



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

29 sierpnia 2021 r.

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

Pan Łukasz Półtorak ukończył studia na Uniwersytecie w Białymstoku uzyskując dyplom zawodowy magistra w 2012 roku wykonując pracę dyplomową „*Równowagi kwasowo-zasadowe pomiędzy dwuwarstwą lipidową a roztworem elektrolitu*”, pod kierownictwem Pana prof. dr hab. Zbigniewa Figaszewskiego. Pracę doktorską zatytułowaną „*Electrochemical modification of the liquid–liquid interface with mesoporous silica*” wykonał pod kierunkiem Pana dr hab. Alain Walcarius jako promotora na Uniwersytecie w Lorraine (Francja), a w 2015 roku uzyskał stopień naukowy doktora nauk chemicznych. Od 2019 roku Pan dr Łukasz Półtorak jest zatrudniony na stanowisku adiunkta naukowego w Katedrze Chemii Nieorganicznej i Analitycznej Wydziału Chemii, Uniwersytetu Łódzkiego i prowadzi badania naukowe z pogranicza chemii materiałów i elektrochemii z wykorzystaniem różnorodnych metod analitycznych.

Przesłane mi do recenzji dokumenty habilitacyjne obejmują osiągnięcie naukowe pod tytułem „*Elektrochemiczne badania wybranych związków z grupę aminową na niemodyfikowanych oraz modyfikowanych spolaryzowanych granicach fazowych typu ciecz–ciecz*” stanowiące cykl 11 pozycji składający się wyłącznie z publikacji indeksowanych w bazie *Journal Citation Reports* (czyli z tzw. Listy Filadelfijskiej). Wszystkie prace mają charakter opracowań wieloautorskich. Jednak Pan dr Łukasz Półtorak wydaje się mieć dominujący wkład koncepcyjny we wszystkich pracach, bowiem w dziesięciu pracach Habilitant jest autorem korespondencyjnym (w 7 pracach jest pierwszym autorem). Natomiast prace oznaczone symbolami H1 i H6 są to bardzo ważne przeglądy literaturowe, które formalnie należy uznać jako znaczący materiał pomocniczy świadczący o dojrzałości

naukowej Habilitanta, raczej niż jako Jego oryginalne osiągnięcie. Inne 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 *Electrochimica Acta* (IF = 6.215), *Analytical Chemistry* (IF = 6.785) czy *Journal of Hazardous Materials* (IF = 9.038).

Badania naukowe prowadzone przez dr. Półtoraka dotyczą możliwości opracowania nowych materiałów elektrodowych, które mają znaleźć zastosowanie w różnorodnych rozwiązaniach o istotnym znaczeniu dla chemii analitycznej. Zaproponowane elektroanalityczne koncepcje badawcze opierają się na spolaryzowanych granicach fazowych typu ciecz-ciecz i odwołują się do elektrochemicznie kontrolowanych reakcji międzyfazowego przenoszenia związków chemicznych posiadających ugrupowania aminowe. W swoim dorobku naukowym Habilitant posiada obecnie 29 publikacji, z czego na okres po uzyskaniu stopnia naukowego doktora przypada 24 prac (11 stanowi osiągnięcie naukowe), co w odczuciu recenzenta świadczy o bardzo wysokiej aktywności naukowej w okresie ostatnich sześciu lat. Należy również wspomnieć o dodatkowej monografii przeglądowej, w której Pan dr Półtorak jest współautorem, opublikowanej w innym czasopiśmie nieindeksowanym w systemie *JCR* (w czasopiśmie krajowym). Ponadto Habilitant posiada jedno zgłoszenie patentowe. Jego prace były cytowane przez innych badaczy ponad 150 razy z wykluczeniem autocytowań, a ich indeks Hirscha wynosi 10, a całkowity współczynnik oddziaływania czasopism, w których prace były opublikowane jest na poziomie bliskim 165. Należy jednak pamiętać, że większość Jego prac została opublikowana w ostatnich latach, co powoduje, że powyższy parametr jest nieściśły. Przeliczając liczbę cytowań niezależnych na liczbę opublikowanych prac daje to liczbę cytowań przypadającą na jedną publikację wynoszącą ponad 5 (5.2). Natomiast, średni IF opublikowanych prac wynosi 5,7. Aktywność naukowa dr. Łukasza Półtoraka wyraża się liczbą ponad 3,2 prac rocznie, a prace te są cytowane średnio rocznie ponad 18 razy przez innych autorów. Wprawdzie powyższe parametry mają charakter orientacyjny, ale wskazują na dość wysoki wpływ działalności naukowej Habilitanta na rozwój nauki w skali międzynarodowej. Dynamika publikowania przez Pana Półtoraka 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 samodzielnie pracownika naukowego.

Tematyka osiągnięcia habilitacyjnego Pana dr. Łukasza Półtoraka dotyczy nowej i ważnej problematyki z pogranicza elektrochemii, chemii materiałów, chemii supramolekularnej, odwołującej się do zagadnień membranowych i analitycznych, a

konkretnie do badań skupiających się na elektrochemii granic cieczowych, elektroanalizie związków posiadających w swojej strukturze grupy aminowe oraz na elektrochemicznie kontrolowanych reakcjach tworzenia nowych materiałów. Głównym zamierzeniem Pana dr. Półtoraka była modyfikacja granic cieczowych w celu nadanie nowych właściwości granicy fazowej typu ciecz-ciecz (*ITIES; Interface between Two Immiscible Electrolyte Solutions*) oraz przeprowadzenie systematycznych badań wykorzystywanych związków zawierających w swojej strukturze grupę aminową. W elektrochemii granica faz ciecz-ciecz znana jest jako granica między dwoma niemieszającymi się roztworami elektrolitów. Taki interfejs może być spolaryzowany w sposób czysto jonowy, a jony, które ulegają międzyfazowej reakcji przeniesienia, mogą być rejestrowane elektrochemicznie poprzez dynamiczny pomiar prądowy. Zainteresowania Habilitanta dotyczą ważnych zagadnień analitycznych i przykładowo są związane są z wykrywaniem na spolaryzowanej granicy faz ciecz-ciecz nielegalnych narkotyków oraz obejmują detekcję centrów aktywnych, które nie ulegają reakcjom redoks na elektrodach stałych. Granica faz ciecz-ciecz oferuje zatem szereg unikalnych właściwości, jeśli chodzi o modyfikację międzyfazową. Reakcje międzyfazowe mogą prowadzić do powstania osadów na granicy faz o nowych i unikalnych właściwościach. Dr Półtorak koncentruje swoją uwagę także na opracowaniu tanich, łatwych i dostępnych technik miniaturyzacji układów oraz do produkcji elektrod stałych i opartych na wykorzystaniu *ITIES*. Układy poddane miniaturyzacji w elektrochemii mają wiele zalet w porównaniu z układami makroskopowymi, m.in. charakteryzują się niskim zużyciem próbek, wyższą czułością elektroanalityczną i niższą granicą wykrywalności (lepszym poziomem detekcji). Habilitant dzieli swoje osiągnięcie naukowe na pięć części – aspekty badawcze – (1) usystematyzowanie wiedzy dotyczącej szeroko pojętej modyfikacji spolaryzowanych granic fazowych typu ciecz-ciecz (H1); (2) modyfikacja spolaryzowanych granic cieczowych polimerami w celu nadania im właściwości przesiewania molekularnego (H2, H3); (3) badanie zachowania wybranych białek na spolaryzowanych granicach cieczowych oraz ich międzyfazowe współosadzanie z materiałami na bazie krzemionki (H4, H5); (4) badania leków oraz substancji psychotropowych i odurzających na spolaryzowanych granicach cieczowych (H6, H7, H8, H9) oraz (5) perspektywy na przyszłość łączące elektrochemię miękkich granic cieczowych z materią miękką (H10, H11). Pan dr Półtorak w swoich badaniach wykorzystuje techniki elektroanalityczne, mikroskopowe oraz spektroskopowe w celu szczegółowego opisu wytworzonych struktur i składu otrzymanych materiałów. W moim odczuciu na szczególnie wyróżnienie zasługują następujące prace: (H3) *Layer-by-layer (LbL) assembly of polyelectrolytes at the surface of a fiberglass membranę used as a support of the*

polarized liquid-liquid interface, *Electrochimica Acta* **363** (2020) 137215, w której spolaryzowaną granicę faz ciecz-ciecz zastosowano do badania membran z włókna szklanego modyfikowanych i niemodyfikowanych wielowarstwowymi wybranymi polielektrolitami (PEI – polietylenoamina, PSS – sulfonianpolistyrenu, PHMG – poliheksametylenoguanidyna). W tym zakresie zbadano cztery różne czwartorzędowe kationy amoniowe, tj. TMA⁺, TBA⁺, TPrA⁺, TBA⁺, które różnią się wielkością i aktywnością międzyfazową. Wielowarstwy polielektrolitu utworzono przy użyciu PEI, PSS i PHMG, a następnie tworzą metodą warstwa po warstwie na powierzchni membrany. Wykazano, że każdy z badanych kationów mógł ulec przeniesieniu przez granicę fazową umieszczoną w membranie wykonanej z włókna szklanego. Międzyfazowe przejście dwóch największych jonów (TPrA⁺ oraz TBA⁺) ulegało zablokowaniu zaraz po nałożeniu pierwszej (TBA⁺) oraz czwartej (TPrA⁺) warstwy. Wytworzone w ten sposób membrany były przepuszczalne dla dwóch pozostałych jonów (TMA⁺ oraz TEA⁺), jednak obniżenie prądów faradajowskich, w porównaniu z membraną niemodyfikowaną polielektrolitami, było wyraźniejsze w przypadku jonów TEA⁺. Oddziaływanie pomiędzy badanymi aminami czwartorzędowymi a polielektrolitami na powierzchni membrany z włókna szklanego można zakwalifikować jako mechaniczne (warunkowane wielkością jonów) oraz elektrostatyczne (warunkowane ładunkiem polielektrolitu wielowarstwy polimerowej). Można spodziewać się, że w przyszłości, otrzymane układy zostaną wykorzystane do wytwarzania sensorów pozwalających na włączanie/wyłączanie rejestrowanych sygnałów poprzez kontrolę grubości oraz ładunku charakterystycznego dla danej wielowarstwy. Praca H5 *Co-deposition of silica and proteins at the interface between two immiscible electrolyte solutions*, *Bioelectrochemistry* **134** (2020) 107529 przedstawia zachowanie elektrochemicznie osadzania trzech białek (hemoglobiny, kwaśnej fosfatazy i α -amylazy) oraz warstw krzemionkowych na spolaryzowanej granicy faz ciecz-ciecz. Zaobserwowano, że adsorpcja międzyfazowa białek zachodziła wydajnie w kwaśnym zakresie pH (pH = 2–4). Reakcje międzyfazowego przeniesienia ładunku monitorowano w obecności w pełni dodatnio naładowanych makrocząsteczek z wykorzystaniem metody woltamperometrii cyklicznej. Zaobserwowane prądy faradajskie powiązano z obecnością białek w fazie wodnej oraz stwierdzono, że pojawiły się one dla stężeń równych około 0,1 μ M dla hemoglobiny i kwaśnej fosfatazy oraz około 1 μ M dla amylazy. Jednoczesne osadzanie warstw krzemionkowych uzyskano poprzez dodanie cząsteczek tetraetoksylanu do fazy organicznej (1,2-dichloroetan). Reakcje hydrolizy i kondensacji tetraetoksylanu kontrolowano poprzez międzyfazowe przeniesienie protonu zachodzące przy potencjale charakterystycznym dla adsorpcji białek. Zoptymalizowana

„platforma” została następnie wykorzystana do przygotowania współosadzanych warstw krzemionkowo-białkowych. Ostatnią pracą, która zwróciła moja uwagę jest publikacja H7 *Electrified soft interface as a selective sensor for cocaine detection in street samples, Analytical Chemistry*, **90** (2018) 7428-7433, w której przedstawiono prostą, bezpośrednią i selektywną metodę elektrochemiczną do identyfikacji kokainy w próbkach „ulicznych”, nawet w przypadku złożonych mieszanin. Mechanizm wykrywania tego związku opierał się na prostej reakcji przeniesienia jonów poprzez spolaryzowaną granicę faz ciecz-ciecz. Miniaturyzacja międzyfazowa doprowadziła do poprawy właściwości elektroanalitycznych czujnika opartego na granicy faz ciecz-ciecz w porównaniu z analogiem makroskopowym. Zaproponowana metoda wydaje się być konkurencyjna wobec testów kolorymetrycznych wykazujących słabszą selektywnością podczas analizowania próbek.

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

Swoje naukowe doświadczenie dr Półtorak zdobył nie tylko kraju, ale także za granicą. Swój doktorat wykonywał na Uniwersytecie w Lorraine (Francja) a staż podoktorski odbył w Delft University of Technology (Holandia). Uczestniczył w wielu konferencjach międzynarodowych i krajowych, wygłosił 6 wykładów na zaproszenie, 12 referatów ustnych oraz prezentował swoje wyniki w postaci posterowej 11 razy. Ponadto dość prężnie współpracuje z międzynarodowymi ośrodkami naukowymi, w tym *Palacky University Olomouc*, Czechy (Prof. Ing. Jan Vacek), *Alcalá University*, Hiszpania (Prof. Rafael Gómez Ramírez), *Delft University of Technology*, Holandia (Prof. Ernst Sudholter) czy *Université de Lorraine*, Francja (Dr. Gregoire Herzog i Dr. Alain Walcarius) Francja. Dr Półtorak jest (bądź był) kierownikiem 2 projektów badawczych (SONATA 14 - NCN, oraz RSC International Exchanges 2020 Round 2), wykonawcą w 4 projektach finansowanych przez Holenderską Fundację Badawczą oraz opiekunem naukowym w granie PRELUDIUM (NCN), a także w ramach wewnętrznych konkursów badawczych Uniwersytetu Łódzkiego - Inicjatywa Doskonałości – Uczelnia Badawcza (IDUB). Był recenzentem artykułów naukowych między innymi w takich czasopismach jak: *Analyst* (13), *Journal of Electroanalytical Chemistry* (8), *Electroanalysis* (7), *Sensors* (6) czy *Electrochimica Acta* (5). Brał udział jako członek w trzech komitetach organizacyjnych międzynarodowych i krajowych konferencji naukowych. Jest członkiem dwóch towarzystw naukowych: *International Society of Electrochemistry* oraz *Polskiego Towarzystwa Chemicznego*. Habilitant prężnie współpracuje z sektorem gospodarczym, w tym z firmą Lab4Tox (Wrocław), Centralnym Laboratorium

Kryminalistycznym Policji w Warszawie czy z *R&D Engineer at Dynamic Ear Company* (Holandia) i *Teva Pharmaceuticals* (Holandia), dla których przygotowywał ekspertyzy i opracowania badawcze. Dr Łukasz Półtorak jest członkiem Zespołu Podstawowych Problemów Technik Analitycznych Polskiej Akademii Nauk, sekretarzem Rady Rozwoju Młodych Naukowców na Uniwersytecie Łódzkim oraz aktywnie prowadzi działalność organizacyjną na Wydziale Chemii Uniwersytetu Łódzkiego gdzie jest członkiem komisji ds. badań naukowych, zespołu ds. mobilności studentów oraz przewodniczącym zespołu ds. pozyskiwania funduszy na wyposażenie laboratoriów naukowych. Za swoją działalność otrzymał liczne nagrody i wyróżnienia, w tym między innymi nagrodę JM Rektora Uniwersytetu Łódzkiego za osiągnięcia naukowe finansowana z funduszu rozwoju naukowego uczelni w dziedzinie nauk ścisłych i przyrodniczych oraz nagrodę organizacyjną Dziekana Wydziału Chemii Uniwersytetu Łódzkiego za pracę nad współtworzeniem pracowni elektrochemicznej.

Pan dr Łukasz Półtorak prowadził różnorodną działalność dydaktyczną na Uniwersytecie Łódzkim, w tym wykłady zarówno w języku polskim jak i angielskim oraz zajęcia laboratoryjne dla studentów chemii I roku I stopnia. Był i jest promotorem dwóch prac magisterskich (opiekunem pięciu) oraz jednej pracy licencjackiej (opiekunem dwóch), a także jest promotorem pomocniczym dwóch doktoratów. Habilitant opublikował liczne artykuły popularnonaukowe na portalach internetowych oraz w czasopiśmie „*Esperluette*”. Udzielił także wywiadu radiowego Stacji Nauka – Czwórka – Polskie Radio. Jako doktorant uczestniczył w pokazach chemicznych organizowanych przez *Universite de Lorraine*.

W podsumowaniu, w związku ze wszczętym przez Radę Wydziału Chemii Uniwersytetu Łódzkiego postępowaniem o nadanie Panu dr. Łukaszowi Półtorakowi 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 w pełni spełniają wymogi stawiane przez Ustawę o Stopniach i Tytule Naukowym, a zatem uzasadniają wniosek o dopuszczenie do dalszego postępowania kwalifikacyjnego w sprawie nadania Panu dr. Łukaszowi Półtorakowi stopnia naukowego doktora habilitowanego.



prof. dr hab. Paweł Kulesza