

Powierzchniowo wzmocniona spektroskopia Ramana (SERS) to niezwykle skuteczna technika analityczna, która cechuje się wysoką czułością i specyficznością. Znajduje ona zastosowanie w różnych dziedzinach nauki, w tym w badaniach mechanizmów chemicznych reakcji oraz identyfikacji i ilościowym oznaczaniu substancji biologicznych i chemicznych. Coraz częściej wykorzystuje się specjalnie przygotowane podłoża oparte na nanostrukturach metalicznych jako biosensory, na przykład do analiz biochemicznych, medycznych i środowiskowych, takich jak wykrywanie pestycydów.

Foto-indukowana wzmocniona spektroskopia Ramana (PIERS) to rozwinięcie techniki SERS, które zostało wynalezione w 2016 roku. Dzięki zastosowaniu odpowiednio zaprojektowanego podłoża, czyli nanoplatfomy opartej na materiałach półprzewodnikowych z nanocząstkami metalu, możliwe jest uzyskanie dodatkowego wzmocnienia elektromagnetycznego i chemicznego poprzez wcześniejszą fotoaktywację podłoża za pomocą światła UV. W rezultacie sygnał mierzony w technice PIERS jest wzmacniany o co najmniej jedną rzędę wielkości w porównaniu do SERS. Dlatego technika PIERS ma potencjał stać się jedną z najbardziej czułych technik analitycznych, umożliwiającą wykrywanie pojedynczych molekuł.

Niestety, w literaturze nadal brakuje szczegółowych informacji na temat mechanizmu wzmocnienia PIERS. Nie jest również jasne, jaka powinna być struktura podłoża, grubość warstwy półprzewodnikowej i właściwości plazmonowe związane z obecnością nanostruktur metalicznych, aby osiągnąć optymalne wzmocnienie PIERS. Ponadto, nie przeprowadzono dotychczas systematycznych badań, które opisują zależność między intensywnością i długością fali światła UV używanego do fotoaktywacji podłoża, a wielkością otrzymywanego wzmocnienia PIERS oraz czasem jego zaniku.

Niniejszy projekt koncentruje się na projektowaniu, przygotowaniu i charakterystyce innowacyjnych nanoplatform wielokrotnego użytku do zastosowań jako czujniki analityczne zarówno w foto-indukowanej wzmocnionej spektroskopii Ramana, jak i powierzchniowo wzmocnionej spektroskopii Ramana. Podłoża te będą oparte na cienkiej warstwie dwutlenku tytanu i nanocząstkach metali szlachetnych, głównie srebra, deponowanym w procesie fotokatalitycznym. Proces produkcji tych nanoplatform PIERS/SERS jest stosunkowo szybki i tani w porównaniu do zaawansowanych technologii. Jednym z głównych celów tego projektu jest związanie strukturalnych i fizykochemicznych właściwości przygotowanych nanoplatform z ich zdolnością do wzmacniania sygnału opartego na zjawisku PIERS i SERS. Ponadto, zostanie określony zakres zastosowania techniki PIERS do ultraczułego wykrywania różnych molekuł, zwłaszcza zanieczyszczeń środowiskowych, takich jak pestycydy, narkotyki i materiały wybuchowe, poprzez ocenę granicy wykrywalności tych substancji. W ramach tego projektu badawczego zostanie określona optymalna grubość warstwy półprzewodnikowej, która zapewni największe wzmocnienie sygnału w technice PIERS. Systematyczne badania różnych podłoży o różnych właściwościach plazmonicznych pozwolą zrozumieć warunki, w których zachodzi efektywna separacja ładunków między  $\text{TiO}_2$  a nanocząstkami srebra pod wpływem światła UV. Właściwości te obejmują średni rozmiar nanocząstek, stopień pokrycia powierzchni tlenkiem nanostrukturami metalicznymi i położenie maksimum ich rezonansu plazmonowego. Powyższe właściwości mają istotny wpływ na akumulację ładunku wewnątrz nanocząstek i czas trwania wzmocnienia PIERS po fotoaktywacji. Ostatecznie, na podstawie wyników uzyskanych w ramach projektu badawczego, zostanie zaproponowany model wyjaśniający efekt PIERS. Powiązanie wydajności generowania swobodnych nośników ładunku pod wpływem promieniowania UV z architekturą nanoplatform, przepływem elektronów między metalicznymi nanocząstkami a półprzewodnikiem oraz ich zdolnością jako czujniki analityczne pozwoli na głębsze zrozumienie techniki PIERS.

Opisane badania będą miały ogromny wpływ na rozwój dziedziny badań dotyczących korelacji strukturalnych i morfologicznych nanomateriałów z ich właściwościami spektroskopowymi. Projekt ten przyczyni się zarówno do rozwoju gospodarczego, jak i społecznego poprzez opracowanie innowacyjnych nanoplatform SERS/PIERS wielokrotnego użytku do ultraczułego wykrywania wybranych substancji chemicznych i biologicznych.