

Celem niniejszego projektu badawczego jest otrzymanie **nanokoloidów luminescencyjnych, wykazujących zjawisko up-konwersji** (ang. *upconversion*, emisja anty-Stokesowska, UC). W omawianych układach fazą rozproszoną będą nanocząstki nieorganiczne, bazujące na matrycach fluorkowych oraz jonach Sr^{2+} i Pierwiastków Ziem Rzadkich (SrF_2 , Sr_2ScF_7 , Sr_2NdF_7 , Sr_2LuF_7 , domieszkowane jonami lantanowców Ln^{3+} , gdzie $\text{Ln} = \text{Yb, Er, Tm, Nd}$), natomiast fazą ciągłą woda lub medium biologiczne (roztwór soli fizjologicznej, PBS). Związki te są interesujące ze względu na intensywną luminescencję w zakresie światła widzialnego pod wpływem wzbudzenia w zakresie bliskiej podczerwieni, (ang. *near infrared*, NIR, 800 – 1000 nm).

W trakcie realizacji projektu wyżej wymienione matryce nieorganiczne zostaną otrzymane metodą solwotermalną oraz metodą dekompozycji termicznej, a także przeprowadzona zostanie ich optymalizacja w celu zwiększenia wydajności obserwowanej emisji. Zastosowane metody wzmocnienia luminescencji (dodatek jonów metali Mg^{2+} , Sc^{3+} , Zn^{2+} , surfaktantów, otrzymanie struktur typu rdzeń/powłoka ang. *core/shell*) oraz modyfikacja powierzchni (sorpcja ligandów), umożliwią otrzymanie stabilnych wodnych/ w buforze PBS koloidów, charakteryzujących się intensywną emisją światła w zakresie widzialnym. Wspomniane koloidy zostaną przygotowane poprzez zastosowanie metody dyspersji ultradźwiękami, umożliwiającej uzyskanie małych, monodispersyjnych cząstek, nie tworzących agregatów, poprzedzonej wymrażaniem nanoproszków/zawiesin ciekłym azotem. W celu oddzielenia dużych cząstek oraz powstałych skupisk, których nie udało się wyeliminować na drodze syntezy, przeprowadzone zostanie oczyszczanie układów dyspersyjnych filtrami membranowymi o odpowiedniej wielkości porów.

Wykonane zostaną analizy mające określić właściwości fizykochemiczne oraz spektroskopowe otrzymanych nanomateriałów oraz koloidów, m.in. dyfrakcja promieni rentgenowskich (**XRD**), transmisyjna mikroskopia elektronowa (**TEM**), spektrometria mas sprzężona z plazmą wzbudzaną indukcyjnie (**ICP-MS**), spektroskopia w podczerwieni (**FT-IR**), dynamiczne rozpraszanie światła (**DLS**) i **potencjał zeta, pomiary wiskozymetrem** oraz reometrem rotacyjnym, **testy sedymentacji**, widma **wzbudzenia i emisji, pomiary czasów życia i wydajności kwantowej, zależność intensywności luminescencji od mocy lasera** oraz inne. Wykonane zostaną również **badania cytotoksyczności** otrzymanych nanokoloidów na liniach komórkowych zwierzęcych. Przeprowadzona zostanie analiza wpływu wybranych matryc i domieszek, metod syntezy nanocząstek, zastosowanych surfaktantów oraz modyfikatorów powierzchni, stężenia fazy rozproszonej, a także naświetlania promieniowaniem wzbudzającym na **stabilność oraz właściwości** fizykochemiczne i spektroskopowe otrzymanych nanokoloidów.

Badania dotyczące wodnych nanokoloidów luminescencyjnych są istotne nie tylko ze względów poznawczych ale również z powodu coraz większej liczby możliwych zastosowań w biologii i medycynie oraz kryminalistyce czy zabezpieczeniach dokumentów. Wykorzystanie w tym celu luminoforów nieorganicznych, które charakteryzują się zjawiskiem up-konwersji ma wiele zalet. Związki te posiadają **niską energię fononów, dużą stabilność chemiczną, stanowią dobry akceptor elektronów, a także charakteryzują się dużą wydajnością kwantową**,¹ w wyniku czego mają one bardzo duże możliwości aplikacyjne, w tym wspomniane zastosowania biomedyczne (znaczniki biologiczne, uwalnianie leków, aktywatory reakcji fotochemicznych). Dodatkowo stosując wzbudzenie z zakresu bliskiej podczerwieni możliwe jest przenikanie wiązki do tkanki, zlokalizowanej głęboko pod skórą, dzięki istnieniu tzw. **okna biologicznego** (ang. *Optical transparency window*, 750-1000 nm), bez efektu autofluorescencji tkanek.² Aby było to możliwe, konieczne jest opracowanie metod otrzymywania stabilnych wodnych koloidów, umożliwiających wprowadzenie luminoforów do organizmów. Niestety ze względu na hydrofobowy charakter nanocząstek bądź ich słabe powinowactwo do wody, wymagana jest ich modyfikacja powierzchniowa.

Choć zainteresowanie tematyką luminoforów up-konwersyjnych wzrasta z roku na rok, a układy koloidalne oparte o matryce NaREF_4 ($\text{RE} = \text{Y, Gd, Lu}$), gdzie fazę ciągłą w koloidach stanowią rozpuszczalniki organiczne, są dobrze znane,^{3,4} to badań dotyczących wodnych/ w roztworze soli fizjologicznej nanokoloidów opartych o matryce fluorkowo- strontowe, jest wciąż niewiele, zwłaszcza odnośnie zmian właściwości morfologicznych i spektroskopowych w trakcie ich przechowywania. Realizacja projektu przyczyni się do znacznego poszerzenia obecnego stanu wiedzy o luminescencyjnych nanokoloidach oraz umożliwi **poznanie mechanizmów w nich zachodzących**, w szczególności zjawiska up - konwersji.

Literatura:

- 1 G. De, W. Qin, W. Wang and B. Gui, *Opt. Commun.*, 2009, **282**, 2950–2953.
- 2 J. Shen, G. Chen, T. Y. Ohulchanskyy, S. J. Kesseli, S. Buchholz, Z. Li, P. N. Prasad and G. Han, *Small*, 2013, **9**, 3213–3217.
- 3 J.-C. C. Boyer, L. A. Cuccia and J. A. Capobianco, *Nano Lett.*, 2007, **7**, 847–852.
- 4 D. Yang, Y. Dai, J. Liu, Y. Zhou, Y. Chen, C. Li, P. Ma and J. Lin, *Biomaterials*, 2014, **35**, 2011–2023.