

Prof. dr hab. inż. Marcin Banach

Kraków, dnia 12 grudnia 2023 roku

RECENZJA

**dorobku naukowego oraz monotematycznego cyklu artykułów naukowych: „Nieorganiczne matryce i ich modyfikowane formy jako komponenty układów biokatalitycznych zawierających enzymy”
dr inż. Agnieszki Kołodziejczak-Radzimskiej**

Podstawą opracowania recenzji jest pismo Rady Doskonałości Naukowej z dnia 1 października 2023 r. (DRKN.Z6.400.139.2023) oraz Uchwała Rady Dyscypliny Nauki Chemiczne Politechniki Poznańskiej z dnia 17 października 2023 r. (RD-20/6/2023) o powołaniu komisji habilitacyjnej ds. nadania stopnia doktora habilitowanego dr inż. Agnieszce Kołodziejczak-Radzimskiej.

Recenzja została przygotowana na podstawie dokumentacji udostępnionej przez Wydział Technologii Chemicznej Politechniki Poznańskiej zawierającej: autoreferat, wykaz osiągnięć, oświadczenia współautorów o wkładzie w powstawanie artykułów naukowych, kopie artykułów naukowych stanowiących monotematyczny cykl prac, dokumenty potwierdzające dodatkowe aktywności.

Charakterystyka biograficzna Kandydatki

Pani dr inż. Agnieszka Kołodziejczak-Radzimska w 2007 r. ukończyła studia na Wydziale Technologii Chemicznej Politechniki Poznańskiej broniąc pracę magisterską pt. „Badania adsorpcji preparatów farmaceutycznych na powierzchni bieli tytanowej” i uzyskując tytuł zawodowy magistra inżyniera.

W 2011 roku pani dr inż. Agnieszka Kołodziejczak-Radzimska uzyskała stopień naukowy doktora nauk chemicznych broniąc rozprawę pt.: „Aktywowany tlenek cynku – otrzymywanie, charakterystyka i zastosowanie”.

Od 2011 roku związana jest zawodowo z Wydziałem Technologii Chemicznej Politechniki Poznańskiej, gdzie początkowo zatrudniona była na stanowisku asystenta, a od 2020 roku na stanowisku adiunkta.

Pani dr inż. Agnieszka Kołodziejczak-Radzimska odbyła dwa staże o charakterze badawczo-przemysłowym: pierwszy półtoramiesięczny w 2009 r. w Dziale Badań i Rozwoju Spółki Luvena, drugi trzymiesięczny w 2022 r. w Applied Process Chemistry w Irlandii.

Ocena dorobku naukowego

W skład dorobku naukowego pani dr inż. Agnieszki Kołodziejczak-Radzimskiej wchodzi 34 publikacje naukowe indeksowane przez Thomson Reuters JCR (29 opublikowanych po uzyskaniu stopnia doktora) o sumarycznym współczynniku wpływu IF równym 97,607 (93,666 po uzyskaniu stopnia doktora), 3 rozdziały w książkach, w tym 2 w zagranicznych, 14 opublikowanych materiałów z konferencji (4 z międzynarodowych) oraz 1 patent.

Prace badawcze, których wyniki zostały przez Kandydatkę opublikowane dotyczyły m.in. procesów adsorpcji, immobilizacji enzymów, otrzymywania i modyfikacji materiałów nieorganicznych, otrzymywania i charakterystyki materiałów kompozytowych oraz hybrydowych.

Dr inż. Agnieszka Kołodziejczak-Radzimska realizowała również badania we współpracy z innymi krajowymi ośrodkami naukowymi (Politechnika Łódzka, Łukasiewicz – Łódzki Instytut Technologiczny, Instytut Fizyki Molekularnej Polskiej Akademii Nauk) oraz zagranicznymi (University of Technology Sydney). Efektami prowadzonej współpracy są liczne publikacje w takich czasopismach jak m.in. Pigment & Resin Technology, Scientific Reports, Environmental Technology & Innovation, Current Pollution Reports.

Dr inż. Agnieszka Kołodziejczak-Radzimska brała udział w realizacji 6 projektów badawczych finansowanych przez Europejski Fundusz Rozwoju Regionalnego, Narodowe Centrum Nauki oraz Ministerstwo Edukacji i Nauki. Pełniła rolę kierownika projektu pt. „Układy hybrydowe typu M_xO_y /fukoidyna jako aktywne nośniki enzymów: projektowanie, właściwości fizykochemiczne oraz testy katalityczne” finansowanego przez Narodowe Centrum Nauki w ramach programu Miniatura 4. Warty podkreślenia jest udział Kandydatki w realizacji dwóch projektów realizowanych w ramach POIG we współpracy z wysokiej klasy jednostkami badawczymi – „Envirotex – Barrierowe materiały nowej generacji, chroniące człowieka przed szkodliwym działaniem środowiska” (Lider – Instytut Włókiennictwa w Łodzi) oraz „Nanosil – Silseskwioxany jako nanonapełniacze i modyfikatory w kompozytach polimerowych” (Lider – UAM w Poznaniu).

Istotnym jest także udział w projekcie „Open research biopharmaceutical intership suport – ORBIS” w ramach HORIZON 2020, który pozwolił Kandydatce odbyć staż w Applied Process Chemistry w Dublinie.

Dr inż. Agnieszka Kołodziejczak-Radzimska pełniła również rolę kierownika 1 projektu realizowanego w ramach działalności statutowej młodej kadry (fundusze MEN) pt. „Immobilizacja enzymów na wybranych funkcjonalnych nośnikach nieorganicznych i organicznych”, a w 6 podobnych projektach pełniła funkcję wykonawcy. Obecnie pełni również rolę wykonawcy w projekcie finansowanym z funduszy Rektora Politechniki Poznańskiej.

O rozpoznawalności dr inż. Agnieszki Kołodziejczak-Radzimskiej w środowisku naukowym świadczy fakt jej obecności w rankingu TOP 2% najczęściej cytowanych naukowców na świecie opracowanym przez analityków z Uniwersytetu Stanforda i wydawnictwo Elsevier (edycja za rok 2021).

Całkowita liczba cytowań (bez autocytowań) publikacji dr inż. Agnieszki Kołodziejczak-Radzimskiej wg WoS wynosi 1875, a wg Scopus 2185 (na dzień 2 czerwca 2023 r.). Indeks Hirscha wg WoS równy jest 11, a wg Scopus 12.

Dr inż. Agnieszka Kołodziejczak-Radzimska wykonała 41 recenzji manuskryptów dla renowanych czasopism naukowych, m.in. dla Chemical Reviews, ACS Sustainable Chemistry Engineering, Applied Microbiology and Technology, Journal of Materials Science & Technology, Nanotechnology Reviews, Scientific Reports i Sustainable Environment Research.

Podsumowując aktywność naukową dr inż. Agnieszki Kołodziejczak-Radzimskiej stwierdzam, że całkowity dorobek Kandydatki jest znaczący zarówno pod względem ilościowym i jakościowym, co świadczy o dojrzałości i samodzielności w pracy badawczej.

Ocena osiągnięcia naukowego

Osiągnięcie naukowe dr inż. Agnieszki Kołodziejczak-Radzimskiej pt. „Nieorganiczne matryce i ich modyfikowane formy jako komponenty układów biokatalitycznych zawierających enzymy” stanowi monotematyczny cykl 12 artykułów naukowych (11 oryginalnych prac badawczych, 1 artykuł przeglądowy), opublikowanych w latach 2017-2023 w czasopismach Biotechnology Progress, Adsorption, Physicochemical Problems of Mineral Processing (x2), Korean Journal of Chemical Engineering, Applied Surface Science, Scientific Reports, Process Biochemistry, Current Pollution Reports, Processes, Materials i Environmental Technology & Innovation, których IF wynosi od 1,200 do 8,097. Sumaryczny współczynnik wpływu (IF) publikacji zgodny z rokiem opublikowania wynosi 47,883. W 11 pracach dr inż. Agnieszka Kołodziejczak-Radzimska jest pierwszym autorem, w 10 autorem korespondencyjnym. Jedna publikacja jest monoautorska. Znaczący wkład dr inż. Agnieszki Kołodziejczak-Radzimskiej w publikacjach wieloautorskich został precyzyjnie określony i potwierdzony. W publikacjach H1-H3, H5 oraz H7-H12 opracowała koncepcję badań, prowadziła procesy otrzymywania i modyfikacji materiałów, określiła wpływ parametrów procesowych na ich właściwości, dokonała analizy i interpretacji wyników oraz przygotowała manuskrypt. W publikacji H4 odpowiadała za całość prac związanych z publikacją (publikacja monoautorska). W przypadku badań prezentowanych w publikacji H6 odpowiadała za syntezę i modyfikację materiału tlenkowego, przeprowadziła

część badań instrumentalnych oraz uczestniczyła w przygotowaniu manuskryptu i jego weryfikacji. Udział w publikacji H9 wynika z dokonania przeglądu literaturowego oraz przygotowania manuskryptu.

Problem badawczy, którego rozwiązania dr inż. Agnieszki Kołodziejczak-Radzimska podjęła się w trakcie badań prezentowanych wraz z wynikami w pracach stanowiących monotematyczny cykl artykułów, dotyczy procesu immobilizacji enzymów (lipazy i acylazy z grupy hydrolaz oraz lakazy z grupy oksydoreduktaz) na modyfikowanych i niemodyfikowanych materiałach nieorganicznych, a w szczególności projektowania, syntezy, charakterystyki i oceny możliwości zastosowania tych układów biokatalitycznych.

Prace badawcze prezentowane w cyklu publikacji obejmują dwa wątki:

- zastosowania niemodyfikowanych i modyfikowanych materiałów nieorganicznych jako nośników enzymów z grupy hydrolaz oraz oksydoreduktaz,
- zastosowania układów biokatalitycznych nośnik nieorganiczny-lakaza w procesie degradacji barwników organicznych.

Jako pierwsze w cyklu stanowiącym osiągnięcie naukowe dr inż. Agnieszka Kołodziejczak-Radzimska zaprezentowała badania i wyniki immobilizacji acylazy z *Aspergillus melleus* na modyfikowanych materiałach nieorganicznych (publikacje H1-H3). Jako nośniki zastosowała:

- SiO₂ otrzymaną zmodyfikowaną metodą Stöbera i funkcjonalizowaną aminopropylotrietoksyilanem oraz aldehydem glutarowym,
- układ hybrydowy ZrO₂-SiO₂ otrzymany metodą zol-żel w postaci niemodyfikowanej i modyfikowanej aldehydem glutarowym,
- haloizyt modyfikowany grupami aminowymi, epoksydowymi i karbonyłowymi.

Wyniki badań instrumentalnych oraz testów aktywności katalitycznej potwierdziły immobilizację, celowość podjętej tematyki badawczej oraz wyznaczyły kierunki dalszych prac.

W kolejnych publikacjach (H4 i H5) dr inż. Agnieszka Kołodziejczak-Radzimska zaprezentowała badania i wyniki immobilizacji lipazy z *Candida rugosa* na krzemionce modyfikowanej silanem z grupami epoksydowymi oraz sieciowanej aldehydem glutarowym, a także na układzie MgO-SiO₂ modyfikowanej grupami aminową, tiolową, cyjanową, fenyłową, epoksydową pochodzącymi z silanów oraz grupami karbonyłowymi z aldehydu glutarowego. Podobnie jak we wcześniejszych publikacjach potwierdzono immobilizację enzymu i wysoką aktywność katalityczną otrzymanych połączeń. Warty uwagi jest

zaproponowany w publikacji H5 mechanizm immobilizacji lipazy na modyfikowanej grupami epoksydowymi i aminowymi powierzchni $MgO \cdot SiO_2$.

Wyniki prezentowane w publikacjach H1-H5 potwierdziły hipotezę, że grupy funkcyjne stanowiące modyfikatory materiałów nieorganicznych zwiększają efektywność immobilizacji enzymów na ich powierzchni, co pozwala uzyskać aktywne biokatalizatory.

Proces immobilizacji lipazy z *Rhizopus oryzae* w warstwie międzyfazowej osadzonej na tlenku tytanu stał się tematyką publikacji H6. W prezentowanym w niej procesie jako matrycę dla lipazy wykorzystano trisilanocykloheksylo-POSS, a jako podłoże niemodyfikowany oraz modyfikowany grupami aminowymi ZrO_2 . Potwierdzono, że lipaza adsorbuje się na granicy faz powietrze-woda i tworzy oddzielne struktury z TCyPOSS. Uzyskane wyniki potwierdziły możliwość wykorzystania techniki LB jako metody immobilizacji lipazy na nośniku tlenkowym.

Celem badań przedstawionych w publikacji H7 było otrzymanie jako nośnika lipazy z *Aspergillus niger* układu hybrydowego biopolimer-tlenek nieorganiczny. Otrzymano układy hybrydowe tlenku cyrkonu oraz tlenku magnezu z fukoidyną z *Fucus vesiculosus*. Wyniki badań potwierdziły modyfikację materiałów nieorganicznych fukoidyną, a następnie immobilizację lipazy i wysoką aktywność enzymatyczną otrzymanych połączeń. Otrzymane wyniki wskazały również na możliwość wykorzystania białek w otrzymywaniu układów biokatalitycznych.

Dalsze prace, których wyniki zaprezentowano w publikacji H8 potwierdziły, że układ biokatalityczny możliwy jest również do otrzymania z wykorzystaniem lakazy z *Trametes versicolor* immobilizowanej na mezoporowatym tlenku glinu.

Dotychczas omówione publikacje stanowią potwierdzenia osiągnięć badawczych dr inż. Agnieszki Kołodziejczak-Radzimskiej potwierdzających możliwość i celowość funkcjonalizacji nośników nieorganicznych, w szczególności tlenków i układów tlenkowych, przeznaczonych do immobilizacji enzymów i tworzenia układów o wysokiej aktywności katalitycznej.

Wątek badawczy związany z zastosowaniem układów biokatalitycznych zawierających lakazę osadzoną na nośnikach nieorganicznych w procesach degradacji barwników organicznych rozpoczyna publikacja H9, w której dokonano przeglądu literaturowego zagadnienia zastosowania układów biokatalitycznych w procesach enzymatycznej degradacji zanieczyszczeń roztworów wodnych. Dane prezentowane w pracy potwierdzają, że układy zawierające immobilizowane enzymy umożliwiają eliminację m.in. barwników, farmaceutyków i związków fenolowych z roztworów wodnych. Wnioski wyciągnięte

z analizy aktualnego stanu wiedzy związanego z tym zagadnieniem pozwoliły na podjęcie oryginalnych prac badawczych, których wyniki zaprezentowane zostały w publikacjach H10-H12.

W badaniach prezentowanych w publikacji H10 lakazę z *Trametes versicolor* immobilizowano na SiO₂ oraz ZrO₂ modyfikowanych cysteiną i aldehydem glutarowym. Otrzymane połączenia zastosowano w procesach dekoloryzacji Alizaryny Red S. Potwierdzono wysoką skuteczność działania układów złożonych z modyfikowanego tlenku cyrkonu i lakazy.

Badania kontynuowano immobilizując lakazę na układzie tlenkowym ZnO/TiO₂ [H11]. Działanie połączenia weryfikowano w procesach degradacji barwników azowych i antrachinonowych potwierdzając efektywność dekoloryzacji.

Ostatni etap prac prezentowanych w cyklu publikacji poświęcony został otrzymaniu, charakterystyce i zastosowaniu w celu usuwania tetrazyny układu biokatalitycznego złożonego z tlenku cyrkonu funkcjonalizowanego fukoidyną i lakazy [H12]. Otrzymane wyniki potwierdziły efektywne działanie biokatalizatora w degradacji tego barwnika.

Podsumowując osiągnięcie naukowe dr inż. Agnieszki Kołodziejczak-Radzimskiej należy podkreślić, że obejmuje ono szeroki zakres prac badawczych związanych z otrzymywaniem nośników nieorganicznych, ich modyfikacją, charakterystyką, procesem immobilizacji enzymów, określeniem aktywności i stabilności produktów oraz weryfikacją ich praktycznego zastosowania. Stanowi ono ważny i oryginalny wkład dr inż. Agnieszki Kołodziejczak-Radzimskiej w dyscyplinę nauki chemiczne poprzez wzbogacenie istniejącego stanu wiedzy dotyczącego otrzymywania i zastosowania układów biokatalitycznych.

Ocena dorobku dydaktycznego, organizacyjnego i popularyzatorskiego

Doświadczenie dydaktyczne dr inż. Agnieszki Kołodziejczak-Radzimskiej wynika z prowadzonych wykładów (Technologia nieorganiczna, Wybrane zagadnienia współczesnej wiedzy chemicznej, materiały kompozytowe), ćwiczeń (Technologia nieorganiczna, Inorganic Technology), projektów (Technologia nieorganiczna) i laboratoriów (Technologia nieorganiczna, Technologia chemiczna, Wybrane działy technologii, Hybrid Materials and Fillers). Zajęcia te prowadzone są na I i II stopniu studiów kierunków Technologia Chemiczna, Inżynieria Farmaceutyczna, Inżynieria Chemiczna i Procesowa (również w języku angielskim).

Dr inż. Agnieszka Kołodziejczak-Radzimska była promotorem 27 prac dyplomowych inżynierskich oraz 11 prac dyplomowych magisterskich. Była promotorem pomocniczym w jednej rozprawie doktorskiej.

Działalność organizacyjna i popularyzująca naukę dr inż. Agnieszki Kołodziejczak-Radzimskiej obejmuje aktywny udział w Targach Edukacyjnych, Nocy Naukowców oraz akcjach „Drzwi otwarte” i „Dziewczyny na Politechnikę” organizowanych na Wydziale Technologii Chemicznej Politechniki Poznańskiej.

Podsumowując aktywność dydaktyczną, organizacyjną i popularyzatorską dr inż. Agnieszki Kołodziejczak-Radzimskiej stwierdzam, że jest doświadczoną nauczycielką akademicką, zaangażowaną w popularyzację nauki i promocję macierzystej uczelni.

Wniosek końcowy

Podsumowując stwierdzam, że osiągnięcie pt. „Nieorganiczne matryce i ich modyfikowane formy jako komponenty układów biokatalitycznych zawierających enzymy” oraz pozostały dorobek naukowy, dydaktyczny i organizacyjny świadczą, że dr inż. Agnieszka Kołodziejczak-Radzimska spełnia wymagania stawiane osobom ubiegającym się o status samodzielnego pracownika naukowego. Recenzowane osiągnięcie naukowe prezentuje wysoki poziom merytoryczny i wnosi oryginalny wkład w rozwój dyscypliny naukowej nauki chemiczne.

Wnoszę o nadanie dr inż. Agnieszce Kołodziejczak-Radzimskiej stopnia naukowego doktora habilitowanego.

