



Contribution ID: 89

Type: Wystąpienie ustne // Talk

Spektroskopia elektronowego rezonansu spinowego w badaniu mikro- i nanostruktur magnetycznych przeznaczonych do zastosowań biomedycznych

Wednesday, 10 September 2025 14:35 (20 minutes)

Nośniki leków w terapii celowanej, hipertermia magnetyczna czy negatywne środki kontrastujące do badań MRI to tylko wybrane przykłady zastosowań nanocząstek magnetycznych w teranostyce. Szybko postępujący rozwój nanomedycyny sprawia, że coraz bardziej potrzebne są uniwersalne narzędzia do badania właściwości takich mikroskopowych struktur i ustalenia ich interakcji z otoczeniem biologicznym. Metodą, którą z powodzeniem można wykorzystać w tym celu, okazuje się być spektroskopia elektronowego rezonansu spinowego (ESR) [1].

Nanocząstki z rdzeniem wykonanym z magnetytu (Fe_3O_4) lub maghemitu ($\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$) i różną funkcjonalizacją powierzchni a także mikrokapsułki oraz znane pod angielską nazwą „liquid marbles”- opłaszczone krople z wbudowanym w powłokę tlenkiem żelaza w postaci proszku albo wyizolowanych z bakterii magnetotaktycznych magnetosomów to tylko wybrane przykłady obiektów, jakie charakteryzowaliśmy z wykorzystaniem spektroskopii ESR. Pomiary umożliwiły m.in. określenie rodzaju i właściwości materiału rdzenia nanocząstek oraz zbadanie jego anizotropii magnetokrystalicznej oraz powierzchniowej. Zakres otrzymywanych informacji został rozszerzony dzięki zastosowaniu znacznika spinowego TEMPO (2,2,6,6-tetrametylo-1-oksopiperidyny), który trwale dołączono do biogodnej powłoki nanocząstek tlenku żelaza. Analiza sygnałów elektronowego rezonansu paramagnetycznego zarejestrowanych w szerokim zakresie temperatur dla przyłączonego nitroksydu umożliwiła bowiem uzyskanie dodatkowych danych o cechach polimerowej otoczki a także interakcjach nanostruktur z środowiskiem biologicznym (np. pełną krwią ludzką, komórkami czy tkankami) [2,3]. W tym przypadku niezwykle przydatne okazały się symulacje widm wykonane w programie EasySpin, które umożliwiły m.in. wyznaczenie czasu korelacji rotacyjnej znacznika spinowego oraz innych parametrów otrzymanych sygnałów, m.in. wartości głównych tensora oddziaływania nadsubtelnego. Spektroskopia ESR okazała się także bardzo dobrym narzędziem do śledzenia procesu endocytozy znakowanych spinowo nanocząstek a także monitorowania reakcji oksydacyjno-redukcyjnych, zachodzących wewnątrz komórek drożdży piekarniczych. Dodatkowym atutem zastosowania znacznika TEMPO była możliwość obrazowania funkcjonalizowanych nim nanocząstek magnetytu w różnych ośrodkach, m.in. w celu śledzenia dyfuzji wstrzykniętego do hydrożelowego fantomu nośnika leku chemioterapeutycznego [4].

Badania prowadzone w ostatnich latach na Uniwersytecie Adama Mickiewicza w Poznaniu mają za zadanie w lepszym stopniu poznać własności nanostruktur magnetycznych zawierających tlenki żelaza i zrozumieć mechanizmy ich interakcji z materią biologiczną, co jest niezbędne na etapie poprzedzającym przyszłe zastosowania kliniczne. Spektroskopia elektronowego rezonansu spinowego okazuje się bardzo przydatnym narzędziem w takich projektach naukowych.

Literatura:

- [1]. T. Kubiak, B. Dobosz, Road Map for the Use of Electron Spin Resonance Spectroscopy in the Study of Functionalized Magnetic Nanoparticles, *Materials* 18 (2025).
- [2]. T. Kubiak, The Influence of Blood and Serum Microenvironment on Spin-Labeled Magnetic Nanoparticles, *Magnetism* 4(2), (2024), 114-124.
- [3]. R. Krzyminiewski, B. Dobosz, i inni, ESR as a monitoring method of the interactions between TEMPO-functionalized magnetic nanoparticles and yeast cells, *Scientific Reports* 9, (2019), 18733.
- [4]. R. Krzyminiewski, T. Kubiak i inni, EPR spectroscopy and imaging of TEMPO-labeled magnetite nanopar-

ticles, Current Applied Physics 14(5) (2014), 798–780.

Primary author: KUBIAK, Tomasz (Wydział Fizyki i Astronomii, Uniwersytet im. Adama Mickiewicza w Poznaniu)

Co-author: Prof. DOBOSZ, Bernadeta (Wydział Fizyki i Astronomii UAM w Poznaniu)

Presenter: KUBIAK, Tomasz (Wydział Fizyki i Astronomii, Uniwersytet im. Adama Mickiewicza w Poznaniu)

Session Classification: Fizyka medyczna

Track Classification: Fizyka medyczna // Medical physics