

Recenzja rozprawy habilitacyjnej pt.

"Mikrobiologiczne wytwarzanie wodoru jako alternatywnego źródła energii przy wykorzystaniu organicznych substancji odpadowych" wraz z opinią o dorobku dr Krystyny Seifert

Uwagi formalne

Niniejszą recenzję wykonałem stosownie do pisma Dziekana Wydziału Chemii Uniwersytetu im Adama Mickiewicza w Poznaniu z dnia 24.10.2018, informującego o powołaniu mnie przez Centralną Komisję ds. Stopni i Tytułów pismem z dn. 12 czerwca 2018 r. na recenzenta w komisji habilitacyjnej w celu przeprowadzenia postępowania habilitacyjnego dr Krystyny Seifert.

Otrzymałem do dyspozycji następujące dokumenty w wersji elektronicznej (dyskietka CD):

- 1) Wniosek z dnia 05 czerwca 2018 r.
- 2) Kopię dyplomu uzyskania przez habilitanta stopnia naukowego doktora
- 3) Autoreferat w j. polskim – 28 stron.
- 4) Autoreferat w j. angielskim - 27 stron.
- 5) Wykaz publikowanych prac naukowych oraz informację o osiągnięciach dydaktycznych, współpracy naukowej i popularyzacji nauki - załącznik nr 3, 16 stron.
- 6) Kopie opublikowanych prac naukowych wchodzących w skład monotematycznego cyklu prac (H-1 do H-9) stanowiącego podstawę postępowania habilitacyjnego – załącznik nr 2.

- 7) Oświadczenia współautorów prac oryginalnych, poświadczające indywidualny wkład każdego z nich w powstanie pracy - 31 stron.
- 8) Życiorys - 3 strony.

Zestaw dokumentów został przygotowany przejrzyście, zaś przedłożone oświadczenia współtwórców są spójne. Udział i pełnione role habilitantki w poszczególnych pracach badawczych zostały wyraźnie określone.

Przebieg pracy naukowej, dydaktycznej i organizacyjnej

Dr Krystyny Seifert ukończyła w 1980 roku Wydział Chemii; Uniwersytetu im. Adama Mickiewicza w Poznaniu - Studia stacjonarne jednolite magisterskie, specjalność: chemia podstawowa; uzyskując tytuł: magistra. Praca magisterska pt. "Badanie aktywności katalitycznej układu $\text{Fe}_2\text{O}_3\text{-TiO}_2$ w reakcji odwodornienia etylobenzenu do styrenu" habilitantka wykonała pod kierunkiem prof. dr hab. Florian Domka

W roku 2003 uzyskała stopień doktora nauk chemicznych na Wydziale Chemii; Uniwersytetu im. Adama Mickiewicza w Poznaniu na podstawie rozprawy doktorskiej: „Badania oporności na inhibicję niektórych związków chemicznych w procesie denitryfikacji”. Promotorem pracy był prof. dr hab. Florian Domka.

W okresie od 1.04.1980 do 30.09.2005 roku habilitantka była zatrudniona na etacie naukowo-technicznym na Wydziale Chemii Uniwersytetu im. Adama Mickiewicza. W tym czasie brała udział w badaniach dotyczących biokatalizy środowiskowej wykorzystującej procesy desulfuryzacji i denitryfikacji. Od 1.10.2005 zatrudniona została jako adiunkt w Zakładzie Kinetyki i Katalizy kierowanym przez Prof. dr hab. Marka Łanieckiego. Brała udział w realizacji badań nad biokatalitycznym generowaniem wodoru w procesie fotofermentacji przy udziale bakterii *Rhodobacter sphaeroides* oraz w procesie ciemnej fermentacji przy zastosowaniu osadu fermentacyjnego z biologicznej oczyszczalni ścieków. Efektem tej pracy jej udział w 21 publikacjach naukowych w tym w 2 pracach przeglądowych oraz 20 komunikatach krajowych i zagranicznych.

Habilitantka jest zaangażowana w prace na rzecz Wydziału Chemii:

- w latach 2008-2010 była opiekunem roku CHM i CHB
- od 2008 roku jest koordynatorem zajęć pt: Chemiczne Procesy Biotechnologiczne dla II roku CHK i CHB

Prowadzi zajęcia dydaktyczne: ćwiczenia laboratoryjne z chemii analitycznej i specjalistyczne ćwiczenia laboratoryjne z Chemicznych Procesów Biotechnologicznych dla których pełni funkcję koordynatora. Prowadzi zajęcia laboratoryjne z "Chemicznych procesów biotechnologicznych" oraz zajęcia laboratoryjne z "Podstaw Chemii Analitycznej".

Jest współautorem skryptu do ćwiczeń laboratoryjnych z "Chemicznych procesów biotechnologicznych" oraz skryptu do ćwiczeń laboratoryjnych z chemii analitycznej. Brała udział w opracowaniu programu ćwiczeń fakultatywnych z biotechnologii dla studentów chemii kosmetycznej i biologicznej.

Bierze czynny udział w realizacji Podyplomowego Studium Chemii dla nauczycieli. W tym zakresie uczestniczyła w tworzeniu cyklu ćwiczeń laboratoryjnych z chemii nieorganicznej, była współautorem ćwiczeń laboratoryjnych z chemii nieorganicznej oraz prowadzi zajęcia laboratoryjne z chemii analitycznej.

Habilitationka opiekowała się 12 pracami magisterskimi, 2 projektami licencjackimi oraz czterema pracami doktorskimi. Aktualnie jest opiekunem studenta wolontariusza, który w ramach programu „Wolontariat studencki” wykonuje prace badawcze z dziedziny biokatalizy.

Aktywność na polu badawczym habilitantki znalazła odzwierciedlenie w liczbie realizowanych projektów badawczych.

Brała udział jako wykonawca w Projekcie Badawczym pt: Fotokatalityczne i fotobiologiczne generowanie wodoru z wody (nr grantu N 20431 32/ 0793), realizowanym w okresie 2007 – 2010.

W latach 2011 do 2014 była wykonawcą w Projekcie Badawczym pt: Wytwarzanie wodoru w immobilizowanych mikrobiologicznych systemach hybrydowych (nr grantu N N204 185 440). Obecnie uczestniczy jako współwykonawca w Projekcie Badawczym pt.: Integracja ciemnej fermentacji i fotofermentacji w ciągłych procesach biologicznej produkcji wodoru z udziałem substratów wielkocząsteczkowych (nr grantu UMO-2017/26/D/ST8/00149).

Przejawem dużej aktywności badawczej jest Nagroda zespołowa III stopnia za osiągnięcia w pracy naukowej przyznana przez Rektora Uniwersytetu im. Adama Mickiewicza w Poznaniu (2011 r).

Ocena habilitacji

W skład rozprawy jako osiągnięcia naukowego wchodzi 9 oryginalnych publikacji. Są to publikacje wieloautorskie. Habilitantka nie jest wskazana jako autor do korespondencji w żadnej z wymienionych publikacji.

Ocena zestawu publikacji została dokonana przez recenzentów renomowanych czasopism naukowych obejmujących tematykę rozprawy habilitacyjnej.

W związku z tym, należy tylko stwierdzić, że przedstawione publikacje stanowią cykl monotematycznych prac, w czterech z nich na podstawie oświadczeń dr Krystyny Seifert posiada dominujący udział. **Brak jest oświadczenia B. Pietrzyk o jej udziale w publikacji „Hydrogen gas production from distillery wastewater by dark fermentation” zamieszczonej w International Journal of Hydrogen Energy.**

Habilitantka zajmowała się procesami fermentacji z wykorzystaniem ścieków spożywczych i stałych substancji odpadowych z przetwórstwa żywności. Substancje te mogą służyć, jako źródło węgla organicznego w procesie generowania wodoru w warunkach beztlenowych z udziałem bakterii heterotroficznych. Większość ścieków wymaga wstępnej obróbki zanim zostaną poddane procesowi biofermentacji. Ścieki z rolnictwa i przemysłu spożywczego są bogate w skrobię i celulozę. Skrobię, celulozę czy lignocelulozę poddaje się hydrolizie kwaśnej lub enzymatycznej, po której następuje konwersja węglowodanów do kwasów organicznych i dalej do wodoru. W procesie ciemnej fermentacji, aby wytwarzać wodór w sposób ciągły i wydajny, należy zahamować konkurencyjne procesy metanogenezy odpowiedzialne za produkcję metanu. W fotofermentacji dodatkowo czynnikiem limitującym proces jest zawartość azotu w ścieku, który inhibituje nitrogenazę odpowiedzialną za produkcję wodoru. Połączenie ciemnej fermentacji i fotofermentacji pozwala na wydajne przetwarzanie różnorodnych rodzajów ścieków i wygenerowanie maksymalnej ilości wodoru. W pierwszym etapie, w procesie ciemnej fermentacji, związki organiczne zawarte w ściekach przetwarzane są do H_2 , CO_2 , lotnych kwasów tłuszczowych i alkoholi. Wytworzone metabolity ciekłe stanowią substrat organiczny w drugim etapie generowania wodoru - w procesie fotofermentacji. Taki układ hybrydowy poprawia wydajność produkcji wodoru i w efekcie bilans ekonomiczny przetwarzania ścieków.

Celem przeprowadzonych prac było uzyskanie optymalnych warunków wytwarzania wodoru w procesie fermentacji ciemnej i jasnej z wykorzystaniem substancji odpadowych jako jedyne substratu organicznego. Habilitantka wykorzystywała jako substrat ścieki i odpady z przemysłu spożywczego, gorzelnianego, mleczarskiego a także glicerynę - główny odpad przy produkcji biopaliw. Źródłem mikroorganizmów w procesie ciemnej fermentacji był osad fermentacyjny natomiast w procesie fotofermentacji stosowano czystą kulturę bakterii

Rhodobacter sphaeroides O.U.001. Celem poprawienia wydajności i szybkości procesu przebadano układ hybrydowy łączący oba procesy fermentacji w systemie półciągłym i ciągłym oraz zastosowano immobilizację bakterii. Dokonano analizy produktów gazowych i ciekłych w czasie trwania procesu. Na podstawie badań procesu opracowano jego model kinetyczny, wyznaczono stężenia graniczne substratów, szybkość procesu i okres indukcji.

W badaniach przy użyciu ścieku piwowarskiego, uzyskana maksymalna ilość wodoru była porównywalna do układu standardowego i wynosiła 2.24 l H₂/l medium zaś zawartość wodoru w biogazie wynosiła 91% (przy zawartości dla układu standardowego równego 94%). Ściek mleczarski nie wymagał sterylizacji przed procesem prowadzonym z kontrolą pH, jednak konieczne było rozcieńczanie ścieku do 40% v/v. Maksymalna wydajność wodoru wynosiła 3.6 l H₂/l medium (2.24 l H₂/l medium dla układu standardowego).

W wyniku przeprowadzonych badań nad zastosowaniem imobilizowanych bakterii *Rhodobacter sphaeroides* O.U.001 habilitantka stwierdziła, że można z ich pomocą wydajnie produkować wodór w systemie ciągłym. W układzie z immobilizacją bakterii produkowana była większa ilość wodoru niż w układzie, w którym bakterie rosły w suspensji.

Stwierdzono, że mikroorganizmy znajdujące się w osadzie fermentacyjnym efektywnie wytwarzają wodór z gliceryny w procesie ciemnej fermentacji. Maksymalna ilość wodoru wynosiła 0.83 l H₂/l medium przy stężeniu gliceryny 10 g/l i inokulum 1.2 g VS/l (układ standardowy 1.2 l H₂/l medium) przy zawartości wodoru w biogazie wynoszącym 51 %.

Zastosowanie ścieku gorzelnianego wymagało rozcieńczania do 40% v/v. Uzyskano maksymalną wydajność wodoru wynoszącą 1.0 l H₂/l medium (1.2 l H₂/l medium dla układu standardowego na glukozie). Zawartość wodoru w biogazie wynosiła 62%.

Habilitantka opracowała optymalne parametry prowadzenia procesu takie jak: pH, temperatura, stężenie substratów, stosunek C/N, szybkość przepływu medium dla procesów ciemnej i jasnej fermentacji. Zaprojektowała system, w którym połączono obydwa procesy w celu uzyskania wysokich wydajności wytwarzania wodoru i poprawienia stopnia utylizacji ścieków, a zatem znacznego poprawienia bilansu ekonomicznego całego procesu. Stworzenie takich układów hybrydowych może stać się dobrym rozwiązaniem do opracowania technologii produkcji biowodoru na skalę przemysłową.

Zastosowano różne materiały immobilizujące, które pozwoliły na prowadzenie procesów fermentacji w systemie ciągłym lub półciągłym i znaczne wydłużenie pracy immobilizowanych komórek bakteryjnych. Zastosowany w badaniach modyfikowany SBA-15 pozwalający na tworzenie przez mikroorganizmy na swojej powierzchni trwałych biofilmów a

także zachowujący ich aktywność przez długi czas, to materiał nowatorski w tej dziedzinie.

Dużym osiągnięciem, obok optymalizacji parametrów procesu jest doprowadzenie do całkowitego rozłożenia materiału organicznego zawartego w ścieku.

Ocena dorobku naukowego

Zainteresowania naukowe dr Krystyna Anna Seifert koncentrowały się na pracach z zakresu biokatalizy, denitryfikacji i desulfurykacji. Większość realizowanych tematów badawczych, prowadzonych przez habilitantkę, lub z Jej udziałem, związana była z przedmiotem wniosku habilitacyjnego. Działalność badawcza i publikacyjna habilitantki była szersza niż wykazano w 9 publikacjach wniosku.

Wyniki prowadzonych prac zostały opublikowane w **46** publikacjach naukowych, z czego **29** znajduje się w bazie Journal Citation Reports.

Habilitantka jest ponadto współautorkę 2 skryptów i 2 rozdziałów w książkach. oraz współautorką **35** komunikatów prezentowanych na konferencjach krajowych i międzynarodowych.

Sumaryczny Impact Factor według listy JCR zgodnie z rokiem opublikowania wynosi **45,3**, Index Hirscha według bazy Scopus **9** zaś liczba cytowań według bazy Web of Science (WoS) wynosi **220**.

Podsumowanie i wniosek końcowy

Dr Krystyna Anna Seifert nie kierowała samodzielnie żadnym projektem badawczym i nie była współautorem zgłoszenia patentowego ani patentu pomimo, że prowadzone badania posiadają zdolność do patentowania. Habilitantka nie jest wskazana jako autor do korespondencji w żadnej z wymienionych publikacji stanowiących osiągnięcie habilitacyjne.

Uważam, że **dr Krystyna Seifert:**

- Osiągnęła znaczący autorytet krajowy i międzynarodowy w uprawianej tematyce naukowo-badawczej, potwierdzony ocenami parametrycznymi za publikacje (indeks cytowań i indeks Hirscha).
- Ma wystarczające przygotowanie i osiągnięcia jako dydaktyk i nauczyciel akademicki.
- Opanowała umiejętność prowadzenia prac w zespołach badawczych.

- Przedstawiła rozprawę habilitacyjną, która wnosi nowe elementy naukowe o potencjale aplikacyjnym.

Stwierdzam, że przedłożona rozprawa habilitacyjna oraz dorobek naukowy, dydaktyczny i dorobek organizacyjny spełniają warunki stawiane do nadania stopnia doktora habilitowanego i określone przez obowiązujące ustawowe przepisy, tzn. art. 16 ust. 1-2 Ustawy z dnia 14 marca 2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o tytule w zakresie sztuki - Dz.U. z 2017 r. poz. 1789. oraz Rozporządzenia MNiSzW w sprawie kryteriów oceny osiągnięć osoby ubiegającej się o nadanie stopnia doktora habilitowanego (Dz. U. z 2011 r. nr 196 poz. 1165) w dziedzinie nauk chemicznych i dyscyplinie chemia. Wobec powyższego wnoszę dopuszczenie dr Krystyny Seifert do dalszych etapów postępowania habilitacyjnego.


dr hab. inż. Marek Kutaczynski