Mezőgazdaságban (is) alkalmazott nanoanyagok hatásai és rejtett ökotoxikológiai veszélyei

Effects and Hidden Ecotoxicological Hazards of Nanomaterials Used in Agriculture and Beyond

KOVÁCS Gábor[1], SZTANKOVICS Alexandra[1], OLÁH Ágota[1], ORBÁN Kincső-Katalin[1,2], CZEKES Zsolt[1], MOLNÁR Katalin[1,3], BABCSÁNYI Izabella[1,2]

[1] Sapientia EMTE, Kertészmérnöki Tanszék, Calea Sighișoarei nr. 2., Marosvásárhely/Koronka, 540485

[2] Szegedi Tudományegyetem, Természet- és Környezetföldrajz Tanszék, Egyetem utca 2-6, Szeged, 6722

[3] Sapientia EMTE, Élettudományi Tanszék, Ciucului nr. 50, Sepsiszentgyörgy, 520036

*e-mail: kovacs.gabor@ms.sapientia.ro

ABSTRACT

Engineered nanomaterials are increasingly applied in agriculture as nanofertilizers, nanopesticides and soil amendments, while photoactive nanoparticles released from other sectors also reach agricultural soils and waters. Their small size, high reactivity, and ability to behave as catalysts could raise concerns that conventional toxicity testing may fail to capture. This work reviews the effects of widely used nanomaterials (e.g., ZnO, CuO, and TiO_2) on crop plants, soil microbiota, and non-target organisms, including social insects such as ants. We highlight hidden hazards such as sublethal and behavioral effects, light-dependent toxicity, environmental transformation and dissolution, and we argue for more realistic, exposure-based risk assessment.

Keywords: engineered nanomaterials; nanofertilizers; ecotoxicology; non-target organisms

ÖSSZEFOGLALÓ

A nanoanyagok felhasználása egyre szélesebb körben elterjedt, többek között a mezőgazdaságban nanotrágyaként, nanopeszticidként és talajjavító adalékként. Emellett más ágazatokból származó fotoaktív nanorészecskék is bejuthatnak a mezőgazdasági talajokba és vizekbe. Kis méretük, nagy reakcióképességük és katalitikus tulajdonságaik miatt olyan kockázatokat hordozhatnak, amelyeket a hagyományos toxicitási vizsgálatok gyakran nem tárnak fel. Jelen munka áttekinti a széles körben használt nanoanyagok (pl. ZnO, CuO és TiO_2) hatásait a haszonnövényekre, a talajmikrobiótára és a nem célzott szervezetekre, köztük olyan szociális rovarokra, mint a hangya. Kiemeljük a rejtett veszélyeket, például a szubletális és viselkedési hatásokat, a fényfüggő toxicitást, a környezeti átalakulást és az oldódást, szorgalmazva a realisztikusabb, expozícióalapú kockázatbecslést.

Kulcsszavak: nanoanyagok; nanotrágyák; ökotoxikológia; nem-célszervezetek

Acknowledgments: This work was supported by a grant of the Ministry of Research, Innovation and Digitization, CNCS - UEFISCDI, project number PN-IV-P2-2.1-TE-2023-2073, within PNCDI IV.