

Prof. dr hab. Sławomira Skrzypek
Dziekan Wydziału Chemii UŁ
Katedra Chemii Nieorganicznej i Analitycznej
Zakład Elektroanalizy i Elektrochemii
ul. Tamka 12
91-403 Łódź
e-mai:slawomira.skrzypek@chemia.uni.lodz.pl

Recenzja dorobku oraz osiągnięć naukowych dr Katarzyny Szot-Karpińskiej w związku z postępowaniem o nadanie stopnia naukowego doktora habilitowanego

1. Sylwetka dr Katarzyny Szot-Karpińskiej

Dr Katarzyna Szot-Karpińska ukończyła studia chemiczne na Wydziale Chemii Uniwersytetu Warszawskiego w 2007 roku. W roku 2006 podjęła pracę w IChF PAN w Warszawie na etacie technika laboratoryjnego, a w roku 2008 przeszła na etat asystenta. Stopień doktora nauk chemicznych uzyskała na podstawie obronionej w 2012 r. w Instytucie Chemii Fizycznej PAN pracy doktorskiej zatytułowanej „*Electrodes modified with carbon nanoparticles and enzymes*”. Promotorem pracy był prof. dr hab. Marcin Opałto. Praca ta została wyróżniona. Po uzyskaniu stopnia doktora Habilitantka pracowała jako adiunkt na Uniwersytecie Gdańskim na Wydziale Biologii w Katedra Biologii Molekularnej. Od października 2014 roku dr Szot-Karpińska ponownie podjęła pracę w Instytucie Chemii Fizycznej PAN najpierw na stanowisku asystenta, a od stycznia 2015 roku na stanowisku adiunkta. Na etacie tym pracuje do dzisiaj.

2. Dorobek naukowy i działalność naukowa

Zgodnie z dostarczonymi materiałami całkowity dorobek publikacyjny Habilitantki składa się z 37 prac, w tym 23 po uzyskaniu stopnia doktora i 14 przed uzyskaniem stopnia doktora (str. 4-7 *Załącznik nr 4*). 30 z tych prac to publikacje z listy Journal Citation Report (JCR) o łącznym współczynniku oddziaływania 168,434, przy czym Autorka nie podaje, czy wynik ten związany jest z IF danego czasopisma w roku opublikowania artykułu, czy obecnym. Średni IF przypadający na jedną pracę wynosi 5.296 (str. 13, *Załącznik nr 4*). Większość prac ukazała się po doktoracie i 9 z nich Habilitantka wskazuje jako swoje osiągnięcie naukowe w postępowaniu habilitacyjnym. Wszystkie prace z trzonu habilitacyjnego są wieloautorskie, niektóre we współpracy międzynarodowej. Ponadto Habilitantka może pochwalić się współautorstwem 3 patentów, z czego 2 związane są z tematyką rozprawy habilitacyjnej.

Dr Szot-Karpińska ma w swoim dorobku przed uzyskaniem stopnia doktora liczne prezentacje ustne na konferencjach międzynarodowych, w tym już 1 wykład na zaproszenie (Habilitationka błędnie nazywa go „wykład zaproszony”) na prestiżowym Annual Meeting of the International Society of Electrochemistry (Nijagata, Japonia, 2011), a także wykład na zaproszenie w Department of Applied Physics, University of Fukui, Japonia. Po uzyskaniu stopnia doktora w 2012 roku dr Szot-Karpińska nadal aktywnie prezentowała wyniki swoich badań w kraju i zagranicą na konferencjach, sympozjach i workshopach. Przedstawiła 12 wystąpień ustnych i jeden poster w tym keynote lecture na Surface Modification for Chemical and Biochemical Sensing SMCBS 2019 w Żelechowie. Wcześniej, bo w latach 2009 i 2011 pełniła funkcję członka Komitetu Organizacyjnego tego międzynarodowego, organizowanego przez IChF PAN workshop-u.

Na uwagę zasługuje aktywność grantowa Habilitationki. Jeszcze przed obroną pracy doktorskiej była wykonawcą w 6 projektach. Po doktoracie została kierownikiem projektów FUGA (2012 r.) i SONATA 13 (2017 r.) finansowanych przez Narodowe Centrum Nauki. Dodatkowo była wykonawcą w 3 innych projektach.

Habilitationka na etapie pracy doktorskiej wyjeżdżała na miesięczne staże do Laboratorium Bioenergetyki i Inżynierii Białek w Marsylii (Francja), na Wydział Chemii Uniwersytetu Oxfordzkiego (Wielka Brytania), do Laboratorium MC2 Nanofabrication, Chalmers University of Technology, Göteborg (Szwecja), na Wydział Chemii Uniwersytetu Oldenburg (Niemcy).

Po doktoracie odbyła w ramach projektu Fuga 2-letni staż na Uniwersytecie Gdańskim, na Wydziale Biologii w Katedrze Biologii Molekularnej. Ponadto odbyła trzy (jedno lub dwutygodniowe) szkolenia na University of Sannio w Benevento (Włochy), University of Nova Gorica (Słowenia), a także kurs organizowany przez Cold Spring Harbour Laboratory w USA. Ponadto 3-krotnie korzystała z programu Erasmus + wyjeżdżając do University of Sannio w Benevento i University of Naples Federico II.

Podsumowując, dr Szot Karpińska przedstawiła w swoim dorobku znaczącą liczbę publikacji, chociaż cykl prac habilitacyjnych składa się jedynie z 6 prac oryginalnych. Habilitationka publikuje jednak w dobrych i bardzo dobrych czasopismach naukowych, pracuje w międzynarodowych grupach. Wykazuje dużą aktywność w realizacji grantów finansowanych ze środków zewnętrznych, po doktoracie została kierownikiem dwóch z nich. Mimo braku stażu podoktorskiego zagranicą, dwuletni staż w bardzo dobrym laboratorium na Uniwersytecie Gdańskim zaowocował rozpoczęciem badań będących podstawą cyklu prac przedstawionych jako osiągnięcie habilitacyjne. Tak więc całkowity dorobek naukowy i działalność naukowa dr Szot-Karpińskiej w tym uzyskany po doktoracie w latach 2016 –

2023 spełnia wymagania stawiane Habilitantom i uzasadnia wystąpienie o nadanie stopnia doktora habilitowanego.

3. Cykl prac wchodzących w skład osiągnięcia naukowego „Zastosowanie bakteriofagów jako receptorów i materiału do modyfikacji elektrod”.

3.1 Strona formalna

Podstawę wniosku o uzyskanie stopnia naukowego doktora habilitowanego stanowi zbliżony tematycznie cykl 6 prac oryginalnych, 3 prac przeglądowych (i jednego patentu – zdaniem recenzentki) dotyczących zastosowania bakteriofaga M13 jako materiału biosupramolekularnego w elektrochemii. Przedstawione badania Habilitantka prowadziła między innymi w ramach projektów naukowych FUGA pt. "Wytwarzanie bakteriofagów wykazujących właściwości enzymów redoks" (czas realizacji 2012-2014, a także Sonata 13 pt. "Nowe receptory wiążące C-reaktywne białko - wytwarzanie, charakterystyka i zastosowanie do odróżniania rodzaju infekcji wirusowej od bakteryjnej" finansowanych przez Narodowe Centrum Nauki.

Cykl prac które ukazały się w latach 2016-2023 został opublikowany w takich czasopismach jak Bioconjugate Chemistry, Sensors and Actuators B: Chemical, Bioelectrochemistry, Biosensors, ACS Omega, Analytical Chemistry (prace oryginalne), Journal of Electroanalytical Chemistry, Electrochemical Communications, Chemosensors (prace przeglądowe) o różnym współczynniku oddziaływania (od IF = 4.1 ACS Omega do IF₂₀₂₁ = 8.4 Sensors and Actuators B: Chemical) i różnym udziale Habilitantki. Wszystkie przedstawione prace są wieloautorskie (od 3 do 10 współautorów), w 8 przedstawionych publikacjach dr Szot-Karpińska jest autorką korespondencyjną. Średni współczynnik oddziaływania prac opublikowanych i uwzględnionych w Web of Science (WoS) (7 prac) związanych z tematyką rozprawy habilitacyjnej jest wysoki i wynosi 5.371. Wszystkie prace Habilitantki były cytowane 745 razy (bez autocytowań 671, według bazy WoS). We wszystkich pracach składających się na osiągnięcie naukowe udział habilitantki jest znaczący i nie budzi zastrzeżeń. .

3.2 Strona merytoryczna

Ciągle poszukiwanie nowych materiałów mających zastosowanie w czujnikach elektrochemicznych i urządzeniach elektronicznych skłania naukowców do podejmowania badań interdyscyplinarnych. Szczególnie interesujące w tym kontekście jest połączenie biologii z chemią i naukami materiałowymi. Ostatnio bakteriofagi (wirusy infekujące bakterie) są coraz częściej wykorzystywane w zastosowaniach elektrochemicznych, np. jako elementy rozpoznające w biosensorach lub jako szablony do tworzenia

nowych materiałów elektrodowych do baterii i ogniw biopaliwowych. Badania Habilitantki przedstawione jako osiągnięcie naukowe wpisują się w ten właśnie nurt badań. Zdobyte umiejętności z zakresu biologii molekularnej podczas pracy w Katedrze Biologii Molekularnej na Wydziale Biologii Uniwersytetu Gdańskiego oraz wiedza z zakresu chemii fizycznej jaką Habilitantka zdobyła w trakcie studiów doktoranckich umożliwiła Jej realizację multidyscyplinarnych badań z pogranicza biologii, chemii i nanotechnologii. Stąd równocześnie zainteresowanie bakteriofagiem M13, który *de facto* stał się inspiracją do dalszej pracy badawczej. Fag ten okazał się nie tylko cząstką bioaktywną, ale również supramolekularną z unikalnymi właściwościami fizykochemicznymi.

Celem podjętych przez Habilitantkę prac było wykorzystanie cząstki bakteriofaga M13 do otrzymania nowych materiałów hybrydowych i odpowiedzenie na pytanie, czy technikę stosowaną w biologii molekularnej - prezentacji fagowej zastosowaną do faga M13, można wykorzystać do identyfikacji nowych receptorów dla wybranych markerów chorobowych?. Prace będące podstawą dysertacji [H1-H6] stały się również inspiracją do napisania prac przeglądowych związanych ściśle z tą tematyką badawczą [H7-H9]. Obiektami badań Habilitantki były głównie ze względu na swoje właściwości nanowłókna węglowe (CNF) i wybrane fagi tworzące nowe hybrydowe nanomateriały.

W pracy [H1] Habilitantka badała filamentowy bakteriofag M13 z mutacją punktową w genie VII (pVII-mutant-M13), który selektywnie wiąże się z nanowłóknami węglowymi, tworząc struktury 3D. Właściwości tego faga sprawiają, że jest on potencjalnym kandydatem na materiał rusztowania dla CNF. Wyniki wiązania CNF przez zmutowanego faga porównano z wynikami dla bakteriofaga macierzystego (pVII-M13). Habilitantka stwierdziła, że wydajność wiązania między pVII-mutant-M13 i CNF jest o około 2 rzędy wielkości wyższa w porównaniu z pVII-M13. Powinowactwo wiązania między pVII-mutant-M13 i CNF zostało scharakteryzowane przy użyciu mikroskopii sił atomowych, skaningowej mikroskopii elektronowej i transmisyjnej mikroskopii elektronowej co potwierdziło specyficzność interakcji faga pVII-mutant-M13 i CNF. Badaczka określiła, że wiązanie zachodzi poprzez zakończenie faga, gdzie znajduje się zmutowane białko pVII. Podobnego zachowania nie zaobserwowano w przypadku innych nanomateriałów węglowych.

W pracy [H2] dr Szot-Karpińska wykorzystowała faga M13, tym razem nie zmutowanego, ale również wiążącego CNF, do modyfikacji elektrod z węgla szklanego (GCE-CNF-M13). Jak stwierdzono, bakteriofagi typu dzikiego mogą wchodzić w interakcje z CNF poprzez niespecyficzne oddziaływania elektrostatyczne. Interakcje te wpływają na właściwości fizykochemiczne CNF, co sprawia, że ich zawiesina (modyfikacja elektrody poprzez nakrapianie) jest bardziej hydrofilowa i lepiej

zdyspergowana, co z kolei jest niezbędne do modyfikacji elektrody. Tak zmodyfikowana elektroda (CNF-M13) została wykorzystana do elektrokatalitycznego utleniania L-cysteiny.

Pracując z bakteriofagami Habilitantka korzystała z techniki prezentacji fagowej (PF, ang. *phage display*). Technika ta wykorzystywana do tworzenia hybrydowych nanomateriałów umożliwia również identyfikację nowych receptorów wiążących np. biomarkery chorobowe. Fakt ten zainspirował Habilitantkę do sprawdzenia czy można zidentyfikować nowe receptory C-reaktywnego białka (CRP) stosując technikę PF. Warto zauważyć, że CRP jest markerem stanu zapalnego w organizmie wywołanego między innymi infekcją wirusową bądź bakteryjną. Odróżnienie infekcji wirusowej od bakteryjnej to nie małe wyzwanie, a problem ten można rozwiązać właśnie poprzez identyfikację nowego receptora dla CRP. W pracy [H3] zostały scharakteryzowane zdolności wcześniej zidentyfikowanego faga P2 (M13-P2) do rozpoznawania CRP. Fag ten został wykorzystany do modyfikacji elektrody z węgla szklanego razem z CNF (zwiększenie przewodnictwa elektrycznego warstwy modyfikującej) stosując metodę LbL (warstwa po warstwie). Tak zmodyfikowaną elektrodę zastosowano z sukcesem do oznaczania CRP. Należy podkreślić, że zaproponowana modyfikacja (P2-CRP(M13)/CNF) wykorzystująca elektrostatyczne oddziaływanie między fagiem M13 a CNF nie została opisana wcześniej w literaturze. Kolejne badania dotyczą także rozpoznawania molekularnego CRP przez nowe receptory, tym razem przez nanociała (Nb). Identyfikacja nowych Nb była możliwa dzięki współpracy z prof. Ario de Marco z Nowej Goricy [H4]. Podobnie jak w poprzednich pracach zastosowano technikę PF połączoną z prezentacją drożdżową. Jak zauważa Autorka, dotychczas takie nanociała nie były opisane w literaturze. Równoległe do badań związanych z identyfikacją receptorów CRP Habilitantka prowadziła prace nad identyfikacją fagów wiążących ludzką sercową troponinę T (TnT-marker chorób układu krążenia).

Badając siłę oddziaływania między nowymi fagami zidentyfikowanymi techniką PF zauważono w literaturze brak badań poświęconych interakcji między ligandami a receptorami poliwalentnymi, jakimi są fagi z wyeksponowanymi peptydami wiążącymi np. TnT. Było to przyczynkiem do zaproponowania nowego modelu matematycznego dla oddziaływań pomiędzy poliwalentnymi receptorami a ich ligandami. Przedstawione równanie umożliwiło obliczenie stałej dysocjacji z eksperymentów ELISA z krytycznym uwzględnieniem wielowartościowości faga, która nie była wcześniej omawiana w żadnej publikacji [H5]. Najciekawszą według mnie pracą, będącą równocześnie zwieńczeniem wcześniejszych badań jest praca [H6]. Identyfikacja nowych receptorów CRP ewaluowała od zidentyfikowanych receptorów o rozmiarze mikro (bakteriofagi z wyeksponowanymi

peptydami), poprzez nanometryczne ciała do peptydów o wielkości kilku Daltonów, wykorzystanych właśnie w w/w pracy [H6]. Praca łączy metody eksperymentalne z obliczeniowymi w obszarze identyfikacji peptydów, jako elementów rozpoznających i pokazuje w jaki sposób metody numeryczne mogą uzupełnić pracochłonne techniki eksperymentalne. Badania metodami biologicznymi jak i fizykochemicznymi wykazały, że peptyd P3 charakteryzuje się największym powinowactwem do CRP spośród badanych peptydów. Otrzymanie elektrody modyfikowanej warstwą polikrzemianową i właśnie peptydem P3 oraz jej zastosowanie do oznaczania CRP w zakresie oznaczalności szerszym i niższej granicy wykrywalności niż w przypadku wykorzystanych przeciwciał anti-CRP uważam za ważniejsze osiągnięcie. W cyklu habilitacyjnym Autorka przedstawia także 3-y prace przeglądowe [H7-H9], ściśle związane z tematyką badawczą, które dobrze świadczą o posiadanej wiedzy z obszaru badawczego.

Podsumowując tę część chciałam stwierdzić, że przedstawiony cykl 9 publikacji (i patentu K. Szot-Karpińska, P. Golec, M. Łoś, G. Węgrzyn „Białko pVII z mutacją punktową bakteriofaga filamentowego M13 i jego specyficzne właściwości do wiązania włókien węglowych” Pat 237722) jest interesujący, a uzyskane wyniki badań wnoszą wiele cennych informacji do szeroko pojętej dziedziny bioelektrochemii/bioelektroanalizy.. Z przedstawionych chronologicznie prac oryginalnych daje się stworzyć obraz spójnych badań wykorzystujących nowoczesne techniki elektrochemiczne, spektroskopowe, ale także techniki stosowane w biologii molekularnej: metody analizy genomu, metody biosyntezy in vivo, transformacji bakterii z wykorzystaniem plazmoidowych konstruktów genetycznych oraz bardzo ważną technikę prezentacji fagowej. W tym kontekście nie do przecenienia jest odbyty 2-u letni staż podoktorski w laboratorium prof. Węgrzyna i prof. Łosia.

Trudno odmówić dr Szot-Karpińskiej głębokiej znajomości opisywanej tematyki. Analizując poszczególne publikacje i patrząc na całość pracy trzeba uznać, że udział Habilitantki jest znaczący lub bardzo duży – Habilitantka w cyklu prac przedstawionych jako osiągnięcie naukowe jest w 8 na 9 prac autorką korespondencyjną. Ważnym parametrem oceny wartości naukowej i oddziaływania w środowisku naukowym jest cytowalność prac, oczywiście z wyłączeniem autocytowalności. Zbiór 9 publikacji przedstawiony do wniosku habilitacyjnego wykazuje 107 cytowań, co jest wynikiem średnim, jakkolwiek obejmuje prace z ostatnich 7 lat (2016 – 2023). Powyższe dane mogą być punktem wyjścia do oceny na ile przedstawiony materiał „stanowi znaczny wkład autora w rozwój określonej dyscypliny naukowej” wymagany zapisem artykułu 219 ust. 1 pkt 2 ustawy z dnia 20 lipca 2018 roku. Całościowe dane pokazują jednoznacznie, że mimo średniej cytowalności zgłoszonego dorobku ranga czasopism

(średnia wartość wskaźnika Impact Factor 5,371) jest wysoka co potwierdza wkład Habilitantki w rozwój dyscypliny. Cykl artykułów stanowiących osiągnięcie dobrze dokumentuje ścieżkę rozwoju oraz dojrzałość naukową Habilitantki.

4. Charakterystyka dorobku dydaktycznego i organizacyjnego

Obecna Ustawa z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce nie wymaga, aby w dokumentacji habilitacyjnej Habilitant przedstawiał swoje osiągnięcia dydaktyczne i organizacyjne, niemniej jednak ze względów formalnych Habilitantka przedstawiła informację na ten temat.

Dr Szot-Karpińska nie może pochwalić się znaczącym dorobkiem dydaktycznym. Pracę dydaktyczną rozpoczęła w UKSW w roku 2010 (jeszcze przed obroną pracy doktorskiej) pracując równocześnie na stanowisku asystenta w IChF PAN. W latach 2010 – 2011 prowadziła na UKSW zajęcia laboratoryjne z chemii analitycznej dla studentów studiów licencjackich. Habilitantka nie podaje, czy będąc zatrudniona na stanowisku adiunkta na Wydziale Biologii Uniwersytetu Gdańskiego w latach 2012-2014 także zaangażowana była w zajęcia dydaktyczne. Po powrocie do pracy w IChF PAN była opiekunem naukowym prac magisterskich i kilkakrotnym opiekunem naukowym prac licencjackich i magisterskich na UKSW. W latach 2018-2019 była opiekunem naukowym doktorantki, a także opiekunem praktykantów w IChF PAN. Dr Szot-Karpińska podaje, że w latach 2018-2023 była opiekunem naukowym studentów, ale nie precyzuje, czy była to opieka w ramach pracy magisterskiej czy licencjackiej. Brak jest w dorobku Habilitantki wykładów kursowych, seminariów czy konwersatoriów, chociaż korzystając z programów dydaktycznych Erasmus + we Włoszech miała okazję do prowadzenia godzin dydaktycznych zagranicą.

Jeszcze słabiej wygląda działalność organizacyjna czy popularyzująca naukę. Do aktywności organizacyjnej po doktoracie można zaliczyć może działalność w Komitecie Naukowym IX Ogólnopolskiego Sympozjum Biomedycznego ESKULAP w 2022 r czy *„zbudowanie unikatowego laboratorium, w którym prowadzone są badania w zakresie identyfikacji nowych receptorów markerów chorobowych”* (Autoreferat, str. 6). Do aktywności popularyzującej naukę wpisuje się prowadzenie warsztatów naukowych dla Krajowego Funduszu na rzecz Dzieci – *„Phage-display” – technika, która wyprzedziła ewolucję i jej zastosowanie.*

5. Podsumowanie

Moja całkowita ocena działalności i osiągnięć Habilitantki mimo wykazanych wyżej braków w dorobku organizacyjnym czy dydaktycznym jest dobra. Dostarczone dokumenty wskazują na to, że faktycznie jest już Ona samodzielnym pracownikiem naukowym. Formalnie stwierdzam, że przedstawione mi do

oceny materiały dotyczące dr Szot-Karpińskiej stanowią wystarczającą podstawę (*Ustawa z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz.U. z 2018, art. 219 ust. 1 pkt 2 z późniejszymi zmianami)*) do ubiegania się przez Nią o stopień doktora habilitowanego. Upoważnia mnie to do sformułowania wniosku o dopuszczenie Kandydatki do dalszych etapów postępowania w sprawie nadania stopnia naukowego doktora habilitowanego.

Stawomir Skrzypczak