

# Balatonfüzfői-öbölből származó üledékminták genotoxicitásának vizsgálata

Kakasi Balázs<sup>1\*</sup>, Kováts Nóra<sup>1</sup>, Nagy Szabolcs<sup>2</sup>, Horváth Eszter<sup>1</sup>, Ács András<sup>1</sup>, Ferincz Árpád<sup>1</sup>, Kovács Anikó<sup>1</sup>, Paulovits Gábor<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Pannon Egyetem, Mérnöki Kar, Környezettudományi Intézet, Limnológia Tanszék, 8200. Veszprém, Egyetem utca 10.

<sup>2</sup>Pannon Egyetem, Georgikon kar, Állattudományi és Állattenyésztési tanszék, 8360. Keszthely, Deák Ferenc utca 16.

<sup>3</sup>Balaton Limnológiai Kutató Intézet, 8237. Tihany, Klebelsberg K. u. 3. \*Email: [balazs.kakasi@gmail.com](mailto:balazs.kakasi@gmail.com)

**Kivonat** Az ipari létesítmények nem kívánatos következményei lehetnek a toxikus melléktermékek, melyek elszállíthatnak és kiülepedhetnek. Az üledékekben összegyűlve folyamatos veszélynek tehetik ki a vízi élőlények egészségét, életképességét. Balatonfüzfő területén már az 1930-as évek eleje óta folyik ipari tevékenység, amely feltételezésünk szerint közvetlenül, illetve az üledékeken keresztül közvetve hatással lehetett a balatoni ökoszisztémára. Munkánk során a Balatonfüzfői-öböl négy pontján gyűjtött üledékminta genotoxikus potenciálját vizsgáltuk. A pozitív kontroll hígításaiban maradéktalanul megjelent a genotoxicitást jelző kék szín, ám a minták közül egy sem mutatott genotoxicitást a vizsgált hígítási tartományban.

**Kulcsszavak:** Genotoxicitás, SOS-Chromotest<sup>TM</sup>, Balatonfüzfői-öböl, üledék.

## Bevezetés

Az ipari létesítmények nem kívánatos következményei lehetnek a toxikus melléktermékek, melyek a kibocsátott füstgázokban kiülepedhetnek, vagy az elfolyókban és szennyvizekben összegyűlve elszállíthatnak, és útjuk során rakódhatnak le. Az üledékekben összegyűlve a részecskéhez tapadt szennyezőanyagok, mintegy a toxikus szennyezők rezervoárjaiként működve folyamatos veszélynek tehetik ki a vízi élőlények egészségét, életképességét. Számos genotoxicitás vizsgálatára alkalmas bioteszttel mutatnak már ki genotoxicitást ipari hulladékokból, elfolyókból és füstgázokból, legtöbb esetben fémfeldolgozók, olajfinomítók, papírgyárak és vegyi üzemekhez köthetően.

A Fűzfőgyártelep területén 1921-ben alakult meg a Magyar Lőporgyárüzemi Rt, mely eredetileg lőpor és robbanóanyag gyártás termelésével foglalkozott, majd folyamatos bővítések során az 1990-es évekre mintegy 600 hektár területen szerves- és szervetlen intermedierek, növényvédőszer-ek, ioncserélő műgyanták, nitrocellulózok, olajadalékok, műanyag alapanyagok és műanyagok, építőipari kemikáliák, ipari robbanóanyagok, faipari ragasztók, vegyipari és egyéb gépek, berendezések gyártása folyt. Az ipari tevékenységhez kapcsolódva a területen egy veszélyes hulladéklerakó is épült. Azt feltételeztük, hogy ilyen mértékű ipari tevékenység akár közvetlenül, illetve az üledékeken keresztül közvetve hatással lehetett a balatoni ökoszisztémára.

A Balatonfüzfő és Fűzfőgyártelep területén keletkező szennyvizeket a balatonfüzfői szennyvíztisztító telepen történő tisztítás után nem a Balaton vízgyűjtőjére, hanem a Veszprémi-sédbe vezetik, ezáltal védve a Balatont az elfolyókból származó közvetlen szennyezésektől. Ha az elfolyókból nem is, de a termelés során kibocsátott por és füstgázok által közvetve mégis szennyezések juthattak a Balatonba, főleg ha számításba vesszük, hogy a térségben több ipari jellegű baleset is történt. 2006 júniusában felrobbant a balatonfüzfői ipari parkban egy hatszáz négyzetméteres, eredetileg lőporraktárnak készült épület, amelyben negyven tonnányi pirotechnikai anyagot tároltak. 2008 januárjában robbanás történt, majd tűz ütött ki egy balatonfüzfői pirotechnikai üzem egyik raktárában, melyben a termelés során keletkezett, megsemmisítésre váró selejttanyagokat gyűjtötték. 2010 júliusában Fűzfő-gyártelepen, robbanás volt egy kigyulladt, veszélyes hulladékokat is tároló hulladékkezelő telepen és bár döntően alatta maradt a határértéknek a levegőbe került veszélyes anyagok szintje, előfordult, hogy elérte a határértéket.

A vizsgálatunk célja annak felmérése volt, hogy a Balatonfüzfői öbölben van-e a vizsgált üledékekben kimutatható genotoxikus szennyeződés. Ehhez az SOS-chromotest<sup>TM</sup>-et

használtuk, ami egy széles körben alkalmazott teszt környezeti minták esetén, melyek közül számos példa van üledékek toxicitásának vizsgálatára is (Chen&White 2004, Kwan & Dutka 1992, White et al 1996, Blase 1992).

## Anyag és módszer

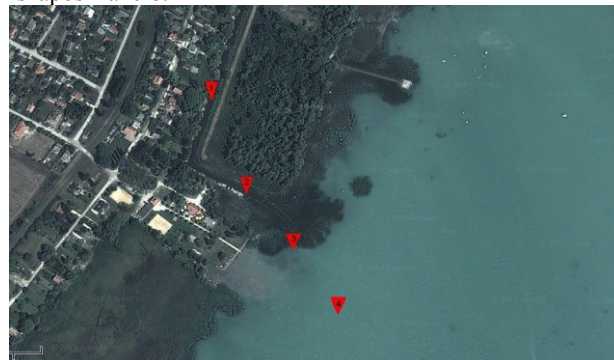
### Mintavétel és minták

A Balatonfüzfői öböl négy különböző pontján vettünk üledékmintát alacsony vízhozamú befolyónál egy intakt (cső) mintavevővel az üledékreteg felső 80-100cm-ből.



1. ábra: Cső mintavevő

A mintákon két frakció volt megkülönböztethető, a felső, barnás színű homokos frakció és az alsó, szürkés színű iszapos frakció.



2. ábra: Mintavételi pontok

- |    |                            |
|----|----------------------------|
| 1. | 47°03'26,5" ; 018°01'58,7" |
| 2. | 47°03'18,5" ; 018°02'00,6" |
| 3. | 47°03'15,9" ; 018°02'02,6" |
| 4. | 47°03'02,9" ; 018°02'01,0" |

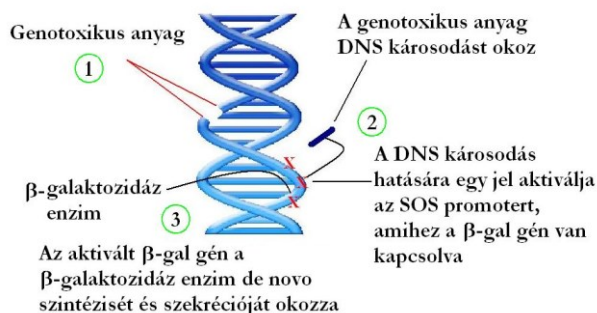
### Mintaelőkészítés

A frakciók elkülönítése után a mintákat inkubátorban légszárazra szárítottam (30°C-on), majd az extrakció készítéséhez 5-5g-ot mértem le táramérlegem. Az így előkészített mintákhoz 50 ml 0,1 %-os dimetil-szulfoxidot (DMSO) adagoltam, majd 30 percig rázattam. Az így kapott szuszpenziót redős szűrőpapíron át szűrtem. A szűrlet első 10 ml-ét előntöttem, a további szűrlet képezte a kivonatot.

### SOS-Chromotest<sup>TM</sup>

Az SOS-chromotest<sup>TM</sup> egy olyan kolorimetrikus bioteszt, mely hatékonyan alkalmazható genotoxikus potenciál vizsgálatára. A teszt egy génmódosított baktériumtörzset (*E.coli* PQ37) használ tesztszervezetként, melyben ha az ún. SOS javítómechanizmus aktiválódik valamilyen genotoxikus anyag hatására, akkor a sejtekben eredetileg nem található β-galaktózidáz enzim termelődése is megindul. Ha ehhez

megfelelő reagenst adagolunk, színreakció játszódik le, mely egyértelműen jelzi a genotoxicitást.



**3. ábra: A genotoxikus hatásnak kitett SOS-baktériumsejtekben zajló folyamatok**

Az SOS-chromotest™ a baktériumsejtek genotoxikus anyagokra adott elsődleges válaszreakcióját vizsgálja, amire a kapott szín intenzitásának spektrofotometriás meghatározásával egyértelmű választ ad. A mikroplétekre minden minta 4 hígításban került fel, két ismétlésben. A direkt genotoxicitás mérése mellett metabolikus aktiválást is végeztünk S9 májenzim-aktivációs kit segítségével. A mérés kivitelezése a kithoz mellékelt, műszeres értékeléshez ajánlott protokoll szerint történt (SOS Chromotest S9 Activation Enzymes version 6.4). Az eredmények értékelése műszeresen történt egy Dialab EL800 típusú plate readerrel. A teszt kvantitatív választ ad, komplex minták esetén az ún. SOS

indukciós faktort (SOSIF), ami a vizsgált minta hígításainak függvényében adja meg a baktériumokban kiváltott SOS válasz mértékét.

#### Eredmények

Az SOS-chromotest™ nem mutatott genotoxicitást egyik mintában sem. A pozitív kontroll esetében maradéktalanul megjelent a genotoxicitást jelző kék szín, de a vizsgált minták esetén még a legtöményebb koncentráció esetén sem. Ez jelentheti azt, hogy a mintákban nem volt genotoxikus anyag, vagy azt, hogy olyan alacsony koncentrációban van jelen, hogy a teszt nem volt képes kimutatni.

#### Köszönetnyilvánítás

A munka a TÁMOP-4.2.2/B-10/1-2010-0025 projekt keretében készült. A projekt a Magyar Állam és az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósulnak meg.

#### Irodalom

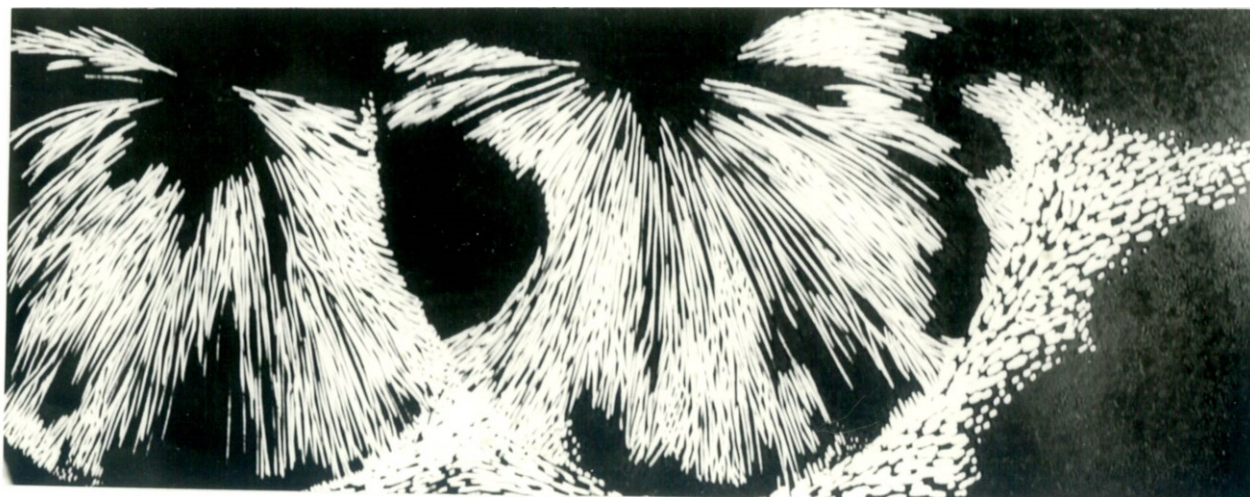
1. G. Chen, P.A. White, The mutagenic hazards of aquatic sediments: a review, *Mut. Res.* 567 (2004) 151–225
2. K.K. Kwan, B.J. Dutka, A novel bioassay approach: direct application of the toxi-Chromotest and the SOS Chromotest to sediments, *Environ. Toxicol. Water Qual.* 7 (1992) 49–60.
3. P.A. White, J.B. Rasmussen, C. Blaise, Comparing the presence, potency and potential hazard of genotoxins extracted from a broad range of industrial effluents, *Environ. Mol. Mutagen.* 27 (1996) 116–139.
4. R. Langevin, J.B. Rasmussen, H. Sloterdijk, C. Blaise, Genotoxicity in water and sediment extracts from the St. Lawrence River system, using the SOS Chromotest, *Water Res.* 26 (1992) 419–429.

#### Genotoxicity assessment of sediment samples collected in the Balatonfüzfő-basin

**B. Kakasi, N. Kováts, Sz. Nagy<sup>2</sup>, E. Horváth, A. Ács, Á. Ferincz, A. Kovács, G. Paulovits<sup>3</sup>**

**Abstract:** Toxic pollutants may appear as undesired consequences of industrial estates, either being resuspended from air emissions or being transported in effluents. Contaminants absorbed onto the surface of sediment may act as a reservoir, posing a constant risk to aquatic biota. In the area of Balatonfüzfő, industrial activity has been going on since the 1930's. In the early years, the gunpowder plant and the chemical plants might have had direct or indirect effect on the ecosystem of Lake Balaton. In our work, genotoxic potential of four sediment samples collected at different spots of the Balatonfüzfő-basin was assessed using a colorimetric assay, the SOS-Chromotest™. Both direct genotoxicity and genotoxicity after metabolic activation were measured from the sediment extracts. Neither sample showed genotoxicity. The study was supported by the TÁMOP-4.2.2/B-10/1-2010-0025 project.

**Keywords:** Genotoxicity, SOS-Chromotest™, Balatonfüzfő-basin, sediment.



*Klossy Irén alkotása*