

Toksykokinetyka i toksyczność nanocząstek cynku u dżdżownicy *Eisenia andrei*

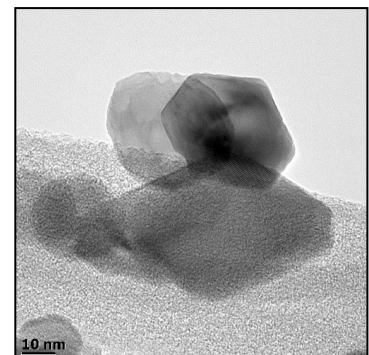
Co łączy ze sobą krem z filtrem UV, elektryczny oczyszczacz powietrza, płyn do mycia szyb i skarpetki antybakteryjne? We wszystkich tych produktach wykorzystano nanotechnologię, która jest jedną z najszybciej rozwijających się dziedzin nauki i technologii XXI wieku. Wzrost wykorzystania nanomateriałów jest obserwowany w różnych sektorach przemysłu i w rolnictwie. Wśród produkowanych (inaczej: „projektowanych”; ang. *engineered*) nanomateriałów do najbardziej popularnych należą nanocząstki (ang. *nanoparticles*, NP) metali. Jednymi z produkowanych w największych ilościach są NP tlenku cynku (ZnO-nano) (Rysunek 1), które ze względu na swoje właściwości często wykorzystywane są w kremach z filtrem UV, materiałach tekstylnych, detergentach, farbach czy panelach słonecznych. Z rosnącą produkcją i wykorzystaniem NP wiąże się ryzyko ich niekontrolowanego uwalniania do środowiska, w tym do gleby, gdzie NP mogą zagrażać żyjącym w niej organizmom i zaburzać funkcjonowanie biocenoz. Choć pierwsze badania toksyczności ZnO-nano dla organizmów glebowych wskazywały na większą toksyczność Zn w formie jonowej (Zn^{2+}) niż w formie NP, to jednak wyniki ostatnio opublikowanych badań pokazują, że toksyczność tych drugich może być niedoszacowana.

Kiedy organizm jest ekspozycyjnie na działanie substancji toksycznej, może radzić sobie z jej negatywnym oddziaływaniem na różne sposoby. Metale, w przeciwieństwie do związków organicznych, nie podlegają biologicznej degradacji, dlatego mogą być akumulowane, rozpraszane po organizmie lub eliminowane, a procesy te mogą zmieniać się w czasie. Do opisu tych procesów służą modele toksykokinetyczne, które wykorzystałam do zbadania różnic w sposobie regulacji przez dżdżownic stężenia cynku pochodzącego z formy jonowej i z ZnO-nano. Cynk jest niezbędny do prawidłowego funkcjonowania organizmów i w postaci jonowej jest dobrze regulowany przez wiele organizmów glebowych, w tym dżdżownic. Spodziewałam się jednak, że ZnO-nano, ze względu na swoje odmienne właściwości, może być pobierany i wydalany przez organizm w inny sposób niż ma to miejsce w przypadku formy jonowej.

Przeciwdziałanie negatywnym skutkom ekspozycji, będące wypadkową akumulacji i/lub eliminacji metalu, może przyczyniać się do zmian w funkcjonowaniu organizmu. W normalnych warunkach środowiskowych organizm przetwarza spożyty pokarm na energię, którą wykorzystuje do utrzymania się przy życiu, a ewentualne nadwyżki energii przeznacza na wzrost i rozmnażanie. W przypadku, gdy energia musi być dodatkowo zużyta na procesy detoksykacji, zasoby te zostają uszczuplone. Dlatego w moich badaniach mierzę także wydatek energetyczny związany z ekspozycją dżdżownic na ZnO-nano lub Zn^{2+} , w celu sprawdzenia jak ekspozycja na różne formy Zn wpływa na fizjologię badanych zwierząt.

Stres oksydacyjny i tworzenie reaktywnych form tlenu są wskazywane jako główne skutki niekorzystnego działania NP na organizm. Stany te powodują zmiany w obrębie komórek organizmu prowadzące do spadku poziomu ATP, co w efekcie może przyczyniać się do śmierci komórek. Wobec tego pomiar stosunku ADP/ATP wydaje się być dobrym biomarkerem stresu u dżdżownic, także po ich ekspozycji na różne formy Zn. Dodatkowo planuję dokonać oceny zmian histopatologicznych w obrębie jelita ekspozycyjnie dżdżownic. To właśnie do przewodu pokarmowego trafiają pobrane przez dżdżownic metale i jest to pierwsze miejsce, w którym można zaobserwować toksyczne skutki działania ich podwyższonych stężeń.

Prowadzone przeze mnie badania przyczynią się do poszerzenia wiedzy na temat: 1) toksykokinetyki odmiennych form cynku, 2) mechanizmów gospodarowania zasobami energetycznymi w obecności czynnika stresowego, jakim są NP, 3) komórkowych reakcji na stres. Choć badania nie mają na celu rozwiązania problemów praktycznych, to jednak w dalszej perspektywie mogą znaleźć zastosowanie w ocenie ryzyka ekologicznego (ang. *Ecological Risk Assessment*, ERA), szczególnie że są one przeprowadzone na gatunku standardowo wykorzystywanym w badaniach ekotoksykologicznych, jakim jest dżdżownica *Eisenia andrei*.



Rysunek 1. Zdjęcie ZnO-nano wykonane przy użyciu transmisyjnego mikroskopu elektronowego (TEM).