

Zwięzły opis wyróżniających się osiągnięć będących podstawą nadania stopnia doktora habilitowanego Panu Jakubowi Zdarcie

Cykl artykułów naukowych nt. *Projektowanie systemów biokatalitycznych i ich rola w procesach konwersji biomasy oraz unieszkodliwiania wybranych zanieczyszczeń środowiskowych* stanowiący podstawę do nadania stopnia naukowego doktora habilitowanego Jakubowi Zdarcie ma oryginalny i multidyscyplinarny charakter. Zrealizowane prace wpisują się przede wszystkim w zakres dyscypliny nauki chemicznej ale ich tematyka pokrywa również zagadnienia niezwykle aktualnych i dynamicznie rozwijających się dyscyplin, w tym technologii chemicznej, inżynierii materiałowej, biotechnologii czy ochrony środowiska. Wspomniany cykl artykułów posiada istotne elementy nowości naukowej i wnosi znaczny wkład w rozwój przywołanych dyscyplin, a uzyskane zależności pozwalają na poszerzenie aktualnego stanu wiedzy oraz opracowanie nowatorskich i efektywnych rozwiązań o istotnym potencjalnie aplikacyjnym. Wysoka jakość prowadzonych prac znajduje swoje odzwierciedlenie w opiniach niezależnych Recenzentów, a więc najwyższej klasy specjalistów, którzy jednomyślnie wyróżnili rozprawę habilitacyjną Kandydata. Potwierdzeniem wyróżniającej się aktywności oraz osiągnięć naukowych dra hab. inż. Jakuba Zdarty są także wysoko indeksowane artykuły naukowe opublikowane w renomowanych czasopismach naukowych, jak i przyznane nagrody oraz stypendia, których Kandydat do Nagrody jest laureatem. Spośród nich wyróżnić można m.in. prestiżowe Stypendium Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego dla wybitnych młodych naukowców przyznane w 2019 roku.

Nadrzędnym celem realizowanych przez dra. hab. inż. Jakuba Zdartę prac było zaprojektowanie i wytworzenie nowatorskich, multifunkcyjnych systemów biokatalitycznych opartych o immobilizowane enzymy do różnorodnych zastosowań, w tym, w procesach konwersji biomasy oraz usuwania mikrozanieczyszczeń środowiskowych. W badaniach wykorzystano szeroką gamę materiałów różnego pochodzenia, charakteryzujących się zdefiniowanymi właściwościami, jako nośników w procesie immobilizacji wybranych enzymów. Przeprowadzono także charakterystykę wytworzonych układów pod kątem zdefiniowania aktywności, stabilności oraz parametrów użytkowych. Tematyka badawcza oraz jej główne założenia opierają się na hipotezie, że skuteczne unieruchomienie enzymów prowadzi do znacznej poprawy ich stabilności oraz podniesienia właściwości użytkowych. Podejście to pozwala zwiększyć zakres funkcjonalności i aplikacyjności nowo opracowanych systemów biokatalitycznych, potwierdzając tym samym, że realizowana tematyka ma charakter oryginalny i innowacyjny. Ponadto podjęcie tej tematyki uzasadnione jest ze względu na fakt, że enzymy znajdują coraz szersze zastosowanie w różnych dziedzinach nauki, życia codziennego i przemysłu. Zasadnym staje się zatem opracowanie układów enzymatycznych o przedłużonej aktywności, co ma bezpośrednie przełożenie na wzrost praktycznego wykorzystania biokatalizatorów.

Unikalne właściwości enzymów, w tym wysoka aktywność w łagodnych warunkach procesowych, powodują, że stają się one atrakcyjną alternatywą dla stosowanych dotychczas katalizatorów. Koniecznym jest jednak znalezienie sposobów wpływających na zwiększenie spektrum zastosowań biokatalizatorów, a w tym kontekście wykorzystanie immobilizacji stanowi skuteczne rozwiązanie prowadząc do powstania funkcjonalnych systemów enzymatycznych. Stąd ważnym aspektem zrealizowanych przez Kandydata prac było precyzyjne zaprojektowanie finalnych właściwości systemów biokatalitycznych poprzez zdefiniowanie założeń ich wytwarzania. Wykorzystano w tym celu materiały pochodzenia organicznego, nieorganicznego i kompozytowe oraz różne technik immobilizacji, w tym wiązania kowalencyjnego, adsorpcyjnej, jak i enkapsulacji celem uzyskania układów o znacznej aktywności i wysokiej stabilności. W przeprowadzonych badaniach immobilizacji poddano wybrane enzymy z grupy hydrolaz oraz oksydoreduktaz determinując jednocześnie możliwe kierunki wykorzystania wytworzonych układów. Istotnym było także zdefiniowanie kluczowych parametrów aplikacyjnych biokatalizatorów, w tym aktywności katalitycznej oraz stabilności operacyjnej w zmiennych warunkach procesowych oraz możliwości wielokrotnego wykorzystania celem oceny potencjału użytkowego wytworzonych układów.

Prowadzone działania, związane z opracowaniem nowej gamy nośników, doprowadziły do rozwoju dodatkowej ścieżki badawczej, którą było wykorzystanie techniki elektroprędkienia do wytwarzania zróżnicowanego wachlarza materiałów kompozytowych o zdefiniowanych właściwościach i charakterystyce. Możliwość kontroli warunków elektroprędkienia, a także wykorzystanie polimerów i biopolimerów o znacznej stabilności i odporności, dodatkowo domieszkowanych komponentami nieorganicznymi, pozwoliło na

otrzymanie materiałów o określonych cechach pod kątem potencjalnego zastosowania w różnych dziedzinach nauki oraz gospodarki.

Multidyscyplinarny charakter badań opisanych w cyklu prac habilitacyjnych obejmował nie tylko wszechstronną charakterystykę wytworzonych układów, ale przede wszystkim zaprojektowanie układów do ich wykorzystania w procesach konwersji wybranych składników biomasy oraz w usuwaniu szerokiej gamy mikrozanieczyszczeń środowiskowych. Są to złożone, bardzo dynamicznie rozwijające się nurty badawcze, które wymagają opracowania zaawansowanych rozwiązań poprawiających ich efektywność z jednoczesną dbałością o ochronę środowiska oraz koszty. Celem potwierdzenia znacznej użyteczności opracowanych systemów biokatalitycznych we wspomnianych zastosowaniach poddano je testom w zmiennych warunkach procesowych, weryfikując jednocześnie poprawę stabilności enzymów po ich unieruchomieniu. Dalsze badania to próba opracowania konstrukcji enzymatycznych bioreaktorów membranowych celem poprawy wydajności oraz obniżenia kosztów realizowanych przemian. Niezwykle istotny aspekt prowadzonych prac, dotyczył także analizy składu mieszanin po enzymatycznej konwersji mikrozanieczyszczeń. Na szczególne podkreślenie zasługuje zatem fakt, że zaproponowane przez Kandydata rozwiązania umożliwiają nie tylko efektywną remediację mikrozanieczyszczeń, lecz także otrzymanie roztworów o wysokiej czystości oraz niskiej toksyczności, a tym samym stają się alternatywnymi rozwiązaniami zwiększającymi dbałość o środowisko i klimat, co obecnie stanowi najwyższy priorytet.

Zaprezentowane badania opierają się głównie na pracach eksperymentalnych, których zadaniem jest zdefiniowanie podstawowych mechanizmów rządzących opisywanymi przemianami, jak i opracowanie założeń technologicznych realizowanych procesów. Należy jednak podkreślić, znaczny potencjał aplikacyjny wykonanych prac, udokumentowany próbami transferu i praktycznego zastosowania wybranych rozwiązań oraz systemów w skali półtechnicznej oraz przemysłowej, na co pośrednio wskazują wyniki badań opracowane w formie oryginalnych artykułów naukowych, jak i przygotowywane zgłoszenia patentowe.

Wartym odnotowania jest fakt znacznej mobilności Kandydata do Nagrody, a także prowadzonej przez niego, i stale rozwijanej współpracy z wiodącymi ośrodkami naukowymi w kraju oraz na arenie międzynarodowej. Należy tutaj podkreślić liczne krótko- i długoterminowe staże naukowe oraz prowadzenie wspólnych prac z naukowcami z Technical University of Denmark (Dania), University of Technology Sydney (Australia) czy Uniwersytetu im. A. Mickiewicza w Poznaniu. Efektem istotnych działań Kandydata na tym polu są wysoce cytowane artykuły naukowe opublikowane w renomowanych czasopismach takich jak *Advances in Colloids and Interface Science* (IF=12,984; MEiN=200) czy *Biotechnology Advances* (IF=14,227; MEiN=200), w których Kandydat jest autorem wiodącym i korespondencyjnym, a które dodatkowo zostały włączone w cykl artykułów habilitacyjnych.

Należy także odnotować znaczną aktywność dra hab. inż. Jakuba Zdarty w pozyskiwaniu grantów badawczych pozwalających na prowadzenie szeroko zakrojonych i innowacyjnych prac naukowych, co stanowi niewątpliwie wartość dodaną. Badania wchodzące w cykl prac stanowiących podstawę do nadania stopnia naukowego doktora habilitowanego realizowane były bowiem w ramach przyznanych projektów badawczych, spośród których najistotniejszym był grant badawczy Sonata 15 finansowany z funduszy Narodowego Centrum Nauki, którego Pan Jakub Zdarta jest kierownikiem. Ponadto Kandydat brał aktywny udział w innych projektach badawczych finansowanych przez krajowe i zagraniczne podmioty, spośród których wyróżnić należy naukowo-aplikacyjny projekt *PTL clean up – Enhanced value and expanded applications from 2G/hemicellulosic sugars from PTL (Pretreated Liquids)* realizowany na Technical University of Denmark, w bezpośredniej współpracy z partnerem przemysłowym. Jest to dodatkowe uzasadnienie interdyscyplinarnej natury badań naukowych realizowanych przez Kandydata.

Na podkreślenie zasługuje również fakt, że Pan Jakub Zdarta jest energicznym, zaangażowanym oraz bardzo ambitnym naukowcem, który ciągle stawia przed sobą nowe wyzwania, a którego dotychczasowe osiągnięcia na wszystkich płaszczyznach należy uznać za wyróżniające, zwłaszcza w perspektywie młodego wieku Kandydata do Nagrody. Znajduje to swoje jednoznaczne odzwierciedlenie w opiniach Recenzentów rozprawy habilitacyjnej, a także w protokole z posiedzenia komisji habilitacyjnej, która jednoznacznie wyróżniła rozprawę habilitacyjną Pana Jakuba Zdarty, jak i podkreśliła jej najwyższy poziom naukowy oraz merytoryczny. Opinia ta, również jednomyślnie, została podtrzymana przez Radę Dyscypliny Nauki Chemiczne Wydziału Technologii Chemicznej Politechniki Poznańskiej, nadając Kandydatowi w dniu 08 czerwca 2021 r. stopień naukowy doktora habilitowanego.