

Ocena fotodegradacji wybranych substancji leczniczych z użyciem katalizatorów opartych na tlenku tytanu(IV) modyfikowanym ftalocyjaninami

Streszczenie

Fotokataliza z użyciem materiałów opartych na tlenku tytanu(IV) jest obiecującym rozwiązaniem problemu obecności mikrozanieczyszczeń farmaceutycznych w środowisku wodnym. Jej wdrożenie do standardowych procedur remediacji wody mogłoby zapewnić całkowitą eliminację substancji leczniczych opornych na konwencjonalne sposoby oczyszczania ścieków. Główną przeszkodą w wykorzystaniu fotokatalizy z użyciem TiO_2 na skalę przemysłową jest brak możliwości aktywacji tego fotokatalizatora naturalnym promieniowaniem słonecznym. TiO_2 ulega bowiem wzbudzeniu jedynie pod wpływem promieniowania ultrafioletowego (UV), które stanowi tylko niewielką część światła słonecznego. Jednym ze sposobów poszerzenia zakresu absorpcji promieniowania jest funkcjonalizacja powierzchni TiO_2 barwnikami organicznymi, np. ftalocyjaninami (Pcs) – związkami makrocyklicznymi absorbującymi światło zarówno z zakresu UV, jak i widzialnego (Vis).

Przedmiotem niniejszej pracy doktorskiej było zastosowanie TiO_2 modyfikowanego Pc w fotokatalitycznej degradacji wybranych substancji leczniczych. Celem badań było przygotowanie kompozytów fotokatalitycznych Pc/TiO_2 , określenie ich właściwości fizykochemicznych oraz wykorzystanie do opracowania skutecznej metody fotodegradacji wybranych substancji leczniczych.

W pierwszej części badań otrzymano dwa materiały fotokatalityczne: nanocząstki tlenku tytanu(IV) modyfikowane ftalocyjaniną miedzi(II) - CuPc/TiO_2 , oraz ftalocyjaniną cynku(II) – ZnPc/TiO_2 . Kompozyty scharakteryzowano przy użyciu kilku technik analitycznych. Wyniki eksperymentów fotokatalitycznych w środowisku wodnym z użyciem promieniowania UV potwierdziły skuteczność obu kompozytów w fotodegradacji ibuprofenu oraz naproksenu. Udowodniono również, że kompozyt ZnPc/TiO_2 zachowuje aktywność fotokatalityczną w trzech 3-godzinnych cyklach.

W drugiej części prac eksperymentalnych uwagę poświęcono kompozytom opartym na nanocząstkach TiO_2 i ftalocyjaninach modyfikowanych w części peryferyjnej. Do badań wybrano dwa rodzaje funkcjonalizacji ftalocyjanin: podstawienie grupami sulfonowymi (Pc_s) lub wprowadzenie azotu pirydylowego (Pc_p) do pierścienia makrocyklicznego. Przygotowano serię siedmiu kompozytów: $\text{CuPc}_p/\text{TiO}_2$, $\text{CuPc}_s/\text{TiO}_2$, $2\text{HPc}_p/\text{TiO}_2$, $\text{NiPc}_s/\text{TiO}_2$, $\text{ZnPc}_p/\text{TiO}_2$, $\text{ZnPc}_s/\text{TiO}_2$ oraz ZnPc/TiO_2 . Udowodniono, że w porównaniu z kompozytami Pc/TiO_2 i czystym TiO_2 , materiały zawierające sfunkcjonalizowane Pc wykazują szerszy zakres absorpcji promieniowania i niższe wartości przerwy energetycznej. W badaniach fotokatalitycznego rozkładu sulfametoksazolu porównano wpływ warunków na przebieg reakcji. W środowisku wodnym najskuteczniejszym materiałem modyfikowanym okazał się $\text{NiPc}_s/\text{TiO}_2$.

Analiza piśmiennictwa dotyczącego bezpieczeństwa stosowania nanocząstek TiO_2 jako dodatku do żywności i kosmetyków wyraźnie wskazała na brak zgodności w środowisku naukowym zarówno w kwestii absorpcji E171 z przewodu pokarmowego, jak i przenikania nanocząstek TiO_2 przez skórę. W zestawieniu najnowszych badań fotodegradacyjnych z użyciem materiałów opartych na TiO_2 szczególną uwagę zwrócono na rozwiązania ekologiczne i ekonomiczne: najbardziej obiecujące są fotokatalizatory kompozytowe, będące połączeniem kilku substancji i form morfologicznych.

Przedstawione badania właściwości fizykochemicznych oraz aktywności fotochemicznej nanocząstek TiO_2 modyfikowanych ftalocyjaninami oraz zgromadzone dane literaturowe dowodzą, że fotosensybilizacja barwnikami organicznymi jest obiecującą strategią otrzymania materiałów, które w przyszłości mogą zostać zastosowane w fotokatalitycznej remediacji wody na skalę przemysłową.

Joanna Musiał