

**Szent István Egyetem**

**MINTAPROGRAM A LÁPI PÓC  
(*UMBRA KRAMERI* WALBAUM, 1792)  
IN SITU ÉS EX SITU VÉDELMÉNEK MEGALAPOZÁSÁRA**

**TATÁR SÁNDOR**

**Gödöllő**

**2017**

**A doktori iskola**

**megnevezése:** Állattenyésztés-tudományi Doktori Iskola

**tudományága:** állattenyésztés-tudomány

**vezetője:** Dr. Mézes Miklós  
tanszékvezető egyetemi tanár, az MTA rendes tagja  
SZIE Mezőgazdaság- és Környezettudományi Kar,  
Állattudományi Alapok Intézet,  
Takarmányozástani Tanszék

**Témavezető:** Dr. Müller Tamás  
tudományos főmunkatárs, PhD  
SZIE Mezőgazdaság- és Környezettudományi Kar,  
Akvakultúra és Környezetbiztonsági Intézet,  
Halgazdálkodási Tanszék

**Társ-témavezető:** Dr. Specziár András  
tudományos főmunkatárs, PhD  
MTA Ökológiai Kutatóközpont,  
Balatoni Limnológiai Intézet

.....  
Az iskolavezető jóváhagyása

.....

.....  
A témavezetők jóváhagyása

## 1. A munka előzményei, a kitűzött célok

Az őshonos európai halfajok közel 80%-a endemikus, 37%-uk pedig veszélyeztetett, mely kivételesen magas arány más taxonómiai csoportokhoz képest. Napjainkra 13 halfaj pusztult ki Európában, és további 5 faj fennmaradása kétséges. Az őshonos halfaunára a vizek szennyezése, az élőhelyek fragmentációja, degradációja, felszámolása és az idegenhonos halfajok terjeszkedése jelenti a legnagyobb veszélyt. A klímaváltozás hatásai (pl. kiszáradás) az édesvízi ökoszisztémák állapotromlását okozza, mely fokozottan veszélyezteti a sekély vizek halait. Az említett problémák ellenére a tudományos publikációk között jelentős aránytalanság van a madár- és emlősfajok javára a halakkal és más állatfajokkal szemben.

A lápok különösen sérülékeny élőhelyek az antropogén hatásokkal szemben. Európai kiterjedésük az elmúlt évszázadokban drasztikusan lecsökkent. Hazánkban a láppusztítás mértéke 97% volt, a vízszabályozások, lecsapolások, mezőgazdasági művelésbe vonás következményeként. A lápi, mocsári halak kis méretű, elszigetelt, sekély vizekben élő populációi igen érzékenyek a környezeti változásokra és izolációjuk génkészletük diverzitásának csökkenését okozza.

Az európai halfajok védelme érdekében Freyhof és Brooks (2011) "Édesvízi Biodiverzitás Magterületek" ("*Freshwater Key Biodiversity Areas*") kialakítását és fajvédelmi programok létrehozását sürgetik. Javasolják továbbá élőhelymonitoring és ex situ programok elindítását, az idegen halfajok betelepítésének tiltását, és a kapcsolódó jogszabályok felülvizsgálatát. Megállapításuk szerint a fajvédelmi tervek egyik legfontosabb lépése azonosítani és kezelni azokat a környezeti és ökológiai tényezőket, melyek a célfaj populációinak hanyatlását vagy kipusztulását okozzák/okozták.

A kis testű, rövid életű lápi póc (*Umbra krameri*) az Umbridae család egyetlen európai képviselője, mely a Duna vízgyűjtőjének endemikus faja. Előfordulása szórványos a Duna mentén Bécstől a Duna-deltáig és a Tisza hazai szakasza mentén. Néhány kisebb populációja előfordul még a Dnyeszter alsó szakaszán, azonban fő elterjedési területe a Kárpát-medence. A lápi póc tiszta vizű mocsarakban és lápi vizekben, vegetációval dúsan benőtt csatornáknak és holtágakban él. A fajra a legnagyobb veszélyt élőhelyeinek megszűnése (csatornakotrások, vízfolyások ártereinek felszámolása, lápok és mocsarak kiszáradása, lecsapolása) és az inváziós amurgéb (*Percottus glenii*) terjeszkedése jelenti. Ez a falánk, kompetitor ragadozó egész Euráziában terjeszkedik, és az elmúlt évtizedekben már megtelepedett a Duna és a Dnyeszter vízgyűjtőjén egyaránt. Becslések szerint a teljes európai lápi póc állomány több mint 30%-kal csökkent az elmúlt évtizedekben, ezért az IUCN Vörös Listáján sebezhető („vulnerable”) fajként tartják nyilván, és hét európai ország vörös listáján is megtalálható.

A korábbi külföldi és hazai visszatelepítések lokális szinten többségében sikeresnek bizonyultak, azonban nem készült egy olyan átfogó cselekvési program, mely a fogyatkozó és elszigetelt élőhelyek miatt hanyatló póc populációk hatékony

és hosszú távú védelmét szolgálná. Ezért az általam 2008-ban elindított, és napjainkban is folytatódó Lápi póc Fajvédelmi Mintaprogram általános célja az volt, hogy kidolgozzak és teszteljek egy olyan széleskörű, komplex projektet, mely elősegíti a hazai lápi póc populációk megmentését és megerősítését. A mintaprogramban az alábbi *in situ* és *ex situ* kutatási célokat tűztem ki:

1. a lápi póc természetes élőhelyeinek ökológiai jellemzőinek feltárása (abiotikus, biotikus és antropogén tényezők) az élőhely-rekonstrukciók tervezésének megalapozásához és a póc ökológiai igényeinek meghatározásához,
2. új, természetközeli lápi és mocsári helyettesítő élőhelyek (“Illés-tavak”) létrehozása a Szadai Mintaterületen az elpusztult természetes élőhelyek helyettesítésére és a mentett lápi póc állományok és szaporulataik számára,
3. emberi beavatkozások (pl. csatornakotrás, szennyezés, feltöltés, lecsapolás) vagy természetes folyamatok (pl. feltöltődés szukcesszió révén, kiszáradás) miatt pusztulásra ítélt állományok mentése géndiverzitás megőrzése céljából és szaporításra,
4. a helyettesítő élőhelyek előzetes vízminőségi, hidrobiológiai monitoringja és tesztelése,
5. a lápi póc szaporítása és nevelése ellenőrzött körülmények között,
6. lápi póc telepítések: új, önfenntartó állományok létrehozása a Szadai Mintaterületen a hosszú távú vissztelepítésekhez, az anyahalak származási helyeinek állományerősítése,
7. az Illés-tavak monitoringja (abiotikus és biotikus paraméterek vizsgálata) a haltelepítéseket követően.

## **2. Anyag és módszer**

### **2.1. A természetes lápi póc élőhelyek és a helyettesítő élőhelyek vizsgálata, monitoringja**

A lápi póc ökológiai igényeinek meghatározását irodalmi kutatások, és 11 recens természetes élőhelyen végzett terepi vizsgálat adatainak elemzésével végeztem el.

A vízminőséget hordozható műszerekkel (Voltcraft: pH, oldott oxigén, vezetőképesség) és Macherey-Nagel VISOCOLOR<sup>®</sup> ECO tesztkészlettel (ammónium, nitrit, nitrát, foszfát-P) vizsgáltam a terepen. A gerinctelen makrofauna (táplálékbázis) egyed- és taxonszám vizsgálatához a mintavételt “*kick & sweep*” módszerrel végeztük. Az élőhelyekről teljes botanikai fajlistát készítettem, dokumentáltam a növénytársulásokat és a hínárborítási arányokat.

Feljegyeztem továbbá az esetlegesen előforduló, algák, ciano- és kénbaktériumok okozta vízvirágzásokat. A halfaunisztikai mintavételezést Hans Grassl IG200 típusú elektromos halászgéppel végeztük. A patakok és csatornák

esetében random kiválasztott 150 méteres szakaszokat vizsgáltunk vízben gázolva, a kis állóvizek (térfogat < 500 m<sup>3</sup>) esetében a teljes vízteret átkutattuk. Az állománymentések során befogott lápi póc egyedeket levegőporlasztóval ellátott műanyag tartályban szállítottuk.

## 2.2. A Szadai Mintaterület

Az *in situ* kísérletek (helyettesítő mocsári, lápi élőhelyek: “Illés-tavak” létrehozása) helyszínéül szolgáló, 16 hektár kiterjedésű Szadai Mintaterület (1b. ábra) kijelölése az alábbi kritériumok alapján történt:

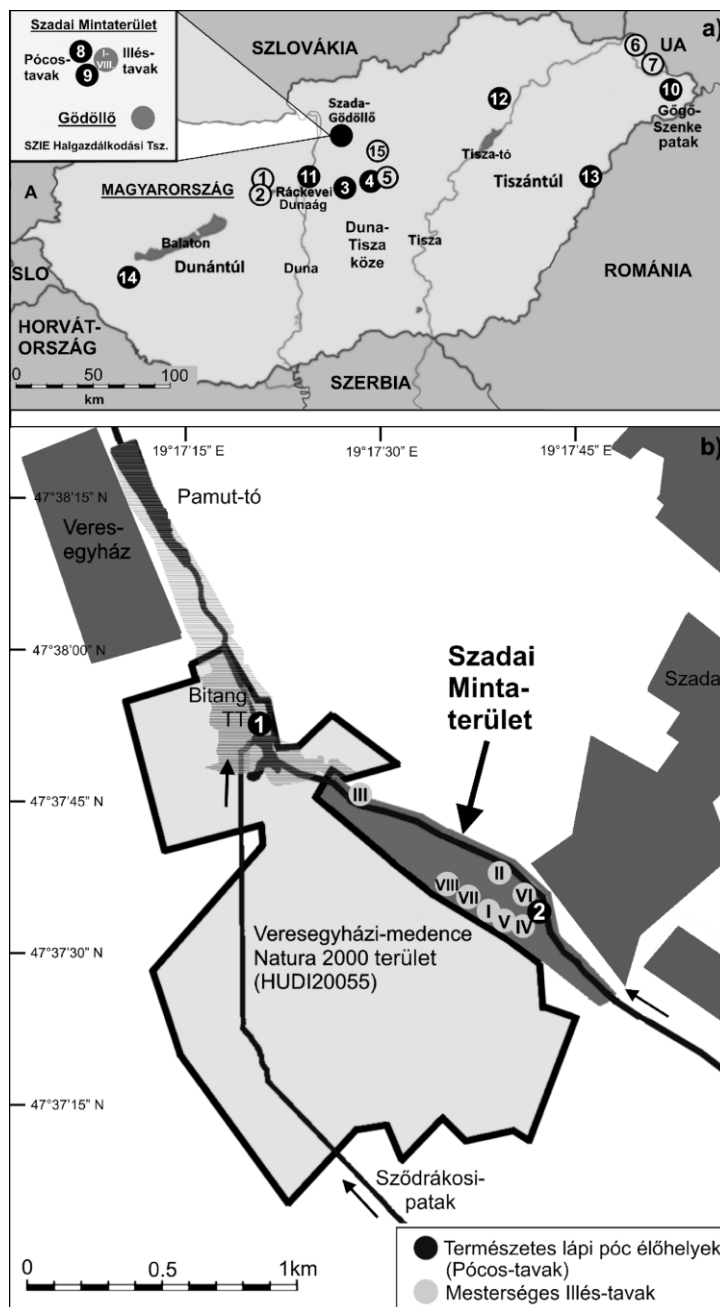
1. a közelben olyan mocsári, lápi élőhelyek vannak, melyeken megtalálhatók a lápi póc elszigetelt állományai (1. sz. Pócos-tó),
2. a talajvíz szintje még aszályos időben sem süllyed 1,5 m alá, ezért a kialakításra tervezett állóvizek fennmaradása hosszú távon biztosítható,
3. a mintaterület szomszédos a Veregyházi-medence Natura 2000 területtel, ezért az antropogén hatások kicsik, és tekintettel a számos természetközeli élőhelyre, az új tavakban az egyes fajok kolonizációja gyors lehet,
4. a közelben (Gödöllőn) található a SZIE AKI Halgazdálkodási Tanszékének laboratóriuma (*ex situ* tevékenységek színtere).

## 2.3. Élőhely-rekonstrukció, új helyettesítő élőhelyek létrehozása

A Szadai Mintaterületen tervezett élőhely rekonstrukciók megalapozásához 15 természetes lápi póc élőhelyet választottam ki random módon Magyarország területén, részben nemzeti parki információk, részben pedig irodalmi adatok alapján (ld. 1a. ábra). Ezek a referencia élőhelyek lefedik Magyarország három fő tájegységét, és közöttük lápok, kistavak, lassan folyó, sűrű hínárvegetációjú patakok és csatornák is vannak, melyek jól reprezentálják a póc élőhelyek változatos környezeti jellemzőit.

2008 és 2013 között 8 db talajvíz által táplált víztestet (I-VIII. sz. Illés-tavak; 50-60 m<sup>3</sup> térfogat, 30-40 m<sup>2</sup> vízfelület, 1-1,5 m átlagos és 2,5 m maximális vízmélység) hoztunk létre kotrással degradált, inváziós *Solidago* spp. által dominált területeken (1b. ábra).

Azért döntöttünk több kis tó kialakítása mellett egy nagy helyett, mert az előbbieknél nagyobb a partszegély/vízfelszín aránya, amely kedvez a diverz mocsári, lápi vegetáció és gerinctelen makrofauna közösség kialakulásának. Továbbá, annak érdekében, hogy a különböző eredetű mentett póc állományok genetikai keveredését és az inváziós halak megtelepedését megakadályozzuk, a helyettesítő élőhelyeket úgy alakítottuk ki, hogy nincsenek egymással és a közeli természetes vízfolyással kapcsolatban még áradások idején sem. Ez alól a IV. sz. Illés-tó kivétel, mivel ezt egy mocsári vegetációval dúsan benőtt, feltöltődött medrű természetes élőhely, a 2. sz. Pócos-tó kibővítése céljából hoztuk létre.



**1a. ábra.** A vizsgált recens (teli körök) és egykori lápi póc élőhelyek (üres körök) elhelyezkedése Magyarországon. Élőhelyek: 1. Császárvíz felső szakasza, 2. Császárvíz alsó szakasza, 3. Ócsai Tájvédelmi Körzet, 4. Felső-Tápió, 5. Farnosi tó, 6. Csaronda, 7. Bábtava Természetvédelmi Terület (TT), 8. 1. sz. Pócos-tó, 9. 2. sz. Pócos-tó, 10. Gógó-Szenke patak, 11. Ráckevei-Dunaág: Czuczor-sziget TT és Csupics-sziget, 12. Hejő-patak, 13. Pocsaji-láp TT, 14. Zala-Somogy csatorna, 15. Hajta.

**1b. ábra.** A Szadai Mintaterület (N47°37'35,82" E19°17'37,68") és környéke. I-VIII: létesített Illés-tavak, 1 és 2: a területen és környezetében fellelt természetes lápi póc állományok (1. és 2. sz. Pócos-tavak).

A vizek túlmelegedésének és az algák tömeges elszaporodásának megelőzése érdekében a tavak helyét úgy választottuk meg, hogy déli napsütés idején minimum 50-70%-os árnyékoltságot biztosítsanak a környező fák és bokrok. Az I., III., VI. és VII. sz. Illés-tavak esetében az árnyékolást hínárvegetáció (*Ceratophyllum demersum*, *Lemna minor*) betelepítésével növeltük, mely a gerinctelen makrofauna számára is megfelelő élőhelyet biztosít. A vízi növényzet árnyékolásával, tápanyag- (nitrát-, ammónium- és foszfát-) felvételével és allelopatikus hatásával is hozzájárul az algásodás mértékének csökkentéséhez.

#### **2.4. Veszélyeztetett állományok mentése, szaporítása, nevelése és telepítése**

2010-ben három veszélyeztetett élőhelyről összesen 42 lápi pócot fogtunk be, majd szállítottuk el a Halgazdálkodási Tanszékre (N=21) és a III. sz. Illés-tóba (N=21). A Gőgő-Szenke patakon (Szamosköz) vízszennyezés, a mocsári vegetációval feltöltődött medrű 2. sz. Pócos-tó (Pesti-síkság) esetében a kiszáradás, a Czuczor-sziget Természetvédelmi Területnél (Ráckevei-Dunaág Natura 2000 terület) pedig a lápfeltöltés (M0-ás híd bővítése) fenyegette a populációt kipusztulással.

##### Természeteszerű szaporítási eljárás

2010-ben a természeteszerű szaporítási eljárásnál 100-700 literes kádakat töltöttünk fel az anyahalak származási helyéről származó vízzel és ívási aljzatként Raschel-hálót helyeztünk ki. Az ívási időszakra jellemző (április eleji) hőmérséklet- és fényviszonyokat biztosítottunk minden esetben.

2011-2014 folyamán folytattuk a pócok szaporítását, azonban ebben az időszakban nem volt szükség állomány mentésre, ezért ehhez az I., III. és IV. sz. Illés-tavak halait (összesen 50 anyahalat) használtuk fel.

##### Hormonálisan indukált szaporítás

Az indukált szaporítási eljárásnál kétféle hormonnal: pontyhipofízissel (N=2) és human chorion gonadotropin-nal (N=3) intraperitoneálisan kezeltünk ikrásokat 2010, 2011 és 2014-ben.

##### Ívóhely preferencia kísérlet

2014-ben ívóhely preferencia kísérletet hajtottunk végre, melynek célja annak tisztázása volt, hogy a póc mely reprodukciós guildbe tartozik, valamint célunk volt a jövőbeni szaporítási körülmények egységesítése is. Egy 2 m<sup>3</sup>-es kádban 5 ívóhelyet kínáltunk fel 3-3 ismétlésben: homok, kavics, műnövény, homok+műnövény, kavics+műnövény (3 ikrás és 7 hím részvételével). A kádakba lerakott ikrákat planktonhálóval gyűjtöttük, és 1,5 literes keltető edényekben keltettük.

### Etetési kísérletek

A táplálkozásukat megkezdő lárvákkal két 21 napos etetési kísérletet állítottunk be akváriumokban.

Az első kísérletben az etetési gyakoriságok hatását vizsgáltuk a növekedésre és a megmaradásra. A 240 halat 6 részre osztottuk, és kétféle gyakorisággal etettük *Artemia*-val a frissen kelt lárvákat (2 féle kezelés 3-3 ismétlésben, *ad libitum* takarmányozással: A csoport – napi 4 etetés, B csoport – napi 6 etetés).

A második kísérletben vizsgáltuk a tápra szoktathatóság lehetőségét, ami a kontrollált nevelést teszi lehetővé. 3 kezelés 3-3 ismétlésben (40 hal/edény, N=360), melyben különböző etetési stratégiákat vetettünk össze. A kontroll csoport napi 4 alkalommal kizárólag frissen keltetett élő *Artemia* naupliusz lárvákat kapott. "A" kezelés: az első öt napban *Artemia* lárvákat kaptak a csoport halai, hasonlóan kontroll halakéhoz, majd a 6. napon átmenettel tápra szoktattuk. "B" kezelés: az első 10 napban *Artemia* lárvákat kaptak, majd 11. napon átmenettel tápra szoktattuk a halakat.

A kikelt, de a fenti kísérletekben részt nem vevő halakat 15 literes, belső szivacsoszűrővel ellátott akváriumokba szétosztva 3 hétig neveltük, főleg *Artemia salina*-val, később vegyes planktonnal (*Cladocera* sp., *Copepoda* sp.), majd gyűrűsférgekkel [*Tubifex tubifex*, *Lumbricus terrestris*] táplálva]. Ezt követően az előnevelt pócokat (N=203) a fóliával bélelt tanszéki tóba (méret: 9,8 m<sup>3</sup>) helyeztük ki. A tóban a hidegebb idő beköszöntével a planktonikus élőlények száma visszaesett, ezért október elejétől napi *Tubifex*-etetéssel egészítettük ki a lápi pócok étrendjét.

### Telepítések

A különböző populációkból származó mentett, leszaporított anyahalakat és laboratóriumban nevelt utódaikat külön-külön tavakba telepítettük a Szadai Mintaterületen (I., III., IV. VI. és VII. sz. Illés-tavak). A tanszéken nevelt ivadékokból és az Illés-tavak természetes szaporulatának egy részéből állományerősítés céljából azokra a természetes élőhelyekre is kihelyeztünk, ahonnan az anyahalak származtak.

Az új tavak tesztelése céljából az első lápi póc telepítés előtt, majd a későbbiekben is a tanszéken nevelt réti csíkot és széles kárászt telepítettünk a vizekbe (túlélési vizsgálatok).

## **3. Eredmények**

### **3.1. A természetes lápi póc élőhelyek ökológiai jellemzői**

Saját és irodalmi kutatási adatok alapján a lápi pócok elsősorban olyan sekély (vízmélység: 0,5-1,5 m), kisméretű és árnyékolt lassú folyású, vagy állóvizekben élnek, melyekben a vízminőségi paraméterek értékei széles tartományt fednek le. Példaként említhető a pH (5,5-9,2), a vezetőképesség (182-1180 µS), a foszfát-



(0,0-1,8 mg/l) és a nitrát koncentráció (0-35 mg/l). Az oldott oxigén szint az általam vizsgált élőhelyek harmada esetében rendkívül alacsony volt (< 1 mg/l).

A florisztikai adatok alapján a recens és az egykori lápi póc élőhelyek vegetációjának természetessége között nincs különbség, az utóbbi élőhelyeken viszont kevesebb, mint feleannyi növényfaj volt, mint az előbbieken. A hínárvegetáció borítása a vizsgált recens élőhelyeken átlagosan 61%-os volt (52% lebegő + 9% szubmerz hínár, tartomány: 0-100%).

Kutatási eredményeim és irodalmi adatok szerint a lápi pócok vizekben a taxonszámok alapján a leggyakoribb gerinctelen makrofauna rendszertani csoportok sorrendben: Gastropoda (18%), Heteroptera (14%), Coleoptera (12%) voltak.

A gerinctelen makrofauna taxonszám 9 és 27 taxon/mintavétel (átlag: 18 taxon), az egyedszám pedig 38 és 232 ind./mintavétel (átlag: 107 ind.) között van. A Simpson-féle diverzitás átlagos értéke magas, 0,80 volt (intervallum: 0,73-0,87). A taxonszámok tekintetében a recens élőhelyek (122 taxon) jelentősen fajgazdagabbak azokhoz az élőhelyekhez képest, ahonnan a lápi póc kipusztult (64 taxon).

#### Az újonnan felfedezett 1. és 2. sz. Pócos-tó bemutatása

Az 1. sz. Pócos-tavat (kb. 150 m<sup>2</sup> vízfelület, 1,2 m átlagmélység) 2000-ben fedeztem fel a Bitang Természetvédelmi Területen, Szadán (1b. ábra). Vizsgálataink alapján a mai napig jelentős póc állomány él a vízben.

A tavat fűzek dominálta puhafás ligeterdő veszi körül, a hínárvegetációban az apró békalencse asszociáció (*Lemnaetum minoris*) az uralkodó, nyáron gyakran 100%-os borítással. A vizet alacsony oxigén koncentráció jellemzi, a gerinctelen makrofauna pedig más póc élőhelyekhez képest átlag körüli fajgazdagságú és abundanciájú.

A 2. sz. Pócos-tavat a Szadai Mintaterületen, az I. sz. Illés-tó partjától mindössze 25 méterre fedeztem fel 2009. június 29-én. Elektromos halászatunk során a vízben a lápi póc mellett a réti csikot és a széles kárászt is kimutattuk. A kb. 105 m<sup>2</sup> vízfelületű, széleslevelű gyékénnyel és náddal részben benőtt medrű, átlagosan 50 cm mélységű vízben az apró- és a keresztcs békalencse (*Lemnaetum trisulcae*) kis borítással fordul elő. A tóparti vegetáció fajgazdag, gerinctelen makrofaunája ugyanakkor más póc élőhelyekhez képest szegényes. A vizet magas nitrit koncentráció és nagy mennyiségű zooplankton jellemzi. Legfőbb veszélyeztető tényezők a meder mocsári vegetáció általi feltöltődése, illetve az időszakos kiszáradás.

### **3.2. A lápi póc élőhelyek halközösségei, a póc populációk aktuális helyzete**

Terepi kutatásaink során az első körben kijelölt 9 természetes lápi póc élőhelyből mindössze 4 esetében fogtunk lápi pócot. Egy kijelölt (2. sz. Pócos-tó) és további két, utólag bevont, veszélyeztetett élőhelyről (Czuczor-sziget, Gögő-Szenke patak) pócokat mentettünk.

Az állóvizek halközösségeiben sokkal kevesebb fajt (1-4; átlag: 1,5 faj) találtunk, mint a vízfolyások és csatornák esetében (2-11; átlag: 10,5 faj). A lápi póc és az inváziós halfajok előfordulása negatív korrelációt mutatott. A pócot nagy egyedszámban csak olyan élőhelyeken fogtuk, ahonnan vagy teljesen hiányoztak az inváziós fajok, vagy az ezüstkárásznak csak kis egyedszámú állománya élt. Ugyanakkor az öt egykori póc élőhelyen számos inváziós halfaj jelenlétét mutattuk ki (*Ameiurus melas*, *Carassius gibelio*, *Lepomis gibbosus*, *Percottus glenii* és *Pseudorasbora parva*).

A lápi póc általunk vizsgált recens élőhelyein az őshonos halak közül a legtöbb esetben a réti csík került hálóba – a vizsgált területek felében megfogtuk. Ezt követte az ezüstkárász 33%-os előfordulási gyakorisággal; a széles kárász részesedése 17% volt.

### 3.3. Helyettesítő élőhelyek kialakítása és monitoringjuk

A Szadai Mintaterület I-VIII. sz. Illés-tavait 2008 és 2013 között hoztuk létre a lápi póc ökológiai igényeinek figyelembevételével.

A vízminőség, hínárvegetáció, zooplankton és a gerinctelen makrofauna monitoring eredmények alapján az I., III., IV., VI. és VII. sz. Illés-tavak rövid szukcessziós periódust követően (8-23 hónap elteltével) döntően elérték a természetes vizekre jellemző abiotikus és biotikus referencia értékeket, így alkalmasnak bizonyultak a lápi póc betelepítésére. Ezekbe a tavakba – a IV. és a VII. sz. Illés-tó kivételével – kialakításukat követően hínárt telepítettünk (*Ceratophyllum demersum*, *Utricularia vulgaris*, *Lemna minor*), melyek a békalencse kivételével sikeresen megtelepedtek. A többi vízhez képest napfénynek jobban kitett IV. és VII. sz. Illés-tavakat a csillárkamoszat (*Chara* sp.) spontán kolonizálta.

#### Vízminőség

A monitoring adatok összességében azt mutatják, hogy a vízminőségi paraméterek értékei döntően a természetes élőhelyek referencia intervallumai közé esnek az Illés-tavakban. Az oldott szerves nitrogén vegyületek (DIN) kezdeti, több esetben magas szintje ( $\geq 40$  mg/l) a tavak kialakításától számított egy év elteltével a lápi póc természetes élőhelyeire jellemző tartományba (0-35 mg/l) csökkent. Az Illés-tavakon gyakran mértem magas ( $\geq 0,3$  mg/l) foszfát koncentrációt (hipertrofítás). 2008 és 2016 között igen jelentős, átlagosan 435%-os foszfát-szint emelkedést tapasztaltam.

A hínármentes II., V. és VIII. sz. Illés-tavak esetében rossz biológiai vízminőség alakult ki. A II. és a VIII. sz. Illés-tóban a cianobaktériumok, zöldalgák és/vagy a vas- és kénbaktériumok tömeges elszaporodása gyakori jelenség. Az V. sz. Illés-tóban *Cladophora* sp. dominancia figyelhető meg. Kedvezőtlen állapotuk miatt ebbe a három tóba nem telepítettünk lápi pócot.

## Vegetáció

A nád és a mocsári vegetáció néhány év alatt spontán kolonizálta a létrehozott tavak partjait, az erősen árnyékolt II., V. és VIII. sz. Illés-tó esetében azonban továbbra is gyér és – a II. sz. Illés-tó kivételével – fajszegény is maradt a növényzet. Néhány év alatt a betelepített tócsagaz az I. és a VII. sz. Illés-tavakból kipusztult, a VI. sz. Illés-tóban pedig – 90%-os *Cladophora* sp. borítás mellett – állománya töredékére csökkent a korábbihoz képest. Az Illés-tavakon a *Cladophora* sp. borítása átmeneti növekedést (50-100%) követően – az V. és a VI. sz. Illés-tó kivételével – 0-3% közé csökkent.

## Gerinctelen makrofauna

Vizsgálataink azt mutatják, hogy a Szadai Mintaterület vizeiben gerinctelen makrofauna egyed- és taxonszámai (38-323 ind./mintavétel és 12-19 taxon/mintavétel) döntően a természetes élőhelyek intervallumai közé esnek. Az Illés-tavakon a gerinctelen makrofauna Simpson-féle diverzitás értékei a rossz vízminőségű élőhelyek (II., V. és VIII. sz. Illés-tavak) kivételével mind meghaladták a természetes vizeken mért legalacsonyabb értéket.

### **3.4. Veszélyeztetett állományok mentése, szaporítása és ivadéknevelése**

2010-ben összesen 42 lápi pócot mentettünk három veszélyeztetett élőhelyről (Gőgő-Szenke patak, Czuczor-sziget, 2. sz. Pócos-tó; 2. ábra). A befogott anyahalakat természetszerű szaporítási eljárással és hormonálisan indukált szaporítással próbáltuk leszorítani laboratóriumban.

A kezelés nélküli, természetes fényviszonyon és hőmérsékleten tartott halak rövid idő alatt párokba álltak a Raschel-hálók alatt, és leívtak a szaporítókádak aljára. A kelési idő 8-13 nap volt (13-14 °C-on), a lárvák az ikrarakástól számítva 23-24 nap elteltével kezdtek táplálkozni. Az indukált szaporítást három esetben, kétféle módon (pontyhipofízissel és hCG-vel is) megpróbáltuk, de az eljárások sikertelenek voltak.

Ívóhely preferencia vizsgálataink során betelepített 3 nőtény mindegyike a felkínált 5 féle aljzat közül a kavics+műnövény aljzatot választotta ki, kettő le is ívott rá.

Az etetési gyakoriságok hatását vizsgáló kísérletünkben a “B” csoport (6 etetés/nap) szignifikánsan igazolhatóan nagyobb végső testhosszt ért el, mint az “A” csoport (4 etetés/nap), a megmaradásban viszont nem mutatkozott különbség. A második kísérletünkben a póc lárvák a tápot nem fogadták el, a tápon nevelt csoportok növekedése elmaradt a tisztán élő táplálékon nevelt, *Artemia*-s csoporttal szemben.

A védett környezetben nevelt lápi pócok augusztus elejére jelentősen nagyobb (47 mm-es) átlag standard testhosszt értek el, mint az Illés-tavak 2011 tavaszi szaporulatának ugyanilyen korú ivadékai (27 mm). Öt hónaposan, szeptemberre már jól elkülöníthetővé váltak a nemek. A nőtények jóval teltebbek voltak, mint a hímek, jelezve, hogy hasonlóan a széles kárászhoz és a réti csíkhöz, egyévesen már

elérhetik az ivarérettséget. A pócok növekedése őszi számottevően meghaladta (55 mm) a hazai természetes vizekből közölt értékeket (20-38 mm).



2. ábra. Laboratóriumi szaporításra befogott (mentett) lápi póc anyahalak és a mesterségesen szaporított, telepített ivadékok száma 2010 és 2014 között. A Ráckevei-Dunaágba telepített 378 pócból 257 db a III. sz. Illés-tó természetes szaporulatából származott.

\* 13 anyahalat a IV. sz. Illés-tóból fogtuk be, mely kapcsolatban áll a 2. sz. Pócos-tóval.

\*\* Az I., III., VI. és VII. sz. Illés-tavakból összesen 37 anyahalat szállítottunk el szaporításra. A laboratóriumban nevelt 1186 db ivadékok (gőgő-szenkei, ráckevei-dunaági és 2. sz. pócos-tavi populációk) az I., III., IV., VI. és VII. sz. Illés-tavakba telepítettük

2010-2014 folyamán 42 mentett ivarérett hal és az Illés-tavakból befogott további 50 anyahal szaporítása révén összesen 1457 különböző korú utódot (ivadék, előnevelt, kifejlett egyed) sikerült előállítanunk és felnevelnünk kezelés nélküli eljárással és élő takarmány biztosításával.

### 3.5. Lápi halak telepítése és monitoringja a helyettesítő élőhelyeken

2009-2013 folyamán az I., II., III., V., VI. és VII. sz. Illés-tavakba réti csík (470 ivadék) és széles kárász (470 ivadék) telepítéseket végeztünk részben túlélési vizsgálat céljából, indukált szaporításból származó és védett körülmények között nevelt szaporulatból. A monitoring eredmények alapján a kihelyezett halak a II. és az V. sz. Illés-tó kivételével megmaradtak, ezért a többi tóba lápi pócokat is telepítettünk. 2010 és 2014 között összesen 1186 tanszéken szaporított pócot helyeztünk ki a Szadai Mintaterületen.

Az előzetesen megfelelőnek ítélt I., III., IV., VI. és VII. sz. Illés-tavakban a telepített halak megmaradtak, az átlagos visszafogási arány 14% volt a lápi póc, 14% a széles kárász és 7% a réti csík esetében. A lápi póc természetes szaporulatát (ivadékait) sikerült kimutatnunk a VI. sz. Illés-tó kivételével az összes vízben, kettőben (az I. és IV. sz. Illés-tavakban) pedig a széles kárász is leírvott. A

legnagyobb lápi póc szaporulat a gazdag vízi növényzettel, és a legnagyobb partszegély/vízfelület aránnyal rendelkező III. sz. Illés-tóban volt. 2010 és 2015 szeptembere között összesen 368 póc és 57 széles kárász ivadékot sikerült kimutatnunk az Illés-tavakban. Az I. sz. Illés-tó részletes visszafogási adatai az évenkénti szaporodást, illetve öfenntartó állomány kialakulását igazolják.

### **3.6. Telepítések a természetes lápi póc populációk megerősítéséhez**

2010 és 2012 összesen 528 lápi pócot helyeztünk ki természetes élőhelyekre. 2010-ben, a vízszennyezés megszűnését követően 100 előnevelt és 50 ivarérett lápi pócot telepítettünk a Gőgő-Szenke patakba. Júniusban további 121 ivadékot helyeztünk ki a Csupics-szigetnél, az anyahalak származási helye, a Czuczor-sziget közvetlen szomszédságában. 2011-ben a III. sz. Illés-tó természetes szaporulatából a Czuczor-szigeti láp megmaradt területén 257 egyedet helyeztünk ki.

A 2. sz. Pócos-tó veszélyeztetett állományának megerősítését azzal segítettük elő, hogy 2012 szeptemberében összenyitottuk a szomszédos IV. sz. Illés-tóval (élőhely-bővítés), ahová 2010-2012 között összesen 404 előnevelt ivadékot helyeztünk ki.

## **4. Új tudományos eredmények**

Új tudományos eredményeim a kitűzött célokkal összhangban:

1. A lápi póc természetes élőhelyei ökológiai jellemzőinek feltárása (abiotikus és biotikus tényezők) az élőhely-rekonstrukciók tervezésének megalapozásához és a póc ökológiai igényeinek meghatározásához,
2. Két új lápi póc élőhely felfedezése Szadán (1. és 2. sz. Pócos-tó),
3. Mentett póc állományok számára alkalmas helyettesítő élőhelyek létrehozása a Szadai Mintaterületen,
4. Lápi póc szaporítás: természetszerű szaporítási eljárás kidolgozása nagy mennyiségű lápi póc lárva előállításához,
5. Póc lárvanevelés: elsőként vizsgáltam az *Artemia* naupliusz és kereskedelembe kapható takarmányok hatását a lápi póc növekedésére és megmaradására,
6. Új, öfenntartó lápi póc állományok létrehozása a Szadai Mintaterületen a hosszú távú visszatelepítésekhez és természetes élőhelyek állományerősítéséhez.

## 5. Következtetések és javaslatok

### 5.1. A természetes lápi póc élőhelyek ökológiai jellemzői

#### Vízminőség

A lápi póc élőhelyek harmada esetében tapasztalt extrém alacsony (<1 mg/l) oldott oxigén koncentráció a nagy retenciós idejű, sekély, iszapos és pangó vizek sajátos jellemzője. Ugyanakkor a lápi póc kisegítő légzőszervként is működő úszóhólyagjának köszönhetően képes ezt tolerálni. Ez az adaptációs tulajdonság kompetíciós előnyt jelent más halfajokkal szemben a mocsári, lápi élőhelyeken.

#### Vegetáció

Az általam vizsgált hazai lápi póc élőhelyek leggyakoribb mocsári növényársulása a széleslevelű gyékényes (*Typhaetum latifoliae*) volt, irodalmi adatok alapján azonban a nádas (*Phragmitetum communis*) gyakoribb (100%-os prezencia). A leggyakoribb hínárfaj az apró békalencse (*Lemna minor*) volt (100%-os prezencia), mely fajt azonban a hazai irodalmi források nem említik. Vizeink többségére – irodalmi adatok alapján – a békatutaj (*Hydrocharis morsus-ranae*) mellett a fehér tündérrózsa (*Nymphaea alba*) és a közönséges rence (*Utricularia vulgaris*) a jellemző.

#### Gerinctelen makrofauna

Az általam vizsgált vizekben a legnagyobb abundanciával a szennyezéstűrő árvaszúnyogok (*Chironomidae* sp.) és a közepes szennyezés toleranciájú tuskés bolharák (*Gammarus roeseli*) és közönséges víziászka (*Asellus aquaticus*) rendelkeztek. A leggyakoribb taxonok sorrendben: *Asellus aquaticus*, *Chironomidae* sp., eleven szülő kérész (*Cloeon dipterum*).

### 5.2. A lápi póc élőhelyek halközösségei, a póc populációk aktuális helyzete

Terepi kutatásaink során a lápi póc élőhelyként nyilvántartott vizeknek kevesebb mint a felében fogtunk pócot. Ez az eredmény megerősíti számos szerző azon megállapítását, hogy a lápi póc populációk kritikusan veszélyeztetettek, és fogyatkozásuk napjainkban is tart. Az irodalom két fő veszélyeztető tényezőt tart számon.

Az élőhelyek felszámolására és bolygatására példa a Czuczor-sziget *ex lege* védett lápja egy részének feltöltése. A Császárvíz felső szakaszának medrét 2011-ben részben feltöltötték, az alsó szakaszát (Székesfehérvárnál) pedig korábban kibetonozták. A másik fő veszélyeztető tényező az inváziós halak terjeszkedése. Azokon az élőhelyeken, ahol nem fogtunk pócot, az inváziós fajok gyakoriak voltak. A pócos élőhelyekről viszont vagy hiányoztak az inváziós fajok, vagy csak kis egyedszámban fordultak elő. A legnagyobb fenyegetést az amurgéb jelenti. A lápi póc változatos élőhelyeken (mint például a dús vegetációjú, búvóhelyekben

gazdag medrű Felső-Tápión) az inváziós fajok többségével képes együtt élni, azonban hosszú távon nem képes túlélni az amurgéb mellett.

Az esetek egy részében nagyon valószínű, hogy az inváziós halak nem az elsődleges okai a póc populációk csökkenésének. Az inváziós fajok térhódítása a vizes élőhelyeken ugyanis általában a degradáció (pl. vízszint-változás és/vagy tápanyagterhelés, hínárvegetáció kipusztulása) következményeként lép fel, így hatásuk indirekt. A specialista lápi halak megváltozott élőhelyi feltételek esetén nem képesek versengeni az inváziós fajokkal. Emiatt nagy jelentősége van annak, hogy vizes élőhelyeinket természetes állapotukban őrizzük meg. A Szadai Mintaterület és környezete természetes pócos élőhelyei (1. és 2. sz. Pócos-tavak) mentesek az inváziós halfajoktól és az antropogén hatásoktól, mely a terület értékét, jelentőségét növeli.

Az állóvizeknek a vízfolyásokhoz és csatornákhöz képest tapasztalt szegényebb halfaunája feltehetően egyrészt a rosszabb oxigén-ellátottságnak/reduktív viszonyoknak, másrészt izoláltságuknak köszönhető. A póc élőhelyek halközössége általában fajszegény, a réti csík és a széles kárász tartozik a leggyakoribb kísérőfajok közé, melyet vizsgálati eredményeink is alátámasztanak. Mindhárom lápi halfaj alkalmazkodott az alacsony oxigén koncentrációhoz.

### **5.3. Helyettesítő élőhelyek kialakítása és monitoringjuk**

Az alakban kis mértékben különböző Illés-tavak egymáshoz közel helyezkednek el, méretük egyezik, azonban mégis jelentősen más-más fejlődési utat jártak be. Eltérő vízminőség, vízi, vízparti vegetáció és gerinctelen makrofauna alakult ki bennük, mivel a különböző környezeti tényezők máshogy gyakoroltak rájuk nyomást, máshogy reagáltak.

Több kisebb élőhely (tó) kialakítása egy nagy, egymással kapcsolatban lévő vizes élőhely komplexum helyett számos előnnyel jár. A biológiai és környezeti folyamatok monitorozása és kontrollja – például az esetlegesen megtelepedő inváziós fajok eltávolítása, vagy a betegségek terjedésének megelőzése – a kicsi, egymástól izolált élőhelyeken könnyebb. A kis vízterek előnye az is, hogy hatékonyan és kis költséggel monitorozhatók, másrészt a tervezés és az engedélyeztetés is gazdaságosabb, illetve, nem utolsó sorban számosságuk révén a beavatkozások kimenetele is jobban tesztelhető általuk.

#### Vízminőség

A Szadai Mintaterület térségében (és általában Magyarországon) az oldott szervesetlen nitrogén vegyületek (nitrát, nitrit, ammónium) és a foszfát-tartalom fő forrása, illetve a talajvíz szennyezettségének oka a korábban évtizedekig megoldatlan szennyvízcsatornázás, a műtrágyázás és a közlekedésből származó légszennyezőanyagok légköri ülepedése. Az Illés-tavakban az oldott szervesetlen nitrogén vegyületek összkoncentrációja általános csökkenésének oka az algák, baktériumok és a magasabbrendű növények tápanyag-felvétele, megtelepedése, azaz a természetes szukcessziós folyamatok.

A frissen kialakított tavak elsődleges foszfát forrása a talajvíz, de később a kívülről bejutó szerves anyagok (pl. falevelek) lebontása is növelheti a foszfát szintet. A tavak kialakításának évében a foszfát koncentráció átlagértéke 0,3 mg/l volt. Az évek során az átlag foszfát szint többszörösére nőtt, mely összhangban van azzal a szakirodalomban sokszor tárgyalt tapasztalattal, hogy a tavak foszforcsapdaként működnek. A hipertrofítás az Illés-tavak állapotától függően gyakran vezetett a hínárvegetáció vagy a fonalas zöldmoszat 90% feletti borításához, vagy cianobaktériumok okozta vízvirágzásokhoz. A legnagyobb foszfátszint emelkedést a II. és a VIII. sz. Illés-tóban (+1100 és 900%) tapasztaltam. Ezekben a tavakban a vas- és kénbaktériumok tömeges jelenlétét is megfigyeltem. Ezt támasztja alá az a köztudott tény, hogy az alacsony oxigénkoncentráció elősegíti a foszfát felszabadulását az üledékből (belső terhelés).

2016 májusára a IV. és az V. sz. Illés-tó kivételével 1 mg/l alá csökkent a vizek összes oldott szervesetlen nitrogénvegyület (DIN) tartalma. Az alacsony tápanyagszint annak is köszönhető, hogy az *Utricularia vulgaris* (I. sz. Illés-tó) és a *Ceratophyllum demersum* (VI. sz. Illés-tó) nem gyökerező (lebegő) hínárfajok, így az üledékből nem vesznek/szabadítanak fel tápanyagokat, ugyanakkor utóbbi faj leveleinek teljes felületén képes nagy mennyiségű nitrogénvegyület felvételére. A további csökkenés limitáló tényezővé válhat az algák és a vízi növényzet számára. A hínárvegetáció betelepítése, megtelepedése a növényi tápanyagok szintjének csökkenését okozza, azonban a hínármentes (algás) vizekben is hasonló trendet figyeltem meg.

### Alternatív stabil állapotok a Szadai Mintaterület tavain

A sekély tavak a tápanyagtartalom széles koncentráció tartományán belül és a sokrétű abiotikus és biotikus hatások eredményeként több alternatív stabil állapotot vehetnek fel, melyek esetében különböző primer termelő szervezetek dominálnak. Az édesvízi ökoszisztémákban számos pozitív és negatív visszacsatolás határozza meg a különböző állapotok váltását és stabilitását. A Szadai Mintaterület vizeiben az alábbi alternatív stabil állapotok jöttek létre 2009-2015 között:

*I. Szubmerz hínárnövényzet (Ceratophyllum demersum vagy Utricularia vulgaris) átlátszó vagy „tisztá” vízzel („clear state”), kevés fitoplanktonnal: I., III. és VI. sz. Illés-tavak*

A *Ceratophyllum demersum* jelentős hatása, hogy a szervesetlen nitrogén vegyületek tavasztól kezdődő felvételével lecsökkenti az algák számára rendelkezésre álló tápanyagokat, és árnyékolásával, allelopatikus hatása révén is gátolja a planktonikus eutrofizációt. A kis tavak szegényebb halfaunája is hozzájárul az átlátszó vízű állapot fenntartásához, mivel ezekben kevesebb bentivó halfaj él. A bentivó halak (pl. dévérkeszeg) ugyanis táplálkozásukkal elősegítik a bentoszból történő tápanyag-felszabadítást, mely az algák elszaporodása révén a turbid (algás) állapot felé viszi a rendszert.



A hínárvegetációval rendelkező Illés-tavak esetében – a többi vízzel ellentétben – a jelentős foszfát túlkínálat és a bentoszt fogyasztó széles kárász és réti csik telepítése ellenére sem alakult ki vízvirágzás, illetve szorult háttérbe a hínárvegetáció, mely a halak túlélése szempontjából kedvező állapot. A gazdag vízi növényzet képes stabilizálni az átlátszó vizű fázist még növekvő tápanyagszint mellett is. Ezt támasztja alá az a tény, hogy a Szadai Mintaterületen a tiszta vizek és a zavaros vizek tápanyag-intervalluma részben átfed, ennek ellenére a tiszta vizű fázis mégis meg tudott maradni hosszabb távon.

## 2. *Csillárkamoszatos - Chara sp. által dominált átlátszó vizek, kevés fitoplanktonnal: IV. és VII. sz. Illés-tavak*

A többi vízhez képest napfénynek jobban kitett IV. és VII. sz. Illés-tavakban spontán jelent meg a csillárkamoszat, mely a medret kibéleli. A *Chara* fajok fényért folytatott kompetíciós képessége az edényes hínárfajok többségéhez képest nagyobb, mert a vizek bikarbonát szintjének csökkentésével képesek szén-limitált környezetet létrehozni, mely a fitoplankton és az egyéb hínárfajok háttérbe szorulását okozza.

## 3. *Cianobaktérium dominancia, zavaros víz („turbid state”), sok fitoplanktonnal: II. és VIII. sz. Illés-tavak*

A kulcsmechanizmus, amely a sekély tavakban a turbid állapotot stabilizálja, illetve a szubmerz növényzet megtelepedését gátolja, az a fitoplankton erős fénylimitációja. A cianobaktériumok intenzív tápanyagfelvételének következtében ezeknek a vizeknek volt az átlagos DIN szintje a legalacsonyabb (0,8 mg/l). A víz kis átlátszósága és a tavak árnyékoltsága mellett részben ennek is köszönhető, hogy spontán úton nem képes megtelepedni vízi növényzet. Hínárvegetáció hiányában, az üledék felső, híg rétegében – ahol a kiülepedett fitoplankton lebomlása zajlik – gyakran van oxigén deficit.

## 4. *Cladophora sp. által dominált víz, kevés fitoplanktonnal: V. sz. Illés-tó*

A szakirodalom nem említi fonalas zöldmoszat dominálta alternatív stabil állapotot, azonban eredményeim alapján ez kialakulhat. A Szadai Mintaterület legsekélyebb, V. sz. Illés-tavában a *Cladophora* sp. évek óta permanensen jelen van. A vízben gyakori a 80-100% közötti fonalas zöldmoszat borítás, mely árnyékolásával hatékonyan gátolja a fitoplankton és a hínárvegetáció megtelepedését, térhódítását. A vízfelület jelentős részét, vagy akár egészét lefedő zöldalga szőnyeg miatt oxigén telítettség szempontjából szélsőséges viszonyok alakulnak ki (nappali túltelítettség és éjszakai oxigénhiány váltakozása).

## 5. Emerz hínárvegetáció (keresztes békalencsés társulás - *Lemnetum trisulcae*), kevés fitoplanktonnal: II. sz. Illés-tó

Ez az állapot képes hosszabb távon is fennmaradni a sekély tavakban, azonban a békalencsés asszociáció a II. sz. Illés-tavon egy turbid, ciano-, vas- és kénbaktériumok uralta állapotot követően csak átmenetileg (2013-ban) akkor jelent meg, amikor a DIN szint lecsökkent és a foszfát koncentráció extrém mértékben megnőtt. A következő évben a DIN-szint több mint ötszörösére nőtt, a foszfát koncentráció pedig lecsökkent, és visszaállt a zavaros vízü állapot.

### Gerinctelen makrofauna

A hínáros vizek a *Cladophora* sp. és cianobaktériumok által dominált tavakhoz képest fajszámában gazdagabb gerinctelen makrofaunával rendelkeznek. Az eltérés a Heteroptera, Diptera és Ephemeroptera rendszertani csoportok esetében a legnagyobb.

A turbid állapotú II. és V. sz. Illés-tavak esetében a természetes élőhelyek referenciatartományán kívül eső gerinctelen makrofauna abundancia és taxonszám értékeket a szélsőséges vízminőségi jellemzők (vízvirágzások, időszakosan toxikus ammónia és kénhidrogén felszabadulása, oxigénhiány) okozzák.

### Telepített lápi halállományok megmaradása

A monitoring vizsgálatok eredményei alapján megállapítható, hogy a Szadai Mintaterület 8 tavából 5 hosszabb távon is megfelelő élőhely a lápi halak számára, melyet a lápi póc és a széles kárász rendszeres szaporodása is bizonyít. Ugyanakkor valószínűsíthető, hogy a réti csík azért nem volt képes szaporodni a vizekben, mert a talajvíz hőmérséklete 2,9 – 16,3 °C között ingadozik, mely nem teszi lehetővé, hogy az Illés-tavakban tartósan, és megfelelő mélységig kialakuljon a halfaj számára megfelelő ívási hőmérséklet (18-21 °C).

Figyelmet érdemel, hogy a betelepített (*Ceratophyllum demersum*, *Utricularia vulgaris*) vagy spontán megjelent hínárvegetációnak (*Chara* sp.) rendkívül fontos szerepe van az újonnan kialakított vizek állapotának alakulásában, kedvező hatással vannak a vízminőségre és a lápi halak megmaradására egyaránt. Egyrészt árnyékolásukkal, tápanyagfelvételükkel és allelopatikus hatásuk révén gátolják a planktonikus eutrofizációt, másrészt a hínárnövényzet búvó- szaporodó- és ívőhely biztosítása mellett gazdag gerinctelen makrofaunának (táplálékbázisnak) ad élőhelyet. Ez jól megmutatkozott a 2011. évi vizsgálat idején a hínármentes I. sz. Illés-tó és a dús vízi növényzetű III. sz. Illés-tó halszaporulatának nagyságrendileg eltérő mennyiségében, az utóbbi javára.

A mesterséges körülmények között nevelt póc lárvák mennyisége bőségesen elegendő volt a Szadai Mintaterület vizeinek benépesítéséhez. A mentett állományok középtávú (2010-2016) fennmaradása és szaporodása – mely további telepítéseket tesz lehetővé – a program sikerességét mutatja.

#### 5.4. Veszélyeztetett állományok mentése

A Gógó-Szenke patak, a Czuczor-sziget és a 2. sz. Pócos-tó kritikus helyzetbe került állományainak jelentős része gyors beavatkozás (mentés) nélkül nagy eséllyel kipusztult volna. Ez a három, egy éven belül bekövetkezett eset jól mutatja a lápi póc populációk veszélyeztetettségét, és felhívja a figyelmet arra, hogy a problémák kezelése érdekében összehangolt intézkedésekre van szükség. Az izolált populációk egyedi génkészletei külön-külön konzervációs kezelési egységet képviselnek – erre a mentés, a szaporítás és a kihelyezések esetén is különös figyelmet fordítottunk.

#### 5.5. Veszélyeztetett állományok szaporítása és nevelése

A lápi póc hosszabb távú, *ex situ* tartása (pl. szaporítás céljából) – annak ellenére, hogy kísérleti eredményeink alapján kizárólag élő táplálékot fogad el – szintén nem jelent különösebb nehézséget.

A lápi póc indukált hormonális szaporítása terén végzett kísérleteink nem voltak sikeresek. Elképzelhető, hogy több hallal és többféle dózis kipróbálása esetén több ikrát adtak volna a halak, de nem állt rendelkezésünkre több anyahal. A kísérleteink során a lápi pócnál tapasztalt preferencia a kavics+műnövény aljzat iránt meglepő eredmény, mert normál körülmények között a póc élőhelyére egyáltalán nem jellemző ez az ívási aljzat. Feltételezhető, hogy a reakció háttérben szupernormális inger áll.

Az általunk vizsgált embrió- és lárvafejlődési sebesség nem különbözik jelentősen a szakirodalmi adatoktól. A lápi pócot a csukához hasonlóan kimondottan nappali ragadozónak véltük, azt gondoltuk, hogy védett környezetben nevelt lárváik az esténként felkínált *Artemia*-t nem fogja tudni hasznosítani, azonban az eredmények más mutattak. Az első két héten az *Artemia* 6X csoport növekedése meghaladta az *Artemia* 4X csoportét, majd a növekedési ütemek kiegyenlítetté váltak. A lápi póc esetében az *Artemia* 6X csoport szignifikánsan igazolható mértékben nagyobb végső testhosszt ért el, mint az *Artemia* 4X csoport. A testtömegekben is különbözött a két csoport, azonban közöttük szignifikánsan igazolható különbséget nem tudtunk kimutatni, aminek az oka, hogy csoportátlagokat tudtunk csak vizsgálni, és kevés volt a kezelésenkénti 3-3 csoport. A védett környezetben nevelt pócok növekedési üteme számottevően nagyobb volt a természetes vizekben fejlődő egyedekhez képest. Ez a telepítések sikerességét jelentősen növeli, mivel az ősszel kitelepített halak akár már a következő évben szaporodhatnak új élőhelyükön.

#### 5.6. Természetes lápi póc populációk megerősítése

Ideális esetben egy fajvédelmi program akkor sikeres, ha a mentett populációkat az eredeti, rehabilitált élőhelyeikre, hasonló természetes vizekbe vagy helyettesítő élőhelyekre telepítik egy konzervációs egységen belül.

A lápi póc populációk védelme érdekében tett lépések sikeresek voltak, mivel mindhárom veszélyeztetett állomány esetében sikerült a genetikai identitás megőrzésének biztosításával telepítenünk mentett anyahalak utódait származási helyeikre.

A Lápi póc Fajvédelmi Mintaprogram megvalósítása során szerencsés fejlemény volt, hogy a Gőgő-Szenke patak szennyezése megszűnt, az M0-ás híd bővítése során pedig a Czuczor-szigetnél a lápi víznek a lehető legkisebb része semmisült meg. Mindkét élőhelyre telepítettünk laboratóriumban nevelt, vagy az Illés-tavak állományaiból származó ivadékokat. A 2. sz. Pócos-tó állományának erősítéséhez a szomszédos, élőhely-bővítés céljából létrehozott, és aszályos időben is megfelelő vízmélységgel rendelkező, IV. sz. Illés-tó indirekt módon járult hozzá.

## 6. Összegzés és javaslatok

Összegezve megállapítható, hogy a lápi póc populációk elterjedési területe jelentősen csökkent az elmúlt másfél évszázadban és napjainkban is további veszélyeknek vannak kitéve élőhelyeik elvesztése, átalakítása és az inváziós halfajok térhódítása miatt. A disszertációmban bemutatott Lápi póc Fajvédelmi Mintaprogram az első olyan átfogó, komplex természetvédelmi projekt, mely célul tűzte ki a veszélyeztetett állományok mentését, a fogságban történő szaporítást és nevelést, helyettesítő élőhelyek létrehozását, a mentett és fogságban nevelt állományok visszatelepítését és a veszélyeztetett természetes póc populációk állományerősítését.

A kidolgozott *ex situ* szaporítás és ivadéknevelés nagymértékben segítheti a faj populációinak megerősítését, és lehetővé teszi a lápi póc igényeinek megfelelő élőhelyek újranevelését. Védett környezetben növekedésük jelentősen meghaladja természetes vízrendszerekben élő társaikét, ezért a telepítést követő évben már leívhatnak a halak. Új, helyettesítő élőhelyek létrehozásával sikerült olyan önfenntartó, genetikai identitásukat megőrző törzsállományokat létrehozni, melyek egyrésztől hosszú távon stabil háttérrel adnak a további szaporítások és kísérletek számára, másrészt donorként szolgálhatnak a természetes populációk állományainak megerősítéséhez. A 8 újonnan létesített élőhelyből az 5, előzetesen megfelelőnek értékelt és benépesített víz mindegyikében sikeresen megtelepedtek a halak. A Szadai Mintaterület telepített Illés-tavaiban több esetben is sikerült kimutatnunk három lápi póc generáció együttes jelenlétét. Monitoring adataink alapján megállapítható, hogy a vizekben önfenntartó állományok jöttek létre. Megállapítható, hogy a mesterséges szaporulat és a helyettesítő élőhelyek ivadéakai elegendők voltak a természetes élőhelyek állományainak megerősítésére. A mentett halak mennyiségének (N=42) sokszorosát telepítettük ki ivadékként a laboratóriumi nevelést követően (N=271), illetve a III. sz. Illés-tóból (N=257) az anyahalak származási helyeire. Ezen felül összesen 1186 tanszéken nevelt lápi pócot helyeztünk ki a Szadai Mintaterület vizeibe. Az összesen telepített lápi póc (N=1714) természetvédelmi értéke (1714 x 250.000.- Ft) 428,5 millió forint, a

2008-2016 közötti időszakban a Lápi póc Fajvédelmi mintaprogram megvalósítási költsége ugyanakkor nem érte el a 8 millió forintot.

A természetvédelmi célok elérése érdekében további kutatások és gyakorlati tevékenységek szükségesek az alábbiak szerint:

- a lápi póc ökológiai szerepének és igényének további vizsgálata (pl. ammónia-, kénhidrogén- és nitrit-tolerancia kutatása),
- kísérletek végzése az amurgéb lápi pócra gyakorolt kompetíciós és predációs hatásának megismeréséhez,
- a legveszélyeztetettebb élőhelyek és állományok beazonosítása, élőhely-rehabilitációs eljárások kidolgozása,
- további helyettesítő élőhelyek és törzsállományok létrehozása veszélyeztetett (mentett) populációk segítségével,
- helyettesítő élőhelyek minősítő rendszerének további finomítása a telepítések biztonságának növeléséhez,
- a lápi póc indukált szaporítási módszerének és ketreces szaporítási eljárásának kidolgozása,
- spermamélyhűtés alkalmazási lehetőségének kifejlesztése,
- póc ívóhely-választási és takarmányozási kísérletek folytatása,
- természetes élőhelyek állománygyarapítása mesterségesen nevelt egyedekkel és a Szadai Mintaterületen befogott szaporulattal a genetikai változatosság fenntartása és a beltenyészet elkerülése érdekében,
- új lápi halfajok (pl. kurta baing) bevonása a mintaprogramba,
- a különböző, lápi póccal kapcsolatos hazai és külföldi projektek összehangolása, és egy olyan átfogó természetvédelmi program kidolgozása, mely figyelembe veszi a napjainkban meghatározott, genetikai alapokon nyugvó konzervációs és kezelési egységeket.

### Élőhely-rekonstrukciós javaslatok

Új helyettesítő élőhelyek létrehozása során javasolt a nagy partszegély/vízfelület arány és a mocsári, lápi vegetáció számára alkalmas, mély fekvésű, sekély vízzel borított, széles parti zónák létrehozása, mely tápanyag-felvételével a vizek külső terhelését is csökkenti.

Szükség lenne a jövőben az élőhely-rekonstrukciók sikerét feltehetően befolyásoló, de még nem teljesen ismert tényezők tesztelhetőségére nagyobb számú, egy időben létrehozott élőhelyek vizsgálatával. A nagyobb számú és szimmetrikus elrendezésű, de azonos méretű élőhely variációk létrehozása – pl. sekélyebb/mélyebb tó; kicsi és nagy partszegély/vízfelület arány, nád/alámerült hínár, árnyékoltság mértéke, társ-halfajok jelenléte – számos nagyon fontos, a munkánk során felmerült, de jelenleg még nem eldönthető kérdés megválaszolásában segíthetne.

### Telepítési stratégia a Szadai Mintaterületen

A Szadai Mintaterületen lévő, három (gőgő-szenkei, ráckevei-dunaági és 2. sz. Pócos-tavi) törzsállomány genetikai diverzitásának növelése, illetve a beltenyésztettség és genetikai sodródás hosszabb távon jelentkező káros hatásának kiküszöbölésének érdekében az állományok eredeti élőhelyeinek 80 km sugarú körzetéből (konzervációs egységen belülről, lehetőleg veszélyeztetett élőhelyekről) és a mintaterületről javasolt az anyahal befogás. A szaporítást követően az ivadékok egy részét a mintaterület Illés-tavaiba, másik részét pedig a konzervációs egységen belül szükséges telepíteni, állományerősítés céljából. Ezzel nem csak a mintaterület tavaiban, hanem a természetes élőhelyeken is mérsékelni lehet a beltenyésztettség mértékét. Tekintettel a lápi póc rövid (átlag 4 éves) élettartamára, ideális esetben 4 évente szükséges a szadai törzsállományok génfrissítése.

### Telepítési stratégia nagyméretű, természetes vizekhez

Az olyan élőhelyek esetében, melyek megfelelő élettérnek tűnnek a póc számára, de valamiért hiányzik belőlük a póc, első körben fontos tisztázni az eltűnés okait irodalmi adatok, korábbi terepi tapasztalatok és friss állapotfelmérések alapján. A következő lépés a kapott adatok összevetése a természetes élőhelyekre jellemző referencia értékekkel. A telepítést kizáró okok a referencia intervallumon kívüli foszfát és ammónia koncentráció, a ciano- vagy kénbaktériumok, *Cladophora* sp. által okozott vízvirágzás, a hínárvegetáció teljes hiánya, a kis diverzitású gerinctelen makrofauna és az inváziós halfajok nagy taxon- vagy egyedszáma. Az amurgéb előfordulása természetesen semmilyen körülmények között sem megengedhető. A telepített állomány megmaradási esélyének növelése érdekében 0,5 ha feletti víztestekbe nem célszerű telepíteni – a nagy vizek esetében ugyanis nem állítható elő biztonsággal a megfelelő (nagy) számú ivadék mennyiség.

A lápi póc telepítése előtt túlélési kísérlet céljából javasolt sűrű (ivadék számára sem átjárható) halráccsal elkeríteni egy 100-200 m<sup>3</sup> térfogatú, sekély és mély zónát is magába foglaló, az egész víztestet jól reprezentáló részt, ahová réti csíkot és széles kárászt javasolt kihelyezni. Járható út lehet az is, ha a nagy víztest egy viszonylag elszigeteltebb (de nem teljesen zárt) kis szegletébe vagy mesterségesen létrehozott, szűken kapcsolódó élőhelyre helyezünk ki először anyahalakat, ahol azok szaporodhatnak. Amennyiben a kísérő halfajok egy éven keresztül megmaradnak, következő lépésben a póc is telepíthető. A póc kétéves megmaradása esetén el lehet távolítani a halráccsot, és további telepítések történhetnek. Természetesen a túlélési kísérlet ideje alatt célszerű több évszakban monitorozni a halfaunát és az egyéb környezeti jellemzőket, az ívási időszakot követően pedig érdemes vizsgálatokat végezni annak érdekében, hogy meg tudjuk, szaporodtak –e a lápi halfajok.

## 7. Az értekezés témakörében megjelent publikációk

### Tudományos közlemények folyóiratban

1. **Tatár, S.**, Bajomi, B., Specziár, A., Tóth, B., Müllerné Trenovszki, M., Urbányi, B., Csányi, B., Szekeres, J., Müller, T. (2016). Habitat establishment, captive breeding and conservation translocation to save threatened populations of the Vulnerable European mudminnow *Umbra krameri*. In: *Oryx* 1-12. doi:10.1017/S0030605316000533 (IF: 2,05; szakterületi folyóiratrangsor: Q1)
2. Hajdú, J., Pekárik, L., Fedorčák, J., Kubalová, S., **Tatár, S.**, Koščo, J. (2016): Habitat use and conservation of limnophilic fish species in a former large river floodplain. In: *Limnologica* (közlésre elfogadva, IF: 1,403; szakterületi folyóiratrangsor: Q2)
3. Kucska, B., Kabai, P., Hajdú, J., Várkonyi, L., Varga, D., Müllerné-Trenovszki, M., **Tatár, S.**, Urbányi, B., Zarski, D., Müller, T. (2016): Ex situ protection of the European mudminnow (*Umbra krameri* Walbaum, 1792): spawning substrate preference for larvae rearing under controlled conditions. In: *Archives of Biological Sciences* 68(1), 61-66. (IF: 0,51; szakterületi folyóiratrangsor: Q3)
4. Demény, F., Müllerné-Trenovszki, M., **Tatár, S.**, Sipos, S., Urbányi, B., Kucska, B., Müller, T (2014): Effect of feeding frequencies on the growth of the European mudminnow larvae (*Umbra krameri* WALBAUM, 1792) reared in controlled conditions. In: *Bulgarian Journal of Agricultural Sciences* 20(3), 688-692. (szakterületi folyóiratrangsor: Q4)
5. **Tatár, S.**, Bajomi, B., Balován, B., Tóth, B., Sallai, Z., Demény, F., Urbányi, B., Müller, T. (2012): Élőhely-rekonstrukció lápi halfajok számára. In: *Természetvédelmi Közlemények* 18, 487-498.
6. **Tatár, S.**, Sallai, Z., Demény, F., Urbányi, B., Tóth, B. Müller, T. (2010): A lápi póc fajvédelmi mintaprogram. *Halászat* 103 (2), 70-75.
7. Müller T., Balovan B., **Tatár S.**, Müllerné-Trenovszki M., Urbányi B., Demény F. (2011): Lápi póc (*Umbra krameri*) szaporítása és nevelése a természetesvízi állományok fenntartása és megerősítése érdekében. In: *Pisces Hungarici* 5, 15-20.

### Konferencia kiadványban megjelent közlemények

1. **Tatár, S.**, Sallai, Z., Demény, F., Urbányi, B., Tóth, B. Müller, T. (2012): European mudminnow (*Umbra krameri*) Conservation Program in Hungary: Initial results of habitat construction and ex situ conservation. 2012 Annual Meeting of the IUCN-SCC/Wetland International Freshwater Fish Specialist Group. Global challenges in Caring for and Conservation Freshwater fishes, Chester, 2-3 May, 2012 <http://www.iucnffsg.org/wp->

[content/uploads/2013/05/PROGRAMME-FFSG-Annual-Meeting-2012.pdf](http://content/uploads/2013/05/PROGRAMME-FFSG-Annual-Meeting-2012.pdf)  
(poszter)

2. **Tatár, S.**, Tóth, B., Demény, F., Müllerné-Trenovszki, M., Urbányi, B., Csányi, B., Szekeres, J., Müller, T. (2014): A lápi póc ex situ és in situ védelmének tapasztalatai (Lápi póc Fajvédelmi Mintaprogram). X. Magyar Haltani Konferencia, Tiszafüred, 2014. július 11-12. [http://haltanitarsasag.hu/pdf/Program\\_2014.pdf](http://haltanitarsasag.hu/pdf/Program_2014.pdf) (előadás)
3. **Tatár, S.**, Bajomi, B., Balován, B., Tóth, B., Sallai, Z., Demény, F., Urbányi, B., Müller, T. (2012): Élőhely-rekonstrukció lápi halfajok számára (módszerek és tapasztalatok). VII. Magyar Természetvédelmi Biológiai Konferencia. Debrecen, 2011. november 3-6. (előadás)
4. **Tatár, S.**, Sallai, Z., Demény, F., Boczonádi, Zs., Hegyi, Á., Urbányi, B., Müller, T. (2010): Lápi póc Fajvédelmi Mintaprogram. XXXIV. Halászati Tudományos Tanácskozás. Szarvas, 2010. május 12-13. Absztrakt kötet, pp. 43.  
[http://hakinapok.haki.hu/index.php?option=com\\_content&view=article&id=293:tatar-sandor-lapi-poc-fajvedelmi-mintaprogram&catid=57:poszterek&Itemid=96](http://hakinapok.haki.hu/index.php?option=com_content&view=article&id=293:tatar-sandor-lapi-poc-fajvedelmi-mintaprogram&catid=57:poszterek&Itemid=96) (poszter)
5. Bajomi, B., **Tatár, S.**, Tóth, B., Demény, F., Müllerné-Trenovszki, M., Urbányi, B., Csányi, B., Szekeres, J., Olajos, T., Sallai, Z., Müller, T. (2014): Visszatelepítés és restaurációs ökológia: a lápi póc (*Umbra krameri*) védelme hazánkban. IX. Magyar Természetvédelmi Biológiai Konferencia, Szeged, 2014. november 20-23. Absztrakt kötet p. 32. [http://www.mtbk.hu/mtbk09/doc/IX.MTBK\\_AbsztraktKotet.pdf](http://www.mtbk.hu/mtbk09/doc/IX.MTBK_AbsztraktKotet.pdf) (poszter)
6. Müller, T., Részler, L., **Tatár, S.**, Várkonyi, L., Urbányi, B., Müllerné-Trenovszki, M. (2014): Megfigyelések a lápi póc ívóhely választásáról. XXXVIII. Halászati Tudományos Tanácskozás, Szarvas. 2014. május 28-29. abstract book p. 41.  
[http://hakinapok.haki.hu/tartalom/2014/Poszter/12\\_Muller\\_et\\_al\\_HAKI\\_2014\\_poc.pdf](http://hakinapok.haki.hu/tartalom/2014/Poszter/12_Muller_et_al_HAKI_2014_poc.pdf) (poszter)
7. Müller T., Demény F., Balován B., Urbányi B., **Tatár S.** (2011): A lápi póc (*Umbra krameri*) szaporítása és nevelése a természetes vízi állományok fenntartása és megerősítése érdekében. IV. Magyar Haltani Konferencia. Debrecen, 2011. március 18. [http://haltanitarsasag.hu/pdf/Program\\_2011.pdf](http://haltanitarsasag.hu/pdf/Program_2011.pdf) (előadás)
8. Müller, T., Kucska, B., Demény, F., Várkonyi, L., Hajdú Gy., Müllerné-Trenovszki, M., Urbányi, B., **Tatár, S.** (2015): A lápi póc (*Umbra krameri*) ex situ védelmének kutatása (ívóhelyválasztás védett környezetben, lárvatakarmányozási kísérletek). XI. Magyar Haltani Konferencia, Debrecen, 2015. március 26–27. Absztrakt kötet, p. 5. [http://haltanitarsasag.hu/pdf/Program\\_2015.pdf](http://haltanitarsasag.hu/pdf/Program_2015.pdf) (előadás)



## Könyvek, könyvfejezetek

1. **Tatár, S.,** Tóth, B., Imecs, I. (2015): Realizarea de biotopuri acvatice pentru peștii de baltă. pp. 163-189. In: Müller, T., Wilhelm, S., Imecs, I (Eds.). Conservarea și reproducerea artificială a speciilor de pești de mlaștină periclitare: țigănuș, caracudă și țipar. Editura Green Steps, Brașov, pp. 1-232. ISBN: 978-606-8484-42-6.
2. **Tatár, S.,** Tóth, B. (2014): Vizes élőhelyek létrehozása lápi halfajok számára– konklúziók és javaslatok a Lápi Póc Fajvédelmi Mintaprogram tapasztalatai alapján. pp 257-286. In: Müller, T. (szerk). Veszélyeztetett lápi halak megóvása (lápi póc, réti csík, széles kárász). Vármédia Print Kft, Gödöllő, pp. 1-381. ISBN: 978-963-269-428-3.
3. **Tatár S.,** Krenedits S. (2011): Természeti kincseink védelme Veresegyház térségében. Tavirózsa Egyesület, Veresegyház, pp. 120. ISBN 978-963-08-1538-3
4. Bajomi B., **Tatár S.,** Tóth B., Demény F., Müllerné T.M., Urbányi B., Müller T. (2013): Captive-breeding, re-introduction and supplementation of European Mudminnow in Hungary. Pp. 15–20. In: Soorae P. S. (Ed.). Global re-introduction perspectives. Re-introduction case-studies from around the globe IUCN/SSC Re-introduction Specialist Group. Abu Dhabi, United Arab Emirates. ISBN: 978-2-8317-1633-6.
5. Krenedits S., **Tatár S.** (2001): A veresegyházi tavak története és élővilága. Tavirózsa Egyesület, Veresegyház, pp. 69. ISBN 963-00-6111-2

## Egyetemi jegyzetek

1. **Tatár, S.,** Müller, T. (2015): Lápi póc fajvédelmi mintaprogram (esettanulmány). pp. 39-45. In: Részletes Természet- és Tájvédelem. Szent István Egyetem, Gödöllő, szerk: Centeri Cs., pp. 24-33. ISBN 978-963-269-482-5
2. **Tatár, S.,** Müller, T. (2014): Lápi póc fajvédelmi mintaprogram (esettanulmány). pp. 98-108. In: Természetesvízi halgazdálkodás, Kaposvári Egyetem, szerk: Kucska, B., pp. 1-127.

## Ismeretterjesztő publikációk

1. Demény, F., **Tatár, S.,** Urbányi, B., Müller, T (2011): Az elfeledett bőjti réti csík. In: *Élet és Tudomány* 66 (12), 367-369.