



Instytut Katalizy i Fizykochemii Powierzchni
im. Jerzego Habera
Polskiej Akademii Nauk



KNO Krajowy Naukowy
Ośrodek Wodący

Prof. dr hab. Ewa Broclawik

Kraków, 02.01.2023

emerytowany profesor w Instytucie Katalizy PAN

Recenzja całokształtu dorobku naukowego oraz rozprawy habilitacyjnej
dr. Katarzyny Stawickiej zatytułowanej

**„Synteza i charakterystyka katalizatorów hybrydowych stosowanych do
otrzymywania wysokogatunkowych chemikaliów”.**

Poniższa opinia została przygotowana na prośbę Rady Doskonałości Naukowej po powołaniu mnie na recenzenta w postępowaniu habilitacyjnym pani dr Katarzyny Stawickiej w dziedzinie nauk ścisłych i przyrodniczych w dyscyplinie nauk chemicznych.

Informacje ogólne oraz ocena dorobku naukowego

Dr Katarzyna Stawicka jest absolwentką Wydziału Chemii Uniwersytetu im. Adama Mickiewicza w Poznaniu gdzie w a w 2008 roku uzyskała licencjat a w 2010 roku obroniła z wyróżnieniem pracę magisterską pt.: „*Mezoporowate katalizatory estryfikacji glicerolu*” pod kierunkiem prof. zw. dr hab. Marii Ziótek. W 2014 roku uzyskała stopień doktora nauk chemicznych na podstawie wyróżnionej rozprawy pt.: „*Modyfikowane krzemionki, metalokrzemiany i tlenki metali – preparatyka, charakterystyka i zastosowanie w procesie estryfikacji z udziałem glicerolu*” wykonanej także pod kierunkiem profesor Marii Ziótek, przy współudziale promotora pomocniczego dr hab. Macieja Trejdy. W tym samym roku została przyjęta w tej jednostce na stanowisku adiunkta na którym pracuje do dziś.

Zakład Katalizy Heterogenicznej Wydziału Chemii Uniwersytetu im. Adama Mickiewicza w Poznaniu jest od lat prężnie działającą pod kierunkiem profesor Marii Ziótek instytucją o poziomie naukowym nieustępującym najlepszym laboratoriom światowym. Trudno więc się dziwić, że osoba o ogromnym potencjale badawczym w ciągu kilkunastu lat pracy w tym zespole osiąga znakomite wyniki oraz definiuje własną tematykę badawczą będącą podstawą do uzyskania samodzielności naukowej. Pani dr Katarzyna Stawicka tak właśnie rozwijała swoją karierę, skorzystała także w latach 2012-2016 z możliwości wyjazdu na krótkie staże badawcze, które stały się istotną częścią aktywności naukowej i w sposób konsekwentny wzbogaciły jej warsztat badawczy o metody takie jak spektroskopia rezonansu magnetycznego i monitoring *in-situ* Ramana. Odbycie tych staży naukowych (Departamento de Química Inorgánica y Química Técnica, UNED w Madrycie, Catalytic Spectroscopy Laboratory, Instituto de Catalisis y Petroleoquímica, CSIC w Madrycie oraz w Instytucie Katalizy i Fizykochemii powierzchni PAN w Krakowie) umożliwiły kandydatce na samodzielnego pracownika naukowego dostęp do nowoczesnej aparatury pomiarowej uzupełniającej wachlarz stosowanych metod co poszerzyło jej wiedzę z zakresu syntezy, charakterystyki i aplikacji katalitycznej katalizatorów hybrydowych (efektywną nauką *know-how* na własnym materiale badawczym).

Zainteresowania naukowe habilitantki wpisują się w nurt ogólnoswiatowych trendów dotyczących poszukiwania nowych heterogenicznych katalizatorów hybrydowych o aktywnych centrach kwasowych bądź zasadowych i koncentrują się na heterogenizacji związków organicznych (głównie organosilanów) na porowatej powierzchni ciał stałych, np. krzemionek, tlenków metali i zeolitów. Ogromne zainteresowanie badaczy tego typu katalizatorami wynika z możliwości wykorzystania kombinacji strukturalnych właściwości nieorganicznych nośników z wszechstronnością aplikacyjną związków organicznych, pełniących funkcję składników aktywnych. Autorka ocenianego tutaj osiągnięcia zwraca szczególną uwagę na dobór nośnika oraz ilość i rodzaj zakotwiczonego organosilanu, gdyż parametry te znacząco wpływają na aktywność katalizatora hybrydowego i jego stabilność. Do najczęściej stosowanych nośników służących do zakotwiczenia organosilanów należą mezoporowate krzemionki, przez wzgląd na ich dużą powierzchnię właściwą, odpowiedni system mezoporów oraz duże stężenie grup hydroksylowych na powierzchni, wybór tego rodzaju tematyki przez członka grupy badawczej Zakładu Katalizy Heterogenicznej Wydziału Chemii UAM jest więc naturalny a zarazem rokuszący duże nadzieje. Należy przy tym silnie

podkreślić, że pani Katarzyna Stawicka nie płynęła jedynie z nurtem dobrze rozwiniętych badań w grupie, w której pracowała ale z powodzeniem wyodrębniła a właściwie stworzyła własne poletko naukowe.

Na dotychczasowy kwalifikowany dorobek naukowy habilitantki składa się jeden rozdział w monografii naukowej w czasopiśmie Elsevier (po uzyskaniu stopnia naukowego doktora) oraz 20 publikacji w wysoko notowanych czasopismach z listy Filadelfijskiej (w tym jedna monoautorska). Po doktoracie habilitantka opublikowała 13 prac, z czego 8 publikacji zostało przedstawione jako dorobek habilitacyjny. Całkowity dorobek naukowy uzupełniają 22 artykuły pokonferencyjne oraz liczne wystąpienia na konferencjach krajowych i międzynarodowych (w tym 14 samodzielnie wygłoszonych referatów). Ogólna liczba cytowań według bazy Web of Science wynosi ok. 340 (bez autocytowań 280) a indeks Hirscha 10. Wskaźniki te nie są co prawda jednoznacznym wskaźnikiem wartości prac jednak na pewno dobrze świadczą o ich znaczeniu.

Osiągnięcia naukowe dr. Stawickiej zostały uhonorowane wyróżnieniami i stypendiami, w tym III miejsce w konkursie „Kućnia talentów” organizowanym przez Urząd Marszałkowski Województwa Wielkopolskiego (2011), kilkakrotna Nagroda Zespołowa Rektora UAM oraz granty Federation of European Zeolite Associations (FEZA) na uczestnictwo w konferencjach i szkołach. Dotychczas habilitantka była kierownikiem dwóch projektów badawczych, Etiuda i Preludium oraz uczestniczyła jako wykonawca w realizacji czterech projektów badawczych Narodowego Centrum Nauki oraz COST. W trakcie swojej działalności naukowej recenzowała też prace w renomowanych międzynarodowych czasopismach specjalistycznych (21), takich jak: *Catalysts, Journal of Catalysis, Molecules, Fuels* czy *Scientific Reports*.

Opinia o wysuniętych do habilitacji publikacjach naukowych

Przedstawiona do recenzji rozprawa habilitacyjna jest spójnym tematycznie cyklem ośmiu publikacji składających się na osiągnięcie naukowe zatytułowane „Synteza i charakterystyka katalizatorów hybrydowych stosowanych do otrzymywania wysokogatunkowych chemikaliów”. Ten tematyczny cykl prac został wyczerpująco omówiony w autoreferacie będącym integralną częścią dokumentacji postępowania habilitacyjnego. Prace te ukazały się w renomowanych czasopismach specjalistycznych: *Appl. Catal. A: Gen., Journal of Physical Chemistry C, Catal. Sci. Technol, Microporous Mesoporous Mater., Catal. Today, Dalton Trans., Molecules* i *Catalysts* (IF od 4.2 do 6.8). Co prawda tylko jedna z ośmiu publikacji stanowiących podstawę rozprawy habilitacyjnej jest wyłącznego autorstwa pani Stawickiej, należy jednak zauważyć, że jest ona autorem korespondencyjnym w siedmiu pracach a w 3 przypadkach pierwszym autorem jest doktorantka, nad którą sprawuje opiekę jako promotor pomocniczy. Dołączone do rozprawy kompletne oświadczenia współautorów tych prac nie pozostawiają wątpliwości odnośnie wiodącej roli habilitantki w formułowaniu hipotez i celów badawczych, znaczącym udziale w badaniach eksperymentalnych i interpretacji otrzymanych wyników oraz przygotowaniu publikacji.

Poniżej omówię najważniejsze dokonania habilitantki składające się na osiągnięcie naukowe „Synteza i charakterystyka katalizatorów hybrydowych stosowanych do otrzymywania wysokogatunkowych chemikaliów.” Omówienie to w większości opieram na

tekście autoreferatu ponieważ został on napisany bardzo kompetentnie przez fachowca w tej dziedzinie a jego konsultacja z tekstami źródłowymi oraz ich odbiorem w literaturze światowej rozwiewa wszelkie wątpliwości co do rzetelnego przedstawienia tematu. Nie sądzę aby moja kompetencja jako teoretyka i obliczeniowca zaangażowanego we współpracę w badaniach nad zewnętrzną dla mnie dziedziną materiałów porowatych (w tym głównie zeolitów) pozwalała na lepsze podsumowanie oraz omówienie tematu.

Celem cyklu badań prowadzonych w latach 2016 - 2021 było określenie warunków syntezy katalizatorów hybrydowych zawierających centra zasadowe lub kwasowe generowane przez wprowadzenie odpowiednich organosilanów zawierających grupy funkcyjne, dobór optymalnych struktur nośników, zdefiniowanie najkorzystniejszego składu chemicznego katalizatorów i ich nośników dla uzyskania aktywnych, selektywnych i stabilnych katalizatorów stosowanych w reakcjach Knoevenagela oraz w odwodnieniu i acetalizacji glicerolu, prowadzonych w fazie ciekłej.

Hipotezy badawcze zakładały, że zastosowanie zarówno nośników posiadających różne struktury i skład chemiczny jak i różnych organosilanów, a także różnorodnych warunków syntezy pozwoli na uzyskanie i wyselekcjonowanie materiałów wykazujących najlepsze właściwości powierzchniowe, w tym katalityczne, pozwalające na efektywne prowadzenie reakcji Knoevenagela oraz przeróbki glicerolu. Wymienione najważniejsze dokonania habilitantki charakteryzują się bardzo wysokim poziomem naukowym i nowatorskością w skali światowej, co niewątpliwie potwierdza fakt ich publikacji w renomowanych czasopismach specjalistycznych z zakresu katalizy heterogenicznej.

W mojej ocenie wartość naukowa prezentowanych wyników badawczych wynika w dużej mierze z faktu, że u ich źródeł leżą bardzo dobre badania podstawowe: pierwsza podstawowa praca w cyklu w czasopiśmie *Journal of Physical Chemistry C*, zatytułowana *The Role of Bronsted and Lewis Acid Sites in Acetalization of Glycerol over Modified Mesoporous Cellular Foams* (o najwyższym indeksie cytowań równym 48 do końca 2022 roku) była opublikowana u progu wchodzenia w wybraną tematykę. Uważam, że świadczy to o podstawowym naukowym podejściu do tematyki, która w swojej naturze należy do dziedziny aplikacyjnej. Stąd cały dorobek jest oparty na uporządkowanym i ustrukturyzowanym testowaniu i modyfikowaniu materiału badawczego w oparciu o ścisłe reguły fizykochemiczne ale też prowadzi w efekcie do znacznej poprawy aktywności określonej grupy katalizatorów.

Autorka szczegółowo wymienia i kolejno omawia w autoreferacie wszystkie osiągnięcia będące przedmiotem wniosku habilitacyjnego w następujących grupach tematycznych: i) Określenie czynników wpływających na efektywność wprowadzenia organosilanu na nośnik; ii) Określenie czynników wpływających na właściwości fizykochemiczne organosilanów zakotwiczonych na nośnikach oraz iii) Określenie czynników wpływających na właściwości katalityczne materiałów hybrydowych. Ta część zawiera obszernie omówienie wyników każdej z prac **H1 – H8** w kontekście tematyki całościowej, przy czym konsekwentnie przewija się motyw rozróżnienia i selektywnej kontrola centrów kwasowych Lewisa i Bronsteda. Dla mnie osobiście ta część wydaje się zbyt szczegółowa ale profesjonalni czytelnicy mają prawo do własnej oceny.

Należy podkreślić, że w trakcie pracy uzyskano wiele wyników szczegółowych, które są w pełni oryginalne i są dokumentowane po raz pierwszy w literaturze przedmiotu, dla

przykładu wykazanie po raz pierwszy, że efektywność zakotwiczania związków krzemooorganicznych jest wyższa w przypadku zastosowania nośnika wykazującego kwasowy charakter powierzchni, udowodnienie, że obecność metalu (po raz pierwszy wprowadzono cer i wapń) na powierzchni bądź w strukturze krzemionki umożliwia zwiększenie efektywności wprowadzenia organosilanu czy udowodnienie po raz pierwszy, że rodzaj soli miedzi użytej do syntezy organosilanu zakotwiczonego na powierzchni nośnika za pomocą „chemii klik” wpływa na efektywność tego procesu i poziom zanieczyszczenia katalizatora solą miedzi. Pominę tu dla utrzymania spójności mojej oceny wiele innych szczegółowych parametrów wpływających na właściwości fizykochemiczne zakotwiczonych organosilanów przebadanych przez habilitantkę.

Z kolei do najważniejszych osiągnięć i elementów nowości wynikających z przeprowadzonych reakcji katalitycznych w obecności otrzymanych katalizatorów hybrydowych należy zaliczyć określenie wielu istotnych czynników wpływających na aktywność katalizatorów hybrydowych. Nie mam zamiaru wymieniać tutaj wszystkich tych osiągnięć, podsumuję jedynie że udokumentowano 10 nowych szczegółowych modyfikacji katalizatorów dla prowadzenia efektywnej katalitycznej kondensacji Knoevenagela, w szczególności acetylizacji glicerolu. Jest to na pewno niezwykle cenny materiał dla przyszłych badaczy pracujących nad wytwarzaniem katalizatorów stosowanych w procesach przemysłowych. Uważam, że cały dorobek habilitantki w sposób wiarygodny wzbogaca praktyczne *know-how* w tej dziedzinie.

Ocena dorobku organizacyjnego i dydaktycznego.

Dr Katarzyna Stawicka w ramach działalności dydaktycznej (obowiązkowej dla pracownika uczelni) prowadziła różnorodne zajęcia dydaktyczne, w wymiarze przekraczającym, moim zdaniem, typowe obciążenia. W okresie swojej działalności dydaktycznej jako adiunkt prowadziła zajęcia laboratoryjne i terenowe w Zespole Dydaktycznym Technologii Chemicznej i Badań Materiałów na Wydziale Chemii UAM, m.in. z Technologii Oczyszczania Gazów, Katalitycznych Procesów w Przemysle Chemicznym, Podstaw Technologii Chemicznej. Zajęcia laboratoryjne obejmowały zagadnienia ze wszystkich tych dziedzin. Część zajęć prowadziła w języku angielskim dla studentów programu Erasmus i kierunku Chemisty. Od roku akademickiego 2021/2022 pełniła funkcję kierownika laboratorium z Podstaw przetwórstwa żywności pochodzenia roślinnego. Jest także współautorką skryptów do zajęć laboratoryjnych z Podstaw przetwórstwa żywności pochodzenia roślinnego oraz materiałów dydaktycznych potrzebnych do przeprowadzenia, w trybie zdalnym, laboratoriów z Technologii Chemicznej oraz Heterogeneous Catalysis (ang).

Pani Katarzyna Stawicka sprawowała także pomocniczą opiekę nad magistrantami wykonującymi prace dyplomowe w Zakładzie Katalizy Heterogenicznej pod promotorstwem pani prof. Marii Ziółek i pana prof. UAM Macieja Trejdy. W latach 2016-2022 wypromowała pięciu licencjatów i jednego inżyniera. W latach 2015-2022 pełniła funkcje recenzenta siedmiu prac licencjackich i jednej pracy inżynierskiej. Natomiast w latach 2015-2019 pełniła funkcję promotora pomocniczego rozprawy doktorskiej pani mgr Doroty Kryszak.

Na doświadczenie organizacyjne dr Stawickiej składa się między innymi pełnienie roli kierownika dwóch projektów badawczych, PRELUDIUM (lata 2012-2015) i ETIUDA (lata

2013-2014), finansowanych przez Narodowe Centrum Nauki. Ponadto uczestniczyła w przygotowywaniu konferencji naukowej XXI Forum Zeolitowego w Boszkowie w dniach 7-11 lutego 2017 roku. W roku 2016 pracowała w komisji do spraw pozyskiwania uprawnień do nadawania stopni naukowych doktora i doktora habilitowanego w kolejnych dyscyplinach, tj. biochemii, technologii chemicznej i ochronie środowiska. Natomiast od roku akademickiego 2018/2019 pełni funkcję koordynatora kierunku II stopnia na specjalności chemia. Jest także członkiem Polskiego Towarzystwa Chemicznego od 2014 roku i Polskiego Towarzystwa Zeolitowego od 2011 roku.

Jestem zdania, że wyczerpuje to zawiązka wymagania stawiane samodzielnemu pracownikowi naukowemu.

Wnioski końcowe

Tematyka publikacji przedstawionych w cyklu habilitacyjnym wpisuje się idealnie w aktualne trendy i wyzwania współczesnej chemii materiałów i katalizy. Przedstawione osiągnięcia naukowo-badawcze dr. Katarzyny Stawickiej w postaci jednotematycznego cyklu publikacji „Synteza i charakterystyka katalizatorów hybrydowych stosowanych do otrzymywania wysokogatunkowych chemikaliów” dowodzą, że habilitantka wypracowała w swojej działalności naukowej wyodrębnioną i spójną tematykę badawczą stanowiącą istotny, oryginalny i twórczy wkład w rozwój dyscypliny. Oceniając bardzo wysoko samą rozprawę habilitacyjną oraz całokształt dokonań naukowych jestem głęboko przekonana, że habilitantka jest w pełni przygotowana do samodzielnego prowadzenia pracy naukowej. **W moim głębokim przekonaniu uważam, że przedstawiona do recenzji rozprawa habilitacyjna spełnia wszystkie warunki określone w ustawie z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. z 2021 r. poz. 478 z późn. zm.), i wnioskuję o dopuszczenie dr. Katarzyny Stawickiej do dalszych etapów postępowania habilitacyjnego**



/Ewa Broclawik/