

Poznań, dnia 24.01.2026 r.

Oliwia Degórska  
Politechnika Poznańska  
Wydział Technologii Chemicznej

## Streszczenie rozprawy doktorskiej

### **„Wykorzystanie immobilizowanych enzymów w fabrykacji substancji farmaceutycznie aktywnych”**

Promotor rozprawy doktorskiej: dr hab. inż. Jakub Zdarta, prof. PP

Współczesna biokatalityczna synteza substancji farmaceutycznie aktywnych (API) w dużym stopniu opiera się na wykorzystaniu wolnych enzymów, które mimo wysokiej selektywności i możliwości prowadzenia reakcji w łagodnych warunkach wykazują istotne ograniczenia. Do najważniejszych z nich należą trudności w odzysku i ponownym wykorzystaniu enzymów, ograniczona stabilność w zmiennych warunkach procesowych oraz ryzyko zanieczyszczenia produktów reakcji. W związku z tym istotnym kierunkiem badań jest rozwój układów biokatalitycznych opartych na enzymach immobilizowanych, umożliwiających wielokrotne użycie biokatalizatorów, poprawę ich stabilności oraz zwiększenie wydajności i czystości procesów syntezy API.

Celem niniejszej dysertacji było opracowanie i charakterystyka układów biokatalitycznych zawierających enzymy immobilizowane na nośnikach nieorganicznych i organicznych. W badaniach zastosowano enzymy pochodzące z różnych źródeł, głównie lipazy, unieruchamiane metodami adsorpcyjnymi i kowalencyjnymi na chemicznie modyfikowanych nośnikach, takich jak krzemionka, hydrożele polimerowe oraz nanowłókna elektroprzędzone. Modyfikacje powierzchni nośników umożliwiły trwałe wiązanie enzymów oraz poprawę ich aktywności i stabilności. Skuteczność immobilizacji oraz właściwości katalityczne otrzymanych układów oceniano z wykorzystaniem metod spektrofotometrycznych. Istotnym elementem pracy było zastosowanie cieczy jonowych zarówno jako modyfikatorów nośników, jak i jako środowiska reakcji. Dzięki swoim unikalnym właściwościom fizykochemicznym cieczy jonowe sprzyjały stabilizacji struktury enzymów, zwiększając ich trwałość oraz aktywność katalityczną, w różnych środowiskach reakcji. Opracowane biokatalizatory zastosowano w syntezie oraz enancjoselektywnym rozdziale API należących do różnych grup farmaceutyków, w tym niesteroidowych leków przeciwzapalnych, leków psychotropowych oraz  $\beta$ -adrenolityków. Produkty reakcji analizowano za pomocą technik LC-MS i GC-MS w celu potwierdzenia ich struktury chemicznej, określenia wydajności procesów oraz nadmiaru enancjomerycznego. Wykazano, że enzymy immobilizowane charakteryzują się znacznie wyższą stabilnością w zmiennych warunkach procesowych niż enzymy wolne, co przekłada się na wysokie konwersje i selektywność reakcji.

Analiza porównawcza opracowanych układów potwierdziła, że odpowiednio zaprojektowane mikrośrodowisko enzymu, oparte na immobilizacji oraz zastosowaniu cieczy jonowych, umożliwia efektywną i selektywną syntezę enancjomerów API oraz zapewnia możliwość wielokrotnego wykorzystania biokatalizatorów. Uzyskane wyniki wskazują na wysoki potencjał aplikacyjny opracowanych systemów w zielonej chemii farmaceutycznej oraz ich perspektywiczne zastosowanie w nowoczesnych procesach biokatalitycznych.

24.01.2026, Oliwia Degórska  
data i podpis autora