

Skażenie środowiska różnymi substancjami nieorganicznymi i organicznymi jest powszechnie uważane za problem, który wpływa na organizmy żywe. Mykotoksyny to złożone związki organiczne wytwarzane przez różne gatunki grzybów. Stanowią poważne zagrożenie dla zdrowia nawet w bardzo niskich stężeniach, a większość z nich jest wysoce toksyczna i rakotwórcza. Szacuje się, że około 25% wszystkich upraw na świecie zawiera mykotoksyny, które mogą być przenoszone do środowiska wodnego. Adsorbenty mineralne są łatwe w użyciu i opłacalne w usuwaniu zanieczyszczeń ze środowisk wodnych. Materiały te mogą wiązać niebezpieczne substancje w procesie adsorpcji. Wykazano, że w szczególności minerały ilaste zmniejszają biodostępność toksyn. Jednak ich całkowite zniszczenie nie jest możliwe na drodze adsorpcji. W rezultacie adsorpcja prowadzi do powstania wtórnego zanieczyszczenia, ponieważ mykotoksyny są zatrzymywane przez mineralne adsorbenty w niezmodyfikowanej formie. Jednym ze sposobów rozwiązania problemu wtórnego zanieczyszczenia jest regeneracja zużytego adsorbentu po jego użyciu. Jednak regeneracja i ponowne użycie adsorbentów nie zawsze jest możliwe, zwłaszcza w przypadku zanieczyszczeń organicznych. Ponadto niektóre mykotoksyny nie mogą być skutecznie adsorbowane ze względu na ich właściwości, co dotyczy w szczególności deoksynivalenolu (DON) i zearalenonu (ZEN).

Z kolei fotodegradacja niebezpiecznych związków chemicznych prowadzi do ich całkowitego zniszczenia poprzez reakcje redoks pod wpływem promieniowania UV/Vis. Do tego celu wykorzystywane są półprzewodniki m.in. TiO_2 , ZnO , CdS i $\text{g-C}_3\text{N}_4$. Materiały te pod wpływem promieniowania generują nośniki ładunków (pary elektron-dziura), które prowadzą do powstania reaktywnych rodników, głównie rodników hydroksylowych ($\cdot\text{OH}$) i ponadtlenkowych ($\cdot\text{O}_2^-$). Powstałe rodniki dalej reagują z zanieczyszczeniami i powodują ich utlenianie, a w efekcie całkowite zniszczenie. Pomimo tych zalet, praktyczne zastosowania fotodegradacji zanieczyszczeń są ograniczone ze względu na szybką rekombinację nośników ładunków i tym samym dezaktywację półprzewodników. Jednym ze sposobów na przezwycięzenie tego jest zastosowanie stabilnych chemicznie i tanich nośników dla półprzewodników. Nośniki zapewniają powierzchnię reaktywną i prowadzą do lepszej dyspersji półprzewodników, co może zwiększyć ich aktywność.

Minerały ilaste to naturalne glinokrzemiany warstwowe tworzące liczne złoża o zróżnicowanej morfologii od płytkowej do nanorurkowej. Szczególnie nanorurki budzą duże zainteresowanie jako nośniki m.in. w zastosowaniach związanych z transportem leków i procesami katalitycznymi. Wnętrze nanorurek zapewnia ograniczoną przestrzeń dla dyfuzji zanieczyszczeń. Dzięki temu oddziaływania zanieczyszczeń z aktywnymi centrami półprzewodników są dużo silniejsze niż na powierzchniach płaskich. Wykazano, że nanorurki prowadzą do synergicznych efektów w procesach fotodegradacji. Jednym z przykładów są glinokrzemianowe nanorurki minerału imogolitu. Wykazano, że zwiększają one efektywność fotodegradacji wprowadzonego do nich modelowego zanieczyszczenia – DBAN, który jest wielopierścieniowym węglowodorem aromatycznym (WWA).

We wcześniejszych badaniach wykazaliśmy, że płytkowy kaolinit, który jest najbardziej rozpowszechnionym minerałem ilastym, może zostać przekształcony w glinokrzemianowe nanorurki. Mechanizm ich powstawania i cechy strukturalne zostały opisane przez naszą grupę. W projekcie proponujemy metodykę, w której nanorurki kaolinitowe będą impregnowane wybranymi półprzewodnikami w celu uzyskania wysokiej aktywności otrzymanych materiałów w reakcjach fotodegradacji mykotoksyn. Dotychczasowe publikacje naukowe wskazują na możliwość fotodegradacji mykotoksyn przez różne grupy materiałów. Jednak, zgodnie z naszą wiedzą, badania nad fotodegradacją mykotoksyn przez materiały na bazie kaolinitu nie były prowadzone, zwłaszcza dla kaolinitu w postaci nanorurkowej. Dotychczas materiały na bazie kaolinitu były wykorzystywane do fotodegradacji innych grup zanieczyszczeń m.in. lotnych związków organicznych, barwników i wybranych farmaceutyków.

Na podstawie powyższych rozważań wyznaczono następujące cele projektu: (i) synteza nanorurek glinokrzemianowych z kaolinitu pozyskanego z polskiego złoża Maria III - nanorurki będą pełniły rolę nanoreaktorów do fotodegradacji mykotoksyn, (ii) synteza fotokatalizatorów poprzez impregnację nanorurek wybranymi półprzewodnikami: TiO_2 , $\text{g-C}_3\text{N}_4$ i ZnO - dla porównania wykorzystany zostanie inny naturalny minerał o morfologii nanorurkowej - haloizyt. Najlepsze materiały będą dodatkowo pokryte tlenkami żelaza w celu umożliwienia ich magnetycznej separacji z roztworów wodnych, (iii) charakterystyka otrzymanych materiałów mineralnych wybranymi metodami analitycznymi, (iv) ocena efektywności fotodegradacji i stabilności fotokatalizatorów mineralnych w roztworach wodnych zawierających DON i ZEN, (v) określenie mechanizmów fotodegradacji i powstających produktów reakcji.

Proponowany projekt łączy wiedzę z zakresu mineralogii eksperymentalnej i inżynierii materiałowej z ochroną środowiska. Praca ta będzie oryginalnym wkładem w rozwój badań nad modyfikacją i wykorzystaniem naturalnie występujących minerałów kaolinitowych. Zastosowanie proponowanych materiałów mineralnych do fotodegradacji mykotoksyn będzie miało duże znaczenie w przyszłych badaniach aplikacyjnych dotyczących oczyszczania skażonych środowisk.