



Poznań, dnia 06.02.2026 roku

Aleksandra Lusina

Streszczenie rozprawy doktorskiej pt. „Zastosowanie polimerów z odciskiem molekularnym na bazie poli(2-oksazolin) do selektywnej adsorpcji połączonej z ilościowym oznaczaniem wybranych analitów” w języku polskim

Polimery z odciskiem molekularnym (*ang. molecularly imprinted polymer, MIP*) stanowią klasę funkcjonalnych materiałów polimerowych zdolnych do selektywnego rozpoznawania określonych związków chemicznych (analitów). Dzięki obecności specyficznych wnęk molekularnych, wytwarzanych w czasie ich syntezy i komplementarnych pod względem kształtu, wielkości oraz charakteru oddziaływań do cząsteczek analitów, materiały te znajdują szerokie zastosowanie w obszarze selektywnej adsorpcji, separacji, sensorów chemicznych a także analityki środowiskowej.

Dotychczasowe systemy polimerowe MIP najczęściej projektowane były w oparciu o klasyczne matryce polimerowe, takie jak poli(metakrylany), poli(akrylany) czy polistyreny. Niniejsza rozprawa doktorska prezentuje nowatorskie podejście do projektowania materiałów MIP, oparte na zastosowaniu poli(2-oksazolin) jako głównego budulca do tworzenia selektywnych materiałów rozpoznawania molekularnego. Poli(2-oksazoliny) stanowią obiecującą klasę polimerów funkcjonalnych, charakteryzujących się wysoką modyfikowalnością strukturalną, biokompatybilnością oraz dużym potencjałem aplikacyjnym. Zastosowanie tej klasy polimerów w technologii tworzenia odcisku molekularnego wymagało opracowania innowacyjnej strategii syntezy materiałów MIP, opartej na wieloetapowym podejściu obejmującym przygotowanie prepolimeru, jego kontrolowaną funkcjonalizację oraz finalne sieciowanie do struktury MIP.

ul. H. Wieniawskiego 1, 61-712 Poznań
tel. +48 61 829 00 00
aleksandra.lusina@amu.edu.pl

www.amu.edu.pl

Celem pracy było opracowanie materiałów MIP opartych na poli(2-oksazolinach, zdolnych do selektywnego rozpoznawania i adsorpcji analitów o znaczeniu środowiskowym. Postawiona hipoteza badawcza zakładała istnienie zależności pomiędzy strukturą materiałów a ich właściwościami adsorpcyjnymi, umożliwiającą identyfikację czynników sprzyjających tworzeniu selektywnych wnęk molekularnych oraz projektowaniu materiałów o wysokim potencjale aplikacyjnym.

W ramach pracy przeprowadziłam syntezę monomerów oraz prepolimerów na bazie wybranych poli(2-oksazolin) - poli(2-(3-butenylo)-2-oksazolin) (Poly(ButenOx)) oraz poli(2-allyloamidopropylo-2-oksazolin) (Poly(AllylamidOx)), zawierających terminalne wiązania podwójne w łańcuchach bocznych. Struktury te umożliwiły zastosowanie reakcji typu „click” tiol-en jako narzędzia do selektywnej modyfikacji. Chociaż reakcja tiol-en jest reakcją dobrze znaną i szeroko stosowaną w chemii polimerów, jej wykorzystanie w układach poli(2-oksazolinowych) jako etapu funkcjonalizacji prepolimerów przeznaczonych do syntezy MIP stanowi nowe rozwiązanie syntetyczne. Proces syntezy materiałów obejmował etap częściowej funkcjonalizacji prepolimerów z wykorzystaniem reakcji tiol-en inicjowanej promieniowaniem UV, prowadzonej w obecności związków tiolowych zawierających zróżnicowane grupy donorowe. Następnie, w kolejnym etapie, przeprowadziłam sieciowanie pozostałych, niezmodyfikowanych wiązań podwójnych z użyciem dwufunkcyjnych związków tiolowych, prowadząc do wytworzenia trwałej, usieciowanej struktury polimerowej MIP. Proces sieciowania realizowałam zarówno w obecności cząsteczek analitów stanowiących rolę szablonu (*ang. template*), prowadząc do syntezy materiałów MIP, jak i w ich nieobecności, otrzymując materiały referencyjne typu NIP (*ang. non-imprinted polymer*).

Jako cząsteczki szablonów zastosowałam wybrane anality środowiskowe, stanowiące potencjalne zagrożenie ekologiczne i zdrowotne, których dobór oparto na analizie danych literaturowych oraz dokumentach regulacyjnych. Były to związki objęte ograniczeniami stosowania lub zakazami wprowadzania do obrotu, regulowanymi przez instytucje takie jak Unia Europejska czy Komitet Naukowy ds. Bezpieczeństwa Konsumentów (*ang. Scientific Committee on Consumer Safety, SCCS*). Zastosowanie takich analitów jako szablonów umożliwiło wytworzenie selektywnych wnęk molekularnych dedykowanych rozpoznawaniu konkretnych, istotnych środowiskowo związków chemicznych.

Otrzymane materiały MIP i NIP poddałam kompleksowej charakterystyce strukturalnej, fizykochemicznej i funkcjonalnej. Właściwości adsorpcyjne materiału oceniłam na podstawie izoterm, kinetyki i termodynamiki procesu oraz badań selektywności i stabilności w cyklach sorpcji-desorpcji. Ponadto wyznaczyłam parametry analityczne metody, takie jak liniowość odpowiedzi oraz limity detekcji (*ang. limit of detection, LOD*), stosując technikę FAPA-MS (*ang. flowing atmospheric-pressure afterglow mass spectrometry*). Skuteczność opracowanych materiałów MIP oraz NIP zweryfikowałam również w badaniach na rzeczywistych próbkach środowiskowych, w tym próbkach wody rzecznej oraz wybranych próbkach żywnościowych. W analizach zastosowałam techniki takie jak UV-Vis czy HPLC oraz nowatorską metodę FAPA-MS, a także instrumentalne techniki charakterystyki materiałowej, takie jak FTIR, TG oraz SEM.

Uzyskane wyniki potwierdziły, że opracowana strategia syntezy umożliwia racjonalne projektowanie materiałów MIP opartych na strukturze poli(2-oksazolin), o kontrolowanych właściwościach rozpoznawania molekularnego i wysokiej selektywności adsorpcyjnej. Praca stanowi istotny krok w kierunku systemowego zrozumienia mechanizmów tworzenia odcisku molekularnego w tej klasie polimerów oraz tworzy podstawy do projektowania nowoczesnych materiałów sensorycznych o wysokim potencjale aplikacyjnym w analityce środowiskowej.