Ólom és ón alapú mikro- és nanorészecskék toxikológiájának összehasonlító vizsgálata HaCaT sejtvonalakon

Toxicological investigation of lead- and tin-based micro- and nanoparticles on HaCaT cell lines

ALBERT Krisztina[1,4], DÁVID Adrienn-Dorisz[1], SZALMA Lilla[2], BUKOR Tamás[2], LICĂRETE Emilia[1], PAP Zsolt[1,2,3], KERESZTES Lujza[1], BAIA Lucian[4]

[1]Babeș–Bolyai Tudományegyetem, Biológia és Geológia Kar, Republicii 44, Kolozsvár, RO400015

[2]Szegedi Tudományegyetem, Természettudományi és Informatika Kar, Alkalmazott és Környezeti Kémiai Tanszék, Rerrich Béla tér 1, Szeged, HU-6720

[3]Babeș–Bolyai Tudományegyetem, 3B Központ, Clinicilor, Kolozsvár, RO-40006

[4]Babeș–Bolyai Tudományegyetem, Fizika Kar, Fizika Doktori Iskola, Mihail Cogălniceanu 1, Kolozsvár, 400084

a.krisztinaaa@gmail.com

ABSTRACT

Perovskite-based solar cells represent a recently emerged method for harvesting solar energy. Although $CsPbI_3$ perovskite is promising for solar cell applications, its lead content necessitates the search for more environmentally friendly alternatives, such as Cs_2SnI_6. The two perovskite types involved in this study were synthesized via hydrothermal methods at various temperatures. Cytotoxicity assays were conducted on a human keratinocyte (HaCaT) cell line. For testing, a 15-point concentration series ranging between 1.875 and 5000 µg/mL was prepared, alongside reference materials (NaBr, NaI, CsI, SnI_4). Our results demonstrate that $CsPbI_3$ exhibits a proliferation maximum followed by a more toxic region, with the concentration endpoints also deemed more toxic. In the case of Cs_2SnI_6, viability decreases toward the endpoints, albeit to a lesser extent than observed for $CsPbI_3$. Thus, replacing lead with tin does not necessarily provide a safer alternative, as the cytotoxicity observed even at low concentrations indicates that the low-dose, low-risk principle does not apply.

Keywords: nanoparticle, HaCaT, toxicity, solar panel, perovskite

ÖSSZEFOGLALÓ

A perovszkit alapú napelemek használata újonnan elterjedt módszer a Nap energiájának felhsználására. A $CsPb_3$ perovszkit ígéretes a napelemek használatában, viszont ólomtartalma miatt fontos egy környezetbarátabb alternatíva keresése, mint például a Cs_2SnI_6. A vizsgálatban szereplő két perovszkit típust hidrotermális módszerekkel állítottuk elő különböző hőmérsékleteken. A hatásvizsgálatokat humán keratinocita (HaCaT) sejtvonalon végeztük. A teszteléshez egy 15 elemű, 1,875 és 5000 µg/mL közötti koncentráció-sorozatot állítottunk elő, valamint referenciaanyagokat (NaBr, NaI, CsI, SnI_4) is vizsgáltunk. Eredményeinkből látszik, hogy a $CsPbI_3$ esetében jelen van egy proliferációs maximum, melyet egy toxikusabb régió követ, és a végpontok is toxikusabb régióknak számítanak. A Cs_2SnI_6 esetében a végpontokhoz közeledve csökken a viabilitás, de nem akkora mértékben, mint a $CsPbI_3$ esetében. Az ón használata tehát nem jelent feltétlenül biztonságosabb alternatívát az ólom helyett, mivel az alacsony koncentrációk esetén is megfigyelhető sejttoxicitás azt jelzi, hogy az alacsony dózis-alacsony kockázat elv nem érvényesül.

Kulcsszavak: nanorészecske, HaCaT, toxicitás, napelem, perovszkit