

Streszczenie popularnonaukowe

Antropogeniczne źródła zanieczyszczeń środowiska w sposób znaczący wpływają na obecność toksycznych pierwiastków w wodach, glebach oraz pożywieniu. Obecność tychże metali w środowisku stwarza niebezpieczeństwo ich przedostawania się do organizmu człowieka, który wykazuje zdolność do bioakumulacji takich pierwiastków. W związku z tym, nawet niskie stężenia toksycznych metali z biegiem czasu mogą doprowadzać do poważnych komplikacji zdrowotnych. Wobec tego, istotnym zagadnieniem staje się poszukiwanie nowoczesnych procedur separacji i oznaczania jonów takich metali, występujących na bardzo niskich poziomach stężeń (śladowych i ultraśladowych). Współczesne metody spektroskopowe umożliwiają oznaczanie pierwiastków na tak niskich poziomach, jednakże obecność matrycy w próbkach sprawia, że rzeczywiste granice wykrywalności są dużo gorsze, uniemożliwiając tym samym przeprowadzenie rzetelnej analizy. Potencjalnym rozwiązaniem powyższych problemów jest zastosowanie stałych adsorbentów opartych o materiały węglowe, w izolacji i/lub zateżaniu jonów metali. Niemniej jednak, ich zastosowanie często jest ograniczone ze względu na niskie pojemności adsorpcyjne lub niewielką selektywność w stosunku do konkretnych jonów metali, uniemożliwiając tym samym wykorzystanie ich właściwości w obecności skomplikowanej matrycy próbki (np. wody morskiej). Interesującymi materiałami węglowymi są fulereny, których specyficzna kulista struktura heksagonalnie połączonych atomów węgla wykazuje szczególnie ciekawe właściwości fizykochemiczne. Niestety ich zastosowanie w środowisku wodnym jest niemożliwe, ze względu na właściwości hydrofobowe. Właściwości te można jednak usprawniać modyfikując ich struktury odpowiednimi grupami funkcyjnymi.

Celem niniejszego projektu jest modyfikacja fulerenów dedykowanych efektywnej oraz selektywnej adsorpcji toksycznych jonów metali z roztworów wodnych. Badania obejmują modyfikacje fulerenów C_{60} oraz C_{70} , przy użyciu aminokwasów, peptydów oraz dendrymerów. Modyfikacja niniejszych materiałów organicznymi związkami, które w swojej strukturze zawierają liczne hydrofilowe grupy funkcyjne, pozwolą w sposób znaczący poprawić rozpraszalność fulerenów w wodzie i zdolność kompleksowania jonów metali. Ze względu na niewielkie rozmiary tych nanocząstek, spodziewa się, że po modyfikacji materiały te będą charakteryzowały się dużą rozpuszczalnością w wodzie. W związku z tym, zostaną podjęte badania nad przytwierdzeniem zmodyfikowanych cząstek fulerenów do nierozpuszczalnej fazy stałej, która z powodzeniem mogłaby je stabilizować w roztworze wodnym. Ze względu na przeznaczenie otrzymanych nanomateriałów w adsorpcji pierwiastków, zostaną w tym celu użyte: tlenek grafenu i nanorurki węglowe (w dyspersyjnych metodach ekstrakcji) oraz krzemionka (jako wypełnienie kolumn ekstrakcyjnych).

Kolejny etap projektu obejmuje badania strukturalne zmodyfikowanych fulerenów przy użyciu technik mikroskopowych oraz spektroskopowych. Ważnym etapem projektu będą badania właściwości adsorpcyjnych tychże materiałów, które obejmować będą: wpływ pH na odzysk konkretnych jonów, dawki adsorbentu, czasu adsorpcji, siły jonowej oraz wpływ obecności matrycy próbki i innych jonów współistniejących. Zostaną również przebadane kinetyka oraz izotermy adsorpcji, które pozwolą lepiej poznać mechanizm adsorpcji zachodzący na powierzchni fulerenów. Otrzymane wyniki będą miały istotny wkład w poszerzenie wiedzy na temat właściwości adsorpcyjnych i kompleksujących fulerenów oraz ich modyfikacji, które otworzą drogę do dalszych badań nad ich potencjalnym zastosowaniem w chemii analitycznej.

Otrzymane i przebadane w poprzednich etapach pracy modyfikacje fulerenowe zostaną wykorzystane do opracowania nowych mikroanalitycznych metod do izolacji, zateżania i oznaczania śladowych oraz ultraśladowych ilości jonów metali w próbkach. Procedury te będą oparte o zateżanie jonów metali przy użyciu metod ekstrakcyjnych, sprzężonych z ich oznaczaniem technikami spektroskopii rentgenowskiej (XRF). Zastosowanie technik rentgenowskich w opracowanych procedurach umożliwi prowadzenie bezpośrednich pomiarów zaadsorbowanych jonów metali, eliminując tym samym etap elucji. Wykorzystanie mikro-dawek selektywnie adsorbujących fulerenów ułatwi izolację i zateżanie toksycznych metali z otoczenia matrycy organicznej lub w próbkach wysoko zasolonych, a w konsekwencji obniżyć granice wykrywalności technik XRF do poziomu $\mu\text{g/mL}$, które współcześnie osiągane są wyłącznie przy użyciu drogich urządzeń pomiarowych.