

Bioindikátorok alkalmazása a Balaton antropogén szennyezettségének jellemzésére

Farkas Anna

A doktori (PHD) értekezés tézisei

A Balaton védelmét szolgáló kutatások részeként, az 1996 – 2000 közötti időszakban átfogó felmérést végeztünk a tó élővilága nehézfém szennyezettségének felmérésére, a tavat szennyező antropogén eredetű toxikus anyagok jelenlétének és a szennyezés mértékének kimutatására valamint, ökotoxikológiai tesztek kidolgozására és továbbfejlesztésére került sor. A laboratóriumi vizsgálatok a tavi kagylók élettani funkcióiban – filtrációs aktivitásában – fellépő változások észlelésén és mennyiségi meghatározásán alapultak.

A tó nehézfém szennyezettségének felmérésére irányuló passzív biomonitor vizsgálatokban, bioindikátor szervezetekként, a különböző trofikus szintekhez tartozó crustacea planktont és három halfajt – angolna dévérkeszeg, fogassüllő– alkalmaztunk.

Az ökotoxikológiai tesztek során a Balatont potenciálisan veszélyeztető szennyezők – deltametrin, PCB 118-as kongener, trimetilón klorid, és a poliaromás szénhidrogének közül a fenantrén és fluorantén – hatásának vizsgálatából kitűnt, hogy a tavi kagylók filtrációs aktivitását meghatározó periódikus aktivitás, szifóműködés és szűrésteljesítmény már igen kis koncentrációnál jelzik az antropogén szennyezők jelenlétét. Az anyaghatás a kagylóknál legerőteljesebben azok szűrés teljesítményében mutatkozott, amit a szifóműködés, majd a periódikus aktivitásban bekövetkezett változások követtek.

A kutatások eredményeit és főbb következtetéseit az alábbiakban összegezzük:

1. A különböző trofikus szintekhez tartozó zooplankton és a három halfaj – angolna, dévérkeszeg, fogassüllő – nehézfém biokoncentrálo képességében jelentős eltérések mutatkoztak. Számottevően hatékonyabb felhalmozódás réz, ólom és cink tekintetében a crustacea plankton biomasszában mutatkozott (a halak szerveiben mért elemek szintjét akár többszörösen is meghaladva), míg a higany, kimutatási határt meghaladó koncentrációt a halak szerveiben ért el.
2. Az 1996 – 2000 közötti időszakban a Balaton Keszthelyi- és Siófoki-medencéjéből gyűjtött zooplankton, és az azonos régióból származó vízminták nehézfém koncentrációi

között szoros korrelációs kapcsolatot találtunk a kadmium, réz és cink esetében, ami alátámasztja e szervezetek bioindikátorkénti alkalmazhatóságát vízterek nehézfém szennyezettségének jelzésére.

3. Az angolna, dévérkeszeg és fogassüllő nehézfém akkumulációs képességében jelentős különbségek vannak. A jobbára, vagy kizárólag bentikus táplálékot fogyasztó fajok (angolna, dévérkeszeg) szerveiben a kadmium, réz, ólom és cink számottevően nagyobb koncentrációban halmozódik, míg a higany a ragadozó fogassüllő szerveiben. A fajok között tapasztalt különbségek elsősorban a fajra jellemző eltérő táplálkozási szokásokra, valamint a táplálék nehézfém tartalmára vezethetők vissza.
4. A dévérkeszeg szerveiben felhalmozott kadmium, réz és higany koncentráció szoros pozitív korrelációban van az egyedek méretével, míg az ólom és cink koncentrációkra szignifikáns csökkenő trend jellemző. A szervek elemkoncentrációja szignifikánsan függ az egyedek kondíciójától is, a kapcsolatok trendje minden esetben ellentétes a halak méretével mutatott korrelációval.
5. A zooplanktonban és a három halfaj – angolna, dévérkeszeg, fogassüllő – szerveiben felhalmozott nehézfém koncentrációkban elemtől függően szignifikáns évszakos ingadozások jellemzők. 1996 – 2000 között a zooplankton biomasszában általában a nyári és őszi hónapokban nagyobb a kadmium koncentráció. A halak szerveiben (fajtól függetlenül) számottevően nagyobb kadmium, réz, ólom és cink koncentráció általában nyáron és ősszel tapasztalható, míg a higany koncentráció jellemzően tavasszal nagyobb.
6. A Balaton nehézfém szennyezettsége tekintetében megállapítottuk, hogy az elmúlt két évtized viszonylatában szignifikáns csökkenés észlelhető az élőlények higany szennyezettségében, amit igazol az a tény, hogy napjainkban a zooplankton biomasszában ennek az elemnek a koncentrációja nem éri el a kimutatási határt, míg a nyolcvanas évek elején $0,35 - 0,7 \text{ mg kg}^{-1}$ körüli koncentrációt is mértek (V.-Balogh és Salánki, 1983). Ugyancsak ezt a tényt igazolják a halak szerveiben felhalmozott kisebb higany koncentrációk is (Farkas és mts., 1999).

Az antropogén anyagok kimutatására és toxicitásuk mértékének becslésére kidolgozott ökotoxikológiai tesztek alkalmazása során, a különböző tesztanyagok kagylók szűrés teljesítményére gyakorolt hatásának megismerésén túl, a módszerek egyéni érzékenységét és gyakorlati alkalmazhatóságát bizonyítottuk:

1. A tavi kagylók filtrációs aktivitását meghatározó, periódikus aktivitásban, szifóműködésben és a szűrés teljesítményben kitűnt, hogy a toxikus anyagok széles skálája igen kis koncentrációban is jelentős gátlást okoz. E szervezetek kiváló képessége a környezetükben bekövetkező fizikai és kémiai változások észlelésében, valamint jó alkalmazkodó képességük, gyors és megbízható korai biológiai jelzőrendszerek kidolgozását tették lehetővé, melyek alkalmazása a gyakorlatban mind jobban elterjed.
2. A kagylók szűrés teljesítményének meghatározására új eljárást fejlesztettünk ki, amelyben *Selenastrum capricornutum* algák kifalását határozzuk meg fluorimetriás módszerrel. Ezzel a módszerrel egy rendkívül érzékeny és alkalmazásában viszonylag egyszerű laboratóriumi tesztvizsgálatot valósítottunk meg, amely toxikus anyagok, mind akut, mind krónikus hatásának laboratóriumi vizsgálatára is alkalmas.
3. A toxikus anyagok a tavi kagylók szűrés teljesítményében okozzák a legerőteljesebb gátlást, melyet a szifóműködésben és a periódikus aktivitásban bekövetkezett változások követnek.

Publikációs jegyzék

1. Kontreczky, Cs., A. Farkas, J. Nemcsók and J. Salánki, (1997). Short- and long-term effects of deltamethrin on filtering activity of freshwater mussel (*Anodonta cygnaea* L.). Ecotoxicology and Environmental Safety, 38, 195 - 199. IF 1.060
2. Salánki, J., Cs. Kontreczky and A. Farkas (1997). Monitoring the effects of deltamethrin by freshwater mussel (*Anodonta cygnaea* L.). - Pharmacology and Toxicology, Vol. 80, Suppl. III., p. 42. IF 1.189
3. Farkas A., Salánki J., Varanka I. (1998) Assessment of heavy metal concentrations in organs of two fish species of Lake Balaton. Proceedings of the Latvian Academy of Sciences, Section B, vol. 52. Supplement. ISSN 1407-009X, 93-99.
4. Salánki J., Farkas A., Győri J., Szűcs A., Varanka I. (1998) A Balaton és vízgyűjtő élővilága toxikus kémiai anyagokkal való szennyezettségének felmérése (biomonitorozás). - *In*: A Balaton kutatásának 1997-es eredményei. Salánki J., Padisák J. (szerk.), MTA VEAB, Miniszterelnöki Hiv. Balatoni Titkársága, Veszprém, ISBN 963 7385 48 7, pp. 171-175.
5. Farkas A., Salánki J., Varanka I. (1999) Toxikus nehéfmékek balatoni halakban: angolna, dévérkeszeg, fogassüllő. - *In* : Álló és folyóvizeink minősége: 40. Hidrobiológus Napok, Tihany, 1998. október 7-9. (Szerk. Bíró P.) - Hidrológiai Közl., 79 (6), 311-313.
6. Salánki J., Farkas A., Győri J., Szűcs A., Varanka I. (1999) A Balaton és a vízgyűjtő élővilága toxikus anyagokkal való szennyezettségének felmérése (biomonitorozás). - *In*: A Balaton kutatásának 1998-as eredményei / Szerk. Salánki J.; Padisák J. - Veszprém: MTA VEAB; Miniszterelnöki Hivatal. - ISSN 1419-1075. - 132-135.

7. Salánki J., Farkas A., Kontreczky Cs., Varanka I. (1999) Possible impact of heavy metals in sudden eel mortality. - *In*: A. K. Mitta, F. B. Eddy and J. S. Datta Munshi (eds.) Water/Air Transition in Biology. Oxford & IBH Publishing Co. Pvt.Ltd. New Delhi, India. 257-262.
8. Farkas A., Salánki J. (2000) Effect of PCB 118 on the filtering behaviour of the freshwater mussel *Anodonta cygnaea* L. - Central Eur. J. Public Health, 8 (JHEMI 44), Suppl., 30-31.
9. Farkas A., Salánki J. (2000) Szerves és szervetlen antropogén szennyezők hatása tavikagylók (*Anodonta cygnea* L.) filtrációs aktivitására.- *In*: Vízi ökoszisztémák (taxonómia, biodiverzitás, biomonitorozás, élőhelyek fragmentációja, inváziós fajok biológiája): 41. Hidrobiológus Napok, Tihany, 1999. október 6-8. (Szerk. Bíró P.). - Hidrológiai Közlöny, 80 (5/6), 297-299.
10. Farkas A., Salánki J., Varanka I. (2000) Heavy metal concentrations in fish of Lake Balaton. - Lakes & Reservoirs: Research and Management, 5, 271-279.
11. Salánki J., Farkas A., Győri J., Molnár G., Varanka I. (2000) A Balaton élővilága toxikus anyagokkal való szennyezettségének és azok hatásának monitorozására.- *In*: A Balaton kutatásának 1999. évi eredményei / Magyar Tudományos Akadémia; szerk. Somlyódi László, Banczerowszki Januszné. - Bp.: MTA . -187-196. - (ISSN 1419-1075)
12. Farkas A., Salánki J., Specziár A., Varanka I. (2001) Metal pollution as health indicator of lake ecosystems. - International journal of occupational medicine and environmental health, 14 (2), 163-170.
13. Farkas A., Salánki J., Specziár A., Varanka I. (2001) Nehézfém koncentrációk változása balatoni dévérkeszeg (*Abramis brama* L.) szerveiben a halak korától függően. - *In*: A magyar hidrobiológia időszerű kérdései az ezredfordulón: 42. Hidrobiológus Napok, Tihany, 2000. Október 4-6. – Hidrológiai Közlöny, 81, (5-6), 416-418.
14. Salánki J., Farkas A., Győri J., Hlavay J., Molnár G., Varanka I. (2001) Toxikus környezetszennyező anyagok monitorozása a Balatonon és azok hatása vízi szervezetekre. – *In*: A Balaton kutatásának 2000. évi eredményei/szerk. Mahunka S., Banczerowski J.-né. – Bp.:MTA, 180-188.
15. Farkas A., Salánki J., Specziár A. (2002) Relation between Growth and the Heavy Metal Concentration in Organs of Bream *Abramis brama* L. Populating Lake Balaton. Archives of Environmental Contamination and Toxicology (*in press*) IF 1.437