

Badanie właściwości biokatalizatorów na bazie immobilizowanych cieczy jonowych

Celem projektu jest zaprojektowanie innowacyjnych, wysoce stabilnych biokatalizatorów na bazie immobilizowanych cieczy jonowych oraz lipaz. Nowe materiały będą posiadały unikalne właściwości determinujące ich potencjał katalityczny. W szczególności będą to materiały zbudowane z cieczy jonowych immobilizowanych poprzez adsorpcję fizyczną albo wiązanie kowalencyjne na trzech grupach nowoczesnych, projektowalnych nośników: hydrofobowych polimerach wytwarzanych metodą elektrosprężania, organiczno-nieorganicznych materiałach hybrydowych oraz wielościennych nanorurkach węglowych. W ten sposób uzyskane zostaną materiały typu *supported ionic liquid phase*, które umożliwiają zachowanie wszystkich korzyści wynikających z zastosowania cieczy jonowych, przy jednoczesnym zmniejszeniu ich zużycia w procesie. Do fazy cieczy jonowej wprowadzona zostanie następnie faza aktywna w postaci lipaz, czyli enzymów katalizujących reakcje tworzenia bądź rozrywania pojedynczego wiązania pomiędzy węglem karbonylowym a tlenem.

Uzyskane materiały będą posiadały właściwości katalityczne zbliżone do katalizatorów homogenicznych, przy jednoczesnym posiadaniu w skali makro struktury katalizatora heterogenicznego. Dzięki temu uzyskane w efekcie biokatalizatory będą cechować się bardzo wysoką aktywnością i stabilnością, z dodatkową możliwością łatwego wydzielenia z mieszaniny poreakcyjnej i zawrócenia do kolejnego cyklu reakcji.

Badania prowadzone w ramach projektu będą obejmowały następujące etapy: otrzymywanie materiałów, ich charakterystykę oraz testowanie ich właściwości katalitycznych w wybranych procesach chemicznych.

Wszystkie otrzymane materiały będą posiadały właściwości dedykowane dla rozwiązania konkretnych problemów katalitycznych w wybranych reakcjach, takich jak: kinetyczny rozdział *rac*-ibuprofenu (wykorzystanie enancjoselektywności enzymów), estryfikacja kwasu akrylowego (wykorzystanie selektywności enzymów w przypadku obecności innych grup funkcyjnych) oraz chemo-enzymatyczne utlenianie Baeyera-Villigera (zastosowanie enzymatycznego katalizatora w skrajnie nieprzyjnym środowisku nadtlenu wodoru).

Jako nośniki cieczy jonowej, zastosowane zostaną następujące materiały: hydrofobowe polimery wytworzone metodą elektrosprężania (polistyren i poli(chlorek winylu)), organiczno-nieorganiczne materiały hybrydowe na bazie biopolimerów i tlenków cyrkonu i krzemu oraz wielościenne nanorurki węglowe utlenione do grup karboksylowych lub formylowych.

Uzyskane pierwotne nośniki będą następnie modyfikowane cieczami jonowymi poprzez adsorpcję fizyczną (ciecze jonowe z kationem (1-etylo lub 1-butylo)-3-metyloimidazoliowym oraz anionami: bis(trifluorometylosulfonylo)imidkiem, dicyjanoimidkiem, tetrafluoroboranem, dialkylsiarczanem lub trialkilofosforanem) lub wiązanie kowalencyjne (przyłączenie do nośnika wiązaniem amidowym lub iminowym 1-(3-aminopropyl)imidazolu, z następnym czwartorzędowaniem chlorkiem lub bromkiem alkilu (C_1 - C_8) i wymianą na anion bis(trifluorometylosulfonylo)imidkowy, dicyjanoimidkowy, tetrafluoroboranowy, dialkylsiarczanowy lub trialkilofosforanowy). Wszystkie otrzymane materiały będą w pełni scharakteryzowane za pomocą SEM, TEM, EDX lub EDS, TGA, TG/FT-IR, RAMAN, NMR ciała stałego, S_{BET} . Jako faza aktywna wykorzystane zostaną lipazy: lipaza B z *Candida antarctica* lub lipaza z *Candida rugosa*.

Badania nad właściwościami katalitycznymi będą prowadzone w układzie okresowym. W ramach projektu przeprowadzone zostaną badania dotyczące wpływu następujących parametrów na szybkość i selektywność wybranych procesów: stężenia reagentów, rodzaju, ilości katalizatora i jego zawrotu, szybkości mieszania, rodzaju rozpuszczalnika. Wszystkie produkty zostaną wydzielone i scharakteryzowane, w każdym z procesów określony zostanie stopień przemiany, wydajność produktu oraz selektywność. Dla procesu rozdziału kinetycznego *rac*-ibuprofenu wyznaczony zostanie także nadmiar enancjomeryczny.

Poszukiwanie nowych, wysoce skutecznych, a jednocześnie nietoksycznych, przyjaznych dla środowiska katalizatorów jest obecnie przedmiotem wielu badań związanych z inżynierią chemiczną. Projekt pozwoli rozszerzyć aktualną wiedzę o metodach immobilizacji cieczy jonowych na nośnikach stałych oraz biokatalizie heterogenicznej. Problem jest niezwykle ważny z punktu widzenia wyboru właściwego katalizatora dla procesu. Zastosowanie biokatalizatora prowadzi do uzyskania wyższej selektywności w łagodnych warunkach oraz redukcji odpadów i zużycia energii w procesie.