

W rozprawie doktorskiej przedstawiono wyniki badań dotyczące oddziaływań pomiędzy funkcjonalizowanymi (za pomocą dodekanotolu (DDT) lub poli(tlenku etylenu) (PEG)) nanocząstkami złota (Au-NPs) o różnych kształtach (sferycznym (NSs), prętopodobnym (NRs)) w warstwach wytwarzanych na granicy faz powietrze-woda i powietrze ciało-stałe, jak również oddziaływań Au-NPs w warstwach na podłożu stałym z wybranymi molekułami (kwasem 4-merkaptobenzoesowym, rodaminą 6G) lub na subfazie wodnej z lipidami (1,2-dipalmitoilo-*sn*-glicero-3-fosfocholiną, 1-palmitoilo-2-oleoilo-*sn*-glicero-3-fosfocholiną i/lub cholesterolem). Celem przeprowadzonych badań było określenie wpływu kształtu i/lub funkcjonalizacji Au-NPs na właściwości (termodynamiczne, stabilność) i organizację (upakowanie, agregację, morfologię) cienkich warstw na granicy faz oraz na strukturę modelowych błon biologicznych.

Do tworzenia warstw i błon biomimetycznych na granicy faz powietrze-woda zastosowano technikę Langmuira oraz metody Langmuira-Blodgett, Langmuira-Schaefera do przenoszenia warstw Au-NPs na podłoża stałe. W badaniach warstw na granicy faz wykorzystano komplementarne metody spektroskopowe i mikroskopowe, w tym spektroskopię absorpcyjną UV-vis, odbiciowo-absorpcyjną spektroskopię w podczerwieni z modulacją polaryzacji, spektroskopię Ramana, mikroskopię kąta Brewstera, mikroskopię konfokalną, skaningową i transmisyjną mikroskopię elektronową. Charakterystykę hydrodynamiczną i stabilność koloidalną NPs wyznaczono odpowiednio, techniką dynamicznego rozpraszania światła i na podstawie pomiaru potencjału zeta.

Na podstawie przeprowadzonych badań stwierdzono, że funkcjonalizacja i kształt Au-NPs w istotny sposób determinują właściwości i organizację warstw na granicy faz powietrze-woda i powietrze-ciało stałe. Wykorzystując różne metody przenoszenia warstw Langmuira Au-NSs@DDT i Au-NRs@PEG na podłoża stałe uzyskano, w określonych warunkach dobre pokrycie powierzchni i struktury agregacyjne NPs, które wykazują obszary charakteryzujące się lokalnym wzmocnieniem pola elektromagnetycznego. Wykazano, że zastosowanie techniki Langmuira stwarza możliwość projektowania i uzyskania warstw złożonych z Au-NPs, o różnym kształcie i funkcjonalizacji, o kontrolowanych i pożądanym właściwościach (w tym optycznych), mających potencjał aplikacyjny jako podłoża do ultraczułej detekcji analitów. Pokazano również możliwość uzyskiwania warstw Au-NPs o różnym stopniu upakowania, poprzez dobór długości łańcucha polimeru oraz wykazano związek pomiędzy masą cząsteczkową polimeru wykorzystywanego do funkcjonalizacji, a stanem fizycznym, morfologią i zdolnością do agregacji NPs w warstwach na subfazie oraz na podłożu stałym.

Wnioskowano, że na strukturę modelowych błon biologicznych, ich elastyczność i stabilność na granicy faz woda-powietrze, ma wpływ anizotropia kształtu Au-NPs oraz skład lipidów. Zaobserwowano również, że obecność cholesterolu umożliwia tworzenie gęściej upakowanych i bardziej uporządkowanych monowarstw z NPs oraz zasugerowano różne sposoby oddziaływania lipidów z NPs, które mogą adsorbować na powierzchni lub częściowo wbudowywać się w warstwę lipidową, co można skorelować z kształtem NPs i/lub właściwościami fizykochemicznymi oraz składem lipidów w biomimetycznej membranie.

Przedstawione w rozprawie wyniki badań dostarczają nowej wiedzy na temat możliwości kontrolowania organizacji i oddziaływań Au-NPs w warstwach tworzonych na granicy faz. Ustalenie korelacji pomiędzy badanymi Au-NPs, warunkami procesu kompresji i metodami wytwarzania, a parametrami końcowymi otrzymanych warstw pozwala na ich projektowanie oraz ocenę ich przydatności jako funkcjonalnych podłoży w diagnostyce biomedycznej wykorzystującej technikę spektroskopowe. Jednocześnie, analiza wpływ Au-NPs na strukturę biomimetycznych membran stanowi wkład w zrozumienie ich oddziaływań z układami biologicznymi, co jest istotne do rozwoju badań nad innowacyjnymi i bezpiecznymi nanomateriałami o potencjale aplikacyjnym.