



AKADEMIA GÓRNICZO-HUTNICZA
IM. STANISŁAWA STASZICA W KRAKOWIE

Wydział Inżynierii Metali i Informatyki Przemysłowej

KATEDRA METALOZNAWSTWA I METALURGII PROSZKÓW
Electrospun Fibers Group

Prof. dr hab. inż. Urszula Stachewicz
Tel. +48 12 617 52 30;
e-mail: ustachew@agh.edu.pl
website: <https://fibers.agh.edu.pl/>

Kraków, 4 kwietnia 2024 r.

Recenzja wniosku w sprawie nadania
stopnia doktora habilitowanego w dziedzinie nauk ścisłych i przyrodniczych w dyscyplinie
biotechnologia

dla Pana dr inż. Radosława Drozda
na podstawie powiązanego tematycznie cyklu publikacji pod tytułem:

*„Inżynieria celulozy bakteryjnej jako nośnika do immobilizacji
biokatalizatorów: badania nad charakterystyką syntezy biopolimeru i efektywną
funkcjonalizacją”*

Pan Dr Radosław Drozd jest pracownikiem Katedry Mikrobiologii i Biotechnologii, Wydział Biotechnologii i Hodowli Zwierząt, w Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie od 2010 roku, w którym uzyskał stopień doktora nauk biologicznych specjalność: informatyka na Uniwersytecie Warmińsko-Mazurski w Olsztynie, Wydział Biotechnologii i Biologii. Jego rozprawa doktorska pod tytułem: „Analiza struktury i wybranych właściwości katalitycznych homodimerycznych beta-D-

fruktofuranazydaz z rodziny GH 32 z wykorzystaniem modelowania molekularnego” otrzymała wyróżnienie.

Osiągnięciem naukowym zgłoszonym przez Pana dr inż. Radosława Drozda jako podstawę wszczęcia postępowania habilitacyjnego jest jednotematyczny cykl publikacji pod wspólnym tytułem „Inżynieria celulozy bakteryjnej jako nośnika do immobilizacji biokatalizatorów: badania nad charakterystyką syntezy biopolimeru i efektywną funkcjonalizacją”. W przedłożonym do oceny autoreferacie znajduje się 9 publikacji w czasopiśmie, większości z wykazu JCR (Journal Citation Reports):

- [H1] Drozd, R., Rakoczy, R., Konopacki, M., Frąckowiak, A., Fijałkowski, K. (2017). Evaluation of usefulness of 2DCorr technique in assessing physicochemical properties of bacterial cellulose. *Carbohydrate Polymers*, 161, pp. 208-218.
- [H2] Fijałkowski, K., Żywicka, A., Drozd, R., Kordas, M., Rakoczy, R. Effect of *Gluconacetobacter xylinus* cultivation conditions on the selected properties of bacterial cellulose. *Polish Journal of Chemical Technology*, 2016, 18(4), pp. 117–123.
- [H3] Fijałkowski, K., Drozd, R., Żywicka, A., Junka, A., Kordas, M., Rakoczy, R. (2017). Biochemical and cellular properties of *Gluconacetobacter xylinus* cultures exposed to different modes of rotating magnetic field. *Polish Journal of Chemical Technology*, 19 (2), pp. 107-114.
- [H4] Drozd, R., Szymańska, M., Żywicka, A., Kowalska, U., Rakoczy, R., Kordas, M., Konopacki, M., Junka, A.F., Fijałkowski, K. (2021). Exposure to non-continuous rotating magnetic field induces metabolic strain-specific response of *Komagataeibacter xylinus*. *Biochemical Engineering Journal*, 166, art. no. 107855.
- [H5] Drozd, R., Rakoczy, R., Wasak, A., Junka, A., Fijałkowski, K. (2018). The application of magnetically modified bacterial cellulose for immobilization of laccase. *International Journal of Biological Macromolecules*, 108, pp. 462-470.

- [H6] Drozd, R., Szymańska, M., Rakoczy, R., Junka, A., Szymczyk, P., Fijałkowski, K. (2019). Functionalized magnetic bacterial cellulose beads as carrier for Lecitase®Ultra immobilization. *Applied Biochemistry and Biotechnology*, 187 (1), pp. 176-193.
- [H7] Drozd, R., Szymańska, M., Przygodzka, K., Hoppe, J., Leniec, G., Kowalska, U. (2021). The simple method of preparation of highly carboxylated bacterial cellulose with Niand Mg-ferrite-based versatile magnetic carrier for enzyme immobilization. *International Journal of Molecular Sciences*, 22 (16), art. no. 8563.

We wszystkich tych publikacjach jest On autorem, gdzie zgodnie z deklaracjami współautorów Jego wkład w ich powstanie jest kluczowy.

Pana dr inż. Radosław Drozda w swoim autoreferacie postawił sobie następujące cele:

1. Analiza wpływu specyficzności szczepowej *K. xylinus* oraz okresu hodowli na charakterystykę widm celulozy bakteryjnej otrzymanych z wykorzystaniem spektroskopii osłabionego całkowitego odbicia w podczerwieni (ATR-FTIR) w powiązaniu z wybranymi cechami materiałowymi biopolimeru.
2. Analiza wpływu sposobu ekspozycji hodowli *K. xylinus* na wirujące pole magnetyczne oraz parametrów pola magnetycznego na wydajność procesu syntezy i właściwości celulozy bakteryjnej.
3. Analiza przydatności celulozy bakteryjnej uzyskiwanej z procesów fermentacyjnych stymulowanych wirującym polem magnetycznym jako nośnika dla enzymów.
4. Opracowanie nośników o właściwościach magnetycznych na bazie celulozy bakteryjnej.

Charakterystyka i ocena dorobku naukowo-badawczego

W czasie realizacji wyżej postawionych celów, Pan Doktor uzyskał wyniki, które wykazały istotny wpływ specyfiki szczepowej *K. xylinus* oraz okresu hodowlanego procesu syntezy celulozy bakteryjnej na charakterystykę widm ATR-FTIR. Pokazał zależności, które

umożliwiają oszacowania na podstawie widm ATR-FTIR optymalnego czasu trwania hodowli do otrzymywania celulozy bakteryjnej o określonej wartości parametrów jak np., jak zdolność do utrzymywania wody (WRV) i współczynnik pęcznienia (SRE). Pozwala to na zaprojektowanie materiału o określonej wilgotności lub zdolności do sorpcji wsiątku oraz doborze wyjściowego materiału pod kątem opracowywania nośników dla enzymów lub innych substancji aktywnych.

Kolejne wyniki badań nad celulozą bakteryjną wykazały wysoki potencjał na wirujące pole magnetyczne (WPM) jako czynnika wpływającego na poprawę efektywności jej produkcji oraz kształtowanie niektórych jej właściwości. Efekt ten jest silnie związany z potencjałem metabolicznym szczepów *K. xylinus*, a także sposobem ekspozycji na WPM. Pan Doktor wykazał, że częstotliwość i wartość indukcji magnetycznej poprawia wydajności niektórych szlaków metabolicznych komórek *K. xylinus*. Dodatkowo, wykazał możliwość oszacowania na podstawie widm ATR-FTIR optymalnego czasu trwania hodowli do otrzymywania celulozy bakteryjnej. Zmienność w proporcjach zawartości formy Ia i Ib celulozy, zależy zarówno od specyfiki szczepowej *K. xylinus*, jak i okresu hodowlanego, co ma kluczowe znaczenie w doborze wyjściowego materiału pod kątem opracowywania nośników dla enzymów lub innych substancji aktywnych.

Dodatkowo, Pan Doktor wykorzystał modelowy enzym Lecitase®Ultra, do pokazania użyteczności modyfikowanej celulozy bakteryjnej jako podstawy nośników dla enzymów. Na podkreślenie zasługuje, że opracował preparat, który może zostać wykorzystany w procesie otrzymywania czystych optycznie alkoholi allilowych, które są ważnymi chiralnymi prekursorami w syntezie biologicznie czynnych związków, takich jak leki, związki zapachowe, a także składniki środków ochrony roślin. Badania te mają bardzo szeroki zakres zastawania w przemyśle co jest niezwykle istotne dla rozwoju tej technologii. A ponadto, opracował nośniki magnetyczne oparte na modyfikowanej kwasem cytrynowym celulozie bakteryjnej, z możliwością zastosowania w biokatalizatorach.

Celulozy bakteryjnej jako biopolimeru znajdującego wiele potencjalnych zastosowań w różnych gałęziach przemysłu i opracowanie metod jej modyfikacji na pewno jeszcze je poszerzy. Ponad to możliwość zmiany parametrów wirującego pola magnetycznego (WPM) pozwala na optymalizację transferu gazu do cieczy w zależności od specyfiki danego procesu biotechnologicznego. WPM jest ważną alternatywą dla mieszania mechanicznego w procesach biotechnologicznych, gdzie kluczowym jest zapewnienie

wysokich wartości współczynników wymiany gaz-ciecz. Pozwala to na stabilniejszą lepkość w mediach hodowlanych zapewniając kontrolowany wzrost mikroorganizmów. Dlatego zastosowanie bioreaktorów wspomaganym przez WPM do kontroli parametrów operacyjnych biokatalizatorów może być skuteczną metodą zwiększania wydajności procesów biotechnologicznych opartych o różnego rodzaju enzymy.

Pan Doktor opracował także szereg cieczy jonowych i cieczy głęboko eutektycznych o wysokim potencjale aplikacyjnym w procesach biotechnologicznych, jako rozpuszczalniki lub media dające możliwość regulacji efektywności biokatalizatorów. Wykazał także wpływ uwarunkowań środowiskowych na analizowane komponenty układu obrony antyoksydacyjnej tkanek zwierząt. Pozwoliło to na pokazanie użyteczności analizy wybranych elementów obrony antyoksydacyjnej jako wiarygodnych markerów biochemicznych.

Na pewno na wysoką ocenę zasługuje wiedza Pana Doktora w zakresie celulozy bakteryjnej. Należy podkreślić, iż dorobek po uzyskaniu stopnia doktora nauk w kategorii publikacji w czasopiśmie z listy JCR wzrósł od zera do ponad 50 z sumarycznym IF ponad 200. Czynne uczestnictwo w konferencjach i komunikaty naukowe są imponujące, zaprezentował ponad 50 razy wyniki w kraju i zagranicą. O szerokim zastosowaniu Jego badań na pewno świadczy ilość patentów, ponieważ otrzymał On ich aż 12 i kolejne 2 są zgłoszone. Pełnił też funkcję kierownika i wykonawcy w projektach B+R. Dla uzupełnienia obrazu dokonań i pozycji Pana Doktora w środowisku naukowym należy wspomnieć o tym, iż był On zapraszany wiele razy do recenzowania artykułów naukowych zgłaszanych do czasopiśm z bazy JCR i wykonał ich co najmniej 110.

Ocena dorobku dydaktycznego

Należy podkreślić pasję dydaktyczną Pana dr inż. Radosława Drozda, która poza pracą naukową znalazł czas na założenie i bycie opiekunem Studenckiego Koła Naukowego Enzymologów, którego członkowie biorąc udział w krajowych i międzynarodowych konferencjach naukowych zdobyli wiele nagród głównych i wyróżnień. Poza tym, Pan Doktor prowadzi zajęcia dydaktyczne z zakresu chemii, biochemii, enzymologii, jak: Inżynieria enzymowa, Inżynieria białek, Zastosowanie enzymów w przemyśle spożywczym, Enzymologia praktyczna, a także innych specjalistycznych przedmiotów powiązanych z biotechnologią dla studentów. Opracował wyżej wymienione kursy w

języku polskim i angielskim. Ma też doświadczenie w prowadzeniu międzynarodowych kursów i warsztatów poza Polską i specjalizuje się w szkoleniu e-learningowym. W latach 2011-2015, pełnił funkcje opiekuna roku, kierunku biologia i bioinformatyka oraz w kolejnych latach brał udział w pracach Wydziałowej komisji programowej dla kierunku biotechnologia aktywnie uczestnicząc w dostosowaniu programu nauczania. Należy podkreślić, że był promotorem 11 prac inżynierskich i 11 magisterskich, a także promotorem pomocniczym w 5 przewodach doktorskich otwartych na macierzystej Uczelni, a także poza nią na Wydziale Chemii Uniwersytetu im. Adama Mickiewicza w Poznaniu.

Posiada też wielomiesięczne doświadczenie w pracy za granicą (Uniwersytetu w Bagdadzie, Irak) gdzie optymalizował proces produkcji i oczyszczania, a także charakteryzował enzymy pektynolitycznych wytwarzanych przez grzyby z rodzaju *Aspergillus*. Dodatkowo nadzorował długoterminowe staże naukowo-badawcze 8 studentów zagranicznych (Brazylia, Chiny, Indie, Japonia, Portugalia, Serbia) w ramach programu IAESTE (The International Association for the Exchange of Students for Technical Experience) a także 2 studentów i doktorantów w ramach programu Erasmus+ (Turcja, Czechy).

Wnioski końcowe

Po zapoznaniu się z dorobkiem naukowym Pana dr inż. Radosława Drozda stwierdzam, iż jest to dorobek bardzo wartościowy o dużym znaczeniu dla środowiska naukowego w dziedzinie nauk ścisłych i przyrodniczych w dyscyplinie biotechnologia. Badania zostały przeprowadzone w sposób systematyczny i staranny. Zaletą na pewno jest podjęcie bardzo ciekawej i unikatowej tematyki przedstawionych prac. A ponadto Pan Doktor w swoich pracach proponuje bardzo oryginalne i kompleksowe podejście do badań, które wraz z analizą wyników nie budzą wątpliwości i zostały wykonane poprawnie z naukowym podejściem do problemu. Metody badawcze zostały bardzo dobrze opisane. Poza tym szorki warsztat badawczy i odpowiedni dobór technik świadczą o wysokiej dojrzałości naukowej Pana Doktora. Po zapoznaniu się z wnioskiem habilitacyjnym i przeanalizowaniu wyników stwierdzam, że cele badawcze zostały bardzo dobrze opisane i rozważone. Praca ta jest świetnym przykładem interdyscyplinarnych badań obejmujących metody wywarzania syntezy i charakteryzacji fizykochemicznej otrzymanych materiałów

z możliwością ich zastosowania. Udokumentowany dorobek naukowy, pozwala stwierdzić że jest On w pełni przygotowany do samodzielnej działalności naukowej i dydaktycznej. Jego działalność dydaktyczna jest imponująca i jest On gotowy do podjęcia kolejnych wyzwań tworzenia zespołu i nowych kierunków naukowych. Pan Doktor będzie bardzo dobrym kierownikiem zespołów badawczych i Jego dalszy rozwój i działalność przyniesie na pewno pożytek nauce. Z tego względu Pan dr inż. Radosław Drozd może być dopuszczony do dalszych etapów postępowania habilitacyjnego.

Prof. Dr hab. inż. Urszula Stachewicz