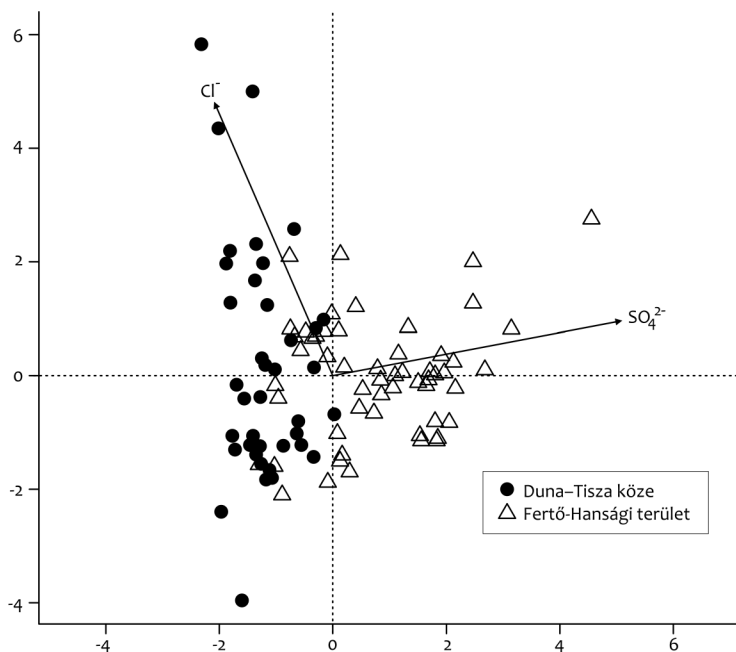
1. Szikes tavak

A szikes tavak zárt medencéjű tavak, amelyek olyan lefolyástalan területen fordulnak elő, ahol a nettó evaporáció mértéke hosszú időtartamban eléri vagy meghaladja a lehulló csapadékmennyiséget. Egyesek szezonálisan vagy

akár évekre is kiszáradhatnak, másokra állandó vízborítottság jellemző. A sós tavak a világ veszélyeztetett élőhelyei közé tartoznak. Számuk az elmúlt évtizedekben megfogyatkozott, és a prognózisok szerint 2025-re tovább csökken (Williams, 2002). A Kárpát-medencében a szikes tavak 90%-a védett területen található, legtöbbjük a nemzeti parkjainkban, mindegyikük a törvény erejénél fogva (*ex lege*) védett élőhely és egyben Natura 2000-es terület. Fizikai és kémiai tulajdonságaikat a tó geomorfológiája, geokémiája, a párolgás és a csapadék határozza meg. Sótartalmuk és ionösszetételük tág határok között változik. Olyan speciális ökológiai igényű, ritka fajok élnek itt, amelyek semmilyen más víztípusban nem fordulnak elő. A kovaalgák nagyon jól alkalmazható indikátorfajok, minthogy elsődlegesen olyan limnológiai paraméterekre reagálnak, melyek a szikes tavak természetes állapotának megőrzésében alapvető fontosságúak, ilyen például a vezetőképesség, a HCO₃⁻, a SO₄²⁻ és a hőmérséklet. Egészen más a kovaalga-összetétel a Duna–Tisza közén, ahol HCO₃⁻-dominancia jellemző, mint a Fertő–Hanság-régióban, ahol a magas HCO₃ mellett a SO₄²⁻ ion mennyisége is kiemelkedő (Stenger-Kovács et al., 2014; 1. ábra).

A magas HCO₃⁻-tartalom jó indikátora a *Nitzschia supralitoralea*, míg a SO₄²⁻ ioné a *N. aurariae* és a *N. frustulum*. Hogy mely fajok kerülnek majd előnybe a másikkal szemben, vagy mely fajok lesznek sikeresek azért, hogy a magasabb hőmérsékletet, sótartalmat kedvelik vagy tolerálják, arra ökofiziológiai kísérletek adhatnak választ.

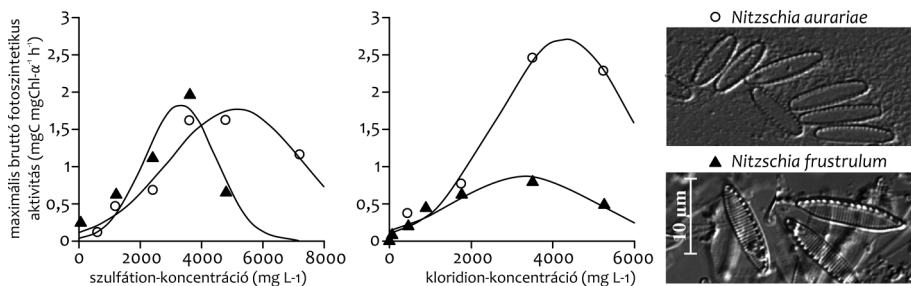
Két, törzsféjlődéstanilag és morfológiailag hasonló, szikes tavakból kitenyészített faj, a *Nitzschia aurariae* és a *N. frustulum* fotoszintézisét laboratóriumi vizsgálatokban -32, illetve 28 °C-on találtuk optimálisnak (2. ábra).



1. ábra • A Duna–Tisza közéről és a Fertő–Hansági területről gyűjtött bevonatminták (n=98) korrespondencia-elemzése (CCA) a klorid- és szulfátion-tartalom tekintetében

Mindkét faj érzékeny a hidegre, fotoszintézisük 15 °C alatt jelentősen csökken. Habár mind a két kovaalga a szikes élőhelyek jellemző faja, megjelenésük és dominanciájuk eltérő, amelyre magyarázatot adhat az ökológiai

igényeik közötti különbség: a fajok széles toleranciával jellemezhetők, de a *N. aurariae* szulfát- (5336 mg L⁻¹) és kloridion- (4283 mg L⁻¹) koncentráció optimuma nagyobb, mint a *N. Frustulumé* (3332 és 3253 mg L⁻¹).



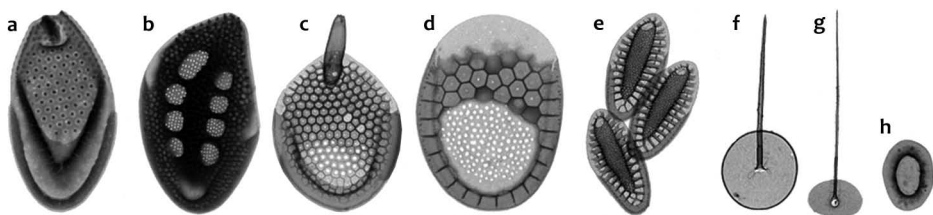
2. ábra • A *Nitzschia aurariae* és *N. frustulum* kovaalga fajok különböző hőmérsékleten mért (5, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40 °C) átlagos, maximális, bruttó fotoszintetikus aktivitása szulfát- és kloridiongradiens mentén

2. Szilíciumpikkelyes flagelláták

A szilíciumpikkelyes algák a plankton egy speciális csoportját alkotják. Ökofiziológiai jellemzőjük, hogy nem rendelkeznek olyan enzimekkel, melyek a hidrogén-karbonát szénforrásul való felhasználását és a foszfát lúgos vizekből való felvételét lehetővé tennék. Ostoros mozgásuk „imbolygó”, potenciálisan mixotrófok. E jellemzők behatárolják azon élőhelyeket, melyekben előfordulnak: enyhén savas, közepes-magas huminanyag-tartalommal rendelkező, szélhatásnak kevésbé kitett (tehát kicsi) víztestek. E víztípus geokémiai okok folytán Magyarországon ritka, s egyes területektől eltekintve világviszonylatban is jellemzően szigetszerű előfordulása. Mintegy 300 faj tartozik e csoportba, köztük jelentős számban olyanok, melyeket jól körülhatárolható cirkumpoláris, bipoláris vagy pantropikus elterjedés jellemez. Magyarország speciális biogeográfiai határhelyzetben van e csoport algáinak szempontjából. A kora tavaszi időszakban a nordikus fajok jelennek meg nagy faj- és egyedszámban az erre alkalmas kisvízekben, nyáron a tropikus fajok előfordulása jellemző, így elterjedési mintázataik változása klímaváltozási folyamatokat indikálhat.

A Kab-hegy bazaltkarsztmezőin számos szélvédett tavacska található, melyek vize az alapkőzet jellege és a behulló avar bomlása miatt huminanyagokkal színezett, enyhén savas kémhatású. A nyári hónapokban csak a kifejezetten csapadékos években nem száradnak ki. Természetvédelmi értéküket mutatja, hogy többet közülük tavasszal a békaliliom (*Hottonia palustris*) virágszőnyege borít. A 2013 március-áprilisában, öt tavacskából gyűjtött tizenöt mintában elektonmikroszkópos vizsgálatokkal egyedülállóan gazdag flórát mutattunk ki. Összesen 35 *Crysophyceae* fajt azonosítottunk: egy *Chrysosphaerella*, egy *Chrysodidymus*, huszonkét *Mallomonas*, hat *Paraphysomonas*, három *Synura*, egy *Spiniferomonas* és egy *Tessellaria* fajt.

Nyolc olyan konstans fajt találtunk, amely mind az öt tóban jelen volt (*t. táblázat*; [az öt jelzetlen függőleges oszlop az 5., 4., 3., 2. és 1. tavat jelenti], *3. ábra*), továbbá tíz olyan fajt is azonosítani tudtunk, amelyek a vázolt élőhelytípuson belül is csupán bizonyos élőhelyekhez köthetők. Az egyes élőhelyeken átlagosan tíz fajt azonosítottunk, közöttük szignifikáns különbséget a fajszám tekintetében nem találtunk, viszont az egyes élőhelyek különleges és egyedi flórával jellemezhetők.



3. ábra • a – *Mallomonas calceolus*, apikális pikkely; b – *M. lichenensis*, tüske nélküli testi pikkely; c – *Synura curtispina*, tüskés testi pikkely; d – *S. uvella*, kaudális pikkely; e – *S. petersenii*, tüske nélküli testi pikkely; f – *Paraphysomonas vestita*, tüskés pikkely; g – *P. imperforata*, tüskés pikkely; h – *Spiniferomonas trionalis*, tüske nélküli pikkely

+			+	+	<i>Chrysosphaerella brevispina</i>
+					<i>Chrysodidymus synuroideus</i>
+	+	+	+		<i>Mallamonas akrokomos</i>
	+		+	+	<i>M. alata f. alata</i>
	+		+	+	<i>M. alata f. hualvensis</i>
				+	<i>M. annulata</i>
+	+	+	+	+	<i>M. calceolus</i>
	+	+	+	+	<i>M. clavus</i>
				+	<i>M. formosa</i>
	+				<i>M. glabra</i>
		+	+		<i>M. heterospina</i>
		+	+	+	<i>M. insignis</i>
	+		+	+	<i>M. leymeme</i>
+	+	+	+	+	<i>M. lichenensis</i>
+					<i>M. magnofera</i>
+					<i>M. munda</i>
+					<i>M. oviformis</i>
	+		+		<i>M. parvula</i>
+	+			+	<i>M. papillosa</i>
	+			+	<i>M. pillula f. valdiviana</i>
	+			+	<i>M. pillula f. valdiviana</i>
+		+	+		<i>M. pumilio var. dispersa</i>
	+			+	<i>M. pumilio var. pumilio</i>
	+		+	+	<i>M. retifera</i>
			+	+	<i>M. reticula</i>
				+	<i>M. striata</i>
			+	+	<i>M. tubulosa</i>
+					<i>P. caelifrica</i>
+			+	+	<i>Paraphysomonas corynephora</i>
			+		<i>P. eiffelii</i>
+	+	+	+	+	<i>P. imperforata</i>
+	+		+		<i>P. punctata</i>
+	+	+	+	+	<i>P. vestita</i>
+	+	+	+	+	<i>Symura curtispina f. reticulata</i>
+	+	+	+	+	<i>S. uwelli</i>
+	+	+	+	+	<i>S. petersenii</i>
+	+	+	+	+	<i>Sp. trionalis</i>
+					<i>Tessellaria lapponica</i>

+			+	+	<i>Chrysosphaerella brevispina</i>
+					<i>Chrysodidymus synuroideus</i>
+	+	+	+		<i>Mallamonas akrokomos</i>
	+		+	+	<i>M. alata f. alata</i>
	+		+	+	<i>M. alata f. hualvensis</i>
				+	<i>M. annulata</i>
+	+	+	+	+	<i>M. calceolus</i>
	+	+	+	+	<i>M. clavus</i>
				+	<i>M. formosa</i>
			+	+	<i>M. heterospina</i>
		+	+	+	<i>M. insignis</i>
	+		+	+	<i>M. leymeme</i>
+	+	+	+	+	<i>M. lichenensis</i>
+					<i>M. magnofera</i>
+					<i>M. munda</i>
+					<i>M. oviformis</i>
	+		+		<i>M. parvula</i>
+	+			+	<i>M. papillosa</i>
	+			+	<i>M. pillula f. valdiviana</i>
+		+	+		<i>M. pumilio var. dispersa</i>
	+			+	<i>M. pumilio var. pumilio</i>
	+		+	+	<i>M. retifera</i>
				+	<i>M. striata</i>
			+	+	<i>M. tubulosa</i>
+					<i>Paraphysomonas caelifrica</i>
+			+	+	<i>P. corynephora</i>
			+		<i>P. eiffelii</i>
+	+	+	+	+	<i>P. imperforata</i>
+	+		+		<i>P. punctata</i>
+	+	+	+	+	<i>P. vestita</i>
+	+	+	+	+	<i>Symura curtispina f. reticulata</i>
+	+	+	+	+	<i>S. uwelli</i>
+	+	+	+	+	<i>S. petersenii</i>
+	+	+	+	+	<i>Sp. trionalis</i>
+					<i>Tessellaria lapponica</i>

I. táblázat • A Kab-hegyi tavakban talált szilíciumpikkelyes *Chrysophyta* fajok listája

3. Dendrotelmák

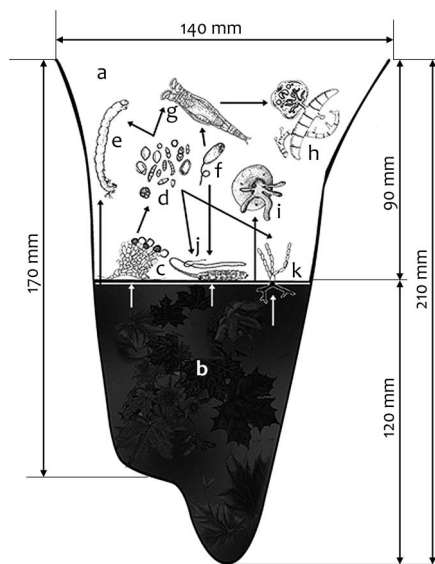
A vízi mikroökoszisztémák közé tartoznak a dendrotelmák (vízzel telt faodvak, vízsebek), melyek lényegében természetes úton kialakult esővízgyűjtő élőhelyek.

Általában a fák ágelágazásainál, illetve talajközeli gyökérrészeknél alakulnak ki, az esővizet és a mikroorganizmusok számára jelentős táplálékforrást (avar, pollen, termések, elpusztult rovarok) gyűjtve össze kis térfogatukban (0,1–2 liter). Ez megteremti a feltételeit annak, hogy számos élőlénycsoport (kisméretű rákok, szúnyoglárva, húr-, kerek- és fonálféreg, házatlan és házas amőbák, csillósok, ostorosok, vízi bogárlárva és algák) népesítse be őket (4. ábra). A vízzel telt faodvak humánegészségügyi szempontból is kiemelt figyelmet érdemelnek az ott megtelepedő vektorok (például szúnyoglárva) miatt. A klímaváltozás eredményeképp a dendrotelmák kiszáradása és eltűnése gyakoribb jelenséggé válhat, így kiemelt figyelmet érdemelnek mind sérülékenységük, mind biodiverzitási értékeik miatt.

A dendrotelmák módszertani előnyeként említhető a költséghatékony és gyors mintavétel, hiszen itt akár egy mintavétellel is reprezentatív adatokhoz juthatunk a teljes élőhelyről (Yanoviak – Fincke, 2005). Néhány csoport (például makrogerinctelenek) esetén viszont ez nagy beavatkozást (károsítást) okoz, ellehetetlenítve az időbeli vizsgálatokat. Roger L. Kitching (2009) a módszertan széles spektrumát mutatja be, ám nélkülözve a mikroszkopikus gombákat, melyek jelentős szerepet töltenek be a dendrotelmák lebontási folyamataiban. Említésre méltó, hogy a vízzel telt odvak gombaflóráját elsőképp magyar kutatók tárták fel (Gönczöl, 1976; Gönczöl – Révay, 2003), és az ő munkáikon kívül e

témakörben alig látott szakirodalom napvilágot. Gombaközösségének vizsgálatához nem szükséges destruktív módszert alkalmazni, elégséges az odú egy kis vízmennyiségének vizsgálata mikroszkóposan vagy molekuláris biológiai módszerekkel.

Egy ötéves kutatás során egy korai juharon kialakult dendrotelmában 140 gombafajt, köztük számos ismeretlen taxont detektáltunk, mely figyelemre méltó biológiai diverzitást jelez. Egy jelenleg értékelés alatt álló kutatás során három további faodú (két berkenye, egy diófa) gombaközösségét és gerinctelen faunáját tártuk fel. Mindkét vizsgálat-sorozat eredményei jelzik, hogy az egyes fa-



4. ábra • Egy korai juharon (*Acer platanoides*) kialakult, vízzel telt faodú táplálékhálózata • a: szabad víztér, b: szerves törmelék mint tápanyagforrás, c: lebontó gombák, d: gombaspórák, e: árvaszúnyog-lárva, f: ostoros egysejtűek, g: kerekcséreg, h: *Cephalophora muscicola* (egy kerekcséreg-csapdázó gomba), i: házas amőbák, j: hereléglárva, k: aktinobaktériumok (Vass – Magyar 2013)

odúk más-más gombaközösséggel bírnak, valamint hogy az időjárási paraméterek szélsőséges változásai jelentős hatást gyakorolnak a dendrotelmák közösségeire. Az élőhelyet biztosító fák vegetációs periódusainak (például lombhullás) esetleges időbeli eltolódásai a jövőben jelentősen befolyásolhatják a gombák diverzitásváltozásainak ütemét. A táplálékhalózatokban strukturális változások és különféle szabályozási útvonalak eltolódása, eltűnése vagy éppen megjelenése várható az azokat érő szélsőséges időjárási folyamatoknak köszönhetően. Ezt a folyamatot inváziós fajok (például trópusi szúnyogok) sikeres elterjedései tovább fokozhatják.

4. Két invazív, betegségterjesztő (vektor) faj: a tigrisszúnyog és a *Phlebotomus neglectus* lepkeszúnyog

A betegségterjesztő ízeltlábúak – amelyeket a kórokozó-átvitel irányítottására utalva a szaknyelv vektoroknak nevez – érzékenyen reagálnak a klimatikus viszonyok megváltozásaira. Emiatt az antropogén klímaváltozás legnagyobb horderejű lehetséges következményei között tartják számon az ízeltlábú vektorok és az általuk terjesztett kórokozók által okozott megbetegedések esetszámának és elterjedési területének világszintű növekedését. Különösen aggasztó lehetőség ezek terjeszkedése a mérsékelt klímájú területekre, valamint a magasabb tengersizint feletti magasságokba. A vektorok által terjesztett betegségek a fejlődő világban már napjainkban is a legfontosabb halálokok között szerepelnek, s itt a legtöbb áldozatot követelő öt megbetegedés egyike még mindig a maláriaszúnyog (*Anopheles*) által terjesztett *Plasmodium* fajok okozta váltóláz, különösen az öt év alatti gyermekek körében. A főként *Aedes* szúnyogfajok által terjesztett Dengue-láz és

a haemorrhagiás Dengue-láz (DHF) pedig a leggyorsabban növekvő esetszámot és térbeli terjedést mutató ízeltlábúak által terjesztett betegségek. Az e vektorok által közvetített betegségek jelentősége világszerte megnőtt az elmúlt évtizedekben, amit híven tükröz angol összefoglaló nevük: *emerging diseases*. A kontinensünkön napjainkban invazívnek tekinthető csípőszúnyog (*Culicidae*) fajok a következők: *Aedes aegypti*, *Ae. atropalpus*, *Ae. japonicus*, *Ae. koreicus* és a talán legnagyobb jelentőséggel bíró faj, az ázsiai tigrisszúnyog, *Ae. albopictus*. Az *Ae. albopictus* lehetséges megtelepedését a Kárpát-medencében a klimatikus alapú szimulációk is valószínűsítik (Trájer et al., 2014). Az invazív fajok terjedésének járványtani kockázatait elemezve tekintettel kell lennünk arra, hogy a fenti szúnyogfajok vektorstátusza nem minden esetben kellően tisztázott, továbbá, hogy ún. gazdaváltás révén őshonos szúnyogfajok is terjesztőkké válhatnak.

A tigrisszúnyogot különösen fenyegető veszélyforrásnak tekintik, mivel több magas mortalitási rátájú betegség (többek között Chikungunya-láz, sárgaláz és Dengue-láz) kórokozójának terjesztője, emellett kiváló terjedési képesség jellemzi. A hetvenes évek végére tehető albániai megjelenése óta számos európai mediterrán országban igazolták előfordulását. Horvátországban és Szlovéniában 2004-ben, illetve 2006-ban írták le először a faj előfordulását, így jövőbeni jelenléte hazánkban sem zárható ki.

Egy 2014-ben végzett tájékoztató vizsgálatban a faj jelenlétét próbáltuk felderíteni hazánk déli határvidékén egy már ismert zágrábi élőhelytől kiindulva. Az *Ae. albopictus* szaporodásához elsősorban a periodikus vagy alkalmi kisvizeteket igényli. Preferált élőhelyei a technotelmák (gyakran vízzel telt autógü-

mik), amit jól illusztrál, hogy Zágrábban először egy szemétre vetett WC-csészéből sikerült kimutatni lárváit. E kisvizek hőmérséklete erőteljesen változik a napsugárzás függvényében, így a melegebb tavaszi napokon hamar megindul a lárvák fejlődése, ami – a könnyen megszerezhető táplálékforrás mellett – magyarázhatja azt a megfigyelést, hogy a faj preferálja az emberi környezetet. Mivel a csípőszúnyog-lárvák a víz–levegő határfelületen tartózkodva a légkör oxigéntartalmát hasznosítják, a víz oxigénellátottságával szemben igénytelenek. A kisvizek további előnye, hogy a halak számára megtelepedésre alkalmatlanok, így a predációs nyomás kicsi.

A megvizsgált kisvizek (pocsolyák, esővizes hordók, vizesárok stb.) nagy élőhelyi diverzitást mutattak (példákepp: az oxigéntelítettség 9–187%, a vezetőképesség 41–3220 $\mu\text{S cm}^{-1}$, a pH 6–9 között változott). A vizsgálat kiterjedt a lárvák (planktonháló) és az imágó egyedek (CDC Miniature Light Trap and Bio Mosquito Trap) gyűjtésére.

Egyetlen, általunk Magyarországon gyűjtött mintából sem mutattuk ki a tigrisszúnyog előfordulását. A megvizsgált 2015 egyedből összesen négyet azonosítottunk *Ae. albopictus*-ként, mindegyik a zágrábi Prečko városrészből került elő. A Zágrábtól keletre és északra eső helyekről tigrisszúnyogot nem sikerült gyűjtenünk. A gyűjtött egyedek közül egy vizes-hordóból, kettő testfelületről történő befogásból, egy pedig lárvanyagból (esővízgyűjtő edény) származott (5a ábra).

E kutatás legfőbb eredménye, hogy nyolc év alatt a zágrábi tigrisszúnyog populáció keleti vagy északi irányba történő terjedésére utaló jelet nem találtunk. Megjegyzendő, hogy már maga a zágrábi populáció is mestersegesen behurcolt, szigetszerű előfordulásnak tekinthető az ország határain belül (a folya-



5. ábra • *Aedes albopictus* (a) és *Phlebotomus neglectus* (b) egyedek mikroszkóp alatt

matos előfordulás a tengerparthoz köthető). Ha foltszerűen meg is jelenne Magyarországon a tigrisszúnyog, a folyamatos, természetes terjedés és a faj meghonosodása ebből törvényszerűen még nem következne.

Fénycsapdás gyűjtéseink során egy vészívó lepkeszúnyog faj (*Phlebotomus neglectus neglectus*) négy imágóját csapdáztuk közel a faj egyik ismert hazai előfordulási helyéhez (5b ábra). E faj számos phlebovírus mellett a humán *Leishmania infantum* nevű protozoon terjesztésében játszik szerepet, amely kontinensünk köz- és állategészségügyi szempontból legnagyobb jelentőségű zoonózisának, az emberek és kutyák viscerális leishmaniosisának kórokozója. A 3. fejezetben vizsgált dendrotelmák egyikéből előkerült egy, a lepkeszúnyogokhoz hasonló életmódú *Diptera* faj (*Clogmia albipunctata*), melynek indikátorként való vizsgálata a vektor lepkeszúnyog fajokkal kapcsolatban megfontolandó lehet.

Kitekintés

A fentiekben vázlatosan bemutatott eredmények igazolják a kisvizek jelentőségét a biodiverzitás kutatások, az ökológiai felmérések és a klímaváltozással kapcsolatos hatások indikálása terén. Emellett elméleti ökológiai kutatásokra is alkalmasak. Egy-egy dendrotelmában komplex tápanyaghálózatokat találunk változatos interspecifikus köl-

cönhatásokkal, ezért ezek a hálózati modellek tesztobjektumai lehetnek. A Kab-hegyi tavascskák morfológiai jellemzőik miatt eltérő hosszúságú szezonális feltöltődési-kiszáradási ciklust mutatnak, így szukcessziós folyamatok detektálására alkalmasak. Flórájuk különbsége lehetőséget ad metapopulációs vizsgálatokra, s kellő számban található meg ahhoz, hogy konnektivitási vagy akár a feltörően lévő beágyazottsági (nestedness) kutatások mintaterületei lehessenek. A kis térfogat lehetőséget ad reális léptékű mezokozmosz kísérletek beállítására statisztikai analízisre alkalmas párhuzamokban. Tekintve, hogy a

bemutatott kisvizek döntő többsége alapvetően heterotróf jellegű (az ökoszisztéma energiaszükségletében jelentős arányt képvisel az *allochton* szerves anyag), a szárazföldi és vízi ökoszisztémák közti kapcsolttság vizsgálatának is kiváló mintaélelőhelyei.

A kutatásokat a TÁMOP (4.2.2.A-11/1/KONV-2012-0064) és az OTKA (K81599) támogatta.

Kulcsszavak: *szikes tavak, dendrotelma, technotelma, kovaalga, ökofiziológia, szilíciumpikkelyes flagelláta, mikrogomba, izeltlábu vektorok, szélsőséges időjárási események, klímaváltozás*

IRODALOM

Gönczöl János – Révay Ágnes (2003): Treehole Fungal Communities: Aquatic, Aero-aquatic and Dematiaceous hyphomycetes. *Fungal Diversity*. 12, 19–24. • <http://www.fungaldiversity.org/fdp/sfdp/FD12-19-34.pdf>

Gönczöl János (1976): Ecological Observations on the Aquatic Hyphomycetes of Hungary II. *Acta Botanica Academiae Scientiarum Hungaricae*. 22, 51–60.

Kitching, Roger L. (2009): *Food Webs and Container Habitats*. Cambridge University Press, Cambridge

Stenger-Kovács Csilla – Lengyel E. – Buczkó K. – Tóth F. M. – Crossetti, L. O. – Pellinger A. – Zábóné Doma Z. – Padisák J. (2014): Vanishing World: Alkaline, Saline Lakes in Central Europe and their Diatom Assemblages. *Inland Waters*. 4, 383–396. • <https://www.fba.org.uk/journals/index.php/IW/article/viewFile/722/425>

Trájer Attila János – Bede-Fazekas-Á. – Bobvos J. – Páldy A. (2014): Seasonality and Geographical Occurrence of West Nile Fever and Distribution of Asian Tiger Mosquito. *Időjárás/Quarterly Journal of the Hungarian Meteorological Service*. 118, 19–40. • <http://unipub.lib.uni-corvinus.hu/1512/1/oc55aafac52fa916e33faed36deac103-118-1-2-trajer.pdf>

Vass Máté – Magyar Donát (2013): *Dendrotelma* gombaközösségének és gerinctelen faunájának hosszútávú monitorozása. *Hidrologiai Közlemények*. 93, 89–91.

Williams, William D. (2002): Environmental Threats to Salt Lakes and the Likely Status of Inland Saline Ecosystems in 2025. *Environmental Conservation*. 29, 154–167. DOI:10.1017/S0376892902000103 • https://digital.library.adelaide.edu.au/dspace/bitstream/2440/12147/1/Williams_12147.pdf

Yanoviak, Stephen P. – Fincke, Ola M. (2005): Sampling Methods for Water-filled Tree Holes and Their Artificial Analogues. In: Leather, Simon R. (ed.): *Insect Sampling in Forest Ecosystems*. Wiley-Blackwell Publishing, Oxford • <https://books.google.hu/books?id=pDaM5EidDd4CHYPERLINK> • „<https://books.google.hu/books?id=pDaM5EidDd4C&printsec=frontcover>”&HYPERLINK • „<https://books.google.hu/books?id=pDaM5EidDd4C&printsec=frontcover#v=onepageHYPERLINK>” • „<https://books.google.hu/books?id=pDaM5EidDd4C&printsec=frontcover>”&HYPERLINK • „<https://books.google.hu/books?id=pDaM5EidDd4C&printsec=frontcover>”qHYPERLINK • „<https://books.google.hu/books?id=pDaM5EidDd4C&printsec=frontcover>”&HYPERLINK • „<https://books.google.hu/books?id=pDaM5EidDd4C&printsec=frontcover>”f=false