

Badania właściwości elektrochemicznych siarczków metali pod kątem zastosowania w nieenzymatycznych sensorach glukozy

Diagnostyka w warunkach domowych stała się niezbędnym elementem samodzielnego monitorowania stanu zdrowia przez osoby cierpiące na cukrzycę. Najczęściej używanymi urządzeniami do tego celu są aparaty testowe, potocznie zwane glukometrami. Ich zasada działania polega na elektrochemicznym pomiarze poziomu glukozy we krwi z nakłutego palca. Taki pomiar jest jednak niewygodny, inwazyjny i dostarcza jedynie dyskretnej informacji o stężeniu glukozy. Aby przezwyciężyć te wady, prowadzone są obecnie intensywne badania nad systemami do ciągłego monitoringu działające w oparciu o analizę w innych niż krew płynach ustrojowych (np. płynie tkankowym lub pocie). Ponadto, w celu zwiększenia stabilności czujnika i wydłużenia jego czasu pracy, powszechnie stosowane elektrody oparte na enzymach zastępuje się wykorzystującymi związki nieorganiczne lub węglowe. Niemniej jednak, brak kompleksowych badań nad mechanizmem detekcji tych układów utrudnia rozwój nieenzymatycznych sensorów pod kątem rzeczywistych zastosowań. Celem tego projektu jest znalezienie korelacji między właściwościami elektrochemicznymi materiału a jego wydajnością w czujnikach glukozy. Jako przedmiot badań zaproponowano siarczki metali (MS_x , M: Fe, Cu, Ni; $x: <1, 2>$) ze względu na wysokie wartości czułości odnotowane dla tych związków. Szczególna uwaga zostanie poświęcona wyznaczeniu struktury elektronowej i przewodnictwa materiałów na podstawie obliczeń *ab initio* i danych eksperymentalnych. Ponadto badania nad technikami osadzania nanomateriałów umożliwią zaproponowanie powtarzalnej metody wytwarzania modyfikowanych elektrod sitodrukowanych.

Planowane zadania badawcze obejmują syntezę siarczków metali o określonym składzie (FeS_2 , CuS i NiS), morfologii i wielkości cząstek. Badania obliczeniowe *ab initio* pomogą w zdobyciu podstawowej wiedzy na temat struktury elektronowej i właściwości elektrycznych wybranych materiałów. Struktura zsyntetyzowanych MS_x będzie analizowana za pomocą dyfrakcji rentgenowskiej (XRD) i spektroskopii Ramana. Badanie morfologii zostanie przeprowadzone przy użyciu skaningowej mikroskopii elektronowej (SEM) oraz wysokorozdzielczej transmisyjnej mikroskopii elektronowej (HR-TEM). Nacisk zostanie położony na charakterystykę właściwości powierzchniowych, w tym wyznaczanie powierzchni właściwej (metoda BET), potencjału zeta, a także średnicy hydrodynamicznej za pomocą technik elektroforetycznych (ELS) i dynamicznego rozpraszania światła (DLS). Skład pierwiastkowy powierzchni będzie badany za pomocą rentgenowskiej spektroskopii fotoelektronów (XPS). Istotną rolę w realizacji projektu odegra kompleksowa charakterystyka właściwości optycznych i elektrycznych. Określona zostanie struktura pasmowa (spektroskopia UV-ViS) oraz właściwości półprzewodnikowe (elektrochemiczna spektroskopia impedancyjna, EIS) zaproponowanych siarczków metali. Szczególna uwaga zostanie poświęcona opracowaniu metody osadzania cząstek zapewniającej równomierne i gęste pokrycie powierzchni elektrody sitodrukowanej. Uwzględnione będą techniki osadzania elektroforetycznego (EPD) i Langmuira-Blodgett (LB). Ostatnim krokiem będą badania stabilności chemicznej elektrod, ze szczególnym uwzględnieniem możliwego utleniania siarczków metali w wyniku oddziaływań elektrochemicznych z cząsteczkami bioaktywnymi.

Zaproponowany projekt ma charakter multidyscyplinary – łączy w sobie wiedzę z zakresu inżynierii chemicznej, inżynierii materiałowej i elektrochemii. Uzyskane wyniki pozwolą lepiej zrozumieć korelację między strukturą elektronową materiału a jego skutecznością w oznaczaniu glukozy przy obecności innych cząsteczek bioaktywnych. Spodziewane jest, że opracowanie skutecznej techniki modyfikacji elektrody roboczej będzie miało kluczowy wpływ na rozwój czujników nieenzymatycznych. Szczegółowa analiza właściwości optycznych i elektrycznych wybranej grupy związków wniesie istotny wkład również w rozwój innych dziedzin, w tym nanotechnologii, fotoelektrochemii, optoelektroniki oraz magazynowania i konwersji energii.