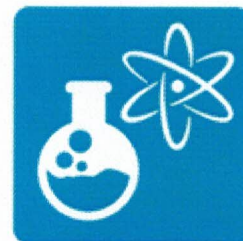




prof. dr hab. Elżbieta Frąckowiak

Politechnika Poznańska
Instytut Chemii i Elektrochemii Technicznej
Berdychowo 4, 60-965 Poznań

T: +48 61 665 36 32 F: ++48 61 665 37 91
E - mail: Elzbieta.Frackowiak@put.poznan.pl



Poznań, 25.08.2022

Recenzja dorobku habilitacyjnego dr. inż. Roberta Ziółkowskiego

Dr inż. Robert Ziółkowski jest adiunktem naukowo-dydaktycznym w Katedrze Biotechnologii Medycznej Wydziału Chemicznego Politechniki Warszawskiej. Specjalizuje się w niezwykle aktualnej tematyce detekcji i oznaczania analitów czujnikami chemicznymi i biosensorami. Badania związane z analizą fragmentów kwasów nukleinowych są szczególnie ważne w obecnej sytuacji epidemicznej. Złożona przez Kandydata dokumentacja mieści się w dziedzinie nauk ścisłych i przyrodniczych, w dyscyplinie nauki chemiczne.

Osiągnięcie naukowe dr inż. Roberta Ziółkowskiego pt. "Projektowanie i parametry pracy elektrochemicznych (bio)sensorów oraz przykłady ich wykorzystania, ze szczególnym uwzględnieniem diagnostyki zakażeń bakteryjnych" stanowi cykl powiązanych tematycznie 10 artykułów naukowych. Zostały one opublikowane w różnorodnych czasopismach o światowym zasięgu (Sensors Actuators, B Chemical, Talanta, Bioelectrochemistry, Electrochimica Acta, Journal of the Electrochemical Society, Microchemical Journal, Sensors). Artykuł w czasopiśmie Sensors wydawnictwa MDPI to artykuł przeglądowy - review [H3].

Warto podkreślić, że Kandydat niemal we wszystkich pracach (9) pełnił rolę autora korespondencyjnego co świadczy o jego wiodącej roli oraz dużym zaangażowaniu podczas opracowywania otrzymanych wyników i redagowania artykułów. Procentowy udział samego Autora w powstaniu tych publikacji został oszacowany na poziomie 35% -80%.

Oprócz 10 artykułów ze zbioru habilitacyjnego Kandydat jest autorem kilkunastu prac o zbliżonej tematyce (6 artykułów przed uzyskaniem stopnia doktora i 9 artykułów po doktoracie). Należy dodać, że jest on również współautorem trzech monografii.

Działalność naukowa

Osiągnięcie naukowe dr Ziółkowskiego przedstawione w formie zbioru publikacji [H1-H10] oceniam pozytywnie. Głównym celem badań było zaprojektowanie i wykonanie nowoczesnych czujników do elektrochemicznej detekcji sygnału analitycznego. W celu poprawy jakości tego sygnału w swoich badaniach Kandydat wykorzystywał różnorodne nanomateriały, takie jak pochodne grafenu, nanocząstki metaliczne. Czujniki z nanomateriałami pozwoliły na selektywną detekcję stężenia jednoniciowego DNA czyli produktu asymetrycznej reakcji PCR (polymerase chain reaction). Długoniciowe sondy DNA o strukturze „spinki do włosów” zostały wykorzystane do wykrywania produktów asymetrycznego PCR. Biorąc pod uwagę obecną sytuację pandemiczną wykorzystanie zaawansowanych metod diagnostycznych w wykrywaniu wirusów SARS-Cov-2 uważam za niezwykle cenne.

Dr Ziółkowski w celu detekcji i oznaczania dopaminy skutecznie wykorzystał elektrodę z węgla szklanego modyfikowanego zredukowanym grafenem i nanocząstkami złota [H10]. W opracowanych czujnikach struktury grafenowe po odpowiedniej modyfikacji grupami funkcyjnymi służyły w roli warstw receptorowych. Kandydat zastosował dietylotiokarbaminian sodu jako wypełniacz w celu zwiększenia rejestrowanego sygnału prądowego oraz obniżenia oddziaływań białek z powierzchnią przetwornika [H1], [H2]. Podczas prowadzonych badań wziął pod uwagę szereg parametrów, takich jak: struktura trójwymiarowa receptorów DNA, skład warstwy bioczułej, warunki analizy, które są niezbędne do projektowania wysoce selektywnych elektrochemicznych (bio)czujników [H1]. Kandydat udowodnił, że poprawę selektywności, powtarzalności wyników można osiągnąć przez wykorzystanie nowoczesnych nanomateriałów jako warstwy przejściowe w biosensorach elektrochemicznych.

Za ważne osiągnięcie dr. Ziółkowskiego (prace H6, H9) należy uznać zastosowanie struktur grafenu modyfikowanych grupami funkcyjnymi jako warstw sensorycznych elektrochemicznych czujników do wykrywania jonów uranu i rtęci (UO_2^{2+} oraz Hg^{2+}). Grafen modyfikowany siarką (grupy tiolowe G-SH) służył do detekcji Hg^{2+} [H6], natomiast modyfikacja grafenu grupami karboksylowymi została użyta w budowie sensora do wyznaczania zawartości UO_2^{2+} [9].

Warto podkreślić, że dużym sukcesem dr. Ziółkowskiego było skonstruowanie taniego i przenośnego fluoroscencyjnego testu DNA z wykorzystaniem tlenku grafenu w celu detekcji bakterii wąglika (*Bacillus anthracis*) [H4]. Dr Ziółkowski opracował elektrochemiczne biosensory do wykrywania markerów zakażeń czyli kwasów nukleinowych i białek. Praca [H8] dotyczy również szybkiej i specyficznej detekcji bakterii wąglika.

Natomiast praca [H2] dotyczy opracowania czujnika DNA do wykrywania sekwencji markerowej maczugowca błonicy o długości 107 nukleotydów. Określono w niej istotny wpływ jonów Mg^{2+} na odpowiedź elektrochemicznego genosensora. Kandydat zaproponował nowatorskie rozwiązanie z użyciem elementu blokującego/zabezpieczającego powierzchnię elektrochemicznych geno- i immunosensorów. W efekcie zwiększył przewodnictwo warstwy sensorycznej oraz zmniejszył niespecyficzną adsorpcję białek. Prace [H2], [H5] i [H7] pozwoliły na opracowanie czujników zdolnych do oszacowania toksygenności bakterii maczugowca błonicy.

Dr Ziółkowski udowodnił możliwość zastosowania w elektrochemicznych czujnikach DNA sond długoniciowych w roli receptorów. Potwierdził także poprawność ich działania w analizach próbek rzeczywistych uzyskanych w wyniku amplifikacji kwasów nukleinowych techniką asymetrycznej reakcji łańcuchowej polimerazy (aPCR).

Prace dr. Ziółkowskiego przyczyniły się do poznania mechanizmu detekcji (roli oddziaływań elektrostatycznych, oddziaływania π - π , efektu wiązań wodorowych, polaryzowalności jonów), jak również do możliwości opracowania elektrochemicznej diagnostyki zakażenia bakteryjnego.

Na uwagę zasługuje planowane wykorzystanie przez Kandydata połączenia czujników elektrochemicznych w układy mikroprzepływowe, przydatne szczególnie w celu badania kwasów nukleinowych.

Dr Ziółkowski w swoich badaniach wykorzystuje szereg technik elektrochemicznych (mikrowaga kwarcowa, wirująca elektroda dyskowa, spektroskopia impedancyjna, woltamperometria fali prostokątnej,) spektroskopowych (UV-Vis, FTIR, Raman), mikroskopowych (SEM, EDS, TEM).

Zaawansowane metody, takie jak chromatografia (HPLC), fluorescencyjne eksperymenty, elektroforeza żelowa, biospektrometria, testy PCR, przygotowanie materiałów biologicznych, tj. próbek łańcuchowej reakcji polimerazy, czy szczegółowa diagnostyka zakażeń były realizowane głównie w ramach owocnej współpracy z Narodowym Instytutem Zdrowia Publicznego.

Działalność dydaktyczna

Należy zaznaczyć, że dr Ziółkowski jest bardzo zaangażowany w prowadzeniu zajęć dydaktycznych dla studentów Politechniki Warszawskiej (wykłady, laboratoria, projekty) w tematyce sensorów, biosensorów, chemii analitycznej, analizy instrumentalnej, biotechnologii, metrologii chemicznej, jak również technologii informacyjnej. Pełnił również funkcję promotora

pomocniczego pracy doktorskiej (dr Peptowski), obecnie jest promotorem pomocniczym doktorantki (mgr Szymczyk).

Kandydat sprawował także opiekę nad licznymi pracami dyplomowymi (30 prac inż., mgr). Dr Ziółkowski chętnie angażuje się w działania popularyzujące naukę, był założycielem Koła Naukowego Herbion.

Uczestnictwo w projektach naukowych, współpraca naukowa

Warto podkreślić, że dr Ziółkowski jest aktywny w realizacji wielu projektów badawczych finansowanych przez NCN, FNP, NCBiR, MNiSW. Był kierownikiem projektu LIDER oraz PRELUDIUM, obecnie jest wykonawcą w 2 projektach finansowanych przez NCBiR. Natomiast nie uczestniczył w żadnych programach europejskich, czy międzynarodowych oraz nie należy do organizacji i towarzystw naukowych.

Na uwagę zasługuje współpraca dr. Ziółkowskiego z ośrodkami badawczymi krajowymi (Narodowy Instytut Zdrowia Publicznego w Warszawie, Instytut Parazytologii im. Witolda Stefańskiego PAN, Centrum Zaawansowanych Materiałów i Technologii - CEZAMAT).

Bardzo krytycznie oceniam brak staży Kandydata w ośrodkach naukowych zarówno krajowych, jak i zagranicznych. Jego współpraca, potwierdzona wieloma artykułami naukowymi, wiąże się głównie z Narodowym Instytutem Zdrowia Publicznego.

Natomiast kontakty dr. Ziółkowskiego z zagranicznymi naukowcami ograniczają się głównie do uczestnictwa w konferencjach. Spośród 46 wymienionych prezentacji na konferencjach krajowych i zagranicznych, w 18 konferencjach wyniki badań były prezentowane przez Kandydata. Spośród tych 18 wystąpień, 8 prezentacji miały miejsce podczas międzynarodowych konferencji.

Dane bibliometryczne

Współczynnik oddziaływania (Impact Factor) dla poszczególnych publikacji ze zbioru prac habilitacyjnych mieści się w granicach od 3,12 do 7,46. Sumaryczny IF publikacji H1-H10 wynosi 49,537. Pomimo bardzo aktualnej tematyki publikacje Autora znajdują umiarkowane zainteresowanie przez środowisko naukowe. W dostarczonej dokumentacji widnieje liczba 300 cytowań, natomiast aktualne dane dla wszystkich 29 artykułów dr Ziółkowskiego SCOPUS (sierpień 2022) wynoszą 336 (bez autocytowań 305).

Prace habilitacyjne wg dokumentacji zostały zacytowane 94 razy, w tym 85 cytowań niezależnych.

Autor uważa, że zastosowanie przez niego nanomateriałów (pochodnych grafenu) jako warstwy receptorowe w sensorach jest jego nowatorskim odkryciem i zostały wykorzystane „po raz pierwszy” (str. 51 Autoreferatu). Trudno zgodzić się z takim stwierdzeniem.

Dokumentacja habilitacyjna (Autoreferat) została przygotowana przez Kandydata starannie. Aczkolwiek można w niej znaleźć pewne błędy typograficzne, np. str. 14 „znacznej popraw”, str. 15 „w zawiązku z tym”, str. 19 „zwierała on również”, str. 26 „zamiana potencjału”, str. 47 „Nyquits plots” i wiele innych.

W podsumowaniu uważam, że prace dr. inż. Roberta Ziółkowskiego przedstawione jako jednotematyczny cykl publikacji spełniają wymogi dorobku habilitacyjnego.

