

Nanomateriały są obecnie przedmiotem wielu zainteresowań badawczych zarówno w naukach podstawowych jak i stosowanych - nanotechnologia zapewnia innowacyjne rozwiązania w dziedzinie biologii, medycyny, inżynierii materiałowej, optyki i elektroniki. Jednym z najbardziej interesujących i obiecujących materiałów jest cynk i jego tlenek (ZnO). Ostatnie doniesienia naukowe wskazują, że do przygotowania nanomateriałów tlenku cynku zastosować można różne podejścia, takie jak fizyczne, chemiczne czy biologiczne. Ponadto, coraz większym zainteresowaniem cieszą się nanokompozyty tlenków metali (ang. *metal oxide nanocomposites*, MeO NCs), np. nanokompozyty polimer/ZnO, grafen/ZnO. Niestety, otrzymanie większości z nich wymaga użycia niebezpiecznych chemikaliów i generuje toksyczne produkty uboczne oraz duże zużycie energii. Dlatego też uwaga wielu ośrodków naukowych skupia się na produkcji oraz badaniu bio-nanokompozytów, których głównym składnikiem, poza metalem/tlenkiem metalu w formie nano, jest składnik biologicznie aktywny, np. białko. Synteza biologiczna cieszy się coraz większą popularnością, głównie z tego powodu, iż otrzymane w ten sposób nanomateriały są mniej cytotoksyczne w porównaniu z tradycyjnymi metodami chemicznymi i fizycznymi. Dodatkowo, bio-nanokompozyty bardzo często wykazują aktywność antybakteryjną wobec wielolekoopornych szczepów bakteryjnych (ang. *MDR-multidrug resistance*). Interesującym zagadnieniem jest także fakt, iż do otrzymywania nanokompozytów, np. metal-białko możliwe jest wykorzystanie nie tylko białek w formie natywnej, ale także tych znajdujących się w organizmach żywych, np. roślinach czy mikroorganizmach. Istnieje wiele dowodów na efektywną syntezę nanomateriałów tlenku cynku przy użyciu ekstraktów roślinnych, natomiast adaptacja do tego celu syntezy mikrobiologicznej oraz biochemicznej nie została jeszcze w pełni wykorzystana. Mikroorganizmy pełnią w naszym codziennym życiu wiele pozytywnych funkcji, jednak wiele lat intensywnych badań wykazało także ich patogenną aktywność. Ten problem zmusił ludzkość do poszukiwania związków, które pomogłyby w walce z groźnymi drobnoustrojami. Nieprawidłowe i nieodpowiedzialne stosowanie antybiotyków doprowadziło do zmniejszania ich stężenia w organizmie, co w konsekwencji powoduje niezdolność do zabicia wszystkich patogennych mikroorganizmów. Bakterie, które przeżywają eliminację antybiotykami, są zdolne zwiększenia odporności na używany lek. Zjawisko lekooporności patogenów szybko się rozprzestrzenia i stanowi jeden z najpoważniejszych problemów dla ludzkości, który stymuluje naukowców do poszukiwania nowych antyseptyków. Jednym z obiecujących narzędzi do opracowywania skutecznych substancji przeciwbakteryjnych może być wykorzystanie biosyntezy nanokompozytów tlenku cynku. Użycie naturalnych surowców (białka mleka, bakterie probiotyczne, drożdże) jako źródła specyficznych "bioreaktorów" zdolnych do tworzenia ZnO NCs, doskonale wpisuje się w ideę ochrony środowiska i zrównoważonego rozwoju. Ponadto, wykorzystanie związków biologicznie aktywnych zawartych w wybranych do syntezy nanokompozytów ZnO matrycach, pozwala na tworzenie bio-nanomateriałów ze specyficznym depozytem organicznym na ich powierzchni. Kolejną znaczącą kwestią badawczą jest konieczność badania interakcji i procesu wiązania jonów metali ( $Zn^{2+}$ ) do białek - oddziaływanie pomiędzy metalami i biomolekułami to jedna z najważniejszych kwestii, która przyciąga coraz większą uwagę w dziedzinie chemii. Wyjątkowa chemia koordynacyjna cynku, a także jego udział w wielu procesach fizjologicznych, pozwala na jego szerokie wykorzystanie w np. medycynie. Niestety, wolne jony cynku są dla człowieka szkodliwe, stąd też specyficzne wiązanie kationów  $Zn^{2+}$  z białkami wydaje się być konieczne, aby wyeliminować efekt cytotoksyczności. Dlatego też zrozumienie dokładnego mechanizmu wiązania  $Zn^{2+}$  do różnego typu białek, jest kluczowe nie tylko dla chemii analitycznej, ale także dla późniejszego wdrożenia tego rodzaju nanokompozytów w farmacji i medycynie. Ze względu na wysokie powinowactwo cynku do grup funkcyjnych, takich jak karboksylowe, aminowe, sulfhydrylowe i imidazolowe, biosynteza nano-tlenku cynku może być oparta na interakcji między nimi i na adaptacji do tego celu podejścia biochemicznego.

Celem naukowo-badawczym prowadzonych w ramach pracy doktorskiej badań jest badanie mechanizmów wiązania jonów cynku do białek oraz tworzenie się nanokompozytów tlenku cynku w wyniku tego wiązania oraz podczas syntezy mikrobiologicznej - zastosowanie szeregu nowoczesnych metod instrumentalnych, uwzględniających zmiany na poziomie molekularnym oraz w morfologii powierzchni, pozwoli na dokładny opis procesu wiązania oraz mechanizmu tworzenia się bio-nanokompozytów. Dodatkowo, wykorzystanie obliczeń kwantowo-mechanicznych umożliwi dogłębną analizę oraz interpretację reakcji utleniania-redukcji oraz powierzchniowych procesów wiązania jonów metali do aktywnych grup funkcyjnych białka. Biorąc pod uwagę fakt, iż mechanizm działania nanocząstek metali i ich tlenków oraz białkowych kompozytów na komórki mikroorganizmów nie został do końca poznany, planowane jest określenie ich potencjału biologicznego oraz zbadanie mechanizmów antybakteryjnych, przeciwgrzybiczych i przeciwnowotworowych przy wykorzystaniu najnowocześniejszego instrumentarium badawczego. Biologicznie syntetyzowane nanokompozyty tlenku cynku są szczególnie interesujące w dziedzinie inżynierii i medycyny (np. jako platformy do dostarczania leków), ponieważ ich zakres wielkości pokrywa się z cząstkami koloidalnymi.