

Tytuł pracy:

Tworzenie i agregacja nanocząstek metali szlachetnych w ekstraktach torfu. Biosynteza, izolacja, identyfikacja i badania cytotoksyczności.

Imię i nazwisko autora:

Kinga Izabela Hęćlik

Streszczenie:

Tworzenie i agregacja nanocząstek metali w pokładach torfu jest procesem naturalnym, korzystnym dla środowiska, ograniczającym obecność cytotoksycznych metali w środowisku oraz ich absorpcję przez żywe organizmy. W pracy zaadaptowano ten proces do warunków *in vitro*, a otrzymane drobiny metaliczne poddano badaniom cytotoksyczności na organizmach modelowych.

Torf jest porowatą skałą osadową powstałą w wyniku przemian obumarłych szczątków roślinnych i zwierzęcych, zachodzących w szczególnych warunkach - ograniczonej dostępności tlenu oraz bardzo dużej wilgotności. W takich warunkach jednymi z produktów pośrednich rozkładu makrocząsteczek organicznych są kwasy humusowe. Kwasy te są dużymi, elastycznymi cząsteczkami organicznymi o rozbudowanej strukturze przestrzennej. Posiadają fragmenty aromatyczne o charakterze hydrofobowym oraz wiele hydrofilowych (tlenowych i azotowych) centrów aktywnych o właściwościach zasadowych i nukleofilowych. Sprawia to, iż mogą one oddziaływać z nieorganicznymi związkami chemicznymi zaabsorbowanymi przez torf. Kwasy humusowe są w stanie kompleksować i redukować kationy metali ciężkich, a także promować aglomerację wytrąceń metalicznych izolując je w obszarach hydrofobowych, w postaci mikro- i nanocząstek metalicznych.

Przeprowadzone w pracy syntezy nanocząstek metali (miedź, srebro i cyrkon), w wodnych ekstraktach torfowych, stanowią próbę odtworzenia *in vitro* procesów zachodzących w środowisku naturalnym. Natomiast symulacje kwantowo-mechaniczne miały na celu zobrazowanie i zrozumienie mechanizmu tworzenia aglomeratów metalicznych w warunkach zbliżonych do naturalnych. Badania polegały na wykonaniu syntez drobin miedzi, srebra i cyrkonu w środowisku ekstraktów przygotowanych z dostępnych w handlu mieszanek torfowych. W ramach podjętej tematyki badawczej wykonano optymalizację syntezy nanocząstek pod kątem uzyskania produktów o powtarzalnych właściwościach fizykochemicznych (struktura, morfologia, rozmiar cząstki, stabilność dyspersji). Zoptymalizowana procedura syntezy drobin metalicznych stała się przedmiotem zgłoszenia patentowego.

W dalszej części pracy podjęto się weryfikacji hipotezy, że otrzymane nanocząstki mogą mieć toksyczny wpływ na organizmy wyższe ze względu na swoje niewielkie rozmiary, które mogą umożliwiać im swobodne pokonanie bariery komórkowej i zaburzenie istotnych procesów życiowych, zachodzących we wnętrzu komórki. W tym celu opracowano i wykonano testy toksyczności na organizmach modelowych: Pieprzycy siewnej (*Lepidium sativum* L.) i Komonicy błotnej (*Lotus uliginosus* Schkuhr), zmodyfikowano i wykonano testy przeżywalności Słonaczka (*Arthemisia salina*), a także przeprowadzono badania cytotoksyczności uzyskanych nanomateriałów na dwóch ludzkich liniach komórkowych *in vitro*: linii komórkowej raka szyjki macicy (HeLa) oraz linii niedrobnokomórkowego raka płuc (A549). Przeprowadzenie badań interakcji drobin z wybranymi modelami organizmów i linii komórkowych pozwoliło na określenie ich efektów toksycznych oraz bezpieczeństwa lub zagrożeń wynikających ze świadomej bądź nieintencjonalnej obecności nanocząstek w środowisku naturalnym.

Wyniki przeprowadzonych testów toksyczności (odpowiedź antyoksydacyjna *Lepidium sativum* L., *Lotus uliginosus* Schkuhr., testy przeżywalności *Arthemisia salina*, pomiar aktywności metabolicznej komórek HeLa i A549) potwierdziły negatywny wpływ zsyntezowanych uprzednio drobin metali na wybrane modelowe grupy organizmów. W zależności od kationu metalu użytego do syntez otrzymano zróżnicowane wielkości drobin metalicznych, które z kolei w różny sposób wpływały na badane organizmy modelowe, całkowicie je uszkadzając bądź hamując ich rozwój. Testy przeżywalności organizmów i metabolizmu komórek pokazały, iż pozbawienie zdolności przystosowawczych oraz wymuszony stres komórkowy skutkuje ich apoptozą zanim komórki zdążą wytworzyć stosowny mechanizm obronny i przeciwdziałać czynnikowi wywołującemu stres.