

A LÁPI PÓC FAJVÉDELMI MINTAPROGRAM 2014. ÉVI EREDMÉNYEI
(VÍZMINŐSÉG VIZSGÁLATOK A SZADAI MINTATERÜLETEN)

Szerző:

FEKETE SZABOLCS

Szent István Egyetem
Mezőgazdasági és Környezettudományi Kar
Halgazdálkodási Tanszék

Témavezetők:

Dr. Müller Tamás

tudományos főmunkatárs
Szent István Egyetem
Mezőgazdasági és Környezettudományi Kar
Halgazdálkodási Tanszék

Tatár Sándor

táj- és természetvédelmi szakértő
Tavirózsa Környezet- és Természetvédő Egyesület

GÖDÖLLŐ

2014. november 2.

TARTALOMJEGYZÉK

1.	Bevezetés	3
2.	Irodalmi áttekintés	4
2.1.1.	A tavak fejlődése	4
2.1.2.	A szárazföldi (kontinentális) állóvizek jellemzése	6
2.2.	A vízi anyagforgalom fő elemei	9
2.2.1.	A nitrogén	10
2.2.2.	A foszfor	12
2.2.3.	A vizek vezetőképessége	13
2.2.4.	Felszíni vizek minősítése	13
2.3	A mintaprogram során mentett, szaporított és telepített mocsári halfajok rövid jellemzése (lápi póc, széles kárász, réticsík)	15
2.3.1	Réti csík	16
2.3.2	Lápi póc	17
2.3.3	Széles kárász	18
2.4	A Lápi Póc Fajvédelmi Mintaprogram I. üteme	19
2.5	A mintaprogram II. üteme	21
2.6	A mintaprogram III-IV. üteme	23
3.	Anyag és módszer	26
3.1.	Az Illés-tavak vízkémiai monitoringja	26
4.	Eredmények	28
4.1	Vezetőképesség	28
4.2.	pH	28
4.3.	Nitrát	29
4.4.	Nitrit	30
4.5.	Ammónium	31
4.6.	Foszfát	32
4.7.	A vizsgált tavak vízminőség határértékek alapján való besorolása	33
5.	Értékelés és következtetések	35
6.	Összefoglalás	37
7.	Köszönetnyilvánítás	38
8.	Nyilatkozat	39
9.	Irodalomjegyzék	40

1. BEVEZETÉS

A lápi póc (*Umbra krameri*) a pócfélék családjának egyetlen európai képviselője, endemikus halfajunk, melyet a kipusztulás veszélye fenyeget. Az egykor gyakori Kárpát-medencében élő halfajunkat a folyók szabályozása, a lápok és mocsarak lecsapolása, valamint az idegenhonos törpeharcsa, és a szintén invazív, utóbbi időben, hazánkban is elszaporodó amurgéb kiszorította legtöbb élőhelyéről. Mára csupán kis foltokban maradtak fenn populációi. Magyarországon – ahol állományainak legnagyobb része található – fokozottan védett, eszmei értéke 250 000 Ft.

A Lápi póc Fajvédelmi Mintaprogram célja a nemzetközi jelentőségű lápi póc kárpát-medencei állományának megőrzése és gyarapítása. 2008-2014 között a Szadai Mintaterület (Pesti-síkság) degradált részein 8 db. kubikgödör méretű, egymástól elszigetelt vízteret hoztak létre („Illés-tavak”). Az új vizekben és a lápi póc természetes élőhelyein botanikai, vízkémiai, hidrobiológiai és halfaunisztikai vizsgálatokat végeznek folyamatosan. Az országban szinte egyedülálló alapossággal, a kezdetektől fogva monitorozzák a póc újonnan kialakított élőhelyeit. 2014 elején csatlakoztam a programhoz.

A lápi póc megmaradt élőhelyeinek védelme nem elég a faj fennmaradásához, ezért a mintaprogram másik fő célja (az új élőhelyek létrehozása mellett) a faj *ex situ* védelme (fajmentés a természetes élőhelyen kívül): ellenőrzött körülmények közötti szaporítása, nevelése, majd visszatelepítés az eredeti élőhelyeire vagy olyan mesterségesen létrehozott élőhelyekre (Szadai Mintaterület: „Illés-tavak”), ahol az életfeltételeit megtalálva kellő állománynagyságot lehet fenntartani. Utóbbi vizek alapul szolgálhatnak más, a faj ökológiai igényének megfelelő élőhelyek későbbi benépesítéséhez.

A Szent István Egyetem Halgazdálkodási Tanszéke, összefogva a veresegyházi Tavirózsa Környezet- és Természetvédő Egyesülettel ezt a célt próbálja megvalósítani. Új élőhelyek kialakításával, és azok folyamatos monitorozásával segítjük a lápi póc fennmaradását, miközben értékes tapasztalatokat szerzünk a kisméretű vízterek fizikai, kémiai és hidrobiológiai fejlődéséről. Ezzel fontos tapasztalatokat szerezhethetünk a további élőhely rekonstrukciók megalapozásához is.

Közös munkánk eddigi eredményeit, aktuális kérdéseit és jövőbeli céljait taglalom e dolgozat keretein belül, bemutatva a Lápi póc Fajvédelmi Mintaprogramot.

2. IRODALMI ÁTTEKINTÉS

2.1.1. A tavak fejlődése

A tavak keletkezésének első feltétele egy olyan medence kialakulása, melyben a víz összegyűlhet. Lényegében bármely, a földfelszínt alakító geológiai folyamat kialakíthat megfelelő medret. Néha igen nehéz megállapítani, hogy egy víztér tó-e vagy sem, tekintve, hogy a minősítés függhet az egyéb vizekkel való kapcsolatától, a víz tartózkodási idejétől, s több egyéb faktortól is. A tavak a táj átmeneti képződményi. Szülehetnek gyorsan, akár szinte egy nap alatt is, vagy igen lassan. Bárhogy is alakulnak ki, a feltöltődési folyamatok hosszabb-rövidebb idő alatt a tavak megszűnéséhez vezetnek PADISÁK (2005).

A vízutánpótlás megszűnése leggyakrabban éghajlatváltozás következménye. Lokálisan más, véletlenszerű események is a tavak vízvesztését okozhatják: pl. karsztos mélyedések tavaiban földalatti lefolyás következhet be. Megtörténhet, hogy a tavat tápláló vízfolyás valamilyen okból megváltoztatja futásirányát, és vize nem jut el a tóba. Talajvízszint-csökkenés is a tó kiszáradásával járhat.

A tómedencék feltöltődése kialakulásukkal egyidejűleg megkezdődik. Mivel a medence létrejötte általában időben elhúzódó folyamat (formálódása, pl. egy süllyedéktó esetén akár a tó teljes élettartama alatt folytatódhat) ezért egy tó kialakulása és pusztulása időben nem is választható el egymástól. A feltöltődés részben a tóba érkező vízfolyások és a szél hordalékszállítása révén, részben a tavi élet hatására történik. Az előbbi zömmel szervetlen, utóbbi döntően organikus üledékképződéssel jár. Hatásukat a tóvíz mozgása - elsősorban hullámozása - révén bekövetkező partfejlődés egészíti ki. A tavi élővilág közvetlenül, bomló testanyagának felhalmozódásával és közvetve, az élettevékenysége révén a vízből kiválasztott anyagokkal (pl. tavi kréta) járul hozzá a tó feltöltődéséhez. A part felől terjeszkedő úszólápi vegetáció kialakulása esetén a nyílt víztükröt geológiai értelemben rövid idő alatt benőheti a mocsári, lápi növényzet. A tó eutrofizálódásával az élővilág feltöltő hatása gyorsul. A növekvő tápanyagmennyiség hatására nő a biomassza-produkció, és így a fenékre jutó szerves anyag tömege is. A keletkező üledék jellege (és mennyisége) egy tavon belül is változatos, döntően a vízmélység (partközelség) függvénye. A nagy tömegével a feltöltődésben vezető szerepet játszó növényzet vízmélységtől függő zonációja az üledékképződésben is hasonlóan sávos elrendeződést hoz létre.

A tómedence feltöltődésében részt vevő folyamatok előbb-utóbb annyira sekélyé teszik a tó vizét, hogy a fenékhez rögzülő növényzet már mindenütt képes megtelepedni. Ez az ún. fertő állapot. Ha a különböző parti társulások - amelyek már a fertőkben is jelentős terjedelműek - nyílt vízzel szemben túlsúlyra jutnak, mocsárról beszélünk. A fejlődés következő foka a láp. A lápokban már csak kisebb foltokban csillan meg a nyílt víztükör, a folyamatos vízellátottság következtében kialakuló tőzeges aljzatot teljesen belepi a vegetáció. Az üde láprétet a kiszáradó láprét követi, melyen a bokrok és a fák is megjelennek már. Az erdő, mint záró társulás kialakulásával utolsó szakaszához érkezik a feltöltő szukcesszió.

A mocsarak és a lápok a tófejlődés folyamatába illeszkedő képződmények, de ritkábban önállóan - tavaktól függetlenül is - létrejönnek. Előfordulhat, hogy igen lapos medencékben eleve mocsár képződik, és viszonylag hosszú időn át fennmarad. Később ezek a mocsarak is elláposodhatnak. Ha a lápokban tápanyaghiány miatt alacsonyabb rendű növények váltak uralkodóvá, és köztük túlsúlyra jut a tőzegmoha, a láp jellege jelentősen megváltozik. A tőzegmoha savassá teszi a környezetét, és szivacsként szívja testébe a vizet, és pusztulása után az új mohageneráció annak felszínére telepszik. Így a láp felszíne emelkedni kezd, és a síkláp fokozatosan dagadóláppá alakul. Dagadólápok önállóan is kialakulnak, ha az éghajlati körülmények alkalmasak arra. Hazánkban csak legcsapadékosabb területen fordulnak elő kisméretű dagadólápok (pl. az Őrségben).

Száraz területeken a tópusztulás iránya és jellege ettől eltérő. Itt a növényzet szerepe alárendelt. Ez egyrészt a víz növekvő sótartalmának, másrészt annak a következménye, hogy a víz eltűnése után a száraz körülmények nem teszik lehetővé zárt vegetáció fennmaradását. A szélsőségesen ingadozó vízszint miatt a tó alakja, helyzete változik, mérete pulzálva csökken, időnként kiszárad, és helyén felrepedező sós agyag- vagy iszapfelszín marad (1. *internet forrás*).



1. ábra. A természetesen kialakult II. Pócos-tó medrét napjainkra benőtte a nád és a gyékény (fotó: Fekete Szabolcs)

2.1.2. A szárazföldi (kontinentális) állóvizek jellemzése

DÉVAI et al. (1998)

Állóvíz: a szárazföld mélyedéseiben elhelyezkedő felszíni víz, amelynek egész tömege nem mozog határozott irányban (azaz a gravitáció hatására a magasabb helyről az alacsonyabb felé), és amelynek medre egész léte folyamán töltődik

Mélytavak: nagy vízfelületű és vízmélységű tavak, ahol a vízmélység lehetővé teszi a hőmérsékleti rétegződést. (Magyarországról hiányoznak.)

Sekélytavak: nagy vízfelületű, de csekély mélységű (12-16 m-nél nem mélyebb, de átlagosan csak 3-6 m mély) állóvizek, ahol a meder túlnyomó része a litoriprofundális (partalji) vagy a litorális (parti) zónához tartozik, a profundális (mélységi) régió pedig vagy nem különíthető el egyértelműen, vagy csupán egy kis hányadát teszi ki a medernek.

Litoriprofundális típusú sekélytavak: a meder túlnyomó része a litoriprofundális (partalji) zónához tartozik (pl. a Balaton).

Litorális típusú sekélytavak: a meder túlnyomó része a litorális (parti) zónához tartozik (pl. a Velencei-tó). Sekélytó típusú tározók: pl. a Kisköre-i-tározó

Kopolyák: kis (általában csak néhány hektár) vízfelületű, de ehhez viszonyítva nagy (3-10 m) mélységű, hirtelen mélyülő víztestek, ahol a meder legmélyebb (de általában kis) része a partalji (litoriprofundális) vagy mélységi (euprofundális) zónához tartozik. Kopolya

típusú természetes állóvizek: pl. a budapesti Feneketlen-tó. Kopolya típusú holtmedrek: pl. a Duna és Tisza nagyobb holtmedrei. Kopolya típusú tározók: pl. a Lázbérci-tározó. Kopolya típusú egyéb mesterséges állóvizek: pl. kavicsbányatavak.

Kistavak (tócsák): közepes vagy kis vízfelületű (legfeljebb néhány négyzetkilométeres), sekély állóvizek, amelyek medrének egésze a litorális (parti) zónába tartozik, és területüknek több mint 1/3-át nyílt víztükör vagy hinaras teszi ki. Vízforgalmuk labilis, esetenként ki is száradhatnak. Kistó típusú természetes állóvizek: pl. az izsáki Kolon-tó, a nyíregyházi Sóstó.

Kistó típusú holtmedrek: pl. kisebb folyóink (Túr, Hernád) holtmedrei. Kistó típusú tározók: pl. a hortobágyi Borsósi-tározó. Kistó típusú halastavak: pl. a hortobágyi, biharugrai, szarvasi halastavak. Kistó típusú egyéb mesterséges állóvizek: pl. nagyobb vályogvetőgödrök

Fertők: nagy vagy közepes vízfelületű, sekély (átlagosan 1-2 m mély), területüknek több mint 1/3-án lápi vagy mocsári növényzettel borított, de emellett kisebb-nagyobb hinaras és nyíltvízes foltokkal is tarkított, mozaikos állóvizek. Általában állandó vízborításúak, de esetenként ki is száradhatnak. Többnyire sekélytavak feltöltődésével keletkeznek. Fertő típusú természetes állóvizek: pl. a Kis-Balaton, a Dinnyési-Fertő.

Lápok és láperdők: hazai viszonyaink között általában kis kiterjedésű, többnyire állandó vízborítású, rendszerint kopolyák feltöltődésével keletkező sekély (1,5-5 m mély) vízterek, ahol nyíltvíz általában csak a szegélyzónában ill. belül, apró foltokban (lápszemek) fordul elő. Felületüknek több mint 2/3-át moha és sás dominanciájú lápi növényzet borítja, amely tárolja a magába szívott vizet. Medrüket részben vagy teljesen tőzeg tölti ki. Csoportosításuk a jellemző növényegyettesek alapján történik.

Ingóláp (úszóláp): vizen úszó, elhalt növényi törmelék, illetve tőzeg, és az ezen megtelepült lápi és mocsári növényzet által alkotott úszó lápképződmény.

Tőzegmohás átmeneti láp: növényállományának fő tömegét lombos- és tőzegmohák, ill. sásfajok mozaikos komplexei alkotják. Általában állandó vízborítású (Pl. a bátorligeti láp).

Tőzegmohaláp (dagadóláp): uralkodó fajai a tőzegmohák, amelyek növekedése és vízháztartása miatt a láp kiemelkedik környezetéből. Állandó vízborításúak (Pl. a keleméri Mohosok).

Láperdők: szerves feltöltődésű, lefolyástalan területeken kialakult, az év nagy részében vízzel borított területek. A fák gyökérköve magasabb vízborításnál is kiemelkedik a vízből, ezért körülöttük cserjék és lágyszárú növényzet is kialakulhat. A fák közötti, tartósan pangóvízes foltokon hínár- és mocsári növényzet telepedhet meg. A láperdők az uralkodó fafaj alapján lehetnek fűz-, nyír- vagy égerlápok.

Mocsarak: változó kiterjedésű, sekély (általában 0,5-3 m mély), egész területükön litorális (parti) jellegű, labilis vízforgalmú, időnként kiszáradó vagy rendszeresen átöblítődő vízterek, amelyek általában kistavak feltöltődésével keletkeznek. Felületüknek több mint 2/3-át nád, gyékény, káka dominanciájú mocsári növényzet borítja, kisebb-nagyobb nyíltvízes, hínaras foltokkal tarkítva. Itt is jelentős lehet a szerves növényi törmelék felhalmozódása, de az eltérő növényzet és vízháztartás miatt a lápoktól eltérően itt csak ritkán alakulhat ki típusos tőzeg.

Mocsár típusú természetes állóvizek: pl. Kunkápolnási-mocsár. Mocsár típusú mesterséges állóvizek: pl. rizsföldek.

Tömpölők: kis területű, egymással gyakran összeköttetésben levő mélyedések, melyek csak szélsőségesen száraz években száradnak ki. Medrük többnyire csak 0,5-1 m mély, felszínüket nyíltvízes foltok, mocsári és hínárnövényzet évről-évre változó mozaikja borítja. Tömpölő típusú természetes kisvizek: pl. a Nyírség buckaközi mélyedéseinek állandóbb jellegű kisvizei. Tömpölő típusú mesterséges kisvizek: pl. nagyobb anyaggödrök.

Pocsolyák: kis kiterjedésű, igen sekély vizű (általában 0,5 m-nél nem mélyebb), időszakos kisvízgyülemlek, amelyekben időszakos jellegük miatt sem igazi tócsavegetáció, sem mocsári növényzet nem alakul ki. Csoportosításuk a bennük levő víz eredete alapján történik.

Hullámtéri pocsolyák: folyók mentén található kisvizek. Locsolásövi pocsolyák: tavak (pl. a Balaton) mentén található kisvizek.

Csapadékvizes pocsolyák: hóolvadás vagy nagyobb esők után keletkező kisvizek.

Talajvizes pocsolyák: talajvízfeltörések nyomán keletkező kisvizek.

Dagonyák (dágványok): kis kiterjedésű, rendkívül sekély vizű (0,1-0,3 m mély), rendszeresen ugyanazon a helyen újrakeletkező időszakos kisvizek, általában mocsári növényzet vagy gyökerező hínárnövényzet nélkül, fenekén vastag (0,2-0,5 m) iszapréteggel.

Tocsogók (libbányok): apró, alkalmi vízgyülemlek, amelyek főleg sűrű növényzet vagy növényi törmelék között, rétek, legelők, erdők talajmélyedéseiben, süppedékeiben, mohapárnákban találhatók.

Telmák: rendkívül csekély, legfeljebb néhány liter vízmennyiségű alkalmi vízgyülemlek.

Felosztásuk a vizet tartalmazó közeg szerint történik.

Fitotelma: növények szárölelő leveleinek öblében összegyűlt víz.

Dendrotelma: faodvakban, ágelágazásoknál összegyűlt víz.

Malakotelma: kagylók, csigák héjában összegyűlt víz.

Litotelma: kövek felületi mélyedéseiben, hézagaiban összegyűlt víz.

Technotelma: mesterséges anyagokban (pl. konzervdobozban) összegyűlt víz.

A Szadai Mintaterületen kialakított Illés-tavak besorolásukat tekintve a kopolyák és a tömpölyök között helyezkednek el. Kis vízfelületűek (átlag 40m^2), átlagos mélységük 1,5m. Medrük teljes egésze a litorális zónához tartozik. A hínárral telepített 3., 4., 6. és 7. sz. Illés-tavak felszínét nyíltvizes foltok, és hínárnövényzet évről-évre változó mozaikja borítja.

2.2. A vízi anyagforgalom fő elemei

A nitrogén – a foszforral együtt – központi szerepet játszik az édesvizek anyagforgalmában. A nitrogénellátás emiatt igen fontos, s meghatározója a vizek primer produkciójának mértékét s a szerves anyagok reciklizását. Az eutrofizálódás a vizek növényi tápanyagokban – elsősorban foszforban és nitrogénben – való gazdagodását jelenti, melynek eredményeképp fokozott növényesedés jelentkezik, a víz zöldesre színeződik a planktonikus algától, felszíni vízvirágzások következnek be (planktonikus eutrofizálódás). Más esetekben az üledékfelszín borítja sűrűn az alámerült hínarak, állományaik között vastag algaszőnyeg alakulhat ki, mely időnként a felszínre kerül s ott bomló csomókat képez (bentonikus eutrofizálódás) PADISÁK (2005).

A tavak vízminőségi vizsgálata során kiemelten a foszfát és a nitrogénformák vizsgálatával foglalkoztam, így a következőkben ezen elemek funkcionális szerepét mutatom be.

2.2.1. A nitrogén

A nitrogén, mint elem a szénnel, hidrogénnel, oxigénnel az élő szervezetekben levő szerves anyagoknak a negyedik legfontosabb alkotóeleme WOYNAROVICH (2003).

A felszíni vizekben található N-formák öt csoportba oszthatók:

1. Molekuláris vagy elemi nitrogén, amit újabban dinitrogén néven emlegetnek (N_2) oldott formában.
2. Szerves N-vegyületek, beleértve a fehérjék bomlástermékeit is (aminosavak, karbamid stb.) A szerves-N lehet oldott vagy alakos állapotban, az utóbbi élettelen szerves törmelék vagy élő planktonfajok testében.
3. Ammónia, és pedig szabad ammónia (NH_3) ammóniumion (NH_4) formájában; gyakran szilárd részecskék felületére adszorbeálódva.
4. Nitrit, mint NO_2 -ion, savas kémhatású vizekben, mint salétromsav (HNO_2).
5. Nitrát, mondhatni kizárólag NO_3 -ion formájában.

Az elemi N_2 -t nem számítva, ami a levegőben levő molekuláris nitrogéngáz oldódásával jut a vízbe, három úton kerülhet új N-vegyület a vízi ökoszisztémába:

1. Az élőlények elemi N-kötése által a molekuláris N_2 -készletből.
2. A csapadékkal bejutó NO_3 és NH_3 .
3. A befolyó vízzel érkező N-formák (idetartozik a mesterséges nitrogén-szennyezés is).

Ami a N-vegyületek eltávozását illeti, öt változat lehetséges:

1. Elfolyás az elfolyó vizekkel.
2. Az élőlények okozta denitrifikálódás.
3. Az elemi N_2 -gáz kiszellőződése, pl. hőmérséklet emelkedésre vagy más távozó gázbuborékokkal.
4. Rovarok kirepülése, szárazföldi ragadozók zsákmánya, halászat, szerves törmelék eltávolítása hullámveréssel.
5. Állandó N-tartalmú üledékek keletkezése.

A bevétel oldalán a befolyó vizekkel érkezik a legnagyobb tétel (bemosódás a talajból, műtrágyafelesleg a vízgyűjtőn, N-tartalmú szennyvizek), a kiadás oldalán szintén az elfolyó víz szerepel BARICA (1970).

A baktériumok nagy része képes elemi N-kötésre. Nemcsak a jól ismert aerobikus *Azotobacter* és az anaerobikus *Clostridium* fajok, hanem *Azotomonas*, *Aerobacter*, *Methanomonas* és *Pseudomonas* törzsek, bíborbaktériumok (*Rhodospirillum rubrum* stb.), sőt a fotoszintetizáló baktériumok nagy része is N-kötőnek bizonyult HUTCHINSON (1957). A N-kötő baktériumok nemcsak a nyíltvízben, hanem élőbevonatokban, vízínövények szárán levelein, az üledékben, de különösen a víz-üledék határrétegében találhatók, A N-kötő baktériumok legnagyobb része szerves energiaforrást igénylő, heterotrofikus szervezet. Fontos szerepük van ebből a szempontból a cianobaktériumoknak, amelyek a N-kötéshez külső szerves táplálékot nem igénylenek FOGG (1956), STEWART (1968), O'KELLEY (1968).

Az ammónia mérgező hatását az oldott oxigén, a szabad szén-dioxid, a keménység, a kémhatás és a szalinitás is befolyásolja ANONYMUS (1973). Az ammónia a legtöbb alga számára jól hozzáférhető szervetlen N-forrás BASZLAVSZKAYA & FEORAOVA (1959), DUGDALE & DUGDALE (1965), GOLUEKE et al. (1967), SARACENI (1967).

A vizek nitrogén tartalma általában bemosódásból és légköri ülepedésből származik. A szervetlen nitrogénformák közül a legfontosabbak az ammónium (NH_4^+) és a nitrát. Fontos megjegyezni, hogy kis nitrogénvegyület koncentrációnál egyes cianobaktérium fajok („kékeszöld algák”) képesek a légköri nitrogén fixálására is ezért a vizekben általában a foszfát a meghatározó limitáló tényező. Amennyiben a pH érték 10,5-nél magasabbra emelkedik, az ammónium átalakul NH_3 -vá, ami már mérgező a vízben élő szervezetekre. Az ammónium a leghatékonyabban felvehető szervetlen N-forrás, mert az aminosavakba való beépüléséhez nem kell sejtben belüli, energiaigényes oxidációs-szám változásokon keresztül mennie.

Hazánk talajvizei már évtizedek óta szennyezettek nitráttal (és foszfáttal) elsősorban a műtrágyázás és a közúti forgalom levegőszennyezése (légköri kimosódás) miatt. A jó oxigén ellátottságú tavak esetében a $\text{NO}_3^-/\text{NH}_4^+$ arány magas. Ez azért van, mert a nitrifikáció, vagyis az ammónium biológiai oxidációja nitráttá nem abiotikus folyamat. Számos mikroorganizmus befolyásolja, melyek a felszabaduló energiát hasznosítják. A folyamat nitrogénforgalomban betöltött szerepe azért nagy, mert a keletkező oxidált N-vegyület N_2 -vé alakul, és kilép a vízi anyagforgalomból.

2.2.2 A foszfor

A foszfor vegyületei magukban „ártatlanok”. Csak azok a biológiai következmények, folyamatok okozhatnak vízminőség-változást, amelyeket a foszfor vegyületei láncreakció-szerűen megindítanak és fenntartanak WOYNAROVICH (2003).

A felszíni vizekben többnyire csak nyomokban található foszfor nagyfokú biológiai fontossága miatt vált napjainkban a vízkémia egyik legjobban kutatott elemévé. Mint a növényi termelés gyakori minimumfaktora az eutrofizálódással kapcsolatos kutatások tengelyébe került, aminek helyességét THOMAS (1968) érvei érzékeltetik. A természetben legelterjedtebb ortofoszfát képes lánc vagy gyűrű alakú vegyület képzésére (kondenzált foszfátok), így négy csoport különböztethető meg VAN WAZER (1958):

1. Ortofoszfát (PO_4), 2. polifoszfátok, 3. metafoszfátok, 4. ultrafoszfátok

A vízben belül a biológiai foszforanyagcsere folyamán a foszfortartalmú szerves anyagok KUENZLER (1970), LEAN & NALEWAJKO (1976) és kondenzált polifoszfátok BENNDORF (1968) mellett ortofoszfát is jut a vízbe, nemcsak az élőlények kiválasztása, hanem főleg a holt szerves anyag bakteriális bontása GOLTERMAN (1960), KRAUSE (1964) és autodefoszforilálódása BENNDORF (1968) következtében. Végül a szervesetlen triptonfoszfát oldódása, esetleg deszorpciója is növelheti a víz reaktív P-tartalmát. A biológiailag hasznos P kikapcsolását az ökoszisztémából a lefolyáson és az üledékbe temetődésen (kicsapódás, adszorpció) WHITE & WETZEL (1975) kívül minden szervesanyag-eltávolítást jelentő folyamat: szárazföldi ragadozó, partra vetett szerves anyag, halászat, levágott és kihordott hínár stb., jelentheti VALLENTYNE (1952), KEUP (1968), PETERSON et al. (1974). Az üledék és a víz közötti állandó kicserélődés elsősorban sekély, állandóan felkeveredő kisebb tavakban SUTHERLAND et al. (1966), STUMM & LECKIE (1970), vízfolyásoknak KEUP (1968) és tengeri folyótorkolatokban ROCHFORD (1951), SESHAPPA (1953) jelentős, ahol a víz pillanatnyi ortofoszfát-tartalmát is meghatározza. Az üledék-víz közötti P-kicserélődésnek három fontos mechanizmusa van.

1. Az egyszerű fizikai szorpció és deszorpció jelensége lényeges kémiai reakciók nélkül.
2. A vasra (alumíniumra, kénre) és a redoxviszonyokra épülő mechanizmus főleg mély, de legalább hosszabb ideig fel nem keveredő tavakra jellemző HARTER (1968).

3. A biogén mészkőképződés foszforelvonó szerepére GESSNER (1939) munkája hívta fel a figyelmet.

A három folyamat természetesen nem külön-külön működik, hanem a tó geokémiai környezete, víz és üledék kémiai adottságai, alaktana és élővilága szerint eltérő mértékben kombinálódva LI et al. (1973).

A planktonalgák foszforanyagcseréjének szakaszossága jellemző napszakos ritmust okozhat a sekélyebb, erősen eutrofikus vizek foszfortartalmában, amit OVERBECK (1962b) állapított meg egy kis méretű, *Scenedesmus quadricauda* planktonszínezésű tavacskában.

A csillárkamoszatok FORSBERG (1964) és a virágos növények számára csak az oldott ortofoszfát felvehető HAYES & PHILLIPS (1958), az úszó lebegő fajok a vízben oldott, a gyökerezők egy része a fenéküledékbe temetett foszfort is hasznosítja. A növények P-felvételének gyorsasága a sejt és a környező víz koncentrációkülönbségétől függ SCHWOERBEL & TILLMANS (1964).

A baktériumok nemcsak a szerves kötésű foszfort hasznosítják (az oldott és az alakos szerves P-t egyaránt) SHAPRIO (1967), hanem siettetik a polifoszfátok egy részének hidrolízisét, és szükségletüket az oldott reaktív foszfor éppúgy kielégíti, mint egyes szerves triptonformák, elsősorban savval oldható kalcium vegyületek is BROCK (1966).

2.2.3 A vizek vezetőképessége

A vizek vezetőképessége azok sótartalmát mutatja meg. Az elektromos vezetőképesség a hőmérséklet függvénye, minden °C hőmérsékletemelkedéssel 2%-al nő. A tipikus édesvizek vezetőképessége 20-600 $\mu\text{S cm}^{-1}$. (A Balaton vezetőképessége 500-700 $\mu\text{S cm}^{-1}$) PADISÁK (2005).

2.2.4 Felszíni vizek minősítése

A felszíni vizek minősítését hazánkban az MSZ 12749:1993 számú szabvány alapján végzik. 5 osztályt különböztetünk meg a szennyeződések mértékét illetően:

- I. osztály (kiváló víz): mesterséges szennyező anyagoktól mentes, tiszta, természetes állapotú víz

- II. osztály (jó víz): mesterséges szennyező anyagokkal és tápanyagokkal kismértékben terhelt víz
- III. osztály (tűrhető víz): mesterséges szennyező anyagokkal és tápanyagokkal mérsékelten szennyezett víz, melyben ezek hatására eutrofizáció léphet fel
- IV. osztály (szennyezett víz): mesterséges szennyező anyagokkal és tápanyagokkal, illetve szennyvizekkel terhelt víz, előfordulhat a baktériumok és az algák tömeges elszaporodása
- V. osztály (erősen szennyezett víz): mesterséges szennyező anyagokkal és tápanyagokkal, illetve szennyvizekkel erősen terhelt víz, a vízi élőlények számára esetenként toxikus is lehet, szennyvízbaktérium-tartalma igen magas

A határértékeket a 2. táblázat mutatja be.

Vízminőségi határértékek						
	Vizsgált paraméter	I. osztály	II. osztály	III. osztály	IV. osztály	V. osztály
A csoport: oxigénháztartás	Oldott oxigén (mg/l)	> 7	6	4	3	< 3
	Oxigén-telítettség (%)	80-100	70-80 100-120	50-70 120-150	20-50 150-200	< 20 > 200
B csoport: foszfor- és nitrogénháztartás	Foszfát ($\text{PO}_4^{3-}\text{-P}$; mg/l)	< 0,02	0,05	0,1	0,25	> 0,25
	Nitrát (NO_3^- ; mg/l)	< 4,4	22	45	111	> 111
	Nitrit (NO_2^- ; mg/l)	< 0,03	0,09	0,3	1	> 1
	Ammónium (NH_4^+ ; mg/l)	< 0,25	0,6	1,3	2,6	> 2,6
E csoport: egyéb jellemzők	pH	6,5-8,0	8,0-8,5	6,0-6,5 8,5-9,0	5,5-6,0 9,0-9,5	< 5,5 > 9,5

1. táblázat. Az MSZ 12749:1993 sz. szabványban meghatározott határértékek

2.3 A mintaprogram során mentett, szaporított és telepített mocsári halfajok rövid jellemzése (lápi póc, széles kárász, réticsík)

A Halasi-Kovács és Tóthmérész (2007) által publikált a Vízkeretirányelv (VKI) keretén belül kidolgozott felszíni vizek minősítését szolgáló monitorozó rendszerben megadott funkcionális guild besorolásokat a három „mocsári” halfajra az x. sz. táblázat tartalmazza

	táplálkozási guild	Táplálkozási habitat	Szaporodási guild	Áramlás	Ökológiai specializáció	Eredet
lápi póc <i>Ubra krameri</i>	omnivor	metafitikus	pszammofil/fitofil	stagnofil	specialista	endemikus
réti csík <i>Misgurnus fossilis</i>	omnivor	metafitikus	fitofil	stagnofil	specialista	natív
széleskárász <i>Carassius carassius</i>	omnivor	metafitikus	fitofil	stagnofil	specialista	natív

2. táblázat. Mocsári halfajok funkcionális guildbe sorolása

Táplálkozási guild szerint mindhárom faj vegyes táplálkozású fajnak tekinthető, táplálékukat első sorban férgek, apró rákok, rovarlárvák és puhatestűek képezik, lápi póc esetében alkalmi halragadozással kiegészítve WILHELM (2008), DEMÉNY & MÜLLER (2014), SALLAI & MÜLLER (2014).

Táplálkozási habitatot tekintve a mocsári és hínártársulások között táplálkozó, aljzatközei fajok. Szaporodási stratégiájukat tekintve vizinövényre ívó halfajok, azonban a póc esetében még kétséges ez a besorolás. Szaporodását tekintve aljzatra ívó, ivadékörző, pszammofil faj BOTTA (1993), valamint saját megfigyeléseink szerint is. A hazai halak közül ez a faj az egyetlen példa a nőstény kezdeményező, ívást előkészítő, valamint ikragondozás viselkedésre SALLAI & MÜLLER (2014).

Mindhárom halfaj az állóvízi, vagy nagyon lassan áramló vizeket kedveli, testfelépítésük és viselkedési sajátosságaik (például úszási sebesség, táplálkozási etológia, stb.) is erre a környezeti tényezőre adaptálódott.

Ökológiai specializációt tekintve a halfajok toleranciája mérése igen összetett, hiszen a különböző környezeti hatásokra az adott faj eltérő érzékenységet mutat. Mindhárom faj eredeti környezetéből kiemelve és betelepítve egy összetettebb fajközösségbe, mindenképpen nehezebben vagy egyáltalán nem tud fennmaradni. A széles kárász az ezüst kárásszal

összeívik, jelölés-visszafogási kísérletekben is nehezen beilleszkedő faj DEMÉNY & MÜLLER (2014). A rétcsík és a póc igényli az erősen vizinövényes területeket, hiszen a csík a kisegítő légzése miatt gyakran a vízfelszínre úszik levegőt venni, ekkor nagyon könnyen áldozatul eshet különféle ragadozóknak, míg a póc egész életében rejtett körülmények között él (lassú mozgás).

Mindhárom faj őshonos a Kárpát-medencén belül, a póc kialakulása viszont itt is történt meg, emiatt endemikus fajunk.

2.3.1. Réti csík - *Misgurnus fossilis* Linnaeus, 1758

Teste erősen megnyúlt, kígyószerű, feje kicsi. Homloka keskeny, enyhén domború. Orra hosszú, előre keskenyedő, kúp alakú. A száj alsó állású, a felső állkapocs jóval túlnyúlik az alsón. A száj körül 10 bajuszsál található, 6 hosszabb a felsőn, 4 rövidebb bajuszsál az alsón. A szem kicsi. Úszói a farokúszó kivételével kicsik. A hátúszó rövid és alacsony. A faroknyél rövid és magas, oldalról erősen lapított, a farokúszó nagy, széle lekerekített. Cycloid pikkelyei aprók, alig láthatók, ritkán ülnek, egymást alig érintve, a hát és a has középvonala pikkelytelen. Teste hosszában csíkozott, a hát közepén széles, az oldalakra is ráterjedő sötétbarna csík húzódik a fejtől a farokúszóig, majd világossárga és sötétbarna csíkok váltakoznak. Az úszók alapszíne szürkessárga, sötétbarna foltokkal tarkítva. Tipikus élőhelyét a mocsarak, kisebb tavak, erősen eutróf holtágak litorális zónája és a lassú áramlású csatornák jelentik. A vízszabályozásokkal, területrendezésekkel jelentősen szűkült a faj élettere, szerencsére a még meglévő élőhelyein továbbra is nagy egyedszámú populációi élnek. Alacsony oxigénigényét járulékos légzőszervének köszönheti, a hajszálerekkel dúsan behálózott utóbele lehetővé teszi a légköri oxigén hasznosítását is. A kárásszal és a compóval együtt olyan mostoha oxigénviszonyok között is megél, ahol már a többi halfaj nem képes. A már kétéves korban ivarérett példányok párosan ívnak május-június hónapokban, a sekély, vizinövényekkel dúsan benőtt vízterületeken, ahol az ikrás egyed 2-3 részletben rakja le 1,7-1,9 mm átmérőjű, 10-150 ezer ikráját. A 16-20 ° C-os vízben a 4-5 mm hosszú lárvák 4-5 nap múlva kelnek ki. A lárvák külső kopoltyúbojtjai, mint kisegítő légzőszervek teszik lehetővé, hogy szegényes oxigénviszonyok között is fejlődni tudjanak. Főleg éjjel aktív, nappal az iszapban rejtőzik. Táplálékát férgek, apró rákok, rovarlárvák és puhatestűek képezik GYÖRE (1995).



2. ábra. Réticsík (forrás: Szendőfi, 2004)

2.3.2 Lápi póc - *Umbra krameri* Walbaum, 1792

Kis termetű faj, zömök testén vaskos, oldalról enyhén lapított fej van. Szája kicsi, félig felső állású, az alsó állkapocs előbbre áll, mint a felső. Apró fogak vannak a dentalen, praemaxillaren, palatinumon és a vomeren. Orra rövid, szeme közepes nagyságú. A fejet felül és oldalt pikkelyek takarják. Hátúszója hosszú és magas. A farokalatti úszó rövid, de magas. A rövid és magas faroknyélen lekerekített szélű farokúszót visel. Testét többé-kevésbé felemelkedő cycloid pikkelyek borítják. Háta vörösbarna, oldala világosabb. Fején és oldalán elszórtan sötétbarna, fekete, szabálytalan formájú foltok találhatók. Az oldalon helyén aransárga színű, fémesen irizáló sáv húzódik. Az úszók színtelenek vagy enyhén sárgás színűek, a hát- és a farokúszó tövét sötét foltokból álló sor díszíti. A hegyvidékek kivételével hazánk szinte egész területén megtalálható a számára megfelelő életkörülményeket biztosító hűvös, tiszta vizű mocsarakban, lápokban, növényzettel dúsan benőtt alföldi tavakban. Hajszálerekkel sűrűn behálózott, sima falú úszóhólyagja, - mint kisegítő légzőszerv - a mocsári életmódot hathatósan segíti elő. Ivarérettségét rövid életének és kis termetének megfelelően általában kétéves, egyes irodalmi adatok szerint már egyéves korban eléri. Az ivarérett példányok színezete áprilisban élénkebbé válik. A párosan ívó halak a kialakított fészkekbe 5-8 szemenként, összesen 100-200 darab, 2 mm-es átmérőjű ikrát raknak le 12-18 ° C vízhőmérsékletnél. Az ikrás a fészket egészen a lárvák kikeléséig őrzi. A kikelő lárvák 5-6 mm hosszúak, embrionális fejlődésük 22 ° C-on 7 napig tart. Fő tápláléka fiatal korban zooplanton-szervezetekből áll GYÖRE (1995).



3. ábra. Lápi póc (forrás: Sallai és Müller, 2014)

2.3.3 Széles kárász – *Carassius carassius* Linnaeus, 1758

Igen magas hátú, oldalról erősen lapított hal. Homloka meredeken emelkedik, orra tompa, szája kicsi és csúcsba nyíló. Szeme nagy, de átmérője kisebb az orr hosszánál. Hátúszója körülbelül a hasúszóval egy vonalban kezdődik, a széle domborúan lekerekített, elágazó sugarainak száma 14-21. Az úszó elején lévő csonttüske hátsó oldala sűrűn fogazott, a fogak száma 25-30. Farkalatti úszójában 5-8 osztott sugár van, és elején a csonttüske ugyancsak finoman fogazott. Pikkelyei nagyok, számuk az oldalvonalon 32-35. Az egészen fiatal példányok faroknyelén – közvetlenül a farokúszó előtt – egy körbefutó fekete gyűrű látható, amelyből később csak egy folt marad, majd az idősebbeknél ez is eltűnik. Alapszíne aranyárga. Közepes méretű faj, hossza 15-25 cm, ritkán 30 centi fölött. A hazai horgászrekord 2,66 kg (1991). A növényekben gazdag sekély állóvizek jellemző hala. A folyók főmedrében igen ritkán, inkább csak véletlenszerűen fordul elő, amikor egy-egy nagyobb áradás kimotozza a hullámtéri állóvizekből. Nagyobb állományai az öreg holtágakban és a mocsarakban alakulnak ki. Elviseli az oxigénszegény viszonyokat, télen pedig – iszapba fúródva – a víz teljes átfagyását is. Mindenevő, táplálékát kisebb gerinctelen állatok, növényi hajtások és magvak, valamint szerves hulladékok alkotják. Ivarérettségét néha 2, de többnyire 3 éves korban éri el, szaporodása május-júniusra esik. Egy nőstény 100-300 ezer, kb. 1,5 mm átmérőjű erősen ragadós ikraszemet érlel, amit részletekben rak le az állóvizek növényekkel sűrűn benőtt részein. Őshonos halunk, amely Európa túlnyomó részén, továbbá Nyugat- és Közép-Szibéria vizeiben is megtalálható. A folyószabályozások előtt,

amikor az Alföld jelentős része még mocsárvilág volt, leggyakoribb halaink egyike volt a széles kárász. Az ármentesítés után erősen megfogyatkozott, az utóbbi évtizedekben pedig számos vizünkéből eltűnt. Ma már ritka és veszélyeztetett halunk, védelme indokolt lenne SALLAI (2005).



4. ábra. Széles kárász (forrás: Müller Tamás)

2.4. A Lápi Póc Fajvédelmi Mintaprogram I. üteme

A Tavirózsa Környezet- és Természetvédő Egyesület (Veresegyház) által 2008-ban elindított Lápi póc Fajvédelmi Mintaprogram célja a fokozottan védett, nemzetközi jelentőségű lápi póc hazai állományának megőrzése és gyarapítása a faj hosszú távú fennmaradása érdekében.

A Mintaprogram I. ütemét a Magyar Telekom NyRt. és Szada Község Önkormányzata (mint területtulajdonos) támogatta. Ennek keretén belül 2008. július 28-29-én a Tavirózsa Egyesület gépi földmunkával létrehozott két kubikgödör méretű, talajvízzel táplált tavat („Illés-tavak”, Szadai Mintaterület, Pesti-síkság, TATÁR et al. (2010). A mintaterület a Szódrákosi-patak mentén, folyásirányban a Pócos-tó alatt (Bitang Természetvédelmi Terület, Szada), a

Veresegyházi-medence Natura 2000 terület közvetlen szomszédságában található. A tavak helyén korábban erősen degradált élőhely volt, elsősorban aranyvesszővel. A tavak létrehozásával az élőhely minőségét is javították, a degradált, leromlott élőhelyen nagyobb természetességű élőhely alakult ki.

A tavakat a talajvíz táplálja, nincsenek összeköttetésben egymással, illetve más vízzel, így kevesebb az esélye annak, hogy a vízbe törpeharcsa, amurgéb, vagy más, invazív, a lápi pócra, réti csikra, széles kárászra veszélyes halfaj jut. Fontos volt, hogy a tavak viszonylag árnyékos helyen legyenek, mivel a lápi póc a hőmérséklet változásaira érzékeny. A vizek megbújnak a puhafás ligeterdő rejtett zugaiban, így nincsenek annyira szem előtt, a horgászok nem veszélyeztetik az élőhelyet. A kezdetektől tartó monitoring lehetővé teszi, hogy jobban megismerjük a kisméretű tavak működését, azok vízfizikai, vízkémiai, hidrobiológiai jellemzőit, ezzel is hozzájárulva a lápi póc fennmaradásához TATÁR et al. (2010).

Figyelmünk legnagyobb részét a 2008. július 29-én kialakított I. számú Illés-tóra áldozzuk. A tó kb. 60 méterre található a Szódrákosi-patak keleti mellékágától, méretei: 8×6,5 m-es vízfelület, 1,1 m átlagos vízmélység, 2 m maximális vízmélység, 57,2 m³ térfogat. 2008. június 19-én a Tavirózsa Egyesület szakemberei terepi vizsgálatot tartottak a természetes Pócos-tó területén, hidrobiológiai, halfaunisztikai, vízkémiai, botanikai jellemzőket vizsgáltak, elkészítettek egy olyan állapotfelmérést, mely alapja lehet a hosszú távú monitoringnak. A Pócos-tó szűkebb környezetében *Caricetum acutiformis* (mocsári sásos), *Leucojo aestivi-Salicetum albae* (füzliget), *Typhaetum latifoliae* (széleslevelű gyékényes) növénytársulásokat találtak. Növényfajok közül előfordult a *Calystegia sepium*, *Chelidonium majus*, *Galium aparine*, *Phragmites australis*, *Riccia fluitans*, *Samucus nigra*, *Solidago* sp., *Symphitum officinale*, *Typha latifolia*, *Urtica dioica*, *Vicia cracca*. A tavat 100%-ban *Lemna minor* borította TATÁR (2008).

2008 augusztus 7-én hínárvegetációt (érdes tócsagaz - *Ceratophyllum demersum*.: 30 liter; apró békalencse - *Lemna minor*.: 17 liter) telepítettek vízzel együtt az újonnan kialakított I. számú Illés-tóba. A II. sz. tóba nem történt telepítés. A hínárral több planktonszervezet és makrogerinctelen állatfaj is bekerült az új élőhelyre. A hínárt és a vizet a veresegyházi Hínáros csatornából és a Pócos-tóból vették.



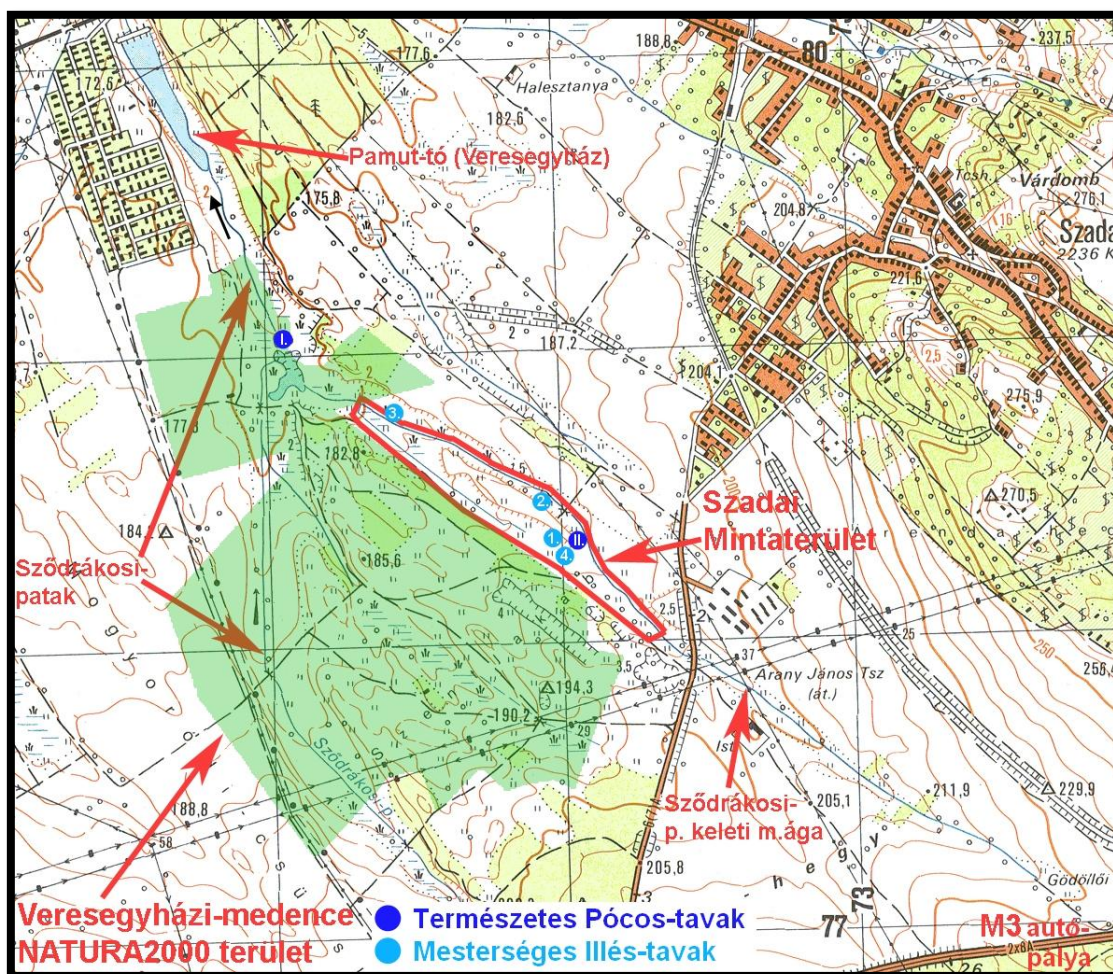
5. ábra. Az I. Illés-tó napjainkban (fotó: Fekete Szabolcs)

Október 18-án elvégezték az I. számú Illés-tó állapot felmérést. A KvVM szakértőivel közösen az eredmények kiértékelése után úgy döntöttek, hogy a lápi póc tóba való telepítése még túl korai. Ennek oka, hogy egyes paraméterek (nitrát, vezetőképesség, fitoplankton, zooplankton és makrozoobenton) nagyban eltérnek a lápi póc élőhelyén tapasztaltaktól. A tó beállásáig nem telepíthetők bele halak, hiszen előre nem látható, hogy milyen változások léphetnek fel a tó ökológiai állapotában. Ekkor még a szakemberek túl kockázatosnak tartották a telepítést, többek között a megfelelő mennyiségű és minőségű táplálékszervezet is hiányzott a vízből.

2.5. A mintaprogram II. üteme

2009-ben a Tavirózsa Egyesület felvette a kapcsolatot a SZIE Halgazdálkodási tanszékével, ahol akkor más sikeresen szaporítottak veszélyeztetett és védett halfajokat. A felek megállapodtak abban, hogy a lápi póc szaporításába fognak, majd a felnevelt állományt, ivadékokat kihelyezik eredeti élőhelyeikre, illetve az Illés-tavakban tartanak fent különböző állományokat. 2009. július 1-jén és 3-án 2 új tavat hoztak létre (III, IV. számú Illés-tó) a Szadai Mintaterületen. A IV. sz. Illés-tavat egy pár hónappal korábban felfedezett természetes

lápi póc élőhely közvetlen szomszédságában alakították ki, kb. 25 méterre az I. számú tótól. A IV. sz. Illés-tó létrehozásának célja élőhely-bővítés volt. A II. sz. Pócos-tóval történő összenyitása 2010 május végén történt meg. (Az újonnan felfedezett vizet II. számú Pócos-tónak nevezték el.) Az itteni kutatás során sikerült 22 db lápi pócot, és egy réti csíkot is fogni. A régebb óta ismert I. sz. Pócos-tóhoz képest ebben a vízben sokkal kisebb volt a foszfát és a nitrát koncentrációja, a dúsabb vegetáció tápanyagfelvételének köszönhetően. Botanikai vizsgálatok kimutattak a térségben ritkán előforduló növényfajokat, mint a *Lemna trisulca*, *Carex davalliana*, *Carex paniculata*, *Veratrum album* TATÁR (2009).



6. ábra. A Szadai Mintaterület elhelyezkedése

2.6. A mintaprogram III.-IV üteme

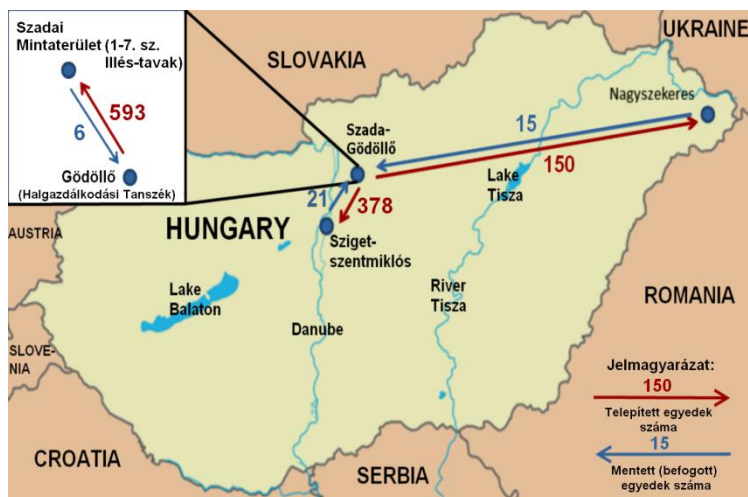
2010 áprilisában és szeptemberében a szennyezett Gögő-Szenke-patakból (Szamosköz, Nagyszekeres), a kiszáradó II. sz. Pócos-tóból és az M0 híd feltöltésre ítélt bővítési területéről (Ráckevei-Soroksári Dunaág, Czuczor-sziget TT) összesen 42 db. póc anyahalat mentettünk ki (TATÁR 2010). Ezekből 2010-2011 folyamán 26 egyedet szállítottunk szaporításra a Halgazdálkodási Tanszékre, a többit a Szadai Mintaterületen helyeztük el. A genetikai keveredés elkerülése érdekében a különböző élőhelyekről származó anyahalakat külön-külön tartottuk, majd szaporítás után az 1., 3. és IV. sz. Illés-tavakban helyeztük el. Az anyahalakból vett úszómintákat genetikai vizsgálat céljából elküldtük az MTA BLKI-be. Sikeres lápi póc szaporítást követően a lárvákat a Tanszéken nevelték, majd mentett tavakba, illetve az eredeti származási helyeikre kitelepítették. A pócok növekedése az első nyár végére meghaladta (55 mm standard testhossz) a hazai természetes vizekből közölt értékeket (20–38 mm). Öt hónap elteltével az ikrások jóval teltebbek voltak, mint a hímek, jelezve, hogy egyévesen már elérik az ivarérettséget MÜLLER (2014). 2009 őszén túlélési vizsgálat céljából a tanszéken szaporított és felnevelt egynyaras réti csík és széles kárász ivadékokat (50–50 db.) telepítettek az I. sz. Illés-tóba. A halak sikeresen átteleltek: 2010. május végén a réti csíkot és a széles kárászt is visszafogtuk, sőt utóbbi bizonyítottan le is ívott. 2010 tavasza és 2011 ősze között a lápi póc anyahalakat és az előnevelt lárvák egy részét (660 db-ból 382 db-ot) kihelyeztük az 1., 3. és IV. sz. Illés-tavakba, illetve állománygyarapítás céljából az anyahalak származási helyeire TATÁR et al. (2010). 2011. augusztus 1-jén mindhárom kihelyezett halfaj egyedeit megfogtuk az I. sz. Illés-tóban. Az előző évben telepített lápi póc anyahalak és az eredetileg tanszéken nevelt egyedek mellett hálóbba kerültek a tavaszi szaporulat ivadékai is. Az 1. és 3. sz. Illés-tóban 4x25 perc vizsgálat során összesen 446 póc ivadékot fogtunk (átlag testhossz: 26,7 mm). Becslésünk szerint még legalább ugyanennyi ivadék van a vizekben. 2011 szeptemberében a 3. sz. Illés-tóból 408 db. ivadékot telepítettünk ki a szülők származási helyére, a Czuczor-sziget Természetvédelmi Területre (TATÁR 2012).



7. ábra. Az 1.sz. Illés-tó fejlődése. Fent balra: 2008; fent jobbra 2009, lent balra 2010, lent jobbra 2011 (Tatár et al., 2014).

Halfaj	Telepítés időpontja	Kitelepített lárvák egyedszáma	Méret (cm)	Telepítési helyszínek (Szada)
réticsík	2009.09.17.	50	10	1.sz. Illés-tó
	2011.10.14.	20	5-7	6.sz. Illés-tó
	2012.06.06.	200	1-2	2.sz. Illés-tó
		200	1-2	3.sz. Illés-tó
széles kárász	2009.11.26.	50	5	1.sz. Illés-tó
	2011.10.14.	50	2-3,5	6.sz. Illés-tó
	2012.08.29.	58	1-1,5	
		342	1-1,5	5.sz. Illés-tó

3. táblázat. Mesterségesen szaporított rétcsíkok és széles kárászok telepítési adatai. Az anyahalak több különböző magyarországi populációból származtak. A 3. sz. Illés-tóba a Ráckevei-Dunaág Natura 2000 területről (Szigetszentmiklós, Czuczor-sziget) mentett compókat (*Tinca tinca*) is telepítettünk 2010 szeptemberében (9 db., többségében 2-3 cm-es példányok) (Tatár és Tóth, 2014).



8. ábra. Lápi póc befogások és telepítések helyszínei és mennyiségei a Lápi póc Fajvédelmi Mintaprogram keretén belül (2010-2012; Tatár és Tóth, 2014).

Mentett anyahalak száma, származási helyei és befogási időpontok	Lárva telepítések időpontjai	Kitelepített ivadékok egyedszáma (db.)	Életkor (keléstől, nap)	Méret (cm)	Telepítési helyszínek
15 db. Gőgő-Szenke (Nagyszekeres) 2010. 04. 02.	2010.05.27.	100	39	1,5-2	Gőgő-Szenke patak
	2010.05.31.	103	43	1,5-2	I. sz. Illés-tó
	2010.09.22.	25	187	3-5	
	2010.10.12.	50	208	3-6	Gőgő-Szenke patak
6 db. II. sz. Pócos-tó (Szadai Mintaterület) 2010. 04. 06.	2010.05.31.	33	43	1,5-2	IV. sz. Illés-tó
	2011.10.14	20	188	3-5	6. sz. Illés-tó
	2012.05.29.	371	55	2	IV. sz. Illés-tó
21 db. Ráckevei-Dunaág Natura 2000 terület (Szigetszentmiklós, Czuczor-sziget) 2010. 09. 07. és 16.	2011.08.10.	41	123	2-3	3. sz. Illés-tó
		114*	~131	2-3	Ráckevei-Dunaág Natura 2000 terület
	2011.09.28.	143*	~131	2-3	
	2012. 06.12.	121	429	5-7	Ráckevei-Dunaág Natura 2000 terület (Szigetcsép, Csupics-sziget)
Összesen:	3 év	1121	---	---	2 természetes élőhely és 4 mesterséges tó

4. táblázat. Lápi póc telepítések összefoglaló táblázata. Tatár és Tóth (2012)

3. ANYAG ÉS MÓDSZER

3.1. Az Illés-tavak, valamint a tanszéki medence vízfizikai, vízkémiai monitoringja

Az elmúlt 8 hónap során a Szadai mintaterület lévő tavak (I., IV. Illés-tó, II. Pócos-tó) fizikai és kémiai paramétereinek változását követtem nyomon. Munkám során 2014 márciusa és szeptembere között 7 alkalommal mintavételeztem a mesterségesen kialakított Illés-tavak, valamint a természetes II. sz. Pócos-tavat, melynek során mértem a vizek nitrit, nitrát, ammónium, foszfát tartalmát, a vezetőképességet és pH-t. A kapott eredményeket összevetettem a korábban mért adatokkal, és vizsgáltam a tavak hidrobiológiai fejlődését.

Az oldott oxigént, a vezetőképességet a pH-t ezeket digitális műszerekkel; míg a foszfát, ammónium, nitrit és nitrát szintjének változását egy analizáló koffer segítségével követtem nyomon. Az Illés-tavak minősítését MSZ 12749:1993 szabvány szerint végeztem el.

A méréshez használt eszközök:

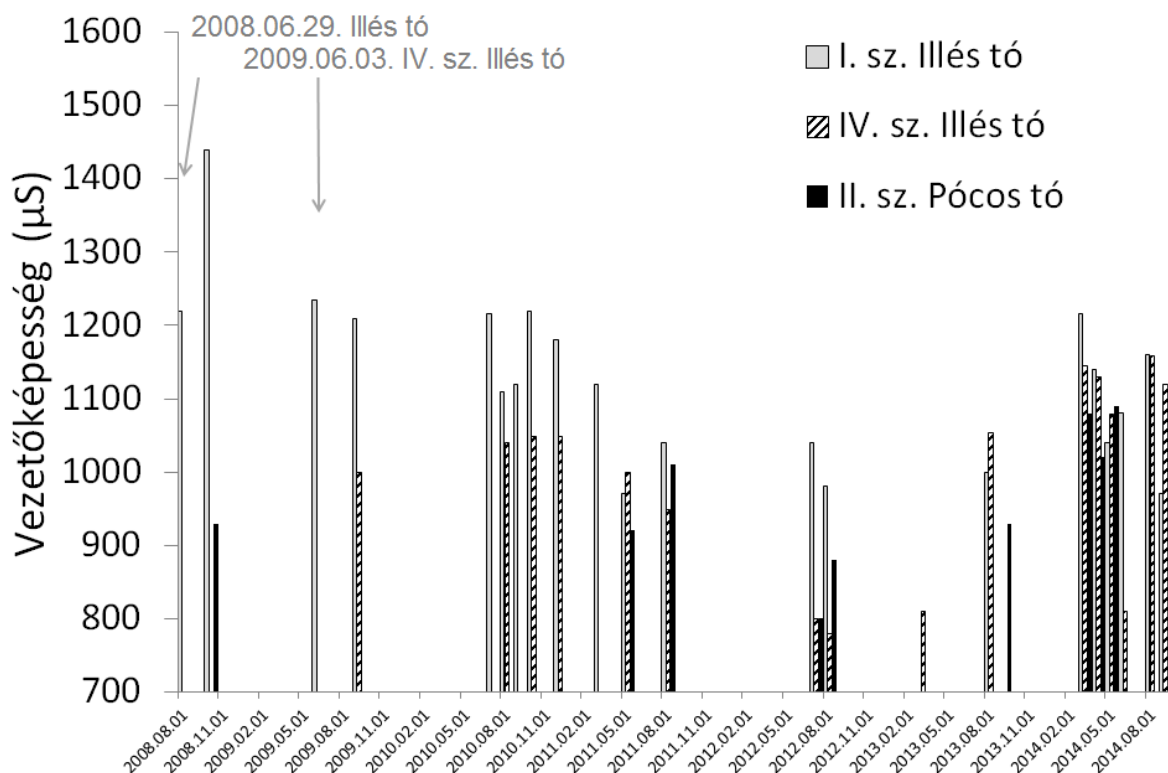
I.	Oldott oxigén és hőmérséklet:	HACH HQ40d Field Case
II.	pH:	VOLTCRAFT PH-100 ATC
III.	Vezetőképesség:	VOLTCRAFT LWT-01
IV.	Kémiai paraméterek:	1. SERA Aqua-test Box 2. JBL Testlap Test 3. MACHEREY-NAGEL PF-3



9. ábra. *A szerző mintavételezés közben az I. és a IV. sz. Illés-tavaknál (fotó: Tatár Sándor)*

4. EREDMÉNYEK

4.1 Vezetőképesség



1. diagram. A vizsgált tavak vezetőképessége (2008-2014)

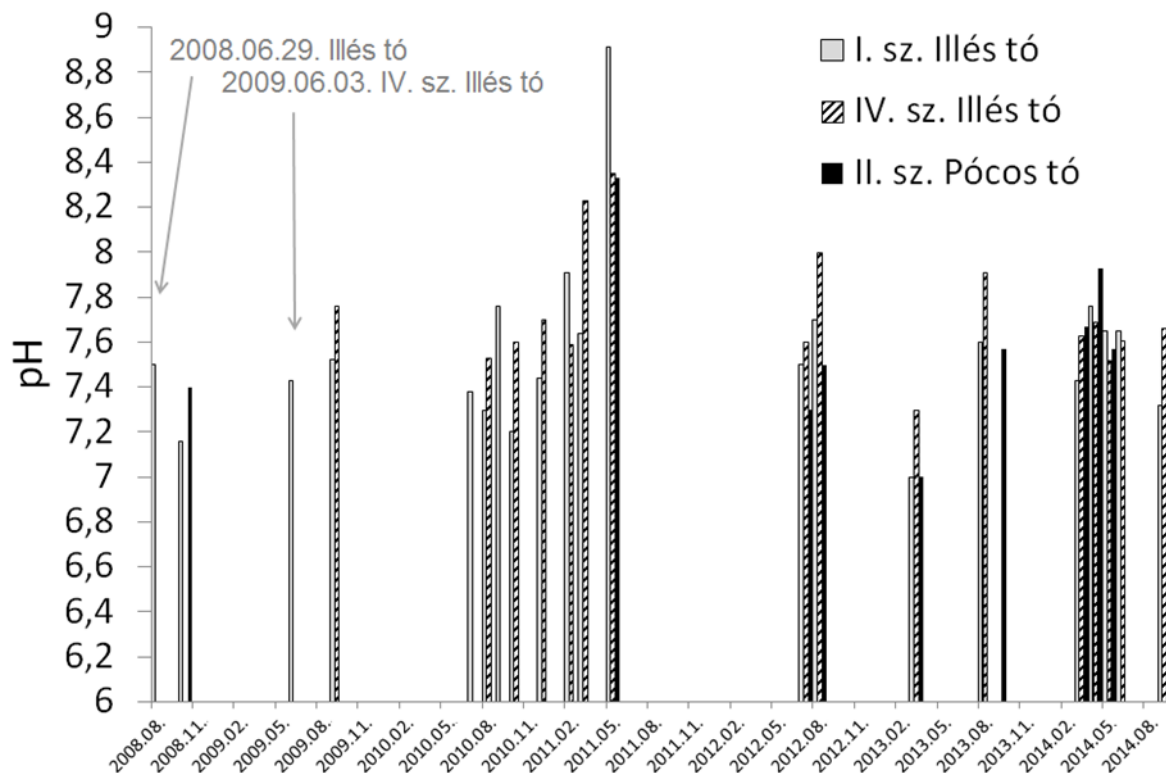
A vezetőképesség vizsgálata során a legmagasabb értékeket az I.sz. Illés-tónál mértük. A IV. sz. Illés-tó és a természetes II. sz. Pócos-tó koncentrációi kisebbek voltak, és értékeik között általában kis különbség volt.

2010 novemberétől az Illés-tavak vezetőképessége többségében már a természetes lápi póc élőhelyeken mért tartományon (205-1180 µS; ld. TATÁR et al. 2012) belül maradt.

4.2 pH

Az ábrán megfigyelhető a pH évszakok szerinti periodikus változása: az egyes vizeknél különböző évek ugyanazon évszakaiban hasonló értékeket mértünk. Az Illés-tavaknál és a II. sz. Pócos-tónál egyaránt 2011 májusában kiugró pH értékeket mértünk. Az I. sz. Illés-tóban a 8,91-es pH mellett alacsony, 0,05 mg/l ammónium tartalmat mértem.

Az Illés-tavak kémhatása létrehozásuktól kezdve a természetes lápi póc élőhelyeken mért tartományon (pH 4,7-9,2; ld. TATÁR et al. 2012) belül maradt.

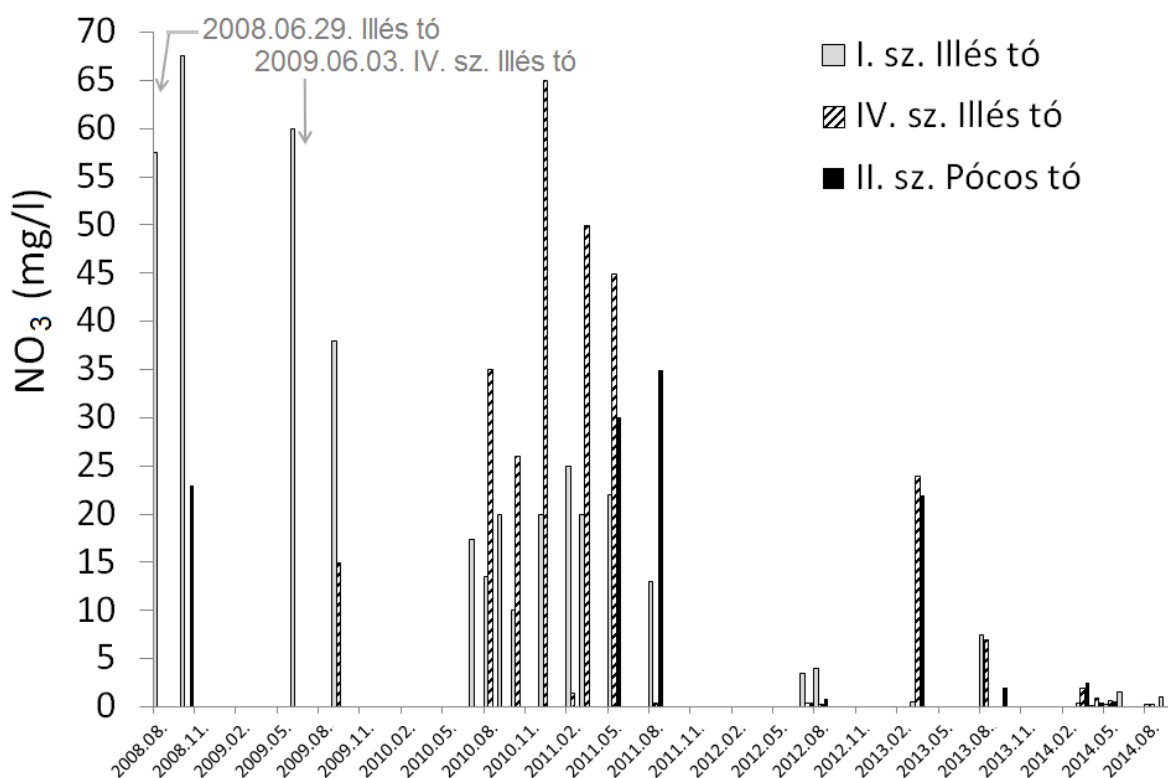


2. diagram. A vizsgált tavak pH változása (2008-2014)

4.3 Nitrát

Az Illés-tavak kialakításakor magas nitrát koncentrációt mértünk, mely folyamatosan csökkenő trendet mutat. 2014. áprilisában az I. sz. Illés-tóban a nitrát koncentráció 0,1 mg/l értékre csökkent, az összes oldott szervesetlen nitrogén (nitrát-, nitrit- és ammónium-) koncentráció pedig 0,6 mg/l volt. A II.sz. Pócos-tónak az Illés-tavakhoz képest általánosan alacsonyabb nitrát koncentrációja volt.

A nitrát koncentráció az I. sz. Illés-tóban 2010. májusától, a IV. sz. Illés-tóban pedig 2011. augusztusától már a természetes lápi póc élőhelyeken mért tartományon (0,5 – 35 mg/l; ld. TATÁR et al. 2012) belül maradt.

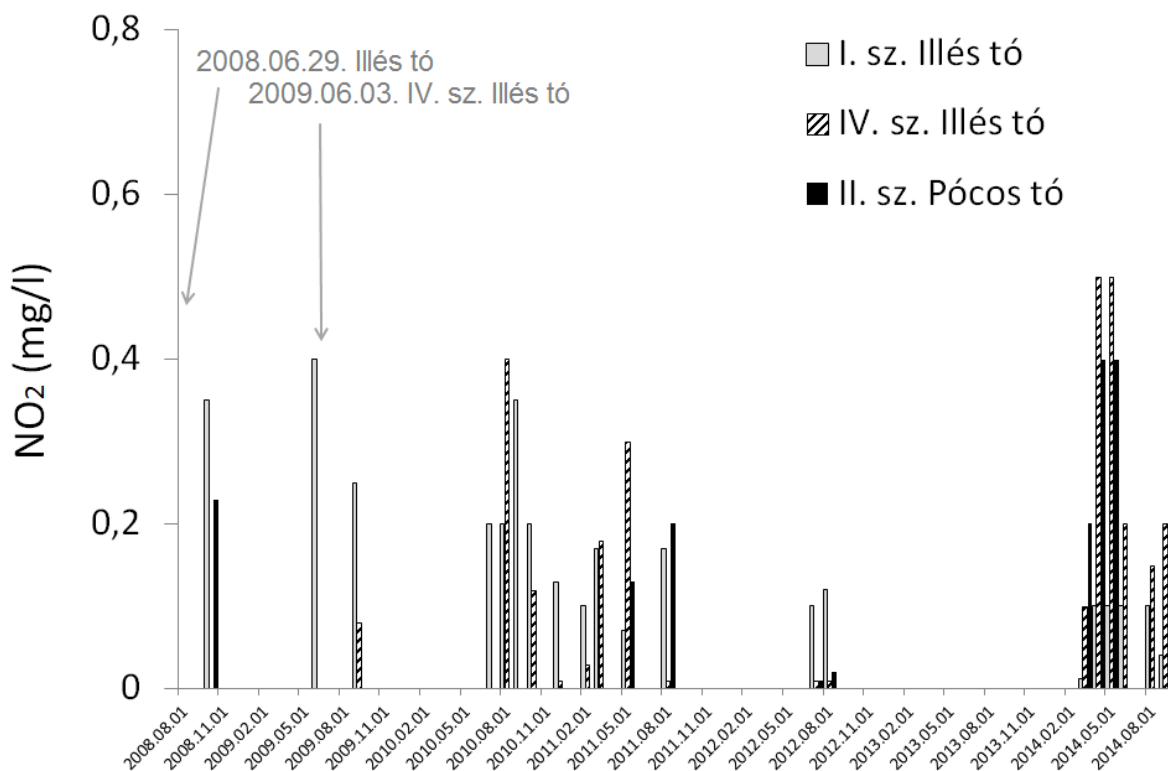


3. diagram. A vizsgált tavak nitrát tartalom változása (2008-2014)

4.4 Nitrit

Az I. sz. Illés-tóban csökkenő trend figyelhető meg 2008 és 2014 között a nitrit koncentráció tekintetében. 2014 májusában a legmagasabb nitrit értékeket a IV. sz. Illés-tóban és a II. sz. Pócos-tóban mértük.

A nitrit koncentráció az I. sz. Illés-tóban 2010. augusztusától a természetes lápi póc élőhelyeken mért tartományon (0,00 – 0,23 mg/l; ld. Tatár et al. 2012) belül maradt. A IV. sz. Illés-tóban még 2014 májusában is viszonylag magas értéket (0,5 mg/l) mértünk.

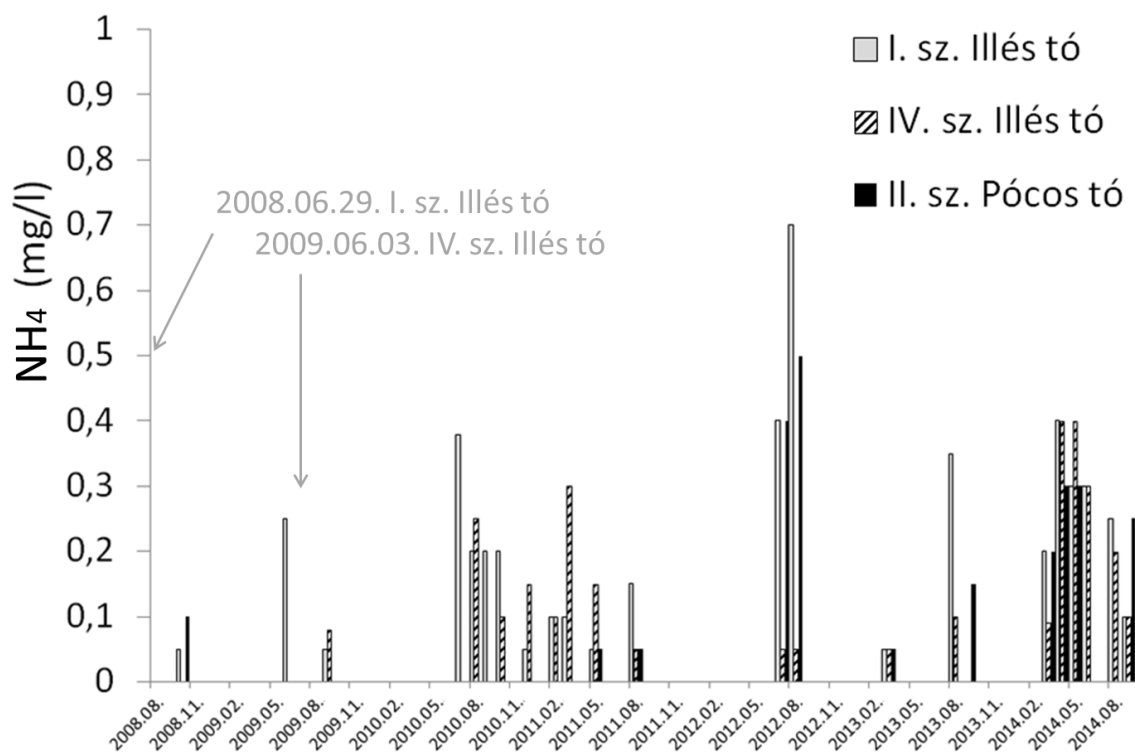


4. diagram. A vizsgált tavak nitrit tartalom változása (2008-2014)

4.5 Ammónium

A II.sz. Pócos-tó vizsgált NH_4 tartalmát tekintve, alacsonyabb átlagos értéket kaptunk, mint az 1., és IV. sz. Illés-tavaknál. 2014-ben évszakos változás figyelhető meg az összes vizsgált víz esetében: februártól májusig növekszik a koncentráció, majd augusztusra lecsökken. 2008 és 2014 között nem lehet megfigyelni egyértelmű trendet a vizek ammónium koncentrációjának változása kapcsán.

Az ammónium koncentráció az 1. sz. és a IV. sz. Illés-tóban 2013. februártól a természetes lápi póc élőhelyeken mért tartományon (0,08 – 0,43 mg/l; ld. Tatár et al. 2012) belül maradt.

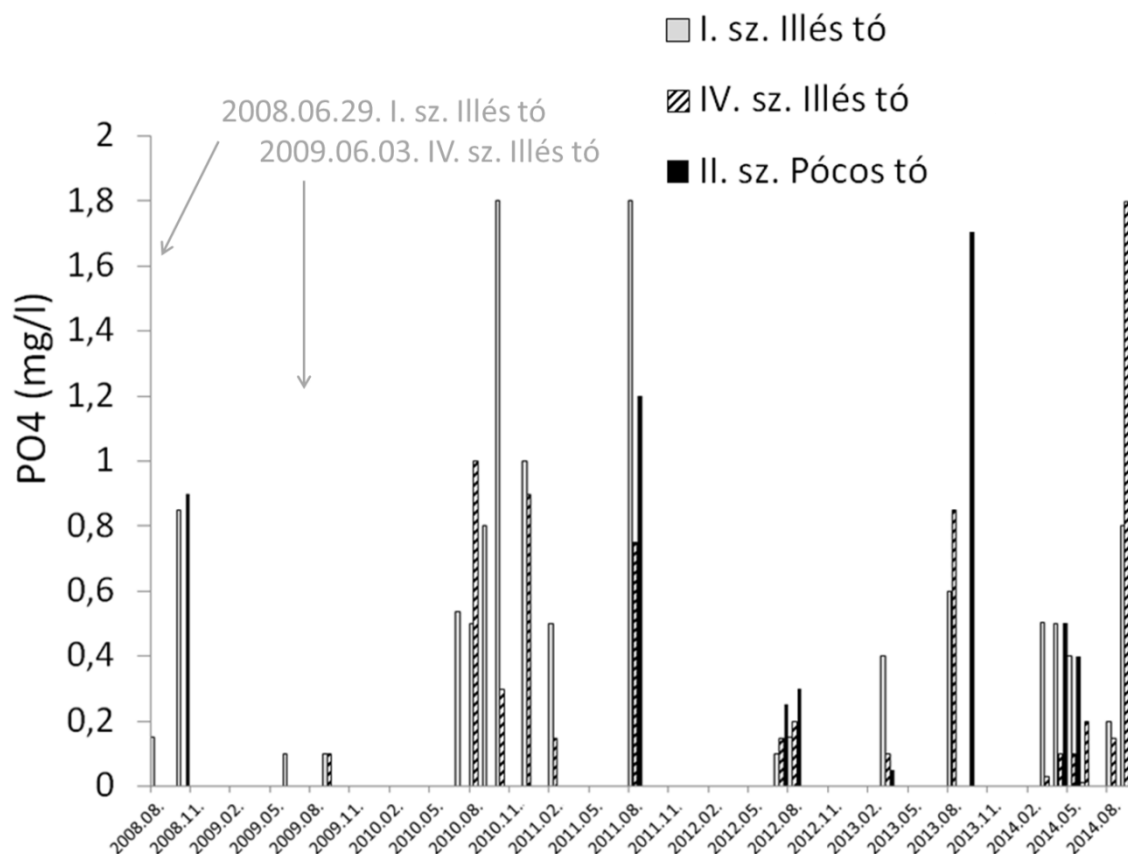


5. diagram. A vizsgált tavak ammónium tartalom változása (2008-2014)

4.6 Foszfát

Az elmúlt 6 év adatai alapján a foszfátszint alakulásában nem lehet trendet megállapítani egyik vizsgált víz esetében sem. A legmagasabb értékeket az I.sz. Illés-tónál 2010 és 2011-ben mértük, a IV.sz. Illés-tónál 2014-ben és a II. sz. Pócos-tónál 2013-ban mértük. Az extrém magas értékek eutrofikus-hipertrofikus állapotot jeleznek.

Az 1. sz. és a IV. sz. Illés-tóban a foszfát koncentráció zömében a természetes lápi póc élőhelyeken mért tartomány (0,4 – 1,3 mg/l; ld. TATÁR et al. 2012) alatt vagy felett volt.



6. diagram . A vizsgált tavak foszfát tartalom változása (2008-2014)

4.7 A vizsgált tavak vízminőség határértékek alapján való besorolása

Vizsgált paraméterek	B csoport: foszfor- és nitrogénháztartás				E csoport: egyéb jellemzők
Évek szerinti osztályozás:	Foszfát (mg/l)	Ammónium (mg/l)	Nitrit (mg/l)	Nitrát (mg/l)	pH
2008	V.	I.	III.	III.	I.
2009	III.	I.	III.	III.	I.
2010	V.	II.	III.	II.	I.
2011	V.	I.	II.	II.	II.
2012	III.	II.	II.	I.	I.
2013	V.	I.		I.	I.
2014	V.	I.	II.	I.	I.

5. táblázat. Az I. sz. Illés tó vízminőségi határértékei alapján való besorolása

Az I. sz. Illés tó vízminősége a foszfát tartalmat leszámítva a vizsgált paraméterek alapján javuló tendenciát mutat. A foszfát tartalmat tekintve III. és V. osztály között változik.

Vizsgált paraméterek	B csoport: foszfor- és nitrogénháztartás				E csoport: egyéb jellemzők
Évek szerinti osztályozás:	Foszfát (mg/l)	Ammónium (mg/l)	Nitrit (mg/l)	Nitrát (mg/l)	pH
2009	III.	I.	II.	II.	I.
2010	V.	I.	II.	III.	I.
2011	V.	I.	II.	II.	II.
2012	IV.	I.	I.	I.	I.
2013	V.	I.	n.a.	II.	I.
2014	V.	I.	III.	I.	I.

6. táblázat. IV.sz. Illés-tó vízminőségi határértékei

A IV. sz. Illés tó vízminősége a foszfát tartalmat leszámítva a vizsgált paraméterek alapján javuló tendenciát mutat. A foszfát tartalmat tekintve III. és V. osztály között változik.

Vizsgált paraméterek	B csoport: foszfor- és nitrogénháztartás				E csoport: egyéb jellemzők
Évek szerinti osztályozás:	Foszfát (mg/l)	Ammónium (mg/l)	Nitrit (mg/l)	Nitrát (mg/l)	pH
2008	V.	I.	III.	II.	I.
2011	V.	I.	II.	II.	II.
2012	V.	II.	I.	I.	I.
2013	V.	I.		II.	I.
2014	IV.	II.	III.	I.	I.

7. táblázat. Pócos - tó vízminőségi határértékei

Az I. sz. Pócos-tó a foszfát tartalom változásait tekintve nem változott olyan hektikusan, mint az előző két mesterséges tó. A nitrogén formák változásaiban nem lehetett felfedezni olyan egyértelmű trendszerű változásokat, mint a másik két vizsgált tóban.

5 ÉRTÉKELÉS ÉS KÖVETKEZTETÉSEK

A IV. sz. Illés-tavat közvetlenül a természetes II. sz. Pócos-tó mellett hozták létre élőhely-bővítés céljából. A két víztér összenyitása 2010 május végén történt meg. Ennek köszönhető az, hogy adott időpontban a két víz vezetőképessége között általában kis különbséget mértünk. A II. sz. Pócos-tóból közvetlenül átjutottak baktériumok, algák és egyéb szervezetek, melyek élettevékenységeik révén (pl. tápanyag-felvétel) hatással voltak a vezetőképesség alakulására is. Az I. sz. Illés-tó 2012 végéig tartó magasabb értékei részben azzal magyarázhatók, hogy vizében lassabban mentek végbe a vízben oldott ionok csökkenését előidéző hidrobiológiai folyamatok, mivel a IV. sz. Illés-tóval ellentétben nincs a szomszédságában olyan természetes víz, ahonnan rövid idő alatt áttelepülhettek volna a különböző vízi szervezetek.

A 2011 májusi kiugró pH értékeket a rendkívüli esőzések okozhatták (bemosódás). Amennyiben az I. sz. Illés-tóban mért magas pH (8,91) magas (> 1 mg/l) ammónium koncentrációval párosult volna, mérgező ammónia szabadult volna fel, mely káros a vízi élővilágra.

A Szadai Mintaterület térségében a talajvizek (és így a vizsgált tavak) magas nitrát koncentrációjának fő forrása a műtrágyázás. A nitrogénformák jelentős csökkenése 2008 és 2014 között a mikroorganizmusok és a magasabbrendű növények kolonizációjával, illetve növekvő tápanyag-felvételükkel magyarázható. Amennyiben az összes oldott szervesetlen nitrogén (DIN) értéke 0,1 mg/l-re csökken, N-limitáció léphet fel a tóban. Ehhez 2014-ben már közelítettek a tavakban mért értékek. Ezt a trendet azonban ellensúlyozhatja a cianobaktériumok („kékalgák”) levegőből történő nitrogénkötése.

A II.sz. Pócos-tó Illés-tavakhoz képest általánosan alacsonyabb nitrát koncentrációja annak köszönhető, hogy medrének több, mint a felét benőtte a nádas és a gyékényes, mely növényzet jelentős tápanyagfelvevő kapacitással rendelkezik.

A IV. sz. Illés-tóban és a II. sz. Pócos-tóban mért, I. sz. Illés-tóhoz képest általában magasabb nitrit koncentráció elsősorban az előbbi két vízben zajló anaerob lebontó folyamatoknak köszönhető. A IV. sz. Illés-tó mederfenekén a vegetációs időszakban 90% feletti csillárkamoszat (*Chara* sp.) borítás van, mely nagy méretű oxigénmentes vizeztereket hoz létre.

A II. sz. Pócos-tó medre pedig átlagosan kb. 60%-ban feltöltődött szerves anyagokkal, így az lebontó folyamatok jelentősek.

2014-ben ammónium koncentráció évszakos változásának oka az volt, hogy tavasszal felgyorsulnak a lebontó folyamatok a vizekben, mellyel ammónium kerül a vizekbe, az algák és a magasabb rendű vegetáció tápanyagfelvétele azonban nyárra megtöri a növekvő trendet, és az ammónium koncentrációja csökkenni kezd. Megjegyzendő, hogy ez az évszakos változás gyakran nem szabályszerű, mivel a vizek pH szintjének változása befolyásolja a nitrát-nitrit-ammónium átalakulást. 2014 előtt a pH értékek nagyobb mértékben változtak évszakonként, így az évszakos dinamika eltérő volt 2014-hez képest.

A Szadai Mintaterület térségében a talajvizek (és így a vizsgált tavak) magas foszfát koncentrációjának fő forrása a műtrágyázás. Mivel a vizsgált vizekben jelentős túlkínálat van foszfát tekintetében, ezért a tavaknál nem lép fel limitáló tényezővé.

Az Illés-tavak esetében általánosan megfigyelt trend, hogy a talajvíz táplálta vizek kezdetben magas oldott szervesen nitrogén vegyületek (DIN: nitrát, nitrit és ammónium) tartalma az algák, baktériumok és a magasabbrendű növények megtelepedésével/tápanyagfelvételével idővel jelentősen csökken. Ennek mértéke 2-4 év elteltével a létrehozásuk idején magas tápanyagtartalmú I. és IV. sz. Illés-tavakban -90,3 és -97,4% között alakult. A kezdeti magas DIN- és foszfát-tartalom fő forrása, illetve a talajvíz szennyezettségének oka a Szadai Mintaterület tágabb térségében (és általában Magyarországon) a korábban évtizedekig megoldatlan szennyvízcsatornázás, a műtrágyázás és a közlekedésből származó légszennyezőanyagok légköri ülepedése.

A tendenciózus tápanyag (DIN-) koncentráció csökkenés a vizes élőhelyek ökoszisztéma szolgáltatásainak (természetes öntisztuló-képesség) jelentőségére hívja fel a figyelmet.

A Szadai Mintaterületen az I. és IV. sz. Illés-tavak fizikai és kémiai minősége – a foszfát kivételével – a kialakításuktól számított két éven belül elérte a természetes vizekre jellemző tartományokat. Ez, és a megfelelő mennyiségű táplálékbázis (gerinctelen makrofauna) tette lehetővé, hogy a tavakba sikerrel telepíthessenek lápi halfajokat, melyek később le is ívtak új élőhelyükön.

6. ÖSSZEFOGLALÁS

A lápi póc (*Umbra krameri*) a Kárpát-medence endemikus, reliktum faja, melynek állományai a lecsapolások, lápok kiszáradása, özönhalfajok térnyerése miatt egyre csökkennek. Szerepel az IUCN Vörös Listáján (VU= sebezhető faj), valamint a természetes élőhelyek, valamint a vadon élő állatok és növények védelméről szóló 92/43/EGK irányelv („Élőhelyvédelmi irányelv”) II. számú függelékében, mint közösségi jelentőségű állatfaj. Magyarországon fokozottan védett, eszmei értéke 250.000.- Ft. Fennmaradt élőhelyeinek védelme – elsősorban az özönhalak gyors térnyerése miatt – nem elegendő a faj fennmaradásához, ezért növekvő szerepet kell, hogy kapjon a lápi póc *ex situ* védelme is.

A „Lápi póc Fajvédelmi Mintaprogram” célja egyes hazai lápi póc állományok megsegítése mesterséges szaporítással és neveléssel, illetve a felnevelt ivadékok visszahelyezése természetes környezetükbe. A mintaprogramot a veresegyházi Tavirózsa Környezet- és Természetvédő Egyesület indította el 2008-ban. A mintaprogram legfontosabb célja, hogy a lápi póc természetes állományainak fennmaradását elősegítse, melyhez mesterséges szaporításra és új élőhelyek kialakítására egyaránt szükség van. Az elmúlt több mint két évben az egyesület 8 db. talajvíz által táplált kis tavat hozott létre a Pest megyei Szadán. 2009-ben a SZIE, MKK, KTI, Halgazdálkodási Tanszéke csatlakozott a programhoz saját szaporítású és nevelésű lápi póc, széles kárász és rétcsík telepítésekkel az új tavakba. 2014-ben pedig én is bekapcsolódtam a munkákba.

Munkám során 2014 márciusától vizsgáltam az Illés-tavak és a természetes II. sz. Pócos-tó fizikai és kémiai vízminőségét. Az Illés-tavak vízminősége, hidrobiológiai állapota a kialakításuktól számított két éven belül elérte azt az állapotot, hogy lápi halakat lehessen bennük sikerrel telepíteni. A monitoringot és a telepítéseket a továbbiakban folytatjuk, a közeljövőben pedig nemzetközi szintre tervezzük kiterjeszteni a mintaprogramot.

7. KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Ezúton szeretnék köszönetet mondani konzulenseimnek Dr. Müller Tamás tudományos főmunkatárs úrnak (SZIE-MKK, Halgazdálkodási Tanszék) és Tatár Sándor természetvédelmi szakértőnek (Tavirózsa Környezet- és Természetvédő Egyesület), akik minden segítséget megadtak a dolgozat elkészítéséhez.

8. NYILATKOZAT

Ezúton kijelentem, hogy a dolgozat a saját munkám, a felhasznált irodalmat korrekt módon, az etikai szabályokat betartva kezeltem.



Fekete Szabolcs

Gödöllő, 2014. november 02.

9. IRODALOMJEGYZÉK

- ANONYMUS (1973): Water quality criteria for European freshwater fish. Report on ammonia and inland fisheries. – Water Res. 7, pp. 1011-1022.
- BARICA J. (1970): Untersuchungen über den Stickstoff-Kreislauf des Titisees und seiner Quellen. – Arch. Hydrobiol. Suppl. 38, pp. 212-235.
- BASZLAVSZKAYA Sz. Sz. & FEOVAROVA N. B. (1959): Nekotorie dannie o rosztie i szosztave Scenedesmus quadricauda v uszlovijakh ammiacsno go i nitratnogo pitanija. – Naucs. Dokl. Vüssei Skolü Biol. Nauki 1, pp. 147-152.
- BENNDORF J. (1968): Untersuchungen über die Remineralisierung des Phosphors in der Freiwasserregion der Saldenbachtalsperre. – Int. Rev. Ges. Hydrobiol. 53, pp. 635-650.
- BROCK T. D. (1966): Microbial ecology. – Prentice Hall, Inc., New Jersey, pp. 1-306.
- DEMÉNY F. & MÜLLER T. (2014): A Széles kárász. pp: 85-178. In: Veszélyeztetett lápi halak megóvása (lápi póc, rétcsík, széles kárász). Müller T. (ed). - Vármédia Print Kft, Gödöllő, pp 1-381.
- DÉVAI GY., NAGY S., WITTNER I., ARADI CS., CSABAI Z. & TÓTH A. (1998): A vízi és a vizes élőhelyek sajátosságai és tipológiája, Oktatási segédanyag - KLTE Ökológia Tanszéke Hidrobiológiai részleg, Debrecen, pp. 2-66.
- DUGDALE V. A. & DUGDALE R. C. (1965): Nitrogen metabolism in lakes. II. Role of nitrogen fixation in Sanctuary Lake, Pennsylvania. – Limnol. Oceanogr. 7, pp. 170-177.
- FOGG G. E. (1956): The comparative physiology and biochemistry of the blue-green algae. – Bacter. Rev. 20, pp. 148-165.
- FORSBERG C. (1964): Phosphorus, a maximum factor in the growth of Characeae. – Nature 201, pp. 517-518.
- GESSNER F. (1939): Die Phosphatarmut der Gewässer und ihre Beziehungen zum Kalkgehalt. – Int. Rev. Ges. Hydrobiol. 40, pp. 197-207.
- GOLTERMAN H. L. (1960): Studies on the cycle of elements in fresh water. – Acta Bot. Neerland. 9, pp. 1-58.
- GOLUEKE C. G., OSWALD W. J. & GEE H. K. (1967): Effect of nitrogen additives on algal yield. – J. Water Poll. Contr. Feder. 39, pp. 823-834.
- GYÖRE K. (1995): Magyarország természetesvízi halai. – Környezetgazdálkodási Intézet, Budapest, pp. 22-268.

- HARTER R. D. (1968): Absorption of phosphorus by lake sediment. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.* 32, pp. 514-522.
- HAYES F. R. & PHILIPS J. E. (1958): Lake water and sediment. IV. Radiophosphorus equilibrium with mud, plants and bacteria under oxidized and reduced conditions. – *Limnol. Oceanogr.* 3, pp. 459-475.
- HUTCHINSON G. E. (1957): A treatise on limnology. Vol. 1. Geography, physics and chemistry. – J. Wiley and Sons, Inc., New York, pp. 1-1015.
- KEUP L. E. (1968): Phosphorus in flowing waters. – *Water Res.* 2, pp. 373-386.
- KRAUSE H. R. (1964): Zur Chemie und Biochemie der Zersetzung von Süßwasserorganismen unter besonderer Berücksichtigung des Abbaues der organischen Phosphorkomponenten. – *Verh. Int. Ver. Limnol.* 15, pp. 549-561.
- KUENZLER E. J. (1970): Dissolved organic phosphorus excretion by marine phytoplankton. – *J. Phycol.* 6, pp. 7-13.
- LEAN D. R. S. & NALEWAJKO C. (1976): Phosphate exchange and organic phosphorus excretion by
- LI W. C. & AMSTRONG D. E. & HARRIS R. F. (1973): Measurement of exchangeable inorganic phosphate in lake sediments. – *Environ. Sci. Technol.* 7, pp. 454-456.
- MÜLLER T. (2014): Veszélyeztetett lápi halak megóvása (lápi póc, rétcsík, széles kárász) - Vármédia Print Kft., Gödöllő, pp. 9-331.
- OVERBECK J. (1962b): Untersuchungen zum Phosphathaushalt von Grünalgen. III. Das Verhalten Zellfraktionen von *Scenedesmus quadricauda* im Tagescyclus unter verschiedenen Belichtungsbedingungen und bei verschiedenen Phosphatverbindungen. – *Arch. Mikrobiol.* 41, pp. 11-26.
- PADISÁK J. (2005): Általános limnológia, egyetemi tankönyv – ELTE Eötvös Kiadó, Budapest, pp. 35-229.
- PETERSON S. A. & SMITH W. L. & MALUEG K. W. (1974): Full-scale harvest of aquatic plants: Nutrient removal from a eutrophic lake. – *J. Water Poll. Contr. Feder* 46, pp. 697-707.
- ROCHFORD D. J. (1951): Studies in Australian estuarine hydrology. I. Introductory and comparative features. – *Australian j. Marine Freshw. Res.* 2, pp. 1-116.
- SALLAI Z. (2005): A lápi póc (*Umbra krameri* Walbaum, 1972) magyarországi elterjedése

- élőhelyi körülményeinek és növekedési ütemének vizsgálata a kiskunsági Kolon-tóban, A pusztai 1 (22):, 13-172.
- SALLAI Z. & MÜLLER, T. (2014): A lápi póc. pp: 11-84. In: Veszélyeztetett lápi halak megóvása (lápi póc, rétcsík, széles kárász). Müller T. (ed). - Vármédia Print Kft, Gödöllő, pp. 1-381.
- SZENDŐFI B. (2014): A lápi halak akváriumai tartása. pp: 269-289. In: Veszélyeztetett lápi halak megóvása (lápi póc, rétcsík, széles kárász). Müller T. (ed). - Vármédia Print Kft, Gödöllő, pp. 1-381.
- SARACENI C. (1967): Il fabbisogno in azoto nitrico e ammoniacale nella coltura di tre specie di diatomee planktoniche del Lago Maggiore. – Mem. Ist. Ital. Idrobiol. 21, pp. 165-179.
- SCHWOERBEL J. & C. TILLMANSS G. (1972): Konzentrationsabhängige Aufnahme von wasserlöslichem PO_4 -P bei submersen Wasserpflanzen. – Naturwissenschaften 51, pp. 319-320.
- SESHAPPA G. (1953): Phosphate content of mudbanks along the Malagar Coast. – Nature 171, pp. 526-527.
- SHAPRIO J. (1967): Induced rapid release and uptake of phosphate by microorganisms. – Science 155, pp. 1269.
- STEWART W. D. P. (1968): Nitrogen input into aquatic ecosystems. – JACKSON D. F. (edit): Algae, Man and the Environment, Syracuse Univ. Press, pp. 53-72.
- STUMM W. & LECKIE J. O. (1970): Phosphate exchange with sediments; its role in the productivity of surface waters. – Proc. 5th Internat. Water Poll. Res. Conf. San Francisco 1970. III. 26., pp. 1-16.
- SUTHERLAND J. C. & KRAMER J. R. & NICHOLS L. & KURTZ T. D. (1966): Mineral-water equilibria, Great lakes: Silica and phosphorus. – Great Lakes Res. Div. Publ. No. 15, pp. 439-445.
- TATÁR S. SALLAI Z. DEMÉNY F., URBÁNYI B., TÓTH B. & MÜLLER T. (2010): Lápi póc Fajvédelmi Mintaprogram. Halászat, 103 (2), pp. 70-75.
- TATÁR S., BAJOMI B., BALOVÁN, TÓTH B., SALLAI, Z., DEMÉNY F., URBÁNYI B. & MÜLLER, T. (2012): Élőhely-rekonstrukció lápi halfajok számára. Természetvédelmi Közlemények, 18, pp. 487-498.
- TATÁR S. & TÓTH B. (2014): Vizes élőhelyek létrehozása lápi halfajok számára– konklúziók és javaslatok a Lápi Póc Fajvédelmi Mintaprogram tapasztalatai alapján. pp: 239-268. In:

- Veszélyeztetett lápi halak megóvása (lápi póc, rétcsík, széles kárász). Müller T. (ed). - Vármédia Print Kft, Gödöllő, pp. 1-381.
- TATÁR S., TÓTH B., DEMÉNY F., MÜLLERNÉ TRENOVSZKI M., URBÁNYI B., CSÁNYI B., SZEKERES J., BAJOMI B., 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.
- THOMAS E. A. (1968): Der Eutrophierungsvorgang bei Seen Zentraleuropas. – Wasser und Energiawirtschaft 60, pp. 115-125.
- VAN WAZER J. R. (1958): Phosphorus and its compounds. I. Chemistry. – Interscience Publ., pp. 1-433. freshwater algae. – J. Fisheries Res. Bd. Canada 33, pp. 1312-1323.
- WHITE W. S. & WETZEL R. G. (1975): Nitrogen, phosphorus, particulate and colloidal carbon content of sedimenting seston of a hardwater lake. – Verh. Int. Ver. Limnol. 19, pp. 330-339.
- WOYNAROVICH E. (2003): Vizeinkről mindenkinek – Agroinform Kiadó, Budapest, pp. 97-103.
- WILHELM S. (2008): A lápi póc, Erdélyi Múzeum-Egyesület, Kolozsvár, pp. 2-118.
- TATÁR (2008): Lápi Póc Fajvédelmi Mintaprogram (I. ütem, 2008). Tavirózsa Környezet- és Természetvédő Egyesület, Szakmai pályázati beszámoló, Veregyház
- TATÁR (2009): Lápi Póc Fajvédelmi Mintaprogram (II. ütem, 2008-2009). Tavirózsa Környezet- és Természetvédő Egyesület, Szakmai pályázati beszámoló, Veregyház
- TATÁR (2010): Lápi Póc Fajvédelmi Mintaprogram (III. ütem, 2009-2010). Szakmai pályázati beszámoló, Tavirózsa Környezet- és Természetvédő Egyesület, Veregyház
- TATÁR (2012): Lápi Póc Fajvédelmi Mintaprogram (IV. ütem, 2011-2012). Szakmai pályázati beszámoló, Tavirózsa Környezet- és Természetvédő Egyesület, Veregyház

Internet forrás:

1. <http://www.bebte.hu/palatinus/tavakrol.htm>