

## **Projektowanie biokatalizatorów na bazie cieczy jonowych i projektowalnych nośników w modelowych procesach chemicznych**

Głównym celem projektu jest opracowanie innowacyjnych nośników dla enzymów, które poprawią ogólne właściwości biokatalizatora. Właściwości katalityczne nowych materiałów zostaną zademonstrowane w modelowych procesach chemicznych z sektora produkcji substancji chemicznych o wysokiej wartości dodanej z substancji pochodzących z biomasy. Nowością projektu jest wykorzystanie nowoczesnych materiałów oraz modyfikacja ich powierzchni przy użyciu cieczy jonowych (ILs), o unikalnych właściwościach, w celu uzyskania bardzo aktywnych, selektywnych i trwałych biokatalizatorów. Dodatkowo przeprowadzone zostaną badania aktywności i stabilności immobilizowanych lipaz w rozpuszczalnikach głęboko eutektycznych (DES). Stabilność biokatalizatorów podczas procesu jest kluczowym czynnikiem wpływającym na ekonomiczną wykonalność całej metody.

Przemysł chemiczny przechodzi transformację napędzaną rosnącym zainteresowaniem zrównoważonymi technologiami. Aby osiągnąć cele określone w Agendzie ONZ na rzecz Zrównoważonego Rozwoju do 2030 roku, przemysł koncentruje się na rozwijaniu procesów chemicznych mających minimalny wpływ na środowisko. Obejmuje to wykorzystanie selektywnych i aktywnych katalizatorów podlegających recyklingowi, unikanie toksycznych reagentów, zmniejszanie zużycia energii oraz ograniczanie powstawania odpadów i używanych rozpuszczalników. Obiecującym podejściem jest wykorzystanie katalizatorów heterogenicznych, które oferują wiele korzyści. Katalizatory heterogeniczne można łatwo oddzielić od mieszaniny reakcyjnej, co umożliwia ich efektywne zawracanie. Katalizatory heterogeniczne są szczególnie odpowiednie dla technologii ciągłych, które znacznie zwiększają efektywność procesów chemicznych.

W dziedzinie biotransformacji, unieruchamianie enzymów wykazuje wiele korzyści. Białka posiadają unikalne właściwości, takie jak wysoka selektywność, aktywność i biodegradowalność, co czyni je idealnymi katalizatorami. Jednak w wielu przypadkach enzymy wymagają stabilizacji w celu zwiększenia ich odporności termicznej i mechanicznej.

W naszych badaniach sprawdzimy potencjał wykorzystania dostępnych komercyjnie enzymów, w szczególności lipaz, do różnych zastosowań w katalizie. Enzymy te, takie jak lipaza B z *Candida antarctica* czy lipaza z *Aspergillus oryzae*, zostaną immobilizowane na specjalnie zaprojektowanych stałych nośnikach, które zostaną zmodyfikowane cieczami jonowymi lub będą stabilizowane w rozpuszczalnikach głęboko eutektycznych np. chlorku cholinyl-glicerolu.

Naszym celem jest zrozumienie związku między strukturą cieczy jonowych a ich właściwościami, takimi jak ich kompatybilność z reagentami i zdolność do stabilizacji enzymów. Dzięki wykorzystaniu tej wiedzy, możemy zaprojektować optymalny modyfikator powierzchni nośnika dedykowanego dla lipaz. Poprzednie badania wykazały, że zarówno immobilizowanie enzymów, jak i dodanie cieczy jonowych do układu katalitycznego, zwiększa ich aktywność oraz stabilność termiczną i mechaniczną.

W tym celu zastosujemy technikę zwaną *supported ionic liquid phase* (SILP), w której na matrycy nośnika stałego tworzona jest cienka warstwa cieczy jonowej. Można to osiągnąć poprzez fizyczną adsorpcję lub chemiczne przywiązanie cieczy jonowej na nośniku. Materiały SILP łączą zalety katalizy zarówno homogenicznej, jak i heterogenicznej, co prowadzi do poprawy stabilności i wydajności reakcji enzymatycznych.

W naszych badaniach skupimy się na zaprojektowaniu odpowiednich nośników dla enzymów, co stanowi kluczowy aspekt tego projektu. Zbadamy zastosowanie innowacyjnych materiałów, takich jak polimery elektroprzewodzące, krzemionkowe materiały nieorganiczne oraz węgiel aktywny z łupin kokosa, jako potencjalnych nośników. Aby poprawić właściwości wymienionych materiałów, będziemy immobilizować przyjazne dla środowiska i łatwo biodegradowalne ciecze jonowe oparte na glukozie. Następnie wybrane enzymy zostaną osadzone na otrzymanych nośnikach, tworząc tzw. katalizatory bio-SILP. Oczekuje się, że katalizatory bio-SILP będą charakteryzować się wysoką selektywnością i aktywnością.

W końcowej fazie projektu zaprojektowane katalizatory bio-SILP zostaną przetestowane w biotransformacji substancji chemicznych pochodzących z biomasy. Substancje chemiczne pochodzące z biomasy, takie jak  $\alpha$ -angelika lakton i pochodne alkoholu furfurylowego, zostaną przekształcone w substancje o wysokiej wartości dodanej (lewuliniany alkilowe i estry alkoholu furfurylowego) w obecności katalizatorów bio-SILP.