

Zastosowanie nowych metodyk analitycznych w badaniu właściwości detoksykacyjnych nanocząstek selenu w stosunku do związków rtęci

Rtęć (Hg) jest jednym z najbardziej toksycznych pierwiastków, zagrażającym zdrowiu człowieka. Organizm człowieka narażony jest na degeneracyjne działanie różnych form chemicznych Hg takich jak Hg nieorganiczna, metylortęć (MeHg) oraz etylortęć (EtHg) będąca produktem przemian metabolicznych tiomersalu. Właściwości antagonistyczne w stosunku do związków rtęci wykazuje selen, a alternatywą w odniesieniu do powszechnie wykorzystywanych związków selenu w procesie detoksykacji mogą być nanocząstki selenu (SeNPs). Badania związane z weryfikacją antagonistycznych w stosunku do związków Hg właściwości nanoselenu wymagają odpowiednich narzędzi analitycznych. Ponadto, ocena potencjalnego zastosowania nanomateriałów w układach biologicznych, w tym w organizmie człowieka, związana jest z koniecznością ich szczegółowej charakterystyki. Zarówno wydajność syntezy, jak i zdolność oddziaływania z cząsteczkami biologicznymi, np. w postaci białka oraz cytotoxycywność nanocząstek (NPs) determinuje ich możliwości aplikacyjne.

Odpowiednio zaprojektowany proces syntezy SeNPs, wykorzystujący nietoksyczne reagenty i charakteryzujący się wysoką wydajnością reakcji, zwiększa szansę ich zastosowania w układach biologicznych, dlatego do badania właściwości detoksykacyjnych SeNPs wybrano nanocząstki powstałe na drodze syntezy biologicznej wykorzystującej odpowiednio komórki drożdży *Saccharomyces cerevisiae* var. *boulardii* bądź ekstrakt drożdżowy. Niższa toksyczność obu rodzajów SeNPs w odniesieniu do nieorganicznej formy Se potwierdzona została za pomocą testu cytotoxycywności MTT. W celu pełnej oceny możliwości wykorzystania SeNPs w układach biologicznych ważne jest również określenie zdolności nanoselenu do translokacji w organizmie człowieka. Na podstawie badań oddziaływania SeNPs z białkiem transportowym, albuminą ludzką, potwierdzono zdolność NPs do tworzenia korony białkowej, z jednoczesnym wykazaniem zróżnicowanej efektywności adsorpcji białka na powierzchni w zależności od rodzaju SeNPs. Głównym celem prac badawczych było zbadanie właściwości detoksykacyjnych SeNPs w odniesieniu do związków Hg. Wyniki prowadzonych badań potwierdziły, że SeNPs wykazują możliwość potencjalnego zastosowania w procesie neutralizacji Hg zachodzącym w organizmie człowieka ze względu na działanie detoksykacyjne polegające na tworzeniu połączeń z nieorganicznymi i organicznymi związkami rtęci. Monitorowanie stężenia biodostępnej frakcji Hg możliwe było dzięki opracowanym metodykom analitycznym opartym na fotochemicznym generowaniu lotnych form Hg z wykorzystaniem zarówno przepływowego, jak i stacjonarnego układu do przeprowadzenia reakcji fotochemicznej. Stwierdzono, że efektywność adsorpcji rtęci nieorganicznej na powierzchni SeNPs przewyższała efektywność adsorpcji organicznych form rtęci. Dzięki zastosowaniu technik spektrometrycznych pracujących w trybie pojedynczej cząstki potwierdzono potencjał detoksykacyjny SeNPs w odniesieniu do związków rtęci także w obecności komórek drożdżowych jako organizmu modelowego. Badania związane z analizą przy użyciu SP-ICP-MS wykonane zostały podczas zagranicznego stażu naukowego. Pobyt w zagranicznym ośrodku naukowym zaowocował ponadto badaniami obejmującymi szczegółową charakterystykę procesu syntezy SeNPs z wykorzystaniem ekstraktu drożdżowego oraz badaniem ich zachowania w symulowanym układzie trawiennym przy użyciu SP-ICP-MS, a także identyfikacją związków biorących udział w powstawaniu SeNPs i funkcjonalizacji ich powierzchni. Otrzymane wyniki przyczyniły się do poszerzenia wiedzy m.in. w zakresie bioprzyzwajalności SeNPs.

Usytuowanie prac badawczych na pograniczu chemii, nanotechnologii i biologii pozwoliło na kompletną charakterystykę SeNPs pod kątem ich właściwości i możliwości zastosowania w procesie detoksykacji związków rtęci. Wyniki przeprowadzonych badań przyczyniły się również do lepszego poznania bezpieczeństwa stosowania NPs w układach biologicznych oraz stanowiły podstawę do zaproponowania potencjalnych mechanizmów warunkujących potencjał detoksykacyjny SeNPs. Nowo zdobyta wiedza może stać się punktem wyjścia do projektowania środków terapeutycznych służących do detoksykacji metali ciężkich w organizmie człowieka. Warty podkreślenia jest również fakt, że zaproponowane metodyki analityczne oparte na fotochemicznym generowaniu lotnych form analitów wpisują się w ideę zielonej chemii, umożliwiając wykonanie analizy przy użyciu małych ilości odczynników, a także nieskomplikowanej aparatury, a tym samym mogą być alternatywą do klasycznych metod oznaczania pierwiastków w próbkach środowiskowych i biologicznych. Ponadto, zaproponowane metodyki analityczne dają możliwość rozszerzenia badań w kierunku choćby charakterystyki złożonych oddziaływań nanocząstka-analit.