

Nowe biosorbenty na bazie celulozy w technologiach uzdatniania wody: rola oddziaływań powierzchniowych i międzycząsteczkowych

Jednym z największych wyzwań współczesnego świata jest oczyszczanie wody w celach konsumpcyjnych. Woda zanieczyszczona cząstkami stałymi, mikroorganizmami, toksynami, rozpuszczonymi pierwiastkami i związkami nieorganicznymi (np. metale ciężkie, tj. ołów, kadm, rtęć, żelazo i inne), arsenem, chlorem, fluorem, rozpuszczonymi substancjami organicznymi (pestycydy, resztki roślin i zwierząt oraz ich fragmenty) i wszelkimi innymi naturalnymi lub wytworzonymi przez człowieka chemikaliami, każdego roku zbiera śmiertelne żniwo w postaci setek istnień ludzkich. Ostatnie dziesięciolecia przyniosły wiele dyskusji na temat niedostatku zasobów wodnych i zagrożeń, z tym związanych. Woda nie ma zamiennika; nie istnieje dla niej żadna alternatywa; nie można jej zastąpić.

Niezwykle ważnym problemem jest w tym momencie zanieczyszczenie wody tworzywami sztucznymi, w szczególności tymi, których rozmiary określa się jako mikro-, sub-mikro- i nano-. Materiały te (*micro-/nanoplastics*) powstają najczęściej z większych odpadów, ale mogą pochodzić również ze środków czystości, kosmetyków, leków czy tkanin. Zanieczyszczenia tego typu materiałami są niebezpieczne nie tylko ze względu na skalę ich występowania i trudności w usunięciu, ale również wspomaganie przez nie przenoszenia się toksycznych substancji. Istotne jest również, że mimo trwającego od kilku lat postępu w świadomości w rozumieniu potrzeby recyklingu, zwiększeniu świadomości konsumenckiej, czy nawet takich faktów jak wprowadzenia filozofii życia „zero waste”, rynek tworzyw sztucznych z roku na rok powiększa się, prowadząc do ogromnych ilości wytwarzanych odpadów polimerowych. Problem zanieczyszczeń roztworów wodnych przez tworzywa sztuczne o rozmiarach mniejszych niż mikrometry jest problemem coraz częściej poruszonym przez organizacje rządowe, pozarządowe oraz jednostki naukowe. Prowadzone kampanie informacyjne (WHO, UNICEF, ONZ, Komisja Europejska), badania naukowe dotyczące zanieczyszczenia zasobów wodnych, ich wykrywania, analizy i skutków środowiskowych nimi wywołanych, ustawodawstwo (m.in. zakaz wykorzystywania mikro- i nanocząstek w produktach kosmetycznych), oraz kampanie medialne sprawiają, że problem jest coraz bardziej widoczny i istnieje szansa, że zwróci on na siebie uwagę wielu ośrodków naukowo-badawczych.

Głównym celem niniejszego projektu jest zatem opracowanie metody usuwania mikro- i nanomateriałów polimerowych z roztworów wodnych za pomocą funkcjonalizowanych cieczami jonowymi nanostruktur celulozowych, nowych biosorbentów. W tym celu zaprojektowane zostaną odpowiednie cieczy jonowe, które następnie zostaną przyłączone do odpowiednio przygotowanych podłoży (nanostruktury celulozy). Otrzymane materiały zostaną poddane charakterystyce strukturalnej i fizykochemicznej, a następnie wykorzystane w procesie oczyszczania wody z roztworów wzorcowych materiałów polimerowych. (tj. mikro- i nanomateriałów polimerowych: w tym PET, PVC, PTFE i PS). Zostanie przeprowadzony w dwóch wariantach: (1) adsorpcja cząstek plastiku bezpośrednio z zanieczyszczonych roztworów i (2) bezpośrednia filtracja roztworów wodnych cząstek przez adsorbent zarówno metodą grawitacyjną, jak i pod zmniejszonym ciśnieniem. Niezwykle istotnym punktem projektu będzie również ocena oddziaływań zachodzących pomiędzy zanieczyszczeniem i otrzymanym sorbentem, oraz określenie dokładnej roli oddziaływań powierzchniowych i między-cząsteczkowych w procesie usuwania zanieczyszczeń. Do badań wykorzystane techniki takie jak analiza potencjału elektrokinetycznego, magnetyczny rezonans jądrowy, spektroskopia w podczerwieni oraz mikrowagi kwarcowej z monitorowaniem dyssypacji energii. Ilość otrzymanych układów pozwoli przede wszystkim na utworzenie szerokiej biblioteki materiałów i pozwoli na dalsze modelowanie i projektowanie procesu oczyszczania wody z materiałów polimerowych.

Główną korzyścią projektu będzie opracowanie materiału usuwającego zanieczyszczenia mikro- i nanopolimerowe, oraz określenie roli oddziaływań powierzchniowych i międzycząsteczkowych mających wpływ na skuteczne oczyszczanie roztworów wodnych z w/w zanieczyszczeń. Nowo zaprojektowane materiały mogą w znacznym stopniu przyczynić się do rozwoju technik oczyszczania wody, a określenie oddziaływań pomiędzy zanieczyszczeniem a nowymi materiałami pozwoli na lepsze poznanie zjawiska usuwania małych układów polimerowych, a co za tym idzie, efektywniejsze usuwanie ich ze środowiska. Komplementarność infrastruktury znajdującej się w Centrum NanoBioMedycznym UAM, dobór kadry odpowiedzialnej za wykonanie projektu, jak również szeroka współpraca naukowa w wielu sieciach naukowo-badawczych pozwoli na prawidłowe zrealizowanie założonych prac na najwyższym poziomie naukowym.

Wynikiem realizacji projektu będą publikacje/artykuły naukowe w czasopismach naukowych o wysokim współczynniku oddziaływania (tj. *ACS Applied Materials and Interfaces*, *Science of the Total Environment*, *Journal of Hazardous Materials*, czy *Environmental Science: Nano*), a także wystąpienia na konferencjach międzynarodowych i krajowych, poświęconych cieczom jonowym, nanotechnologii i ochronie środowiska. Zaplanowane jest również rozpowszechnienie informacji o realizowanym projekcie w kontekście popularnonaukowym: zarówno poprzez artykuły popularnonaukowe, jak i poprzez media społecznościowe.