STRESZCZENIE

Celem badań przedstawionych w niniejszej rozprawie doktorskiej (opartej na cyklu trzech załączonych publikacji) jest weryfikacja eksperymentalna modeli teoretycznych opisujących procesy superparamagnetycznego wzmocnienia szybkości relaksacji protonowej (ang. *superparamagnetic relaxation enhancement*, SPRE) w roztworach magnetycznych nanocząstek tlenku żelaza oraz analiza wpływu mechanizmów dyfuzji molekuł rozpuszczalnika na obserwowane właściwości relaksacyjne, w kontekście poszukiwania środków kontrastujących nowej generacji do zastosowań w obrazowaniu metodą Magnetycznego Rezonansu Jądrowego (MRI). W ramach prowadzonych badań zgromadzono obszerny materiał eksperymentalny obejmujący szybkości relaksacji protonowej (^{1}H) spin–sieć w przedziale częstości rezonansowych od 10 kHz do 10 MHz (P1, P2) oraz od 10 kHz do 500 MHz (P3), w zakresie temperatur od 263 K do 313 K. Eksperymenty przeprowadzono dla wodnych roztworów diamagnetycznych nanocząstek SiO_2 funkcjonalizowanych trietoksypropylaminosilanem (P1), superparamagnetycznych nanocząstek H_2N-Fe_3O_4 (P2) oraz nanocząstek Fe_3O_4 funkcjonalizowanych kwasem karboksylowym (CA) i glikolem polietylenowym (PEG) (P3). W pracy P1, potwierdzono dwuwymiarowy charakter dyfuzji translacyjnej cząsteczek wody w warstwie powierzchniowej nanocząstek SiO_2 na podstawie charakterystycznej liniowej zależności szybkości relaksacji od logarytmu częstości rezonansowej; wyznaczone współczynniki dyfuzji translacyjnej były o kilka rzędów wielkości niższe niż dla swobodnej wody. W pracy P2 pokazano, że zastosowanie istniejących modeli SPRE do interpretacji danych eksperymentalnych uzyskanych dla nanocząstek H_2N-Fe_3O_4 pozwala na uzyskanie satysfakcjonującej zgodności, choć zaobserwowano odchylenia przy wysokich częstościach i wolniejszych procesach dyfuzji, wskazujące na ograniczenia założenia o niezależności relaksacji elektronowej od pola magnetycznego. Najbardziej kompleksową weryfikację przeprowadzono w pracy P3, dla wyników eksperymentów relaksacyjnych dla wodnych roztworów nanocząstek Fe_3O_4 w przedziale częstości od 10 kHz do 500 MHz. W ten sposób stwierdzono, że istniejące modele teoretyczne oferują kompromis pomiędzy poprawnym opisem relaksacji w niskich i wysokich polach magnetycznych.

Motywacją do podjęcia tej tematyki badawczej były szerokie zastosowania nanoczastek superparamagnetycznych szerokie zastosowanie w biologii i medycynie, między innymi w sterowanym dostarczaniu leków, separacji komórek oraz biosensoryce. Dzięki możliwości funkcjonalizacji powierzchni odpowiednimi ligandami mogą być wykorzystywane do

selektywnego znakowania komórek nowotworowych, białek lub kwasów nukleinowych, co ma istotne znaczenie w diagnostyce molekularnej i biologii komórki.