

Łukasz Piotr Janus

Doktorant Wydziału Inżynierii i Technologii Chemicznej
Politechniki Krakowskiej

Streszczenie rozprawy doktorskiej

Tytuł rozprawy:

„Synteza i badanie właściwości węglowych kropek kwantowych do zastosowań w medycynie”

Niezwykle dynamiczny rozwój technologii, a także chęć poprawienia jakości i komfortu życia powoduje stały wzrost zapotrzebowania na nowoczesne materiały o zwiększonej funkcjonalności. Obecnie, coraz więcej uwagi poświęca się zaawansowanym produktom o rozmiarach nanometrycznych ze względu na ich unikalne właściwości, niedostępne dla tradycyjnych rozwiązań obecnych na globalnym rynku. Obecnie, nanomateriały znajdują coraz szersze zastosowanie w wielu branżach takich jak optoelektronika czy kataliza. Ich niezwykle interesująca charakterystyka powoduje także, że w coraz większym stopniu przyczyniają się one do znaczących postępów w medycynie i farmacji poprzez dostarczanie nowatorskich rozwiązań dla systemów kontrolowanego dostarczania i uwalniania substancji leczniczych, personalizowanych terapii antynowotworowych, diagnostyki *in vitro* czy bioobrazowania struktur komórkowych.

Wśród nowo odkrytych nanomateriałów na szczególną uwagę zasługują węglowe kopki kwantowe (CQDs). Są to nanoobiekty o rozmiarze poniżej 10 nm wykazujące specyficzne właściwości luminescencyjne. Ze względu na cechy takie jak podatność na modyfikację chemiczną powierzchni, biokompatybilność, dobrą przenikalność przez błonę komórkową, doskonałą dyspersyjność w wodzie, odpornością na fotobielenie oraz nietoksyczny rdzeń węglowy stanowią niezwykle atrakcyjną alternatywę dla półprzewodnikowych kropek kwantowych cechujących się hydrofobowością i cytotoksycznością czy barwników molekularnych o niewystarczającej stabilności chemicznej, a także tendencji do fotodegradacji.

Celem niniejszej pracy doktorskiej było opracowanie technologii otrzymywania nowych nanomateriałów do zastosowań w obszarze biomedycznym oraz wykazanie istotnego wpływu poszczególnych etapów na właściwości fizykochemiczne i biologiczne produktów końcowych.

W niniejszej pracy skupiono się na otrzymaniu nowej klasy węglowych kropek kwantowych z zastosowaniem pro-ekologicznych metod syntezy w warunkach hydrotermalnych oraz w polu promieniowania mikrofalowego z wykorzystaniem składników biomasy odpadowej jako prekursorów CQDs. Przeprowadzone prace obejmowały określenie wpływu warunków syntezy nanomateriałów,

stężenia czynników karbonizujących oraz modyfikatorów na właściwości CQDs ze szczególnym uwzględnieniem właściwości spektroskopowych oraz biologicznych. Duży nacisk położono na określenie struktury chemicznej metodą spektroskopii w podczerwieni, wydajności kwantowej fluorescencji CQDs, zbadanie charakterystyki spektralnej wodnych roztworów CQDs, określenie zależności intensywności emisji fluorescencji od zmian wartości pH, zdolność do wykrywania wybranych analitów organicznych jak i nieorganicznych, fotostabilność w czasie oraz możliwości modyfikacji chemicznej CQDs poprzez barwniki molekularne z grupy rodamin na drodze reakcji sprzęgania. W ramach pracy określono także zdolność CQDs do neutralizacji wolnych rodników metodą testu DPPH. Celem określenia cytotoksyczności uzyskane produkty poddano ocenie biologicznej z wykorzystaniem komórek pierwotnych ludzkich fibroblastów skóry HDF oraz fibroblastów mysich linii L929 stosując test cytotoksyczności XTT. Analizę potencjału nanomateriałów w obszarze biomedycznym zakończono poprzez zbadanie zdolności uzyskanych CQDs do bioobrazowania komórek w warunkach in vitro za pomocą mikroskopii fluorescencyjnej z zastosowaniem różnych filtrów barwnych.

W wyniku przeprowadzonych badań jednoznacznie potwierdzono, że zastosowanie właściwych warunków prowadzenia procesu karbonizacji, opracowanie odpowiedniej metodyki oczyszczania CQDs, stosowanie skutecznych czynników modyfikujących bogatych w atomy O, N, S czy kowalencyjne szczepienie za pomocą barwników molekularnych powierzchni nanomateriałów umożliwia otrzymanie produktu o oczekiwanych właściwościach fizykochemicznych, w tym spektroskopowych oraz biologicznych, wykazujących wysoki potencjał aplikacyjny w obszarze medycyny i farmacji.