



Prof. dr hab. Paweł J. Kulesza
Wydział Chemii Uniwersytetu Warszawskiego
Pracownia Elektroanalizy i Elektrokatalizy Chemicznej
ul. Pasteura 1, 02-093 Warszawa
Tel: (22) 5526344
E-mail: pkulesza@chem.uw.edu.pl

20 czerwca 2022 r.

**RECENZJA OSIĄGNIĘCIA HABILITACYJNEGO, AKTYWNOŚCI NAUKOWEJ
ORAZ DOROBKU NAUKOWO-DYDAKTYCZNEGO PANA
DR. PAWŁA NIEDZIAŁKOWSKIEGO W ZWIĄZKU Z POSTĘPOWANIEM
KWALIFIKACYJNYM O NADANIE STOPNIA DOKTORA HABILITOWANEGO
W DZIEDZINIE NAUK ŚCISŁYCH I PRZYRODNICZYCH W DYSCYPLINIE
NAUKI CHEMICZNE**

Pan Paweł Niedziałkowski ukończył studia na Uniwersytecie w Gdańsku uzyskując dyplom magistra w 2004 roku za dysertację „Synteza pochodnych aminokwasów zawierających centra koordynacyjne i redoks aktywne”, której promotorem był prof. dr hab. inż. Tadeusz Ossowski. Pracę doktorską zatytułowaną „Synteza pochodnych aminokwasów i eterów koronowych zawierających centra redoks aktywne i chromoforowe” wykonał również pod kierunkiem Pana prof. dr hab. inż. Tadeusza Ossowskiego i w 2010 roku uzyskał stopień naukowy doktora nauk chemicznych. Od 2009 roku Pan dr Paweł Niedziałkowski został zatrudniony w Katedrze Chemii Analitycznej Wydziału Chemii Uniwersytetu Gdańskiego najpierw jako asystent, a obecnie jako adiunkt, gdzie prowadzi badania naukowe z pogranicza chemii materiałów, elektrochemii, biochemii i chemii analitycznej.

Przesłane mi do recenzji dokumenty habilitacyjne obejmują osiągnięcie naukowe pod tytułem „Modyfikacja oraz badania powierzchni materiałów elektrodowych na potrzeby analityki i bioanalityki” stanowiące cykl 12 pozycji składający się wyłącznie z publikacji indeksowanych w bazie *Journal Citation Reports* (czyli z tzw. Listy Filadelfijskiej). Wszystkie prace mają charakter opracowań wieloautorskich, brak pracy monoautorskiej. Pan dr Paweł Niedziałkowski wydaje się mieć dominujący lub znaczący wkład koncepcyjny we wszystkich pracach. Przykładowo w trzech pracach Habilitant jest autorem korespondencyjnym, a w 5 pracach jest pierwszym autorem. Prace stanowiące osiągnięcie naukowe są oparte na wynikach badań własnych opublikowanych w różnych czasopismach o

zasięgu międzynarodowym, w tym w znanych czasopismach o wysokim współczynniku oddziaływania (IF) takich jak *ACS Applied Materials & Interfaces* (IF = 9.229), *Sensors and Actuators B: Chemical*. (IF = 8.42) czy *Biosensors and Bioelectronics* (IF = 10.61).

Badania naukowe prowadzone przez dr. Niedziałkowskiego dotyczą opracowania procedur modyfikacji materiałów elektrodowych w celu uzyskania nowych materiałów zdolnych do wykrywania badanych analitów i badania właściwości fizykochemicznych modyfikowanej powierzchni oraz mechanizmów reakcji niemodyfikowanych elektrod w celu wykorzystania ich do przeprowadzenia pomiarów sensorycznych. Opierały się one na zaprojektowaniu procedur pomiarowych z zastosowaniem narzędzi elektrochemicznych umożliwiających jednoczesne wykorzystanie pomiarów z uwzględnieniem technik optycznych w celu detekcji wybranych analitów. W swoim dorobku naukowym Habilitant posiada obecnie 61 publikacji, z czego na okres po uzyskaniu stopnia doktora przypadają 54 prace (12 stanowi osiągnięcie naukowe), co w odczuciu recenzenta jest bardzo zadawalającą liczbą. Należy również wspomnieć o dodatkowych rozdziałach monograficznych (19 pozycji), w której Pan dr Niedziałkowski jest współautorem, opublikowanych w innym czasopiśmie nieindeksowanym w systemie JCR (w czasopismach krajowych). Ponadto Habilitant posiada 11 patentów krajowych i 1 patent europejski. Jego prace były cytowane przez innych badaczy ponad 530 razy (z wykluczeniem autocytowań), a ich indeks Hirscha wynosi 14, a całkowity współczynnik oddziaływania czasopism, w których były opublikowane jest na poziomie przekraczającym 200. Przeliczając liczbę cytowań niezależnych na liczbę opublikowanych prac daje to liczbę cytowań przypadająca na jedną publikację wynoszącą ponad 8 (8.69). Z kolei średni IF opublikowanych prac wynosi 3,46. Aktywność naukowa dr. Pawła Niedziałkowskiego wyraża się liczbą ponad 3,3 prac rocznie, a prace te są cytowane średnio rocznie ponad 29 razy przez innych autorów. Wprawdzie powyższe parametry mają charakter orientacyjny, ale wskazują na wysoki wpływ działalności naukowej Habilitanta na rozwój nauki w skali międzynarodowej. Dynamika publikowania przez Pana Niedziałkowskiego w ostatnich latach jest bardzo wysoka i doprowadziła do ugruntowania pozycji Habilitanta w środowisku naukowym, co wskazuje, że jest On dojrzałym naukowcem mającym predyspozycje na samodzielnego pracownika naukowego.

Tematyka osiągnięcia habilitacyjnego Pana dr. Pawła Niedziałkowskiego dotyczy nowej i ważnej problematyki z pogranicza elektrochemii, chemii materiałów, chemii organicznej stosując związki biologiczne oraz wykorzystującej techniki optyczne sprzężone z metodami analitycznymi, a konkretnie badań nowych wysoce czułych materiałów stanowiących podstawę metodologii wykrywania ściśle określonych analitów na bardzo

niskich poziomach stężeń. Celem prac dr. Niedziałkowskiego była modyfikacja elektrod diamentowych domieszkowanych borem (BDD), elektrod tlenkowych typu ITO oraz złotych związkami organicznymi, które charakteryzują się niskim prądem tła, a ich zmieniona powierzchnia umożliwia detekcję analizowanych związków na niskich poziomach wykrywalności. Główne zainteresowania Habilitanta związane są z opracowaniem efektywnych procedur modyfikacji powierzchni elektrod BDD alliloaminą, poli-L-Lizyną oraz meleminą, które umożliwiają detekcję zasad nukleinowych (adeniny i guaniny) oraz kofeiny. Stosując elektrody domieszkowane borem typu „nanowalls” (B:CNWs) wykazał jednoczesną detekcję czterech zasad nukleinowych: adeniny (A), guaniny (G), tyminy (T) oraz cytozyny (C). Dr Niedziałkowski koncentruje swoją uwagę także na detekcji paracetamolu (na elektrodach B:CNWs), białka wirusa grypy M1 (na BDD oraz na nanokrystalicznych elektrodach domieszkowanych borem), jak również na reakcji utlenienia ketoprofenu (elektrody ITO) oraz liganda białka programowanej śmierci komórkowej 1 (PD-L1) (elektroda złota). Habilitant dzieli opis swojego osiągnięcia naukowego na siedem części: (1) Wprowadzenie (2); Właściwości i modyfikacja elektrod diamentowych domieszkowanych borem (BDD); (3) Właściwości i modyfikacja elektrod tlenkowych (ITO) oraz elektrod złotych (Au); (4) Omówienie wyników badań: modyfikacja elektrod (BDD) – ich charakterystyka i właściwości (H1, H2, H3, H4, H5, H6, H7, H8, H11); (5) Omówienie wyników badań: modyfikacja elektrod tlenkowych (ITO) oraz złotej (Au) – charakterystyka i właściwości (H9, H10, H12); (6) Podsumowanie osiągnięcia naukowego; oraz (7) Przyszłe kierunki badań. Dr Niedziałkowski w swoich badaniach wykorzystuje techniki elektroanalityczne, mikroskopowe oraz spektroskopowe w celu szczegółowego opisu wytworzonych warstw. W moim odczuciu na szczególne wyróżnienie zasługują następujące prace: (H4) *Melamine-modified Boron-doped Diamond towards Enhanced Detection of Adenine, Guanine and Caffeine, Electroanalysis* **28** (2016) 211–221, która opisuje elektropolimeryzację melaminy na powierzchni elektrody diamentowej domieszkowanej borem (BDD). Mechanizm generowania polimelaminy na powierzchni obejmował tworzenie się wiązań typu HN-NH pomiędzy sąsiadującymi grupami aminowymi pochodzącymi od dwóch różnych cząsteczek melaminy. Wyniki badań detekcji adeniny (A), guaniny (G), kofeiny (K), a także jedno i dwuniciowego DNA (pochodzącego z grasicy cielęcej), które były przeprowadzone na elektrodach modyfikowanych (BDD) z wykorzystaniem techniki różnicowej woltamperometrii pulsowej (DPV) potwierdzają dużo większą wykrywalność badanych analitów w stosunku do niemodyfikowanych elektrod (BDD). Granica wykrywalności adeniny, guaniny i kofeiny przy zastosowaniu elektrod BDD

modyfikowanych polimelaminą wynosiła odpowiednio 0,2 mM, 0,02 nM i 0,4 mM. Elektrochemiczna metoda oznaczania puryn wydaje się być przydatna do celów analitycznych głównie ze względu na długotrwałą stabilność polimerów przewodzących. Elektrody modyfikowane polimerami są przydatnym materiałem sensorycznym, ponieważ poprzez zmianę warunków elektrochemicznych można kontrolować grubość warstwy polimerowej, transport i przeniesienie ładunku. Praca H8 *Comparison of the paracetamol electrochemical determination using boron-doped diamond electrode and boron-doped carbon nanowalls*, *Biosensors and Bioelectronics* **126** (2019) 308–314 przedstawia oznaczanie paracetamolu na elektrodach diamentowej domieszkowanej borem (BDD) i elektrodzie domieszkowanej borem typu „nanowalls” (B:CNWs) z wykorzystaniem woltamperometrii cyklicznej i różnicowej woltamperometrii impulsowej w soli buforowanej fosforem (PBS) o pH = 7,0. Prąd pikowy był liniowo zależny od stężenia paracetamolu w zakresie od 0,065 μM do 32 μM dla elektrody BDD oraz od 0,032 μM do 32 μM dla elektrody B:CNW. Granica wykrywalności wynosiła 0,430 μM i 0,281 μM odpowiednio dla elektrody BDD i B:CNW. Dodatkowo przeprowadzono badanie utleniania paracetamolu w różnych warunkach pH oraz analizę elektrochemicznego zachowania paracetamolu przy różnych szybkościach skanowania. Wykazano odmienny mechanizm utleniania paracetamolu na obu typach elektrod. Na elektrodzie BDD proces utleniania paracetamolu był procesem dwuelektronowym z udziałem jednego protonu, natomiast na powierzchni elektrody B:CNWs mechanizm ten był procesem dwuelektronowym, obejmującym dwa protony. Na podstawie analizy woltamperogramów otrzymanych dla różnych szybkości skanowania pokazano, że mechanizm utleniania paracetamolu na elektrodach B:CNWs był procesem kontrolowanym transportem masy (dyfuzją), natomiast proces utleniania na elektrodzie BDD miał odmienny charakter. Biorąc pod uwagę dużą różnicę wysokości prądowych pików katodowych i anodowych, zasugerowano, że utlenianie paracetamolu na powierzchni BDD zachodzi bardziej wydajnie niż jego redukcja, bowiem produkty utleniania mogą blokować elektrodę w znacznym stopniu. Ostatnią pracą, która zwróciła moją szczególną uwagę jest publikacja H11 *Multisine impedimetric probing of biocatalytic reactions for label-free detection of DEFB1 gene: How to verify that your dog is not human?*, *Sensors and Actuators B: Chemical* **323** (2020) 128664, w której przedstawiono efektywną metodę modyfikacji powierzchni elektrod BDD w celu szybkiego rozpoznawania materiału genetycznego. W pracy zaproponowano wykorzystanie wielosinusoidalnej spektroskopii impedancyjnej przeprowadzonej podczas potencjodynamicznej polaryzacji (pDEIS) elektrody w celu wykrywania genu DEFB1 w pobranej próbce śliny. Proces detekcji prowadzono na powierzchniach diamentowych

domieszkowanych borem ale funkcjonalizowanych za pomocą DEFB1- komplementarnej sekwencji oligonukleotydów, zakotwiczonej na powierzchni elektrody. Następnie krótkotrwała inkubacja elektrod w obecności docelowej próbki DNA pozwala na osiągnięcie hybrydyzacji DNA po ekspozycji na ludzki materiał DNA. Główną zaletą zaproponowanej procedury modyfikacji elektrod (BDD) była możliwość detekcji genu DEFB1, w krótkim czasie, znacznie mniejszym od czasu tradycyjnych analiz hybrydyzacji DNA na bardzo niskim poziomie stężeń wynoszącym 1 ng/ml. Wykazano również, że proces hybrydyzacji DNA na modyfikowanych elektrodach nie jest obserwowalny w przypadku, gdy badaną próbką był materiał pobrany od zwierząt ze względu na brak tworzenia się podwójnej helisy DNA na powierzchni elektrody. Takie podejście do wykrywania specyficznych sekwencji DNA może być alternatywą dla klasycznych metod diagnostycznych, zwykle wykorzystujących łańcuchową reakcję polimerazy (PCR).

Po zapoznaniu się ze wszystkimi publikacjami naukowymi składającymi się na osiągnięcie naukowe Pana dr. Pawła Niedziałkowskiego chciałbym zwrócić uwagę na ich wysoką jakość zarówno merytoryczną jak i edytorską świadczącą o dojrzałości naukowej Habilitanta.

Swoje naukowe doświadczenie dr Niedziałkowski zdobył nie tylko w kraju, ale także za granicą. Odbił krótkoterminowe staże naukowe w *Leibniz Institute for Plasma Science and Technology*, Greifswald, Niemcy. Dość pręźnie współpracuje z krajowymi ośrodkami naukowymi, w tym *Politechniką Gdańską* (dr hab. inż. J. Ryl, dr hab. inż. R. Bogdanowicz), *Instytutem Maszyn Przepływowych*, Gdańsk (dr hab. inż. M. Sawczak, dr hab. inż. K. Siuzdak), czy *Politechniką Warszawską* (dr hab. inż. M. Śmietana). Uczestniczył w wielu konferencjach międzynarodowych i krajowych, wygłosił 2 wykłady plenarne na zaproszenie, 9 referatów ustnych oraz prezentował swoje wyniki w postaci posterowej 4 razy. Dr Niedziałkowski jest lub był współkierownikiem 3 projektów badawczych w ramach konsorcjum (SONATA BIS 4, SONATA BIS 10, OPUS 19 – NCN) wykonawcą w 3 projektach finansowanych przez Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego oraz Narodowego Centrum Nauki. Był recenzentem artykułów naukowych między innymi w takich czasopismach jak: *Biosensors&Bioelectronics* (19), *Nanomaterials* (2), czy *Environmental Science-Water Research&Technology* (2). Habilitant pręźnie współpracuje z sektorem gospodarczym, w tym z firmą SensDx, dla której opracował skuteczną i efektywną metodę modyfikacji elektrod diamentowych domieszkowanych borem (BDD). Współpraca ta zaowocowała uzyskaniem dwóch patentów obejmujących swoim zasięgiem teren Polski oraz jednym patentem europejskim. Za swoje osiągnięcia otrzymał liczne nagrody i wyróżnienia

między innymi nagrodę zespołową pierwszego stopnia JM Rektora Uniwersytetu Gdańskiego za cykl publikacji związanych z charakterystyką oddziaływań międzycząsteczkowych w roztworze oraz na granicy faz.

Pan dr Paweł Niedziałkowski prowadzi różnorodną działalność dydaktyczną na Uniwersytecie Gdańskim, w tym wykłady oraz zajęcia laboratoryjne dla studentów chemii oraz dla studentów z Wydziału Prawa i Administracji Uniwersytetu Gdańskiego na kierunku kryminologii. Był i jest opiekunem 16 prac magisterskich oraz 7 prac licencjackich a także jest promotorem pomocniczym dwóch doktoratów (w tym jeden obroniony). Habilitant wygłosił liczne wykłady popularnonaukowe w ramach Dni Otwartych Wydziału Chemii Uniwersytetu Gdańskiego i Akademickiej Szkoły Letniej w Centrum Edukacji Ekologicznej w Starbieniu. Współuczestniczył również w organizowaniu i prowadzeniu zajęć warsztatowych dla młodzieży w ramach Bałtyckiego Festiwalu Nauki na Wydziale Chemii Uniwersytetu Gdańskiego.

W podsumowaniu, w związku ze wszczętym przez Radę Wydziału Chemii Uniwersytetu Gdańskiego postępowaniem o nadanie Panu dr. Pawłowi Niedziałkowskiemu stopnia naukowego doktora habilitowanego w dziedzinie nauk ścisłych i przyrodniczych w dyscyplinie nauki chemiczne chciałbym stwierdzić, że - po zapoznaniu się z załączonymi dokumentami przygotowanymi przez Kandydata - Jego obecne osiągnięcia naukowe wydają się spełniać wymogi stawiane przez Ustawę o Stopniach i Tytule Naukowym, a zatem uzasadniają wniosek o dopuszczenie do dalszego postępowania kwalifikacyjnego w sprawie nadania Panu dr. Pawłowi Niedziałkowskiemu stopnia naukowego doktora habilitowanego.



prof. dr hab. Paweł Kulesza