

ETS- aktivitás értékek az EU Víz Keretirányelvek (VKI) ökológiai minősítési rendszerében

Szabó Marianne, Krausz Erzsébet, Lakatos Gyula
Debreceni Egyetem, Alkalmazott Ökológiai Tanszék
Debrecen, Egyetem tér 1. 4010

Kulcsszó: VKI, perifiton, ETS- aktivitás, anyagcsere intenzitás, ökológiai minősítő rendszer

Bevezetés

Tíz évi előkészületi munka után 2000. szeptemberében a Parlament elfogadta, majd 2000. december 22-én az Európa Unió Hivatalos Közlönyében közzétette a Víz Keretirányelvet, ami 2000. december 22-én hatályba lépett. A vizek „jó ökológia, kémia és a mennyiségi állapotát” tűzi ki környezetvédelmi célként, amit 15 éven belül kell elérni. Az eddig alkalmazott szaprobia- rendszerekhez képest jóval tágabb ökológia alapokra helyezkedik az értékelési rendszer. Négy mértékadó csoport létezik: fitoplankton (algák), makrofita (vizinövények), makrozoobenton (makroszkopikus gerinctelen állatok) és halak. Ehhez csatlakoznak támogatásként a morfológia elemek.

A vízi és vizes élőhelyekről gyűjtött élőbevonat, üledék ideális objektum a környezeti állapot és a vízminőség monitorozására, mert a mintavétel viszonylag egyszerű és a bekövetkező változásokat, amelyek gyors lefutásúak, megbízhatóan jelzi. A perifiton rendszertanilag diverz összetétele, rövid regenerációs idő és az általános előfordulása miatt a különböző területek közötti összehasonlítás lehetőségét nyújtja. A perifiton alapján történő ökológiai állapotot, ill. ökológiai státuszminősítés történhet a taxonómiai perifiton index (TPI) és a nem-taxonómiai perifiton index (NTPI) az élőbevonat szerkezetére és működésére vonatkozik (tömeg, hamu tartalom, klorofill-a koncentráció). Ehhez az EU Víz Keretirányelv biológiai mutatóival összhangból kívánjuk hasznosítani az ETS (Elektron Transzport System) tesztvizsgálatok eredményét, mivel az eredmények kapcsolhatók a perifiton NTPI minősítő rendszeréhez. Az ETS-teszt az anyagcsere intenzitás mérési módszere, a légzés maximális kihasználtságát adja meg. Az ETS- tesztet széles körben alkalmazzák a kutatásokban, a vizsgálati területeken egy tapasztalati átszámítási faktor segítségével becsülhető az ETS-aktivitás alapján a maximális oxigénfogyasztás.

Az ETS-aktivitás értéke felhasználható a taxonómiai-analízis által fel nem táruló hatások kimutatására, mint pl. a toxikus mérgezés által okozott szubletális, vagy fiziológiai károsodás, amely a taxonómiai paraméterekkel azonnal és közvetlenül nem tárható fel, de a kisebb biomassza, vagy a víz oxigén koncentrációja már egy megváltozott állapotot jelez számunkra.

A vizek életében, az anyagforgalomban és az energiaáramlásban és a part felől érkező szennyező anyagok kiszűrésében jelentős szerepet tölt be. A víz alatti növények felületén kialakuló élőbevonat a gazdanövényekkel együtt fontos bioindikátor szerepű. Ráadásul a makrofita vegetáció víztisztító funkciója nem csak a tápanyag eltávolításra korlátozódik, hanem magába foglalhatja szintetikus detergens, toxikus kemikáliák (például parathion, szerves foszfát, malathion) és patogén mikrobák (pl. coliform baktériumok) eliminálását.

Az élőbevonat megtelepedéséhez szükséges alzatok túlnyomórészt a sekély litorális zónában találhatóak. A rajtuk kialakuló élőbevonat nagyon fontos szerepet tölt be a part felől érkező hatások felfogásában, tompításában. Mély vizek esetén sem elhanyagolható a bentonak a biológiai vízminőség alakulásában, alakításában való szerepe, és hazai sekély tavainkban, folyóvizeinkben még inkább számolni kell ezzel a hatással.

A perifitonnak három típusát különböztetjük meg. Az epifiton a nem fás szárú növények (pl. nád) víz alatti felületén kialakult élőbevonat, míg az epiliton a víz alatti kövek felületén jön létre. A víz alatti, vagy víz alá került farész felületén az epixilon képződik (Lakatos, 1976).

A sekély vizek és vizes élőhelyek vízminőségi állapotának pontosabb feltárásához a plankton és vízkémiai vizsgálatok mellett fontos a vízi növényzet és a hozzá kapcsolódó élőbevonat megismerése, szerepének tisztázása.

Az élőbevonat ideális objektum a környezeti állapot és a vízminőség monitorozására. A bekövetkező változásokat megbízhatóan jelzi és a mintavétel is viszonylag egyszerű. A rövid generációs idő, rendszertanilag diverz összetétele és általános előfordulása miatt megteremti különböző területek közötti összehasonlítás lehetőségét (Kiss et al., 2003).

A perifiton alapján történő állapot illetve ökológiai státusz-minősítés történhet a TPI (taxonómiai perifiton index) és az NTPI (nem taxonómiai perifiton index) segítségével. A taxonómiai indexekhez tartozó diatóma index csoport nagyon jól alkalmazható az epilitikus algákra, de használata során nehézségek is felmerültek. Így inkább az NTPI (nem taxonómiai perifiton index) alkalmazása javasolt. Ez az élőbevonat szerkezetére és működésére vonatkozik, és lehetővé teszi az élőbevonat klasszifikációját is. Ilyen rendszert hazánkban és külföldön is alkalmaznak (Lakatos et al., 1999; Pizzaro és Vinocur, 2000).

A taxonómiai perifiton index (TPI) az élőbevonat taxonómiai paramétereiből (pl. biodiverzitás, fajszám, diatóma arány), a vizek ökológiai minősítéséhez alkotott jelzőszám. Míg az NTPI (nem taxonómiai perifiton index) az élőbevonat nem taxonómiai paramétereiből (pl. tömeg, hamutartalom, klorofill-a koncentráció) alkotott jelzőszám. Utóbbit viszonylag gyorsan, szakmailag relevánsan alkalmazhatjuk (Lakatos et al., 2003; Lakatos et al., 2004).

Az élőbevonat adatokat tehát nem rendszertani mutatói, hanem taxonómiai összetétele és jellemzői alapján jellemezzük. Taxonómiai paraméterek a fajgazdagság, a diverzitási index, az indikátorszervezetek. A taxonómiai analízis során azonnal fel nem táruló hatások kimutatására a nem taxonómiai paraméterek értékei felhasználhatók. Például egy toxikus mérge által okozott fiziológiai, vagy szubletális károsodást a kisebb biomassza, vagy oxigénkoncentráció jelezheti (Lakatos, 2001).

Célunk volt megtudni, hogy az élőbevonat mennyiségében és minőségi viszonyaiban bekövetkezett bármilyen változás mutat-e összefüggést a vizsgálni kívánt vizes területeken tapasztalt környezeti feltételek megváltozásával. Az élőbevonat jelzi a degradáció szintjét és javasoljuk az ETS-teszt aktivitás értékének megadását az ökológiai minősítő rendszer kategorizálásába.

Anyag és módszer

A Debreceni Egyetem TTK, Alkalmazott Ökológiai Tanszéke már több éve tanulmányozza a természetes alzatok élőbevonatát. Rögzül életformájuk miatt a perifiton közösségek igen jelentősek a biomonitorozásban.

Az élőbevonat azoknak a szervezeteknek az együttese, amelyek a vízfenéktől eltérő anyagú, attól jól elkülöníthető víz alatti szilárd alzaton található (Behning, 1924; Dussart, 1966; Lakatos, 1976). Az élőbevonatnak a rögzülten élő szervezetek mellett időszakosan rögzülő és szabadon mozgó tagjai is vannak.

Az élőbevonat jelentősége: az élőbevonat autotróf tagjai szerves anyagot és oxigént termelnek a fényenergia megkötésével és a szervesetlen növényi tápanyagok felvételével. A megtermelt szerves anyag jelentős táplálékforrás az élőbevonat zoo-szervezetei és más heterotróf közösségek szervezetei számára.

Az ETS-teszt az anyagcsere intenzitás mérési módszere, a légzés maximális intenzitását adja meg. A mérés egyszerű, állandóan ismételtető és reprodukálható.

Az ETS a szervezetekben hidat képez a szerves anyagok biológiai oxidációja és a molekuláris oxigén között. Az ETS az aerob élővilágban univerzális és felelős a bioszféra biológiai oxidációjának 90 %-áért (Packard, 1985; G-Tóth et al., 1995).

Először meghatároztuk a minták optimális enzim folyamatát (homogenizáció technikája, ideje, az ETS frakciók elválasztása), szubsztrát (NAD, NADP és szukcinát) és reagens (INT) koncentráció telítési szintjeit, a pH optimum, az inkubációs idő és a homogenizálás hatását a formazán produkciójára és vizsgáltuk a formazán bomlási sebességét. Az enzimreakció pH-optimumának meghatározásához homogenizált keveréket felhasználva, melynek pH-ja 4,6 és 9,3 közötti értékű a szubsztrátra nézve. Az összes vizsgálatot laboratóriumban 20-24 °C-on végeztük. Kísérleteinkhez lefagyasztott élőbevonat mintákat használtunk, amelyek tömege körülbelül 2-10 mg nedvestömeg.

A mintát széttronsoltuk 4 ml végső homogenizáló oldatban egy teszt esetén. Kémiai összetétele 0,1 M foszfát – pufferben 8,4-es pH-n, MgSO₄ 75µM; polivinil-pirolidin (PVP) 1,5 (v/v); Triton-X-100 0,5 (v/v). Az enzimkinetikai vizsgálatokból ismerjük a reakcióelegy összetételét ahhoz, hogy lépésről lépésre meghatározzuk a szubsztrátok és a reagens telítési szintjeit. A turbiditás és az ETS-aktivitás megállapításánál a mintáknál a szonikálás igen fontos (Cole-Palmer Ultrasonicator, 60W, 1-5 min, 0-4 °C), majd centrifugálás szükséges a megfelelő ETS-aktivitás méréséhez, amihez MPW 310 típusú lengyel klinikai centrifugát használtunk. Az inkubációhoz általában 0,5 ml-t használtunk fel a 4 ml elhomogenizált térfogatból, 1,5 ml szubsztrát oldatban 0,5 ml INT hozzáadásával. Három párhuzamban a reakciót 0,5 ml quencher állítottuk le (cc. H₃PO₄: formalin = 1:1).

A keletkezett formazán abszorbanciáját spektrofotométerrel, 490 nm hullámhosszon határoztuk meg az eredményt különböző INT turbiditású vak oldattal szemben. Ez a vak a teljes reakciókeverék komponenseit tartalmazta, kivéve a homogenizátumot, amit csak később adtunk hozzá. Az inkubációs idő ugyanaz volt, mint a párhuzamosan inkubált mintáknál. A reakció leállítása után a homogenizátumot hozzáadtuk a vakhoz. Az

eredményt abszorbanzában vagy $\mu\text{l}/\text{O}_2/\text{nedvesanyag}$ vagy szárazanyag g/h fejeztük ki (Kenner and Ahmed, 1975).

A Kiskörei-tározó 127 km^2 -es területével az Alföld legnagyobb állóvize. Elsődleges funkciói vízgazdálkodási jellegűek, de egyre inkább előtérbe kerül jóléti hasznosítása, és idegenforgalmi szerepe, emellett kiemelt természetvédelmi fontosságú és meghatározó a szerepe az élővilág sokféleségének biztosításában is. Tanszékünk kutatásai közül a Kiskörei tározónál vett mintákat elemezzük és próbáljuk beillesztésével a bevonatra vonatkoztatva megadni az ETS- aktivitás értékeket.

Mintavételi helyek és azok jelölése:

- KT1 Sarudi-medence, Kozmafoktól a Kis-Tisza felé, sulymos állomány
- KT2 Sarudi-medence, Kozmafoktól az élő Tisza felé, tündérfátyol állomány
- KT3 Poroszlói-medence, az Óhalászi Holt-Tisza közelében, gyékényállomány
- KT4 Óhalászi Holt-Tisza, Tiszafüred felé, tündérrózsa állomány
- KT5 Sarudi-medence, Ravaszhat felső része, különböző növényállomány
- KT6 Sarudi-medence, Ravaszhat alsó része, különböző növényállomány
- KT7 Csapói Holt-Tisza ág vége (43 számú tábla közelében)
- KT8 Kis-Tisza ág gyékényes állomány
- KT9 Sarudi-medence, Ravaszhat mögötti hínár állomány

(A mintavételi helyeket a mellékletben található térképvázlat tünteti fel, 1. ábra).

Az 1. táblázat a mintavételi helyek koordinátáit tartalmazza, az adatok felvételéhez GPS12, GARMIN Olathe, KS, USA, készüléket használtunk így az adatok alapján a következő években is lehetőség van az egyes mintavételi helyek fellelésére.

Eredmények

EU Vízi Keretirányelv biológiai rész-mutatói között kívánjuk hasznosítani az ETS vizsgálatokat, mivel az eredmények kapcsolhatók a perifiton vizsgálat minősítő rendszerében.

Javaslatunk az ETS-aktivitás értékei alapján a perifiton monitorozó rendszer nem taxonómiai paraméterei (NTPI) közé:

		ETS ($\mu\text{O}_2/\text{g}/\text{h}$) értékei
disszimilativ	> 401	0.41
disszimi-asszimilativ	201-401	0.81
asszimi-disszimilativ	51-200	0.61
asszimilativ	< 50	0.21

2003-ban az epifiton minták ETS-aktivitás átlaga $272 \mu\text{l O}_2/\text{g}/\text{h}$ volt, több mintánál is tapasztaltunk $500 \mu\text{l O}_2/\text{g}/\text{h}$ aktivitást, a legmagasabb érték közel $900 \mu\text{l O}_2/\text{g}/\text{h}$ volt. 2004-ben az ETS-aktivitás ennek a felét sem érte el, a mintákra átlag $120 \mu\text{l O}_2/\text{g}/\text{h}$ aktivitás jellemző. Ebben az évben egyetlen bevonatminta aktivitása éri el az $500 \mu\text{l O}_2/\text{g}/\text{h}$ értéket.

A két év közötti jelentős ETS-aktivitás különbség az időjárásnak az élőbevonat összetételére gyakorolt módosító hatásával magyarázható. 2004-ben a viharosabb időszak miatt nagyobb volt a kiülepedett szerves anyag frakció aránya, csökkent az ETS-aktivitás intenzitás befolyásoló szerves anyag mennyisége.

Meghatároztuk a perifiton monitorozó rendszer nem-taxonómiai paraméterei közül a száraz anyag tömeget (g/m^2) emerz, úszó levelű, szubmerz növényeknél. A száraz anyag tömeg értékeket összehasonlítva az ETS-aktivitás szárazanyagra vonatkoztatott eredményeivel az egyes növények esetében pozitív összefüggés figyelhető meg (2. ábra).

2003-ban a szárazanyagra vonatkoztatott ETS-aktivitás értékek közül a tündérfátyol (Nymphoides) anyagcsere intenzitása adódott a legmagasabbnak, 2004-ben, pedig a nád bevonatra kapott érték. A térbeni változásokat vizsgálva heterogenitás figyelhető meg.

A sulyom a legagresszívebb, legintenzívebben terjedő növényfaj a tározó területén. Sulyomról (*Trapa natans*) vett epifiton minták ETS-aktivitása 2003-ban minden mintavételi helyen jelentősen magasabb, mint a következő évben. A kilenc vizsgált mintavételi hely közül hét helyen tömeges, ezért ezekről a mintavételi helyekről vett sulyom élőbevonat ETS-aktivitását hasonlítottuk össze.

Szerves anyagra vonatkozó aktivitás esetében a sulyomos állománynak nevezett mintavételi helyen (Sarudi-medence, Kozmafoktól a Kis-Tisza felé, KT1), klorofill a-ra vonatkoztatva, pedig a Sarudi-medence Ravaszhat mögötti (KT9) mintavételi helyen vett bevonat ETS-aktivitása kimagasló. A szerves anyagra és a klorofill a-ra vonatkoztatott értékek relatívnak tekinthetők, de összehasonlításra alkalmas adatot produkálnak. Ezzel szemben, ha tényleges növényfelületre vonatkoztatunk a Sarudi-medence, Ravaszhat alsó részén (KT6) vett sulyom bevonat vizsgálata ad legnagyobb értéket, ahol 1 m²-en 24 *Trapa* egyedtet tudunk megszámolni. Itt a növényborítottság mindössze 60%-os, így a kedvezőbb fényviszony volt jellemző (3. ábra).

A különböző mintavételi helyekről vett sulyom bevonat minták klorofill a-ra és szerves anyagra vonatkoztatott ETS-aktivitás eredményei hasonlóak. Valószínűsíthető, hogy a mért aktivitás értékek nem közvetlen szerves terhelés eredményei, hanem közvetlenül az alga produkcióval és az ebből származó „szerves anyag terheléssel” magyarázhatók.

Az élőbevonat ETS-aktivitását (4. és 5. ábra) jelentősen befolyásolja, hogy mekkora növényi felületen helyezkedik el. Amíg száraztömegre vonatkoztattunk a legnagyobb aktivitást a Sarudi-medence Ravaszhat mögötti (KT9) mintavételi helyén vett *Trapa* bevonat esetében kaptuk, növény felületre vonatkoztatva a legkisebb értéket mutatta. Erre valószínűleg egy nagy felületről gyűjtött, kis „sűrűségű” bevonat-minta szolgáltat magyarázatot.

A nád epifiton mintáinak bevonat tömege és ETS-aktivitása is 2004-ben magasabb, mint az előző évben. Az idén már a bevonat vertikális megoszlását is figyelembe vettük. A felső részről vett bevonat anyagcsere intenzitása a legmagasabb, a fényszegényebb területek felé haladva csökkenő értéket mutat.

A Csapói Holt-Tisza ág különböző életformájú növényeinek víz alatti részéről gyűjtött bevonat ETS-értékek alapján láthatjuk, hogy szerves anyagra és a növényi felületre vonatkoztatásnál az emerz növényekre kaptunk kisebb értéket, ennél nagyobb az úszólevelű, míg a legnagyobb értéket a *Potamogeton perfoliatus*-ra kaptuk. Az AFDW (hamumentes szárazanyag tartalom)-re és szárazanyagra vonatkoztatott ETS-aktivitás eredményeinek összehasonlítása bizonyítja, az ETS-aktivitásnak a bevonat szerves frakciójával való korrelációját.

Összefoglalás

Az Európai Közösség a múlt század hetvenes éveinek közepétől a vizeket védő jogszabályok sorozatát léptette hatályba, a vizek állapota azonban egyes esetekben még tovább romlott. A kilencvenes évek elején elkezdtek keresni, hogyan lehetne jó állapotba hozni az európai vizeket. A kilencvenes évek közepére megszületett az Európai Unió új Víz Politikája és ennek végrehajtásához - közel öt évig tartó viták során - kidolgozták és 2000. december 22-én hatályba léptették a Víz Keretirányelvet.

A Víz Keretirányelv mérföldkövet jelent Európa vízgazdálkodásában, hiszen azt a világviszonylatban is egyedülálló célt tűzték ki, hogy 2015 végéig jó ökológiai állapotba hoznak minden olyan felszíni és felszín alatti vizet, amely jó állapotba hozásához, illetve jó állapotának megőrzéséhez szükséges intézkedések szakmai szempontból megvalósíthatók, nem sértik súlyosan a közérdeket és nem elviselhetetlenül költségesek a társadalom számára.

A környezetszennyezés különösen a vízi környezet szennyezése napjaink egyik legfontosabb problémája. A Tisza, a Duna után Magyarország második legjelentősebb folyója. 2000-ben a Tisza folyó és a Kiskörei-tározó sajnálatos eseményeivel többször középpontba került. A Debreceni Egyetem Alkalmazott Ökológiai Tanszéke a Tisza cianid szennyezése óta (2000. január) végzi a perifiton minták vizsgálatát, szerepet tulajdonítva az ETS-aktivitás (Elektron Transzport Rendszer) méréseknek. A kapott eredmények felhasználhatók a nem taxonómiai perifiton index (NTPI) mutatójaként a vízminőség állapot ellenőrzésében (Lakatos et al., 2002).

A tározó erősen mozaikos mesterséges vízi rendszer, medencékre tagolódása jelentősen befolyásolja az ökológiai állapotát, a perifiton szerkezeti és mennyiségi alakulását. A tér és időbeni heterogenitás fenntartása elsődleges fontosságú a biodiverzitás szempontjából is.

Az élőbevonat ideális objektum a környezeti állapot és a vízminőség monitorozására, mert a mintavétel viszonylag egyszerű és a bekövetkező változásokat, amelyek gyors lefutásúak, megbízhatóan jelzi. A

rendszerint diverz összetétele, rövid regenerációs idő és az általános előfordulása miatt a különböző területek közötti összehasonlítás lehetőségét nyújtja (Patrick, 1973; Round, 1991; Kiss et al., 2003).

Az epifiton-élőbevonat szerkezetének és működésének ismerete a vizek területén azért fontos, mert az élőbevonat összetétele és felépítése megbízhatóan jelzi a környezetten különböző élőhelyeket, jellegzetes mennyiségi és minőségi módosulása pedig jól indikálja vízminőségi állapotot és annak változásait, illetve a különböző vízminőségi tájakat (Lakatos et al. 2004).

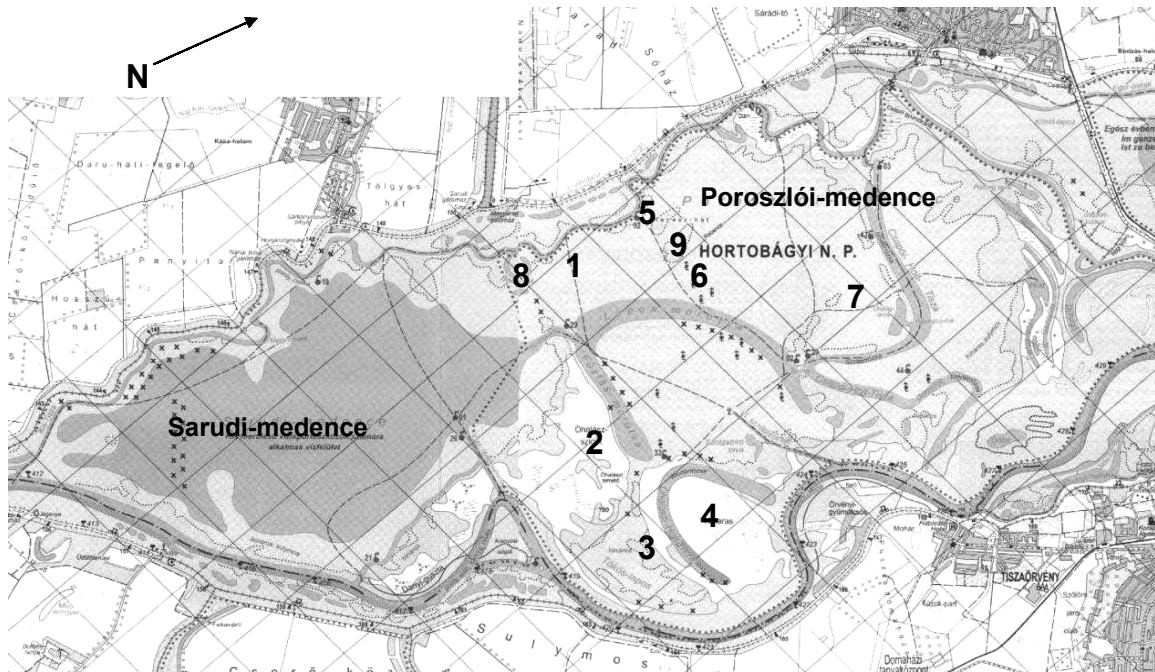
Irodalomjegyzék

- Behning, A.L. 1924: Zur Erforschung der am Flussboden der Wolga lebenden Organismen. Monogr. volz. Biol. Stanc. Saratow. 1,1-398.
- Christensen, J.P. & Pacard, T.T. 1979: Respiratory electron transport activities in phytoplankton and bacteria: Comparison of methods. *Limnol. Ocenogr.*, 24, 576-583.
- Dévai, Gy. 1995: Magyarországi Vizes Élőhelyek (Wetlands) Adatbázisa (MVÉA-Program). KTM Természetvédelmi Hivatal és a KLTE Ökológiai Tanszéke, Budapest-Debrecen, 1-24.
- Dunka, S., Fejér, L., Vágás, I. 1996: A veritékes honfoglalás. Vízügyi Múzeum, Levéltár és Könyvgyűjtemény, Budapest, 5-200.
- Dussart, B. 1966: Limnologie L'étude des eaux continentales. Ed. Gauthier-Villars, Paris, pp. 1-667.
- G. Tóth, L., Drits, A. V. 1991: Respiratory energy loss of zooplankton in Lake Balaton (Hungary) estimated by ETS-activity measurements. *Verh. Internat. Verein. Limnol.* 24, 993-996.
- GTóth, L., Szabó, M., Bíró, P. 1995: Toxic effect of the mosquito killer, S-Deltamethrine, on the development and respiratory electron transport system activity of the embryos of bream (*Ambra mis brama L.*), roach (*Rutilus rutilus*), barbel (*Barbel barbus*) and pike (*Esox lucius*). *Lakes and Research and Management*, 1, 127-139.
- Haraszy L. (1995): Biológiai sokféleség megőrzésének lehetőségei Magyarországon. WWF-füzetek 8. p. 30-37.
- Károlyi, Zs., Nemes, G. 1975: Az ősi ártéri gazdálkodás és a vízi munkálatok kezdetei (895-1846). Szolnok és a Közép-Tisza vidék múltja I. Vízügyi Történeti Füzetek, 8. Budapest, 114.
- Kenner, R.A. & Ahmed, S.I. 1975: Correlation between oxygen utilisation and electron transport activity in marine phytoplankton. *Mar. Biol.*, 33, 119-127.
- Kiss, K. M., Lakatos, G., Borics, G., Gidó, Zs., Deák, Cs. 2003: Littoral macrophyte-periphyton complexes in two Hungarian shallow waters. *Hydrobiologia*, 506-509, 541-548.
- Lakatos G. (1976): A terminological system of the biotecton. *Acta Biologica Debrecina*, 13: 193-198.
- Lakatos Gy., Szekeres R. (1992): Nádasaink állapota és a nádpusztulás. Kézirat.
- Lakatos, Bartha Zs. (1989): Plankton- und Biotektonuntersuchungen im Velencei-See (Ungarn.) *Acta Biol. Debrecina*, 21: 37-66.
- Lakatos, G. 1976: A terminological system of the biotecton (periphyton). *Acta Biol. Debrecina*. 13, 193-198.
- Lakatos, G. 1998: The classification and characteristics of wetlands. Kézirat, Debrecen
- Lakatos, G., Kiss, M., Mészáros, I. 1999: Heavy metal content of common reed (*Phragmites australis/Cav./Trin. ex Steudel*) and its periphyton in Hungarian shallow standing waters. *Hydrobiologia*. 415, 47-53.
- Lakatos, G., M. Kiss, I. Mészáros, (1999): Heavy metal content of common reed and its periphyton in Hungarian shallow standing waters. *Hydrobiologia*. 415: 47-53.
- Lakatos, Gy. és mtsai, 2000: Jelentés a Közép-Tisza vidéki Környezetvédelmi Felügyelőség, Szolnok és a DE TTK Alkalmazott Ökológiai Tanszék, Debrecen között létrejött szerződésről. A szerződés tárgya: „Az élőbevonat vizsgálata a Tisza-tavi kutatási program keretében „. Debrecen, 2-12.
- Lakatos, Gy. és mtsai, 2001: Jelentés a Közép-Tisza vidéki Környezetvédelmi Felügyelőség, Szolnok és a DE TTK Alkalmazott Ökológiai Tanszék, Debrecen között létrejött szerződésről. A szerződés tárgya: „Az élőbevonat vizsgálata a Tisza-tavon „. Debrecen, 3-14.
- Lakatos, Gy. és mtsai, 2002: Az EU szintű ökológiai állapot (statusz) követelményei felszíni vizek esetében. EU konform mezőgazdaság és élelmiszerbiztonság, Debrecen, 297-299.
- Lakatos, Gy. és mtsai, 2003: Jelentés a Közép-Tisza vidéki Környezetvédelmi Felügyelőség, Szolnok és a DE TTK Alkalmazott Ökológiai Tanszék, Debrecen között létrejött szerződésről. A szerződés tárgya: „A makrofiton sűrűség, illetve szabályozás hatása a bevonat mennyiségi és minőségi összetételére. A bevonat alapján történő előzetes minőségi vizsgálatok az EU VKI figyelembevételével „. Debrecen, 2-25.
- Lakatos, Gy. és mtsai, 2004: Jelentés a Közép-Tisza vidéki Környezetvédelmi Felügyelőség, Szolnok és a DE TTK Alkalmazott Ökológiai Tanszék, Debrecen között létrejött szerződésről. A szerződés tárgya: „A makrofiton sűrűség, illetve szabályozás hatása a bevonat mennyiségi és minőségi összetételére. Az adatok

- értékelése a korábbi évek eredményeinek figyelembevételével. A bevonat alapján történő előzetes minősítés az EU VKI szempontjai alapján „. Debrecen, 2-22.
- Meschkat A. (1934): Der Bewuchs in der Rörichten des Plattensees. *Arch. Hydrobiol.*, 27: 436-517.
- Owens, T.G. & King, F.D. 1975: The measurements of electron transport system activity in marine zooplankton. *Mar. Biol.*, 30: 27-36.
- Packard, T. T. 1971: The measurement of respiratory electron-transport activity in marine phytoplankton. *Journal of Marine Research* 29, 235-244.
- Packard, T. T. 1985: Measurement of electron-transport activity in mikroplankton. *Adv. Aquat. Mikrobiol.* 3, 207-261.
- Packard, T. T., Denis, M., Rodier, M., Garfield, P. 1988: Deep-ocean metabolic CO₂ production: calculations from ETS activity. *Deep-Sea Research* 35, 371-382.
- Patrick, R. 1973: Use of algae especially diatoms, in assessment of water quality. In: Cairns, J. Jr., Dickson, K.L. (eds.), *Biological Methods for the Assessment of Water Quality*, vol. ASTM STP 528. American Society for Testing and Materials, Philadelphia, PA, 76-95.
- Pizzaro, H., Vinocur, A. 2000: Epilithic biomass in an outflow stream at Potter Peninsula, King George Island, Antarctica. *Polar Biology* 23:851-857.
- Pomogyi P. 2001: A Tisza-tó magasabb rendű növényzetének 2001. évi vizsgálatai. Kutatási jelentés. Kézirat, Keszthely.
- Pomogyi, P., Szalma, E. 1998: A Kiskörei-tározó vízi- és mocsári vegetációja 1997-1998. In: K. Szilágyi, E. (szerk.): *A Tisza-tavi vizsgálatok 1998. Kutatási jelentés. Kézirat, Szolnok*
- Pomogyi, P., Szalma, E. 2003: A makrofita ökológiai minősítés kérdései. Témabeszámoló MTA-KVVM "Az ökológiai minősítés kérdései" kutatási projekthez. Kézirat, Keszthely, 1-32.
- Round, F.E. 1991: Diatoms in river-monitoring studies. *J. Appl. Physiol.*, 3, 129-145.
- Sebestyén O. (1963): Bevezetés a limnológiába. Akadémiai Kiadó, Budapest p. 1-150.
- Span, A.S.W. 1986: Optimization of the electron transport system (ETS) method for natural phytoplankton assemblages tested with some species of freshwater phytoplankton. *Wat. Res.* 20, 1497-1503.
- Span, A.S.W. 1988: Metabolic activity as reflected by ETS and BOD in a shallow eutrophic lake. *Arch. Hydrobiol.* 31, 141-147.
- Szabó M., Kiss M., Keresztúri P., Deák Cs., Lakatos Gy. 2002: Élőbevonat és üledék ETS- aktivitásának vizsgálata a Tisza és a Tisza-völgyi holt medrekben. *Hidrológiai Közl.*, 82: 123-125.
- Szilágyi, E. 2004: A Kiskörei-tározó makrovegetációjának dinamikája és természetvédelmi vonatkozásai (Doktori értekezés) DE TTK, Debrecen, 5-104.
- Yamashita, Y., Bailey, K.M. 1990: Electron transport system (ETS) activity as a possible index of respiration for larval walleye pollock, *Theragra chalcogramma*, L. *Nippon Suisan Gakkaishi* 56, 1059-1062.

Melléklet

1. sz. ábra Térképvázat

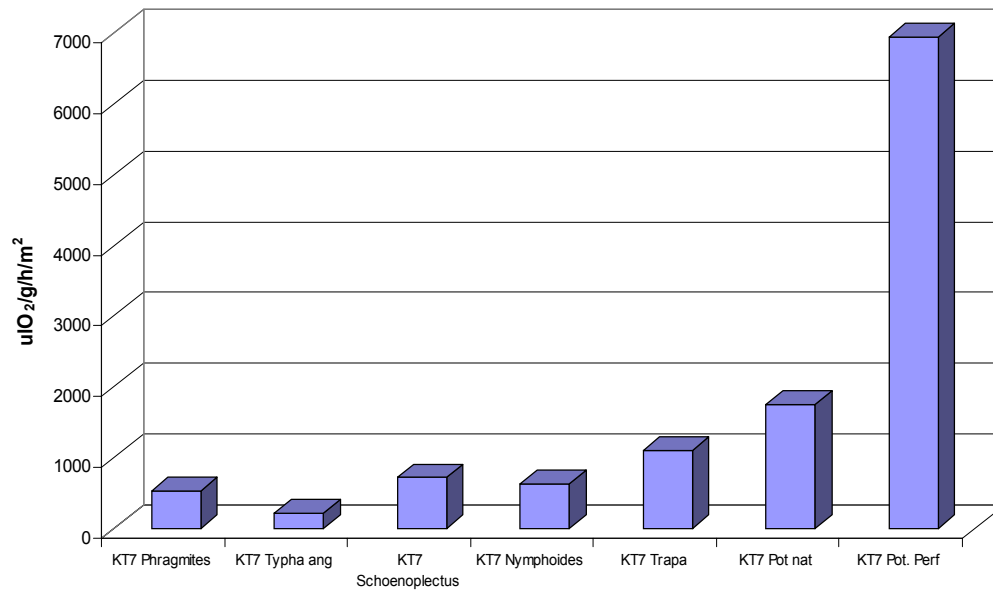


1. sz. táblázat

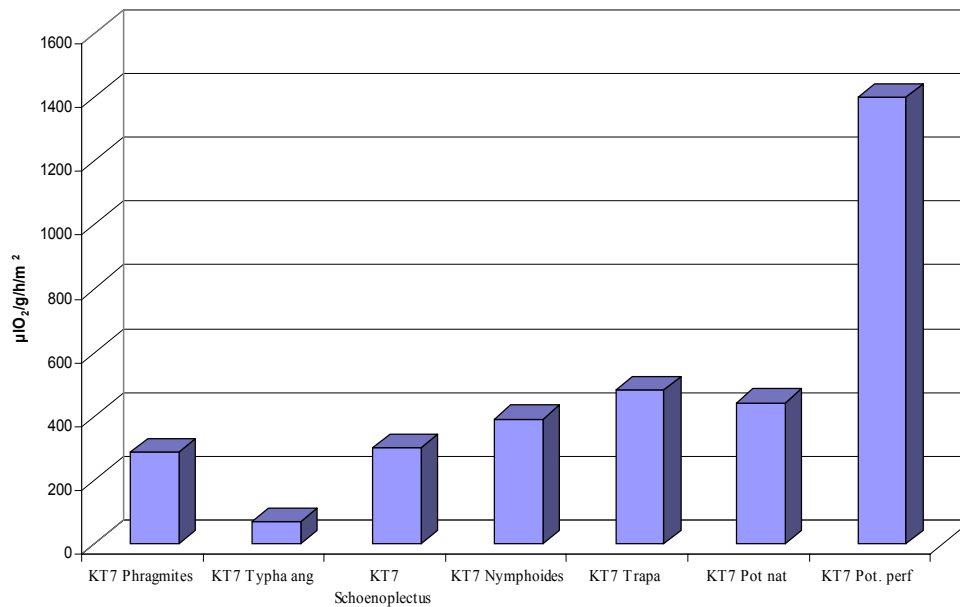
Kisköre, 2004.08.18.
Koordináták, mintavételi helyek

	Koordináták	
Kt1 közép	N 47°34.963'	E 20°38.530'
Kt1 szél	N 47°34.956'	E 20°38.577'
Kt2 közép	N 47°35.069'	E 20°38.935'
Kt2 szél	N 47°35.062'	E 20°38.889'
Kt3	N 47°35.222'	E 20°40.583'
Kt4	N 47°35.227'	E 20°40.757'
Kt5	N 47°36.286'	E 20°39.163'
Kt6	N 47°35.759'	E 20°38.248'
Kt7	N 47°35.670'	E 20°38.277'
Kt8	N 47°35.958'	E 20°38.705'
Kt9	N 47°36.586'	E 20°38.863'

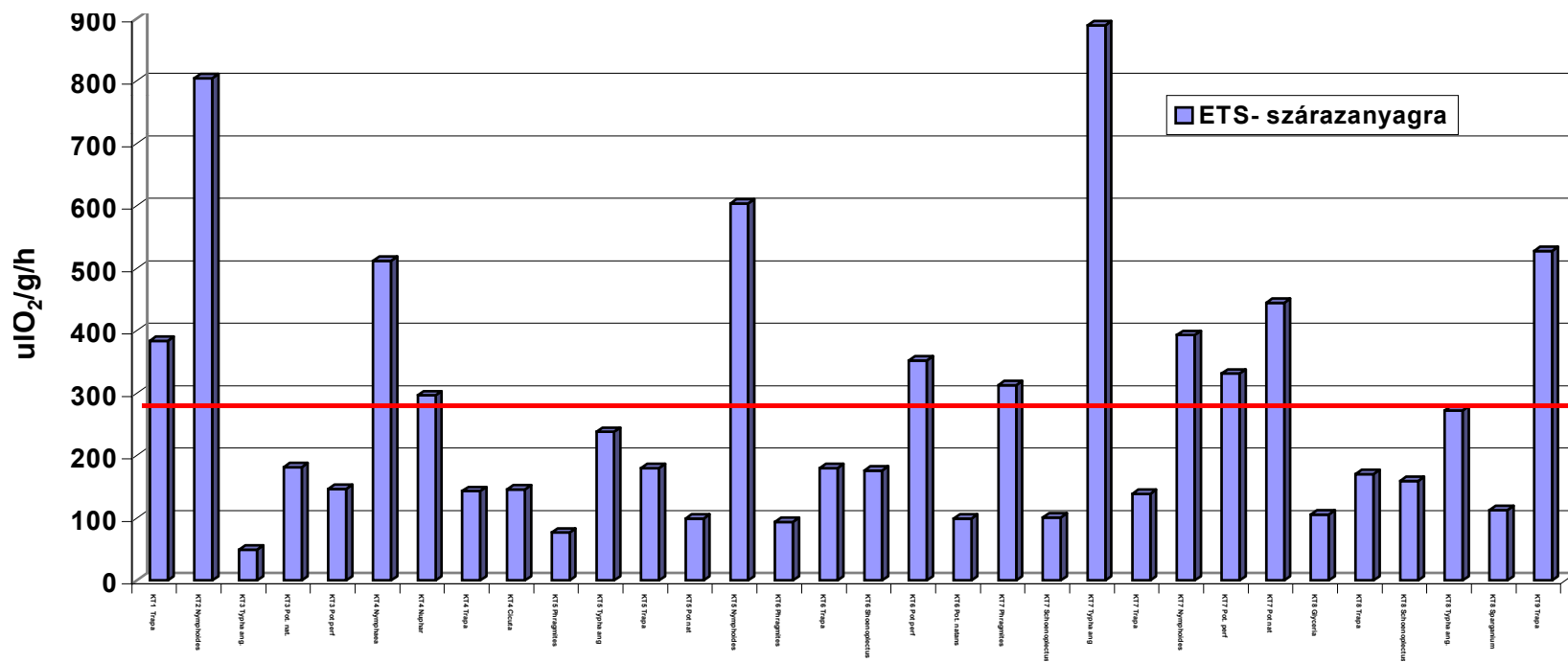
2. sz. ábra
**Csapói Holt-Tisza ág emerz és úszó levelű növényekről gyűjtött minták ETS-aktivitás adatai szárazanyag/
 növény felületre vonatkoztatva (2003.07.24.)**



3. ábra
**Csapói Holt-Tisza ág emerz és úszó levelű növényekről gyűjtött minták
 ETS adatainak megadása szerves anyagra (AFDW) (2003.07.24.)**



4. sz. ábra
 Kisköre, 2003. 07.24.
 Az epifiton minták ETS-aktivitása



5. sz. ábra

Kisköre, 2004. 08. 18.

Az epifiton minták ETS-aktivitása

