



UNIWERSYTET
MIKOŁAJA KOPERNIKA
W TORUNIU

Wydział Nauk Biologicznych
i Weterynaryjnych

Toruń, dnia 07.02.2024 r.

*dr hab. Dariusz Jan Smoliński prof. UMK
Katedra Biologii Komórkowej i Molekularnej
Uniwersytet M. Kopernika w Toruniu*

RECENZJA

osiągnięcia naukowego i ocena aktywności naukowej dr Błażeja Ruszczyckiego w postępowaniu o nadanie stopnia doktora habilitowanego

Informacje o karierze naukowej Habilitanta

Po ukończeniu studiów magisterskich na Wydziale Fizyki Uniwersytetu Warszawskiego w 2001 roku, dr Błażej Ruszczycki kontynuował swoją edukację i karierę naukową, zdobywając stopień doktora na University of Miami w 2007 roku. Na etapie magisterskim skoncentrował się na hadronach w systemach ciężkich kwarków. Doktorat, podobnie jak praca magisterska, mieścił się w obszarze fizyki teoretycznej, co stanowiło fundament pod dalsze badania naukowe.

Jego staż podoktorski na Uniwersytecie w Miami, a następnie w Instytucie Biologii Doświadczalnej PAN im. M. Nenckiego w Warszawie, zaowocował publikacjami w prestiżowych czasopismach naukowych. Współpraca z tak renomowanymi instytucjami, jak The Jackson Laboratory for Genomic Medicine, Instituto de Neurociencias de Alicante oraz L'Institut interdisciplinaire de neurosciences, podkreśla jego zdolność do pracy w zespołach międzynarodowych. Po drugim stażu podoktorskim, dr Ruszczycki kontynuował pracę w Instytucie Nenckiego, co zaowocowało zatrudnieniem na stałe, a w 2023 roku przeniósł się na Akademię Górniczo-Hutniczą w Krakowie.

Ocena osiągnięcia naukowego Habilitanta

W ostatniej dekadzie interdyscyplinarne podejście do biologii molekularnej i komórkowej znacząco przyspieszyło rozwój metod ilościowego obrazowania biologicznego. Przedstawione osiągnięcie habilitacyjne dr. Błażeja Ruszczyckiego, zatytułowane "Opracowanie i optymalizacja metod ilościowego obrazowania biologicznego oraz analiz obrazów biologicznych na poziomie komórkowym i subkomórkowym", składa się z serii artykułów opublikowanych w prestiżowych czasopismach z listy Journal Citation Reports (JCR) między 2012 a 2021 rokiem, obejmują pięć prac (cztery badawcze i jedna przeglądowa), które wyróżniają się wysokim wskaźnikiem wpływu (IF) oraz sumą punktów MNiSW, co świadczy o ich znaczeniu i jakości.

Dr. Ruszczycki stosował zaawansowane techniki obrazowania i algorytmy obliczeniowe do pomiaru i analizy struktur oraz procesów biologicznych. Prace zawarte w osiągnięciu habilitacyjnym obejmują szeroki zakres metod eksperymentalnych, od biologicznych, przez fizyczne, chemiczne, aż po bioinformatyczne i techniki przetwarzania sygnałów choć jego udział obejmował głównie dwa ostatnie aspekty badawcze prac. Dzięki temu udało się nie tylko uzyskać charakterystykę morfometryczną obserwowanych struktur, ale także oszacować optymalne warunki dla procesów obrazowania.

Rozprawa habilitacyjna, wzbogacona o autoreferat zawierający syntetyczny opis najważniejszych wyników badań oraz analizę publikacji przeglądowej, przedstawia kompleksowe problemy związane z analizą danych. Prace te, publikowane w renomowanych czasopismach, koncentrują się na różnych aspektach obrazowania biologicznego, od kwestii próbkowania, przez jakość obrazów biologicznych, trójwymiarową segmentację i rekonstrukcję jąder neuronalnych, aż po ultrastrukturalną wizualizację trójwymiarowego składania chromatyny. Te różnorodne tematy podkreślają kompleksowy wkład dr. Ruszczyckiego w dziedzinę bioobrazowania.

W pracy "Sampling issues in quantitative analysis of dendritic spines morphology" opublikowanej w BMC Bioinformatics przedstawiono kompleksowe badanie plastyczności synaptycznej, skoncentrowane na ilościowej analizie morfologii kolców dendrytycznych. Proces ten jest kluczowy w dziedzinie neuronauki, sugerując, że strukturalna reorganizacja kolców może wpływać na funkcje synaptyczne. Opracowana metodyka segmentacji kolców dendrytycznych stanowi innowacyjne narzędzie do badania złożonych struktur

synaptycznych. Wyniki badań, oparte na symulacjach Monte Carlo, umożliwiają ocenę ograniczeń czułości stosowanych metod analizy. Takie podejście pozwala uwzględnić różnorodność morfologiczną kolców oraz zmienność warunków eksperymentalnych. Te wyniki wskazują, że możliwe jest wykrywanie zmian za pomocą opracowanych metod ilościowych, co ma kluczowe znaczenie dla dalszych badań nad mechanizmami uczenia się i pamięci.

Artykuł opublikowany w "Bioinformatics" dotyczący jakości obrazów biologicznych, odtworzonych przy użyciu danych z mikroskopii lokalizacyjnej, stanowi znaczący krok w kierunku poprawy dokładności obrazowania struktur biologicznych. Wykorzystuje techniki superrozdzielcze, takie jak STORM, PALM i FPALM. W pracy zastosowano kombinację modeli matematycznych i symulacji komputerowych, aby zrozumieć, jak rozmiar piksela, stosunek sygnału do szumu oraz precyzja lokalizacji fluoroforów wpływają na jakość rekonstrukcji obrazów. Ta analiza jest szczególnie ważna, ponieważ precyzja wyznaczenia pojedynczego fluoroforu w przypadku złożonych struktur biologicznych może znacząco wpływać na interpretację danych obrazowych. Takie podejście jest kluczowe dla ustalenia optymalnych warunków obrazowania i poprawy jakości uzyskanych obrazów. Szczególnie cenna jest koncentracja na ilościowej analizie wpływu różnych parametrów na rozdzielczość i jakość rekonstrukcji obrazu.

Praca "Three-Dimensional Segmentation and Reconstruction of Neuronal Nuclei in Confocal Microscopic Images", opublikowana w "Frontiers in Neuroanatomy", skupia się na opracowaniu metody dokładnej segmentacji i analizy trójwymiarowych struktur jąder komórkowych. Zastosowanie autorskiej metody automatycznej trójwymiarowej segmentacji i rekonstrukcji jąder neuronalnych stanowi innowacyjne podejście do przeciwdziałania wyzwaniom związanym z gęstym upakowaniem i zróżnicowaną strukturą jąder komórkowych, szczególnie w zakręcie zębatym. Habilitant z sukcesem rozwiązuje problemy z nakładaniem się obrazów jąder, które utrudniają ich dokładną segmentację i analizę. Zastosowana metoda bazuje na rekonstrukcji powierzchni jądra komórkowego, rozpoczynając od dwuwymiarowego przekroju, gdzie jądro jest dobrze oddzielone od sąsiednich, a następnie przechodzi do sąsiednich płaszczyzn. Taka technika pozwala na precyzyjną segmentację nawet w przypadku gęsto upakowanych jąder, co stanowi znaczące ulepszenie w porównaniu do konwencjonalnych metod. Wykorzystanie zmodyfikowanych momentów dipolowych i kwadrupolowych do odrzucania nieregularnych kształtów, które

nie mogą być przekrojami jąder neuronów, pokazuje głębokie zrozumienie problematyki i kreatywne podejście do jej rozwiązania.

Publikacja w "Nature Communications" na temat ultrastrukturalnej wizualizacji trójwymiarowego składania chromatyny demonstruje zastosowanie zaawansowanej mikroskopii elektronowej i hybrydyzacji in situ, umożliwiając lepsze zrozumienie przestrzennej organizacji chromatyny. Zastosowano innowacyjną metodę 3D-EMISH (electron microscopy in situ hybridization), która pozwala na obserwację struktur chromatyny z dużą precyzją, osiągając rozdzielczość 5x5x30 nm. Jest to istotne ulepszenie w porównaniu do ograniczeń narzucanych przez tradycyjne metody fluorescencyjnej mikroskopii konfokalnej oraz techniki superrozdzielcze, które napotykały trudności związane z ograniczeniami głębokości obrazowania i rozdzielczości. Przełomowe znaczenie tej metody tkwi w jej zdolności do zapewnienia kompleksowego i dokładnego obrazu przestrzennej organizacji chromatyny, co ma kluczowe znaczenie dla zrozumienia jej funkcji w kontekście genomu. Proces obrazowania metodą 3D-EMISH obejmuje szereg skomplikowanych etapów, takich jak utrwalanie jąder, hybrydyzacja in situ, skanowanie seryjne oraz rekonstrukcja przestrzenna, co świadczy o wysokim poziomie technicznym i metodologicznym projektu. Habilitant opracował algorytm do odfiltrowywania niespecyficznego szumu, co pozwoliło na zachowanie wierności obrazowanych struktur. Chociaż metoda 3D-EMISH stanowi znaczący postęp, istotne będzie dalsze badanie jej zastosowań i potencjalnych ograniczeń, zwłaszcza w kontekście różnorodności typów komórkowych. Ponadto, koszty i dostępność aparatury może być ograniczeniem w kontekście szerszego zastosowania metody i jej wykorzystania w przyszłych badaniach.

Ostatni artykuł w International Journal of Molecular Sciences skupia się na kwantyfikacji przebudowy kolców dendrytycznych, co ma kluczowe znaczenie dla zrozumienia procesów plastyczności synaptycznej.

Podsumowując, osiągnięcie habilitacyjne dr. Ruszczyckiego wyznacza nowe standardy w ilościowym obrazowaniu biologicznym, przyczyniając się do głębszego zrozumienia struktury i funkcji komórkowych oraz molekularnych. Cykl publikacji habilitacyjnych stanowi przykład, jak interdyscyplinarne podejście i zaawansowane metody badawcze mogą przyczynić się do postępu w biologii molekularnej i komórkowej, otwierając nowe perspektywy dla dalszych badań.

Ocena pozostałej aktywności naukowej

Przedstawiony dorobek naukowy dr. Błażeja Ruszczyckiego obejmuje szeroki zakres tematów badawczych, od analizy procesów plastyczności synaptycznej, poprzez badania struktury i funkcji jądra komórkowego, aż po zaawansowane metody obrazowania i modelowania przestrzennej struktury chromatyny. Jego prace wyróżniają się interdyscyplinarnością, łącząc elementy biologii, fizyki, informatyki i inżynierii, co świadczy o zdolności do przekraczania granic tradycyjnych dyscyplin naukowych.

Kluczowym obszarem badań habilitanta jest analiza procesów plastyczności synaptycznej, która dostarczyła nowych perspektyw na rolę metaloproteinaz macierzy międzykomórkowej (MMP-9) oraz receptorów glutaminianowych w modulacji strukturalnej i funkcjonalnej synaps. Prace badawcze dr. Ruszczyckiego, opierając się na innowacyjnych metodach ilościowej analizy morfometrycznej i przyżyciowym obrazowaniu neuronów, odsłoniły złożoność procesów zachodzących w synapsach, co ma kluczowe znaczenie dla zrozumienia mechanizmów uczenia się, pamięci oraz adaptacji neuronalnej.

Badania nad architekturą i remodelowaniem jądra komórkowego, w których uczestniczył habilitant, przyniosły istotne informacje o roli struktur jądrowych, takich jak ciałka PML i chromocentra, w procesach plastyczności neuronalnej oraz różnicowaniu komórkowym. Zastosowane przez niego metody automatycznej trójwymiarowej segmentacji i rekonstrukcji jąder neuronalnych są ważnym krokiem w kierunku głębszego zrozumienia morfologicznych zmian w jądrze komórkowym.

Osiągnięcia dr. Ruszczyckiego w zakresie badania przestrzennej struktury chromatyny mają znaczący wpływ na rozumienie epigenetycznych mechanizmów regulacji ekspresji genów.

Szeroki wachlarz tematyki badawczej dr. Ruszczyckiego, chociaż może wydawać się wyzwaniem w kontekście utrzymania spójności naukowej, tak naprawdę podkreśla jego zdolność do adaptacji i zastosowania metod z jednego obszaru nauki do rozwiązywania problemów w innych dziedzinach, oraz świadczy o jego rozległych kompetencjach matematycznych i informatycznych w nauce.

Podsumowując, dorobek naukowy dr. Błażeja Ruszczyckiego znacząco przyczynia się do rozwoju interdyscyplinarnych metod badawczych. Jego prace charakteryzują się wysokim poziomem merytorycznym i innowacyjnością.

Udział dr. Błażeja Ruszczyckiego w projektach badawczych, choć świadczy o jego aktywnym zaangażowaniu w międzynarodową współpracę naukową, ujawnia jednocześnie istotne luki w jego karierze naukowej. Jako wykonawca w czterech projektach – w tym finansowanych przez takie instytucje, jak Human Frontier Science Program i Narodowe Centrum Nauki (NCN), habilitant wykazał się umiejętnością pracy w zespole oraz zdolnością do przyczyniania się do badań na wysokim poziomie. Jednak brak informacji o projektach badawczych, którymi samodzielnie kierował, stanowi słabą stronę jego dotychczasowej ścieżki kariery. Może to również sugerować, że habilitant nie miał jeszcze okazji, aby pełnić rolę lidera projektu, co jest ważnym krokiem w rozwoju każdego naukowca, pozwalającym na kształtowanie własnej linii badawczej i zespołu badawczego. W przyszłości ważne będzie, aby habilitant skupił się na rozwoju tych kompetencji, aby w pełni wykorzystać swój potencjał naukowy.

Ocena dorobku dydaktycznego i organizacyjnego Habilitanta.

Dorobku dydaktyczny i organizacyjny habilitanta, mimo że może wydawać się stosunkowo skromny w porównaniu z innymi osiągnięciami, odzwierciedla aktywną rolę, jaką pełnił w edukacji akademickiej i popularyzacji nauki. Jego zaangażowanie na różnych etapach kariery akademickiej – począwszy od funkcji asystenta nauczającego na Uniwersytecie w Miami, przez prowadzenie szkoleń wewnętrznych w Instytucie Nenckiego, aż po aktualne zajęcia na Akademii Górniczo-Hutniczej w Krakowie – świadczy o gotowości do pełnienia takich ról. Wyróżnienie „Outstanding Teaching Assistant” uzyskane podczas studiów doktoranckich podkreśla wysoki poziom jego zajęć dydaktycznych oraz uznanie, jakim cieszył się wśród studentów i kadry akademickiej. Jego doświadczenie w nauczaniu przedmiotów ścisłych na arenie międzynarodowej, jak również praca z doktorantami i magistrantami w Polsce, ukazuje umiejętność skutecznego przekazywania skomplikowanej wiedzy naukowej w przystępny sposób.

Dodatkowe zaangażowanie habilitanta w działalność popularyzatorską, takie jak prelekcje w Narodowym Muzeum Techniki czy udział w audycjach radiowych, wskazuje na zainteresowanie szerzeniem wiedzy naukowej poza środowiskiem akademickim oraz przyczynianie się do budowania społecznego zainteresowania nauką. Pokazuje to, że choć dorobek dydaktyczny i organizacyjny dr. Ruszczyckiego nie jest obszerny ilościowo, co prawdopodobnie wynikało z jego pracy głównie w instytucji badawczej, to jednak jest on znaczący jakościowo. Przewidywane jest, że jego niedawne zatrudnienie na Akademii

Górnictwo-Hutniczej w Krakowie może przyczynić się do dalszego rozwoju jego aktywności dydaktycznej i organizacyjnej.

Podsumowanie

Dr Błażej Ruszczycki, posiadając dwudziestoletnie doświadczenie naukowe, wyróżnia się znaczącym dorobkiem opublikowanym w latach 2009 – 2022. Jego umiejętności w programowaniu, algorytmach i analizie obrazów mikroskopowych, zdobyte zarówno w USA, jak i poprzez współpracę z grupami badawczymi w Europie, uczyniły go cennym członkiem interdyscyplinarnych zespołów badawczych. Wiedza i doświadczenie habilitanta znajdują zastosowanie nie tylko w badaniach nad plastycznością synaptyczną, ale również w innych dziedzinach biologii wymagających zaawansowanej analizy ilościowej.

Jednakże, mimo jego imponującego wkładu naukowego, zwraca uwagę brak samodzielnych sukcesów w pozyskiwaniu finansowania na badania i prowadzenia własnych badań jako kierownik projektu. Stanowi to lukę w jego karierze naukowej.

Mimo tej niedoskonałości, dorobek naukowy dr. Ruszczyckiego jest zgodny z zaleceniami i warunkami stawianymi kandydatom do stopnia doktora habilitowanego, jak określono i opisano w ustawie Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce, art. 219, ust. 1 z dnia 20 lipca 2018 roku.. Jego publikacje dokumentujące osiągnięcia naukowe wskazują na znaczny wkład w rozwój dyscypliny naukowej, a jego umiejętności interdyscyplinarne potwierdzają, że spełnia on wymogi do nadania stopnia doktora habilitowanego.

Na tej podstawie zwracam się do Rady Naukowej Instytutu Biologii Doświadczalnej PAN im. M. Nenckiego w Warszawie z wnioskiem o nadanie Panu dr Błażejowi Ruszczyckiemu stopnia doktora habilitowanego w dziedzinie nauk ścisłych i przyrodniczych, w dyscyplinie nauki biologiczne.

Dariusz Jan Smoliński