Perovszkit mikrokristályok fitotoxikológiai vizsgálata

Phytotoxicological study of perovskite microcrystals

SZABÓ Renáta[1]*, SOÓS Gergő[1], SZALMA Lilla[2], GYULAVÁRI Tamás[2], KÓNYA Zoltán[2], BODOR Attila[3], PEREI Katalin[3], FEIGL Gábor[4], PAP Zsolt[2,5]

[1] Babeș–Bolyai Tudományegyetem, Biológia és Geológia Kar, 400015, Cluj-Napoca, Str. Republicii nr. 44

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

[3] Szegedi Tudományegyetem, Biotechnológiai és Mikrobiológiai Tanszék, Közép fasor 52, Szeged, HU-6726

[4] Szegedi Tudományegyetem, Növénybiológiai Tanszék, Közép fasor 52, Szeged, HU-6726

[5] Babeş-Bolyai Tudományegyetem, 3B Központ, Clinicilor 5–7, Kolozsvár, RO-400006

*szaboreni2468@gmail.com

ABSTRACT

In this present study, $CsPbI_3$ and $CsPbBr_3$ nanoparticles were synthesized, and their phytotoxicological effects were investigated. The synthesis was carried out at 130 °C and 180 °C using solvothermal crystallization. The samples obtained were characterized by X-ray diffraction (XRD), scanning electron microscopy (SEM), and diffuse reflectance spectroscopy (DRS). Although both materials show promise for future applications in solar cells, their degradation and replacement after use may render them potential active waste. Their phytotoxicity was examined *in vitro* at a concentration of 1 g/L using oilseed rape (*Brassica napus* L.) seeds. After a 5-day incubation period, germination index, primary root length, number of lateral roots, and fresh biomass were evaluated. $CsPbI_3$ exhibited a clearly negative effect: roots were significantly shorter, and the number of lateral roots decreased compared to the control. In the case of $CsPbBr_3$, the primary root was also shorter, but the number of lateral roots did not change significantly. The denser appearance of lateral roots in this case may represent an adaptive mechanism of the plant, allowing it to cope with unfavorable environmental conditions. Furthermore, component-comparative and salt-based in vitro measurements at 1 g/L concentration revealed that individual precursor ions and degradation products (such as $PbBr_2$, PbI_2, and various alkali halides) also drastically inhibit root elongation and decrease the germination index (GI%), while specific treatments trigger significant anthocyanin accumulation as a prominent stress response.

Keywords: nanoparticle, phytotoxicity, solvothermal crystallization, rapeseed (*Brassica napus* L.)

ÖSSZEFOGLALÓ

A jelen kutatás során $CsPbI_3$ és $CsPbBr_3$ nanorészecskéket állítottunk elő, majd ezek fitotoxikológiai hatását vizsgáltuk. A szintézist 130 °C-on és 180 °C-on, szolvotermális kristályosítással végeztük. A mintákat röntgendiffrakcióval (XRD), pásztázó elektronmikroszkópiával (SEM), valamint diffúz reflexiós spektrofotometriával (DRS) jellemeztük. A két anyag napelemekben való jövőbeni alkalmazása ugyan ígéretes, viszont ezek amortizációja és lecserélése után aktív hulladékként is tekinthetünk rájuk. Fitotoxicitásukat *in vitro* kísérleti rendszerben, 1 g/L koncentrációban, repce (*Brassica napus* L.) magvain vizsgáltuk. Az 5 napos inkubációt követően a csírázási index, a főgyökér

hossza, az oldalgyökerek száma és a friss tömeg alapján értékeltük a hatásokat. A $CsPbI_3$ egyértelműen negatív hatást mutatott: a gyökerek jelentősen rövidültek, és az oldalgyökerek száma is csökkent a kontrollhoz viszonyítva. A $CsPbBr_3$ esetében a főgyökér szintén rövidebb volt, ugyanakkor az oldalgyökerek száma nem változott számottevően. Az oldalgyökerek sűrűbb megjelenése ebben az esetben a növény lehetséges adaptációs mechanizmusaként értelmezhető, amellyel a kedvezőtlen környezeti körülményekhez igyekszik alkalmazkodni. A kiegészítő, 1 g/L koncentrációjú komponens- és só-összehasonlító vizsgálatok eredményei rámutattak arra is, hogy az egyes kiindulási ionok és bomlástermékek (pl. $PbBr_2$, PbI_2, CsBr) jelenléte drasztikusan gátolja a főgyökér növekedését és a csírázási indexet (GI%: 10-21%), emellett a $CsPbI_3$, a PbI_2 és CsBr kezelések hatására a sziklevelekben markáns antocián-felhalmozódás (stresszreakció) figyelhető meg.

Kulcsszavak: nanorészecske, fitotoxicitás, szolvotermális kristályosítás, repce

Köszönetnyilvánítás: A szerzők köszönik a 2021-1.2.6-TÉT-IPARI-MA-2022-00009 jelű pályázatnak, valamint Pap Zsolt a Bolyai János kutatói ösztöndíjának (BO/00827/25/7) a támogatást.