

Przekształcenie czerwonej gorączki kropek węglowych w czerwony dywan dla fotokatalizy

Kropki węglowe (ang. *carbon dots* – CD) to nanocząstki o rozmiarze zazwyczaj <20 nm, odkryte po raz pierwszy w 2004 roku jako produkt uboczny w czasie elektroforetycznego oczyszczania nanorurek węglowych. Od tego czasu CD zaczęły powoli zdobywać coraz więcej uwagi badaczy, aż do 2008 roku kiedy to opisano pierwsze CD otrzymane metodą oddolną, co doprowadziło do bardzo szybkiego wzrostu ilości publikacji na temat syntezy i właściwości tych nanomateriałów. Naturalnym krokiem w rozwoju tych materiałów stało się dążenie do otrzymania CD wykazujących fluorescencję przesuniętą w kierunku czerwieni. W przypadku kropek węglowych otrzymanych z kwasu cytrynowego cel ten osiągnięto w 2016 roku, co otworzyło drogę dla tych materiałów w zaawansowanych zastosowaniach biologicznych jak dwufotonowe obrazowanie, terapia fotodynamiczna czy terapia fototermiczna. Pomimo niezliczonych potencjalnych zastosowań praktycznych CD emitujących na czerwono, niektóre fundamentalne aspekty dotyczące ich struktury chemicznej oraz źródła intrygujących właściwości fotofizycznych wciąż czekają na wyjaśnienie. Obecnie to właśnie brak komplementarnego zrozumienia korelacji struktura-właściwości wydaje się największą barierą ograniczającą racjonalne projektowanie, a przede wszystkim dalszy rozwój tych materiałów. Na pierwszy rzut oka, pokonanie tej przeszkody wydaje się łatwe, jednakże biorąc pod uwagę wielką różnorodność substratów używanych do syntezy, warunków reakcji i metod oczyszczania z jednej strony, oraz liczbę mechanizmów fluorescencji CD proponowanych w literaturze – sytuacja staje się bardziej skomplikowana. Mając na uwadze powyższe, w niniejszym projekcie postawiono sobie za cel nadrzędny sformułowanie spójnej metodyki (mapy drogowej) ukierunkowanej na przygotowanie nowych nanomateriałów do zastosowań w fotokatalizie w oparciu o fluoryzujące na czerwono kropki węglowe, ich molekularne fluorofory, a także specjalne micelle przygotowane z tych fluoroforów. Powyższy cel planuje się osiągnąć poprzez realizację szeregu celów podrzędnych.

W pierwszej kolejności planuje się opracowanie struktur fluoroforów emitujących kolor czerwony i pomarańczowy, tworzących się *in situ* podczas syntezy CD. Tak więc, różne CD będą przygotowywane poprzez systematyczną ewolucję metod syntezy przedstawionych w literaturze, aż do osiągnięcia odpowiednich warunków do separacji barwników. Następnie wyizolowane zostaną fluorofory emitujące kolor czerwony i pomarańczowy, ich struktury zostaną opracowane, a ich podstawowe właściwości fotofizyczne zostaną scharakteryzowane i porównane z odpowiednimi CD. Następnie otrzymane fluorofory zostaną wykorzystane do przygotowania specyficznych pochodnych amfifilowych, które z kolei zostaną przekształcone w dalszym postępowaniu w micelle. Na koniec, przydatność wszystkich otrzymanych materiałów (fluoroforów molekularnych, CD i miceli) zostanie oceniona w procesach fotokatalitycznego otrzymywania wodoru z wody.

Zakłada się że postępowanie zgodnie z zaproponowanym schematem, pozwoli na poznanie zasad rządzących emisją światła z „czerwonych” CD, umożliwi ich projektowanie oraz dalszy rozwój, a także pozwoli na otrzymanie materiałów przydatnych w fotokatalizie.

Podsumowując, celem projektu nie jest jedynie wskazanie „błędów młodości” kropek węglowych, ale przede wszystkim odpowiedź na dużo bardziej wymagające pytanie czyli „co zrobić by kropka węglowa znów była wielka?”.

Efektom projektu może być opracowanie metodyki otrzymywania nanomateriałów węglowych o zaprojektowanych właściwościach optycznych. Dodatkowo w wyniku realizacji działań zaplanowanych w projekcie możliwe będzie poznanie mechanizmów rządzących emisją światła z tych intrygujących nanomateriałów, co niewątpliwie przyczyni się do rozwoju podstawowej wiedzy i może mieć wymierne korzyści aplikacyjne w takich zastosowaniach jak bioobrazowanie, terapia fotodynamiczna czy fotokatalityczna produkcja wodoru z wody.