

Popularnonaukowy opis badań prowadzonych w ramach doktoratu

Celem badań prowadzonych w trakcie realizacji pracy doktorskiej jest immobilizacja enzymów na nowatorskich nośnikach pochodzenia naturalnego oraz materiałach hybrydowych powstałych z połączenia prekursorów organicznych oraz nieorganicznych. Ideą prowadzonych badań jest wytworzenie układów unieruchomionych enzymów, które odznaczają się polepszoną stabilnością oraz podwyższoną aktywnością, w porównaniu z wolną formą białka. Enzymy, będące typowymi biokatalizatorami charakteryzują się wysoką selektywnością oraz specyficnością, a co najważniejsze, poprzez obniżenie energii aktywacji, przyspieszają przebieg wielu reakcji chemicznych. Cechy te powodują, że są one powszechnie i szeroko stosowane w wielu gałęziach przemysłu oraz aspektach życia codziennego. Wąski zakres pH oraz temperatury, w których białka te wykazują wysoką aktywność oraz szybki jej spadek ogranicza ich praktyczne wykorzystanie. Stąd też istotnym są badania, których celem jest opracowanie metod umożliwiających wydłużenie katalitycznego działania enzymów, jak i zwiększenie ich odporności na niekorzystne działanie środowiska reakcji.

Techniką, która w największym stopniu wpływa na poprawę właściwości białek katalitycznych jest immobilizacja. Jest to proces polegający na związaniu biokatalizatorów z nierozpuszczalnym nośnikiem, skutkujący wzrostem odporności oraz wydłużeniem aktywności. Należy także podkreślić, że enzymy po immobilizacji przybierają formę katalizatora heterogenicznego, co dodatkowo podnosi ich walory użytkowe, gdyż m.in. ułatwia separację z mieszaniny reakcyjnej. W zrealizowanych dotychczas badaniach jako nośniki wykorzystano między innymi gąbki pochodzenia zwierzęcego oraz roślinnego, których otwarta sieć zbudowana z włókien pomaga przewyciężyć opory dyfuzyjne, stanowiące poważną przeszkodę w efektywnym transporcie substratów reakcji do miejsca aktywnego enzymu. Zastosowano także matryce hybrydowe powstałe w wyniku połączenia odpadowego materiału, jakim jest lignina z prekursorami pochodzenia organicznego oraz nieorganicznego, którymi były odpowiednio chityna czy ditlenek krzemu. Wykorzystane matryce charakteryzują się dużą stabilnością oraz odpornością, a także posiadają dobre właściwości sorpcyjne. Szerokie zastosowanie w wielu gałęziach przemysłu oraz szybka utrata właściwości katalitycznych spowodowały, że w trakcie doktoratu skupiono się głównie na immobilizacji lipaz.

W toku prowadzonych badań wykorzystano wiele zaawansowanych metod analitycznych, które umożliwiły potwierdzenie skutecznego unieruchomienia enzymów. Wśród nich warto wymienić spektroskopię fotoelektronów wzbudzonych promieniowaniem rentgenowskim (XPS), czy węglowy magnetyczny rezonans jądrowy (^{13}C CP MAS NMR). Kluczowe było jednak zastosowanie metod spektroskopowych, wzbogaconych o techniki chromatograficzne, które wykorzystano do charakterystyki aktywności enzymatycznej powstałych materiałów.

Wartym odnotowania jest fakt, że otrzymane w trakcie realizacji badań preparaty charakteryzują się polepszonymi właściwościami użytkowymi, a więc zachowaniem wysokiej aktywności katalitycznej, jak i zdecydowanym ograniczeniem negatywnego wpływu pH, temperatury, czy czasu magazynowania na te właściwości. Wstępnie otrzymane rezultaty wskazują na skuteczność i efektywność zaproponowanych technik immobilizacji i powinny być kontynuowane ze względu na ich wysoką wartość praktyczną oraz naukową, której wymiernym efektem są publikacje w renomowanych czasopiśmie z tzw. listy filadelfijskiej.

Niezwykle istotny etap badań, który jest bezpośrednio związany z tematyką dysertacji doktorskiej oraz stanowi jej uzupełnienie i rozwinięcie, zostanie zrealizowany podczas stażu naukowego w *Center for BioProcess Engineering, Department of Chemical and Biochemical Engineering, Technical University of Denmark*. Podjęte tam prace dotyczyć będą immobilizacji wybranych enzymów, jak i systemów multienzymatycznych złożonych z kilku białek katalitycznych. Jako nośniki wykorzystane zostaną hybrydowe matryce różnego pochodzenia, a także porowate membrany o zmiennych właściwościach. Właściwości powstałych układów zostaną scharakteryzowane oraz wnikliwie porównane. Wytypowane produkty po immobilizacji, o najlepszych właściwościach użytkowych, zostaną wykorzystane w kaskadowych reakcjach enzymatycznych. Zastosowanie wytworzonych układów umożliwi przeprowadzenie złożonych przemian chemicznych, wykorzystywanych między innymi w procesach biorafinacji, w sposób szybszy i bardziej wydajny. Przełoży się to na skrócenie czasu ich realizacji, umożliwi redukcję kosztów, a także pozwoli na rozwiązywanie problemów technologicznych, które stoją na drodze do jeszcze szerszego wykorzystania biokatalizatorów w biokonwersji zróżnicowanych surowców naturalnych. Podjęcie badań związanych z tą tematyką stanowi obecnie istotną kwestię w aspekcie szeroko rozumianej ochrony środowiska oraz związanych z "zieloną chemią" procesów biorafinacji i biokonwersji biomasy.