

Néhány vízi szervezet ciánérzékenységének vizsgálata a tiszai ciánszennyezés kapcsán

Regös János¹, Milinki Éva¹, Nagy Beáta¹, Murányi Zoltán²,
Andrikovics Sándor¹, Thomas Tittizer³

¹Eszterházy Károly Főiskola, TTK, Állattani Tanszék, 3300, Eger, Leányka út 6. E-mail: alltan@ektf.hu

²Eszterházy Károly Főiskola, TTK, Kémia Tanszék, 3300, Eger, Leányka út. 4.

³Bonni Egyetem Állattani Intézet D-53115 Bonn Poppelsdorfer Schloss

Összefoglaló: A mérgező szennyvizek nem megfelelő tárolása hatalmas környezeti veszély forrásává válhat. A ciánszennyezés ökológiai katasztrófát előidéző hatására a 2000-ben bekövetkezett romániai cianid-szennyeződést követően figyelt fel a világ. A cián mérgező hatásának kimutatására eltérő érzékenységű szervezetekkel toxikológiai vizsgálatokat végeztünk. Meghatároztuk a Tisza jellegzetes fajának a tiszavirárg (*Palingenia longicauda*) lárváinak, illetve még 7 gerinctelen és 3 halfaj kálium cianidra (KCN) vonatkoztatott 50%-os letális koncentrációját (LC₅₀).

A vizsgálati eredményeink alapján megállapíthatjuk, hogy az összes tesztelt faj közül a *Palingenia longicauda* lárvája a legérzékenyebbek, illetve ugyancsak nagy fokú érzékenység jellemzi a mezofauna elemek közül a rákokhoz tartozó *Daphnia magna*-t és a *Gammarus fossarum*-ot. A vizsgált halfajok közül a bodorka (*Rutilus rutilus*) és a vörösszárnyú keszeg (*Scardinius erythrophthalmus*) a kárászhoz képest nagyobb érzékenységűnek bizonyult. A zooplankton alkotó Copepoda faj, a gyűrűsféreghez tartozó Tubifex, és a vizsgált puhatestű faj ciánrezisztensnek tekinthető.

A kutatási programunk másik része a *P. longicauda* kérészfaj magyarországi és németországi folyóvizekbe való vissztelepitésének vizsgálata.

Kulcsszavak: cianid szennyezés, Tiszavirárg, túlélési görbe, letális koncentráció (LC₅₀), gerinctelen makrofauna, halivadék

Bevezetés és célkitűzés

A tiszavirárg (*Palingenia longicauda* /Olivier, 1791/) Európa legnagyobb, és valószínűleg legrégebben ismert kérészfaja, amelyet már a 17. században megemlítettek a szakirodalomban (Clutius 1635, Swammerdam 1675). A faj a múlt század elejéig egész Európa nagy folyóvizeinek agyagos-iszapos fenekű középső és alsó szakaszain mindenütt megtalálható volt. A 20. század első három évtizedében azonban ez a faj eltűnt Ny-Európa folyóvizeiből, és Közép-Európa vizeiben is drasztikus állománycsökkenés következett be. Magyarországon is csak a Tisza vízrendszerében található még meg, ezért keltett komoly aggodalmat szakemberek körében a 2000 január végi Nagybánya melletti „Aurul” aranybánya ciánszennyezése.

A Szamoson a cianidos mosóvíz 32 mg/l töménységben érkezett, amely a Felső-Tiszán mintegy felére hígult, Balsánál 12,4 mg/l maximumot mértek. A Közép-Tiszán Tiszafürednél 4,9 mg/l majd Kiskörénél 3,88 mg/l koncentrációt regisztráltak. Az Alsó-Tiszán Szegednél 2,2 illetve Tiszaszigetnél 1,49 mg/l cianid koncentrációkat határoztak meg. Az ezt követő nagy tiszai ciánmérgező halpusztulás után féltünk, hogy a tiszavirárg (*Palingenia longicauda*) állománya is erősen károsodott. A szennyezés levonulása után azonban 2000 júniusában, majd a következő években is, erőteljes rajzást tapasztaltak (Andrikovics & Turcsányi, 2001).

Joggal merült fel, hogy az európai védettséget élvező kérészfaj, a tiszavirág lárvái ellenállóbbak lennének a ciánmérgezéssel szemben, mint más folyóvízi szervezetek. Közvetlenül a szennyezés bekövetkezése után magyar kutatók megvizsgálták öt, a Tiszában gyakori gerinctelen faj (Oligochaeta, Amphipoda, Chironomida, Unionida és Prosobranchiata) cián-érzékenységét. Eredményeik szerint a vizsgált állatok 4-10 °C-on sokkal kevésbé voltak cián-érzékenyek, mint nyári hőmérsékleten (Szitó et. al. 2001). Ugyancsak közvetlenül a ciánszennyezés után megtalálták a Közép-Tiszára jellemző tegzes (Trichoptera) – fajok 62%-át, ami arra utalhat, hogy a ciánszennyezés és az azt követő nehézfém szennyezés hatására a tegzes lárvák nagy arányú pusztulása nem következett be (Zsuga & Kiss, 2001).

Saját vizsgálatainkban a Tisza magyarországi szakaszára jellemző tiszavirág-lárvákon (keystone species) kívül 7 további vízi gerinctelen, és 3 halfaj kálium cianidra (KCN) vonatkoztatott 50%-os letális koncentrációját (LC_{50}) határoztuk meg.

Anyag és módszer

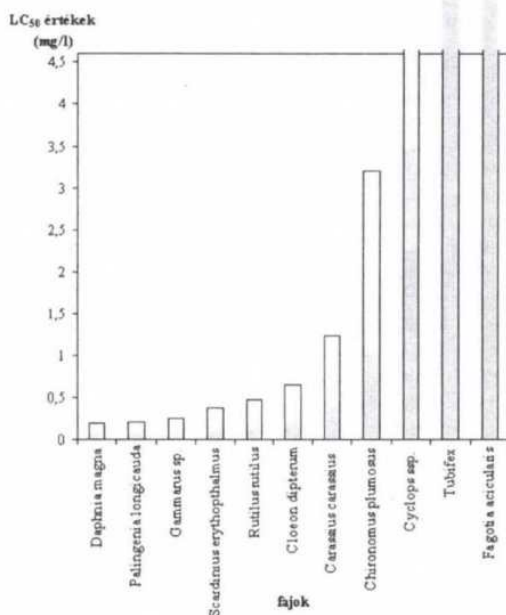
Három éves, rajzás előtt álló tiszavirág-lárvákat Tiszabábolnán 2003 nyarán három alkalommal gyűjtöttünk. A baggerrel gyűjtött állatokat jéggel hűtött edényekben laboratóriumba szállítottuk, majd 12-24 órás szoktatás után megkezdtük a toxikológiai kísérleteket. A vizsgált fajoknál a letális koncentráció megállapítására szolgáló méréseket kis eltérésekkel, azonos módszerekkel kontroll jelenlétében végeztük. A kis módosításokat a vizsgált állatok faji sajátosságainak figyelembevételével hajtottuk végre. A kísérleteknél a kálium cianid (KCN) 1000 mg/liter koncentrációjú törzsoldatából indultunk ki. A *Paligenia longicaudát* szobahőmérsékletű (22-26 °C-os) vagy előhűtött (4-10 °C-os) tiszai vízben tartottuk, és felező hígításokkal állítottuk be a kívánt KCN koncentrációkat. A kísérletbe vont többi fajnál nátrium-tioszulfáttal ($Na_2S_2O_3$) előkezelt, vagy állott csapvízben ugyancsak felező hígításokkal állítottuk be a kívánt KCN koncentrációkat. Cián-rezisztens fajoknál a legnagyobb KCN koncentráció 102,4 mg/l volt, míg az érzékenyebb fajoknál 6,4 mg/l kiindulási töménységgel kezdtük, és 0,003 mg/l-nél fejeztük be.

Ezután az állatokat a kísérleti edényekbe helyeztük, majd 24 órás inkubáció után a túlélő és az elpusztult egyedeket összeszámoltuk, és a túlélők százalékos arányát is megállapítottuk. A kisebb, gerinctelen szervezeteket 0,5 l-es edényekben koncentrációként 200 ml KCN oldatokba helyeztük, míg a halakat 6 l-es edényekben 2 l megfelelő vízzel hígított KCN oldatokba tettük. Az állatok számát úgy választottuk meg, hogy a lezárt kontroll edényekben a 24 vagy 48 órás inkubálást veszteségmentesen, külön levegőztetés nélkül is túlélhessék.

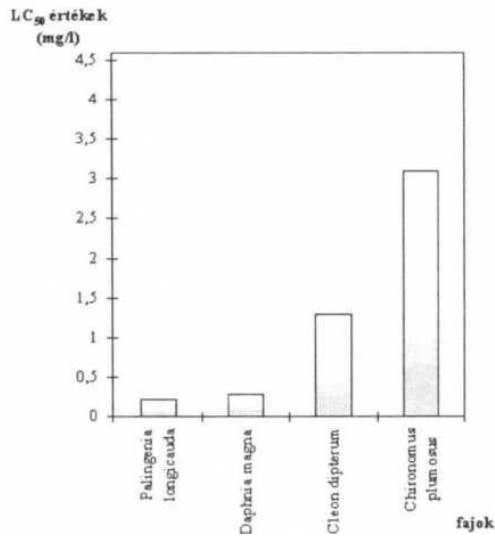
Eredmények és értékelés

Toxikológiai vizsgálatok eredményeit az 1. ábrán foglaltuk össze. A tiszavirág és a *Cloeon dipterum* (Linnaeus, 1761) lárváin kívül a *Chironomus plumosus* (Fuessly, 1775) árvaszúnyog lárvák, a *Cyclops sp.*, a *Daphnia magna* Straus, 1820, és a *Gammarus fossarum* Koch, 1835 rákfajok, a kereskedelemben „*tubifex*” néven jegyzett Oligochaeta, és a *Fago-*

tia acicularis (Ferussac, 1823), vízicsiga cián-érzékenységet is megvizsgáltuk. Az általunk tesztelt szervezetek 26°C-on mért LC₅₀ értéke, 0,2 és >102 mg/l között változott. Az izeltlábúak közül 26°C-on a legellenállóbb a *Cyclops sp.* volt (LC₅₀ >11 mg/l), míg a közbülső helyet a *C. plumosus* foglalta el 4,25 mg/l LC₅₀ értékkel. A pataklakó, oxigén-igényes, kopolyúkkal lélegző *Gammarus fossarum* 0,25 mg/l értékkel a tiszavirág lárváinak cián-érzékenységéhez állt közel. Az összes vizsgált fajból kiemelkedett a csövájó férgek 25,6 mg/l-es letális koncentrációja (1. ábra). A Molluscák közül a *Fagotia acicularis* vizsgáltuk; ennek cián-rezisztenciája (LC₅₀ >102,4 mg/l) minden vízi szervezetét felülmúlta. A halak közül a bodorkát (*Rutilus rutilus* Berg, 1949, 8-10 cm-esek), a vörösszárnyú keszeget (*Scardinius erythrophthalmus* /Linnaeus, 1758/, 12-15 cm-esek) illetve a kárász (*Carassius carassius* /Linnaeus, 1758/, 6-10 cm) példányait vizsgáltuk. Ezek letális koncentrációi 26°C-on 0,5 mg/l és 1,2 mg/l között voltak. A kísérletekből megállapítható hogy a ciánnal szemben legérzékenyebb fajok a *Palingenia longicauda* lárvák, valamint a *Daphnia magna* és a *Gammarus fossarum* rákok voltak. A halak közül a víztestben úszó 2 pontyféle ciánérzékenysége felülmúlta a közismerten ellenálló kárász érzékenységét. A *Fagotia acicularis* csiga és a csövájó férgek az érzékeny szervezetekhez képest több százszoros ellenálló képességükkel tűntek ki. Kísérleteinket 4-10°C-ra lehűtött Tiszából vett vízben is megismételtük. Hideg vízben az anyagfelvétel intenzitásának csökkenése miatt az LC₅₀ értéket magasabb cián koncentrációknál tapasztaltuk (2 ábra). Egyedül a tiszavirág esetében a meleg és a hideg vízben kapott LC₅₀ érték közel hasonló, és az a *Palingenia longicauda* alacsonyabb vízhőmérséklettel szembeni érzékenységgel magyarázható.



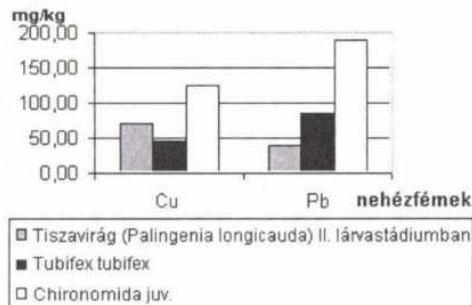
1. ábra. A vizsgált édesvízi szervezetek cián-toxicitásainak összehasonlítása (22-26°C)



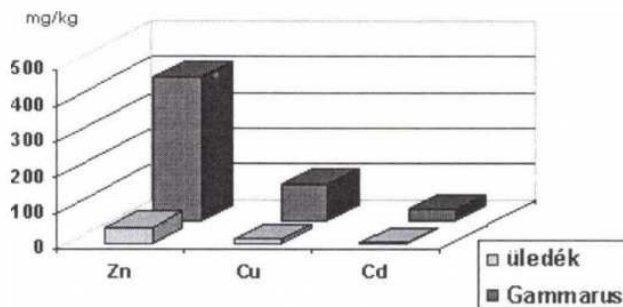
2. ábra. A vizsgált gerinctelenek cian-toxicitásainak összehasonlítása (4 -10°C)

Megállapítható hogy a 2000 évi cian szennyezés az átlagos 3 mg/l-es cian koncentrációval a vizsgált 12 fajtól 7 fajnál azonnali pusztulást okozott volna, míg 3 faj biztosan túlélte volna a szennyeződést (Regős et. al. 2006).

Néhány nehézfém (Zn, Cu, Pb, Cd) akkumulációját néztük tiszavirág és árvaszün-yog lárvák, illetve *Tubifex tubifex* és a *Gammarus fossarum* esetében. Az egyes fajok akkumulációs képessége eltérő és a dúsulás mértékét az üledékkel való anyagforgalmi kapcsolat és a táplálékláncban betöltött szerep határozza meg (3-4 ábra).



3. ábra. A nehézfémek dúsulása Tiszavirág lárvákban és más gerinctelen makrofauna elemekben



4. ábra. *Gammarus fossarum* és az üledék nehézfém tartalmának aránya (mg/kg; sz.a.)

Összegzés

A kísérleti eredmények alapján megállapíthatjuk, hogy az összes vizsgált faj közül a *Palingenia longicauda* lárvái a legérzékenyebbek, míg a *Cloeon dipterum* kérészfaj lárvái 2-4-szeresen ellenállóbbak a cianid hatásának. Ugyancsak érzékenyek a mezofauna elemek közül a *Daphnia magna* és a *Gammarus fossarum* rákok, és a 2 víztestben élő halfaj (*Rutilus rutilus*, *Scardinius erythrophthalmus*). A gyűrűsféregék közül a „*Tubifex*”, a Copepoda *Cyclops sp.*, valamint a Mollusca *Fagotia acicularis* cian-rezisztensnek tekinthetők, amelyek a ciánkatasztrófát minden bizonnyal túlélhették volna. A tiszavirág lárvák a több napos > 3 mg/liter töménységű ciánhullám „rejtélyes” túlélését feltehetőleg az agyagos aljzatban fűrt mély üregüknek és a téli hidegnek egyaránt köszönhették (Andrikovics & Turcsányi, 2001). Ha a ciánszennyezés nyári időszakban következett volna be, a melegebb vízben jóval nagyobb pusztulást okozott volna a Tisza élővilágában. A vizsgálataink során megfigyeltük, hogy tiszta vízbe való áthelyezésük után a kísérleti állatok hamarosan magukhoz tértek. Ez különösen a három halfajnál volt feltűnő, a ciántól elkábult, hátukon úszó, de kopoltyújukat még mozgató állatok nagy része a kísérlet után 10-20 perccel a tiszta vízben már normálisan úszott, és néhány óra múlva táplálkozott is.

A kutatási programunk másik része a *P. longicauda* kérészfaj magyarországi és németországi folyóvizekbe való visszatelepítésének vizsgálata. A nyár folyamán a tiszavirág lárvák a németországi Oderába való kihelyezése megtörtént, ennek további megfigyelési eredményeit a későbbiekben közöljük. Sikeres visszatelepítésük egykori élőhelyeikre természetvédelmi és anyagforgalmi szempontból is igen jelentős lenne.

*

Köszönetnyilvánítás – A szerzők köszönetüket fejezik ki a Magyar Kutatási Alap No. T 038033 sz. program támogatásáért.

Irodalomjegyzék

- Andrikovics, S. & I. Turcsányi (2001): Tiszavirág. – *Tisza Klub Füzetek* **10**: 1–69.
- Clutius, A. (1635): De hemerobio sire Ephemero insecto et majali verme: 96. 100 – Amsterdam.
- Oertel, N., J. Nosek & S. Andrikovics (2001): Mesterséges alzatok alkalmazása a kolonizáció vizsgálata során. – *Hidrologiai Közlöny* **81**: 438–440.
- Regős, J., Milinki, É., Mester, J., Murányi, Z. & Andrikovics, S. (2006): Tiszavirág-lárvák, és más tiszai szervezetek cian-érzékenységéről. *Acta Acad. Paed. Agr. Nova Ser. Tom.*
- Szító, A., Papp, Zs. & Végvári, P.(2001): Üledéklakó gerinctelenek pusztulásának aránya különböző cianid koncentrációk hatására téli-és nyári hőmérsékleten. – *Hidrologiai Közlöny* **81**: 474–476.
- Swammerdam, J. (1752): *Bibel der Natur* (Haft, Uferaas): 100–114. – J. F. Gleditschens Buchhandlung, Leipzig.
- Varga, J., Körösi, F., Balaskó, M. & Naár, Z.(2004): Assessing cadmium distribution applying neutron radiography in moss trophical levels in Szarvaskő, Hungary, *Applied Radiation and Isotopes* **61**. 647–651.
- Zsuga, K., & O. Kiss (2001): A cianid- és nehézfém szennyezés hatásának vizsgálata a Közép-Tisza vidékén a bioindikátor tegzesekre. – *Hidrologiai Közlöny* **81**: 510–511.

The cyanide sensitivity of some aquatic species about the cyanide contamination of Tisza River

Regős J.¹, Milinki É.¹, Nagy B.¹, Murányi Z.², Andrikovics S.¹, Th. Tittizer³

¹*Eszterházy Károly College, Department of Zoology, H-3300, Eger, Leányka út 6. E-mail: alltan@ektf.hu*

²*Eszterházy Károly College, Department of Chemistry, H-3300, Eger, Leányka út. 4.*

³*Bonni Eggetem Allattani Intézet D-53115 Bonn Poppelsdorfer Schloss*

The catastrophic cyanide contamination of Tisza River in 2000 (which came from Romania) was accompanied with a mass death of more than 1'000 tons of fish. Then, we have seen the needs to determine the 50 per cent lethal values (LC_{50}) of potassium cyanide (KCN) for *Palingenia longicauda* larvae. Above this organism, we also determined this value for seven other invertebrate species and for three Teleost fishes. Furthermore, we have investigated the accumulation of some heavy metal ions in *Palingenia longicauda* larvae and in some other invertebrates. Our results show that among all creatures investigated so far, *Palingenia longicauda* larvae belong to the most sensitive organisms to the toxic effect of KCN. In spite of this, the organism survived the cyanide contamination much better than we have thought.

Another part of our program runs under the title "Efforts for the Resettling of *Palingenia longicauda* in Its Former Range in Hungarian and German Rivers". This task needs a lot of preliminary investigations. Now it seems that the resettling of *Palingenia longicauda* could have, above pure nature conservation benefits, further favorable effects on the traffic of aquatic material as well.

Key-words: cyanide contamination, *Palingenia longicauda*, lethal values (LC_{50}), invertebrate macrofauna, fish

