



Badanie właściwości detoksykacyjnych nanocząstek selenu w odniesieniu do różnych form chemicznych rtęci z wykorzystaniem nowych metod analitycznych

Rtęć (Hg), jako jeden z najbardziej toksycznych pierwiastków o silnym działaniu neuro-, kardio- i immunotoksycznym, jest powszechnie występującym zanieczyszczeniem środowiska. Światowa Organizacja Zdrowia (WHO) zalicza ją do czołówki 10 najgroźniejszych substancji chemicznych poważnie zagrażających zdrowiu publicznemu. W związku z tym, organizm człowieka nieustannie narażony jest na degeneracyjne działanie różnych form chemicznych Hg takich jak Hg nieorganiczna, metylortęć (MeHg) oraz etylortęć (EtHg) będąca produktem przemian metabolicznych tiomersalu. Ponad trzy dekady temu odkryto antagonistyczne, w stosunku do rtęci, właściwości selenu. W kontekście procesu detoksykacji rtęci w organizmie człowieka, do tej pory przedmiotem badań były jedynie organiczne i nieorganiczne związki selenu. Nanocząstki selenu (SeNPs), przede wszystkim ze względu na mniejszą toksyczność w stosunku do innych form selenu, wykazują wysoki potencjał bioaplikacyjny jako nowy typ antagonistów rtęci.

Badania interdyscyplinarne przeprowadzone w ramach realizacji projektu pozwoliły nam zweryfikować możliwość zastosowania SeNPs w procesie detoksykacji Hg zachodzącym w organizmie człowieka i lepiej zrozumieć mechanizmy unieszkodliwiania Hg w wyniku oddziaływania z SeNPs. SeNPs otrzymaliśmy na drodze biologicznej syntezy wykorzystując odpowiednio komórki drożdży *Saccharomyces cerevisiae var boulardii* oraz ekstrakt drożdżowy jako substraty reakcji pełniące jednocześnie rolę reduktora prekursora Se oraz stabilizatora otrzymanych nanostruktur. Biologiczna synteza nanomateriałów umożliwiła ograniczenie zużycia toksycznych reagentów podczas procesu, dzięki czemu wpłynęła na wzrost bezpieczeństwa stosowania nanocząstek w organizmach żywych. Na podstawie testów cytotoxyczności MTT stwierdziliśmy, że toksyczność SeNPs otrzymanych na drodze obu syntez jest mniejsza w odniesieniu do nieorganicznej formy Se. Test przeprowadziliśmy z wykorzystaniem linii komórek prawidłowych wątroby szczurzej, ponieważ wątroba jako jeden z najważniejszych organów układu pokarmowego pełni kluczową rolę zarówno w magazynowaniu, jak i detoksykacji organizmu usuwając szkodliwe produkty przemiany materii i toksyny obecne w układzie krwionośnym. Wykazaliśmy, że otrzymane SeNPs są zdolne do tworzenia korony białkowej po oddziaływaniu z białkiem transportowym, albuminą ludzką, przy czym nanocząstki otrzymane przy użyciu ekstraktu drożdżowego charakteryzują się większą zdolnością do adsorpcji białka na swojej powierzchni. Stwierdziliśmy, że SeNPs wykazują potencjał zastosowania w obszarach biomedycznych. Dzięki opracowaniu metod analitycznych opartych na fotochemicznym generowaniu lotnych form Hg potwierdziliśmy antagonistyczne w stosunku do różnych form chemicznych Hg właściwości SeNPs. Wykorzystanie stacjonarnego układu do przeprowadzenia reakcji fotochemicznej, umożliwiło nam potwierdzenie zdolności detoksykacyjnych SeNPs bezpośrednio w mieszaninie reakcyjnej w obecności Hg bez konieczności wydzielenia połączenia SeNPs-Hg, co ograniczyło potencjalny wpływ etapu przygotowania próbki na równowagę tworzenia połączenia. Na podstawie otrzymanych wyników, przypuszczamy że oddziaływanie SeNPs-Hg opiera się na procesie adsorpcji, w wyniku czego dochodzić może do powstawania, w końcowym etapie procesu, połączeń Hg-Se obecnych na powierzchni nanocząstek.

Usytuowanie projektu na pograniczu nanotechnologii, chemii i biologii pozwoliło nam na całościowe spojrzenie na badany problem oraz poszerzenie wiedzy w mało poznanym dotychczas obszarze właściwości i zastosowań SeNPs w detoksykacji rtęci w organizmie człowieka. Wyniki projektu przyczyniły się do lepszego poznania właściwości i bezpieczeństwa stosowania nanocząstek, a także mechanizmów, dzięki którym SeNPs ujawniają swój potencjał detoksykacyjny. Z pewnością zaproponowane metody analityczne dają możliwość rozszerzenia badań w kierunku analizy oddziaływań SeNPs choćby z innymi metalami ciężkimi. Prostota konstrukcji układu pomiarowego, jak i samych metod, a także możliwość ich wykorzystania do oznaczania Hg w próbkach o złożonej matrycy biologicznej i środowiskowej sprawia, że zaproponowane postępowania analityczne mogą znaleźć zastosowanie do rutynowych oznaczeń zawartości Hg w laboratoriach naukowych, a być może w dłuższej perspektywie, w analizie klinicznej z zakresu toksykologii (monitorowanie zatrucia rtęcią i detoksykacji).