



Félvezető perovszkitok hatása a környezetre

DÁVID Adrienn-Dorisz¹, KOZMA Kincső¹, SZABÓ Renáta¹, SOÓS Gergő¹, ALBERT Krisztina¹, DÉNES Anna¹, SZALMA Lilla², GYULAVÁRI Tamás², SOLYMOS Karolina², KERESZTES Lujza¹, KÓNYA Zoltán², PAP Zsolt^{1,2,3}

¹ Babeş–Bolyai Tudományegyetem, Biológia és Geológia Kar, Magyar Biológiai és Ökológiai Intézete

² Szegedi Tudományegyetem, Természettudományi és Informatika Kar, Alkalmazott és Környezeti Kémiai Tanszék

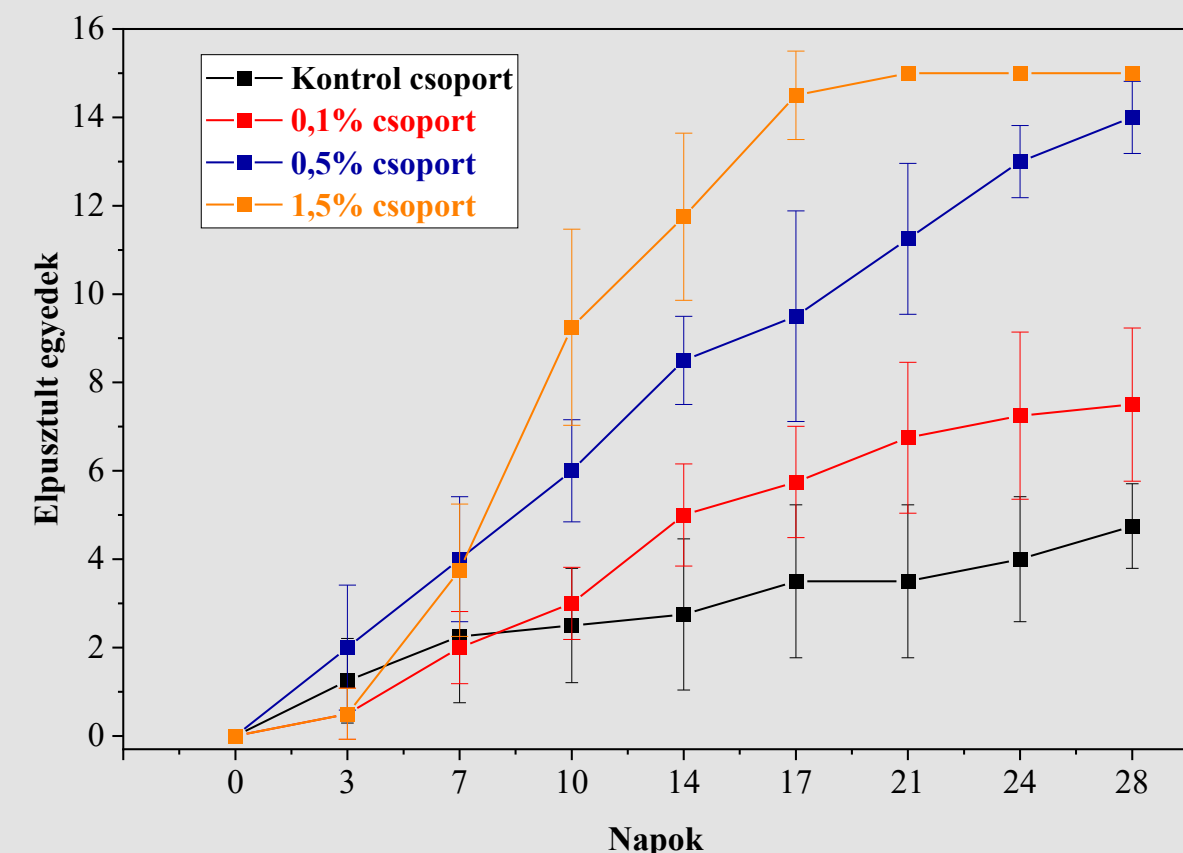
³ Babeş-Bolyai Tudományegyetem, 3B Központ

Bevezetés

- A perovszkit napelemeknek jó teljesítmény-átalakítási hatásfokuk van (26%), emellett pedig relatíve alacsony anyagköltséggel rendelkeznek
- A CsMeX₃ perovszkitok instabilnak tekinthetők valós környezeti körülmények között. elsősorban a nedvesség, a hő és a fény indukálhatja az átalakulási folyamatokat
- Kutatásaink során a CsPbI₃, CsPbBr₃, és Cs₂SnI₆ perovszkitok potenciális toxikus hatását vizsgáljuk modellszervezetek és modell sejtvonalak segítségével
- Az anyagok szolvotermális szintézisét követően, anyagtudományi módszerekkel (röntgendiffraktometria, diffúz reflexiós spektrofotometria és pásztázó elektronmikroszkópia) igazoltuk a szintézis sikerességét illetve jellemeztük a különböző hőmérsékleten nyert anyagokat

Ászkarákokon végzett ökotoxikológiai vizsgálatok

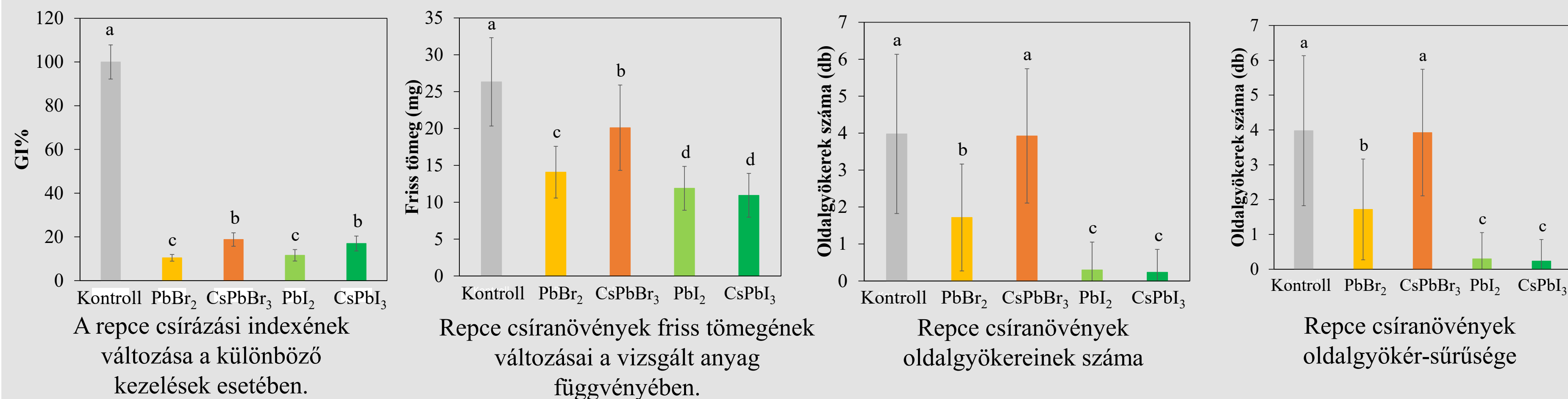
4 hetes periódusokban végzett vizsgálatok, 4 ismétléssel minden vizsgált csoportra. Minden csoportban 15 *Porcellio laevis* egyedét vizsgáltunk. 0.1%, 0.5%, 1.5% koncentráción vizsgáltuk a CsPbI₃ anyag hatását az ászkarákok túlélésére.



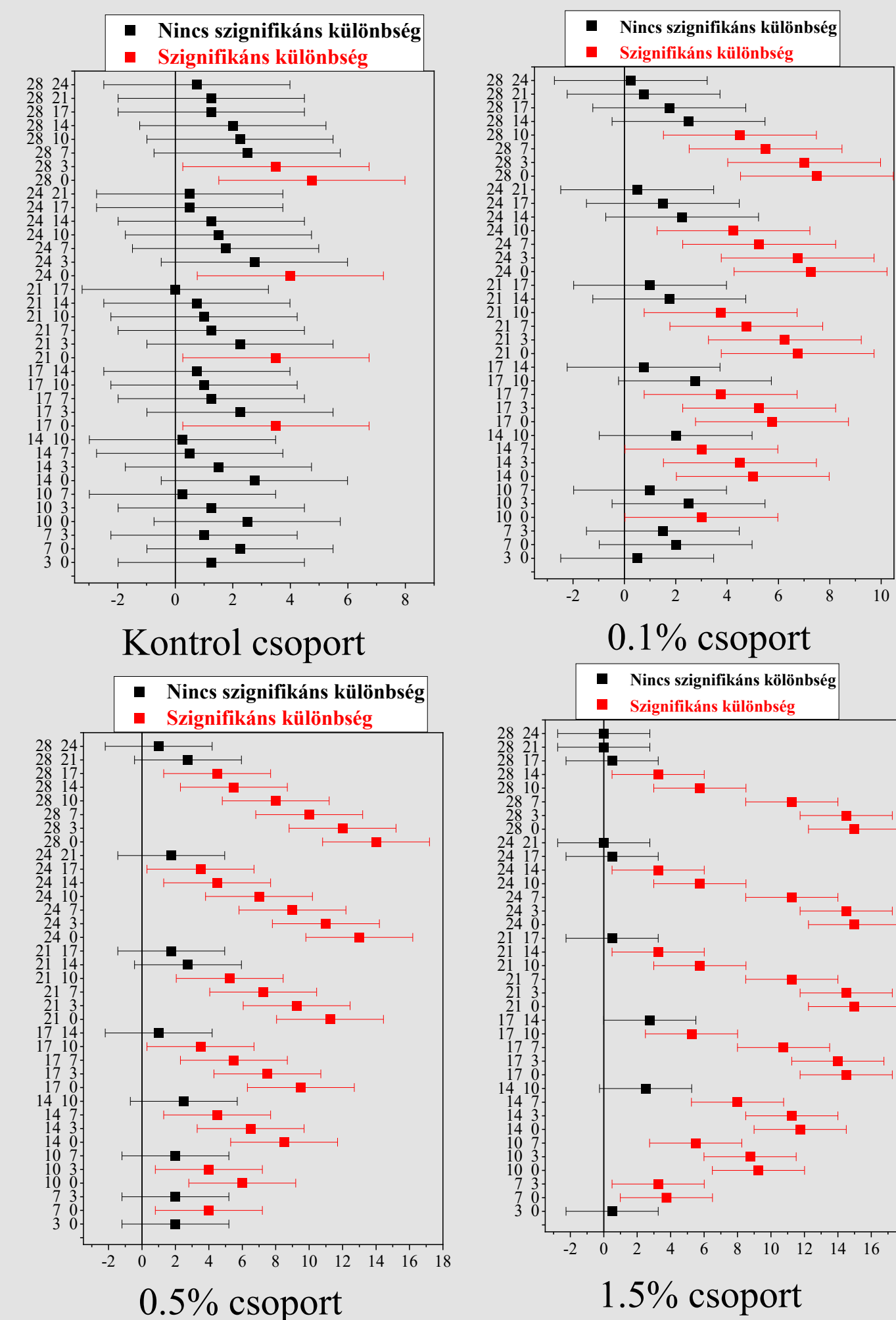
Mortalitási görbe a vizsgált csoportokra és a kontroll csoportra vonatkozólag

Fitotoxikológiai vizsgálatok

CsPbBr₃ és CsPbI₃ perovszkitok és referenciaként PbI₂ és PbBr₂ sók fitotoxikológiai vizsgálatára került sor, 1 g/L koncentrációban

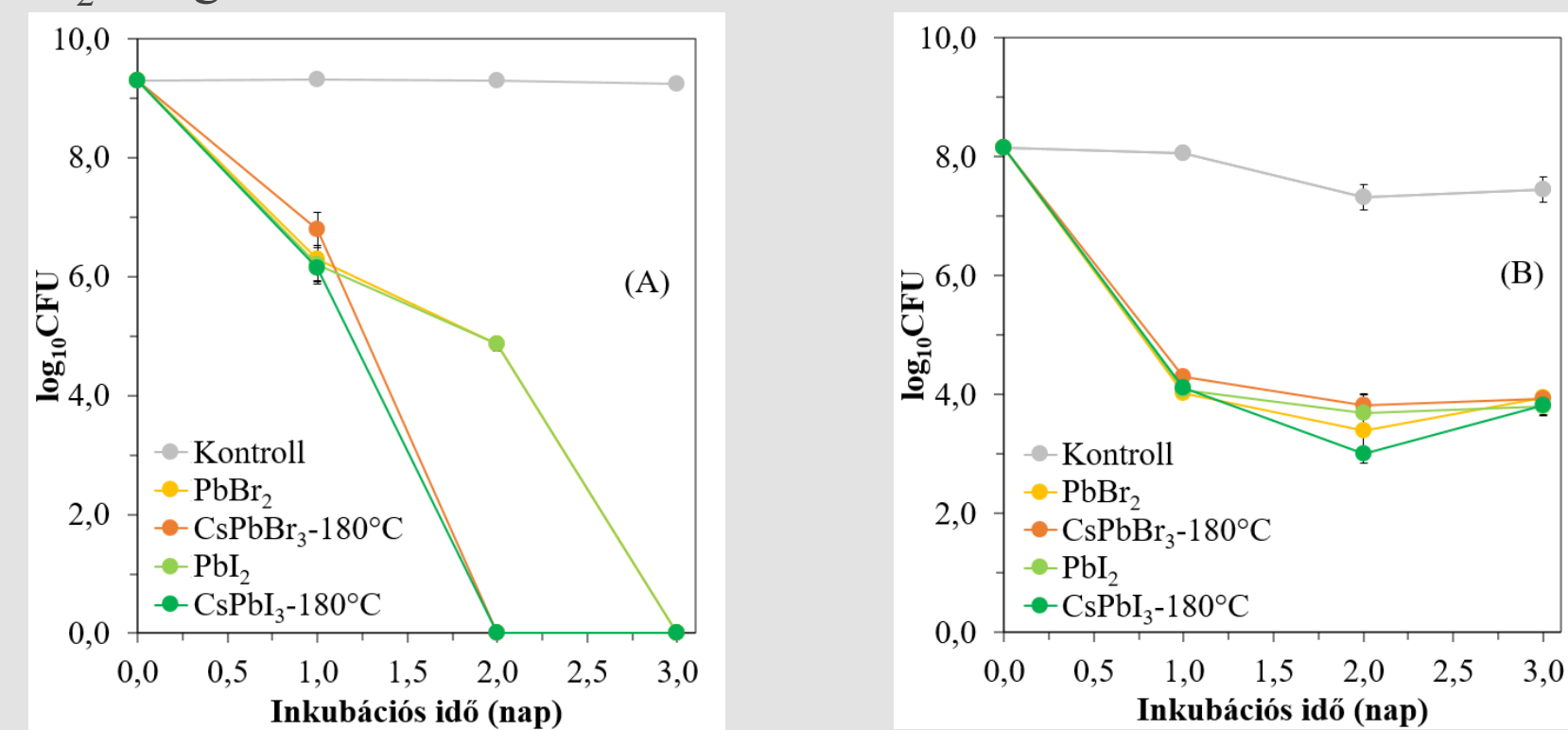


Porcellio laevis - Tukey diagramm



Mikrobiális toxicitás vizsgálata

Kísérletünk során a CsPbI₃ és CsPbBr₃ anyagokat (1 g/L) vizsgáltuk, hogy van-e szignifikáns hatása az *E. coli* és *Bacillus licheniformis* baktériumfajok túlélésére. Referenciaanyagként a PbI₂ és PbBr₂ vizsgálatára is sor került.



E. coli (A) és *Bacillus licheniformis* (B) logaritmizált sejtszámainak változása fiziológias sóoldatban 3 napos inkubáció során 1 g/L perovszkit hozzáadásával.

Összegzés

- Az **ászkarákok** esetében az eredmények egyértelmű **koncentrációfüggő hatást** mutattak a mortalitásra. A Tukey-próba alapján a perovszkit koncentrációjának növekedésével a mortalitás szignifikánsan emelkedett, és a hatások jól elkülöníthetők voltak az egyes koncentrációsintek között.
- Repce** vizsgálata során a csírázásban nem volt szignifikáns gátlás, azonban több morfológiai és élettani paraméter eltérést mutatott. A jód-tartalmú vegyületek (**PbI₂**, **CsPbI₃**) minden növekedési jellemzőt jelentősen csökkentettek és oxidatív stresszt okoztak, míg a bróm-tartalmúak (**PbBr₂**, **CsPbBr₃**) enyhébb, részben adaptív hatást váltottak ki.
- Mikrobiológiai** tesztek során **CsPbI₃**, **CsPbBr₃**, **PbI₂** és **PbBr₂** minták szignifikánsan csökkentették a sejtszámot a kontrollhoz képest. *E. coli* esetében a félvezetők gyorsabb sejtpusztulást okoztak, mint a referenciaanyagok. *B. licheniformis* esetében a sejtszám az első napra megfeleződött, majd stagnált, valószínűleg spóráképzés miatt. Eredményeink szerint a Gram-pozitív törzs ellenállóbbnak bizonyult, mint a Gram-negatív.
- HaCaT sejtvonal** vizsgálata alapján a cézium-ón-jodid és cézium-ólom-jodid **citotoxikus** vizsgálatai azt mutatták, hogy mindkét anyag esetében a viabilitás függ az alkalmazott szuszpenzió koncentrációjától és a szintézis hőmérsékletétől.

HaCaT sejtvonalra gyakorolt toxicitás vizsgálata

A cézium-ólom-jodid és a cézium-ón-jodid minták hatása a sejtvitalitásra: HaCaT keratinocita sejtek inkubálása a tesztelt anyaggal a következő koncentrációkon: 1.8 – 5000 µg/mL

