



Wrocław, 19.01.2026

Recenzja rozprawy doktorskiej mgr Radosława Banasza

„Synteza i charakterystyka wiologenów jako materiałów funkcjonalnych do zastosowań w urządzeniach elektrochromowych”

Rozprawa doktorska mgr Radosława Banasza stanowi ambitny i imponujący naukowo wkład w obszar chemii materiałów funkcjonalnych, ze szczególnym uwzględnieniem organicznych materiałów elektrochromowych. Praca, realizowana pod wzorcową opieką promotorską dr hab. Moniki Wałęsy-Chorab, w najwyższej klasy zaplecza Zakładu Syntezy Nanostruktur Funkcjonalnych Wydziału Chemii Uniwersytetu im. Adama Mickiewicza w Poznaniu, doskonale wpisuje się w profil badawczy zespołu, łącząc znakomite umiejętności syntetyczne z zaawansowaną charakterystyką fizykochemiczną i materiałową. Tematyka rozprawy sytuowana jest na styku chemii organicznej, elektrochemii oraz elektroniki organicznej i dotyczy projektowania, syntezy oraz kompleksowej charakterystyki nowych wiologenów i soli pirydyniowych jako potencjalnych komponentów urządzeń zmieniających barwę pod wpływem przyłożonego potencjału elektrycznego. Zakres pracy oraz obrona tematyka należy uznać za w pełni aktualne i istotne z punktu widzenia współczesnych badań nad inteligentnymi materiałami w optoelektronice. Co szczególnie istotne, autor podjął się problematyki ambitnej, wymagającej zarówno doskonałego warsztatu syntetycznego, jak i bardzo dobrej orientacji w zagadnieniach elektrochemii i spektroskopii, co już na wstępie sytuuje tę rozprawę wyraźnie powyżej przeciętnego poziomu prac doktorskich.

Rozprawa ma formę spójnego cyklu trzech publikacji naukowych, uzupełnionego obszernym wstępem literaturowym oraz częścią syntetyzującą wyniki badań. Tego typu forma rozprawy jest wyjątkowo przyjemna w odbiorze – autor w sposób logiczny i przejrzysty prowadzi czytelnika od omówienia podstaw

Prof. dr hab. inż. Magdalena Rowińska-Żyrek
Biologically Active Metalopeptides Group
Faculty of Chemistry, University of Wrocław
ul. F. Joliot-Curie 14, 50-383 Wrocław
e-mail: magdalena.rowinska-zyrek@uwr.edu.pl

elektrochromizmu oraz klasy materiałów elektrochromowych, poprzez szczegółowe wprowadzenie do chemii wiologenów, aż do prezentacji własnych osiągnięć badawczych. Struktura rozprawy jest poprawna, a zestaw autorów wszystkich prac wchodzących w skład rozprawy (doktorant + promotor) nie pozostawia wątpliwości co do roli doktoranta w powstanie niniejszej rozprawy.

Dobór literatury świadczy o bardzo dobrej orientacji autora w stanie badań w tej dziedzinie, co w przypadku młodego naukowca zasługuje na szczególne podkreślenie, wskazując na jego samodzielność intelektualną oraz dojrzałość naukową.

Rozprawa w formie cyklu trzech zbliżonych tematycznie publikacji została elegancko uzupełniona rozbudowanym i starannie opracowanym komentarzem autorskim, który nadaje całości charakter spójnego, autonomicznego opracowania. Praca ma klarowny układ i obejmuje wszystkie elementy wymagane przez stosowne przepisy: spis treści, streszczenia w języku polskim i angielskim, wykaz skrótów, obszerny wstęp literaturowy, jasno sformułowany cel i ogólną metodykę, omówienie wyników wraz z dyskusją, podsumowanie oraz kompletną bibliografię i zestawienie dorobku naukowego. Poszczególne rozdziały w sposób przejrzysty i syntetyczny podsumowują najistotniejsze rezultaty poszczególnych etapów badań, natomiast szczegóły techniczne, procedury eksperymentalne i dane pierwotne zostały konsekwentnie przeniesione do publikacji stanowiących trzon rozprawy, do których autor odsyła w tekście. Jest to bardzo elegancki i dojrzały zabieg edytorski, pozwalający zachować płynność narracji i skupić uwagę czytelnika na problemach naukowych oraz ich interpretacji, bez nadmiernego obciążania głównego toku pracy opisem warsztatowym.

Praca otwiera się spisem treści, po którym następują streszczenia w języku polskim i angielskim oraz syntetyczne zestawienie dorobku naukowego doktoranta, co już na wstępie pozwala osadzić rozprawę w szerszym kontekście jego aktywności badawczej. We wstępie literaturowym autor bardzo sprawnie i rzeczowo wprowadza czytelnika w tematykę pracy – od ogólnych zagadnień materiałów funkcjonalnych w elektronice, przez mechanizmy elektrochromizmu i charakterystykę materiałów elektrochromowych, aż po szczegółowe omówienie chemii wiologenów oraz ich roli

w nowoczesnych rozwiązaniach optoelektronicznych. Część ta nie ma charakteru encyklopedycznego przeglądu, lecz stanowi przemyślaną syntezę literatury, prowadzącą wprost do sformułowania problemu badawczego i uzasadnienia przyjętej strategii projektowej.

Następnie doktorant bardzo precyzyjnie definiuje główny cel rozprawy, którym jest opracowanie nowych struktur wiologenów oraz soli pirydyniowych o kontrolowanych właściwościach elektrochromowych i ich wszechstronna charakterystyka pod kątem potencjalnych zastosowań w urządzeniach zmieniających barwę. Cel ten został podzielony na szereg celów szczegółowych, obejmujących: (i) projektowanie i syntezę wiologenów o architekturze liniowej i rozgałęzionej typu star-shaped; (ii) wprowadzenie do struktur jednostek donorowych i akceptorowych w celu uzyskania ambipolarnych materiałów elektrochromowych; (iii) funkcjonalizację związków grupami umożliwiającymi polimeryzację i tworzenie cienkich warstw; (iv) opracowanie metod fotopolimeryzacji i elektropolimeryzacji prowadzących do materiałów warstwowych; oraz (v) kompleksową charakterystykę elektrochemiczną, spektroelektrochemiczną oraz, w wybranych przypadkach, luminescencyjną otrzymanych układów. W mojej ocenie wszystkie te cele zostały zrealizowane w pełni i z wyraźną nadwyżką, a logika decyzji projektowych autora jest konsekwentna, przejrzysta i bardzo dobrze uzasadniona na gruncie literatury.

Po sekcji precyzującej cele pracy autor przechodzi do najistotniejszej (i w mojej ocenie najciekawszej) części rozprawy, w której autor omawia własne wyniki badań zawarte w trzech publikacjach stanowiących trzon pracy. Każda z nich odpowiada innemu, komplementarnemu aspektowi problemu: od projektowania molekularnego i badania zależności struktura-właściwości dla wiologenów star-shaped, przez opracowanie metod wzorowania warstw elektrochromowych, aż po rozwinięcie koncepcji materiałów donor-akceptorowych i ich form polimerowych. Co istotne, doktorant nie ogranicza się do streszczenia publikacji, lecz dokonuje ich pogłębionej syntezy, wyraźnie wskazując ciągłość myśli badawczej oraz wzajemne powiązania pomiędzy poszczególnymi etapami pracy. Takie ujęcie nadaje rozprawie charakter

rzeczywiście spójnego dzieła naukowego, a nie jedynie zbioru tematycznie powiązanych artykułów.

Pierwsza publikacja (Molecules 2024) dotyczy syntezy i charakterystyki nowych wiologenów o architekturze rozgałęzionej, zawierających rdzenie fenylowe oraz trifenyloaminowe. Praca ta wnosi istotny wkład do chemii wiologenów, pokazując, że zwiększenie liczby pierścieni pirydyniowych w jednej cząsteczce oraz odpowiedni dobór rdzenia aromatycznego pozwalają uzyskać wielostanowe układy redoks o wyraźnych i odwracalnych zmianach barwy. Szczególnie interesujące są wyniki dotyczące związków opartych na trifenyloaminie, które wykazują ambipolarny charakter elektrochromowy, a dodatkowo cechują się emisją luminescencyjną zarówno w roztworze, jak i w ciele stałym. Połączenie właściwości elektrochromowych i luminescencyjnych w jednej cząsteczce należy uznać za osiągnięcie bardzo wartościowe, wykraczające poza klasyczne podejście do wiologenów i otwierające drogę do projektowania materiałów wielofunkcyjnych.

Druga z prac (RSC Advances 2023) ma charakter wyraźnie aplikacyjny i dotyczy opracowania metody fotolitograficznego wzorowania warstw elektrochromowych na bazie wiologenów zawierających grupy styrenowe. Doktorant zaproponował oryginalne podejście polegające na wykorzystaniu fotopolimeryzacji do otrzymywania cienkich warstw poliwiologenów, umożliwiających tworzenie wzorów o kontrolowanym kształcie. Jest to pierwszy przykład zastosowania pochodnych styrenu w fotopolimeryzacji materiałów elektrochromowych. Praca ta stanowi ważny krok w kierunku przejścia od badań czysto molekularnych do rzeczywistych struktur warstwowych, niezbędnych w technologii urządzeń.

Trzecia publikacja (Synthetic Metals 2025) rozszerza tematykę rozprawy o pochodne pirydyny i sole pirydyniowe zawierające rdzenie benzotiadiazolowe i benzoselenadiazolowe, sprzężone z jednostkami donorowymi trifenyloaminami. Doktorant bada zarówno monomeryczne formy tych związków, jak i ich polimery otrzymywane drogą elektropolimeryzacji, co umożliwia bezpośrednie otrzymywanie warstw aktywnych na elektrodach. Praca ta w przekonujący sposób pokazuje wpływ struktury chemicznej na charakter procesów redoks oraz odpowiedź optyczną

materiału, a także wskazuje na przewagę form polimerowych w kontekście stabilności i praktycznego zastosowania.

Na podkreślenie zasługuje fakt, że w każdym z rozdziałów doktorant nie ogranicza się do prezentacji wyników elektrochemicznych i zmian barwy, lecz konsekwentnie analizuje zależności struktura–właściwości, odnosząc swoje wyniki do aktualnego stanu wiedzy i porównując je z literaturą. Świadczy to o dojrzałości naukowej oraz bardzo dobrym warsztacie badawczym doktoranta, który w mojej ocenie wyraźnie wyróżnia się na tle wielu młodych badaczy w obszarze chemii materiałowej.

W ogólnej ocenie, praca jest bardzo dobrze napisana, a badania przeprowadzone przez mgr Banasza i przedstawione w rozprawie stoją na bardzo wysokim poziomie. Nie zauważyłam ani żadnych poważnych błędów, ani braków, ani nawet drobnych kwestii edytorskich, o których mogłabym wspomnieć. Omawiana rozprawa doktorska rodzi liczne pytania i zachęca czytelnika do skłonienia autora, aby wysnuł hipotezy dotyczące znaczenia uzyskanych wyników:

1. Na ile obserwowany ambipolarny charakter elektrochromowy w układach zawierających trifenyloaminę jest cechą uniwersalną dla tej klasy struktur, a na ile wynika ze specyficznej architektury zaprojektowanych cząsteczek? Czy autor widzi możliwość przeniesienia tego efektu na inne układy donor–akceptorowe o odmiennej topologii molekularnej?
2. Jakie mechanizmy mogą być kluczowe dla stabilności (bądź degradacji) warstw elektrochromowych podczas długotrwałego cyklowania: czy dominującą rolę odgrywają tu procesy chemiczne (np. reakcje rodników wiologenowych), transport jonów w warstwie, czy raczej zmiany morfologii materiału?
3. W jakim stopniu dobór przeciwjonu w solach pirydyniowych i wiologenach może być wykorzystany jako narzędzie do precyzyjnego „dostrajania” właściwości elektrochromowych, takich jak potencjały przejść redoks, szybkość przełączania czy kontrast optyczny?
4. Czy w świetle uzyskanych wyników doktorant widzi potencjał swoich materiałów nie tylko w klasycznych urządzeniach elektrochromowych, ale również w innych

Prof. dr hab. inż. Magdalena Rowińska-Żyrek
Biologically Active Metalopeptides Group
Faculty of Chemistry, University of Wrocław
ul. F. Joliot-Curie 14, 50-383 Wrocław
e-mail: magdalena.rowinska-zyrek@uwr.edu.pl

zastosowaniach, takich jak elementy pamięci optycznej, czujniki redoksove lub systemy elektrofluorochromowe?

5. Który z zaprojektowanych przez autora motywów strukturalnych uznałby on za najbardziej „nośny” z punktu widzenia dalszych badań i dlaczego: architekturę star-shaped, układy donor–akceptorowe czy rozwiązania prowadzące do form polimerowych?

6. Bardzo ogólne pytanie – z którego wyniku jest pan najbardziej dumny?

Uwagi zawarte w recenzji wynikają głównie z ciekawości i nie wpływają na bardzo wysoki poziom merytoryczny pracy, sposób jej przedstawienia ani na wnioski z niej płynące.

Reasumując, zarówno treść merytoryczna, jak i forma rozprawy mgr Radosława Banasza jest dopracowana, przemyślana i w pełni odpowiada wymogom stawianym nowoczesnym pracom doktorskim opartym na cyklu publikacji. Autor umiejętnie łączy klarowną narrację z rygiem warsztatowym, a całość sprawia wrażenie pracy dojrzałej, świadomie zaplanowanej i konsekwentnie zrealizowanej, co istotnie podnosi jej wartość zarówno merytoryczną jak i edytorską.

Główna część rozprawy została napisana na ponad 100 stronach, zawiera 49 rysunków i cytuje 244 pozycje literaturowe, z których ponad 40% pochodzi z ostatnich 5 lat(!), co dodatkowo wskazuje na aktualność omawianego tematu. Praca została uzupełniona wykazem publikacji oraz czterema załącznikami, które opisują szczegóły wybranych procedur eksperymentalnych. Praca jest napisana w sposób klarowny i precyzyjny, a jednocześnie jest bardzo „lekka” i przyjemna w odbiorze – da się zauważyć, że doktorant ma tzw. „lekkie pióro”.

Dorobek naukowy mgr Radosława Banasza wykraczający poza cykl publikacji wchodzących w skład rozprawy jest również wyróżniający. Mgr Banasz jest współautorem ośmiu publikacji w czasopiśmie z listy filadelfijskiej, w tym jednej bardzo wysoko punktowanej pracy przeglądowej w Coordination Chemistry Reviews. Jego wcześniejsze prace obejmują również zagadnienia związane z kompleksami metali przejściowych oraz metalopolimerami elektrochromowymi, co świadczy o szerokim spektrum zainteresowań oraz umiejętności poruszania się zarówno w chemii koordynacyjnej, jak i organicznej chemii materiałowej. Taka interdyscyplinarność,



Prof. dr hab. inż. Magdalena Rowińska-Żyrek
Biologically Active Metalopeptides Group
Faculty of Chemistry, University of Wrocław
ul. F. Joliot-Curie 14, 50-383 Wrocław
e-mail: magdalena.rowinska-zyrek@uwr.edu.pl

połączona z wysoką jakością publikacji, jest godna uznania i rzadko spotykana na etapie doktoratu.

Na szczególne podkreślenie zasługuje aktywność projektowa doktoranta. Był on wykonawcą w projektach NCN SONATA oraz OPUS, a przede wszystkim kierownikiem prestiżowego projektu „Diamentowy Grant”, którego tematyka wprost odpowiada zagadnieniom poruszonym w rozprawie doktorskiej. Samodzielne kierowanie projektem tej rangi jest wyraźnym dowodem wysokiej dojrzałości naukowej, samodzielności badawczej oraz zdolności organizacyjnych autora rozprawy, które już na tym etapie kariery stawiają go w gronie najbardziej obiecujących młodych badaczy w dyscyplinie.

Mgr Banasz odbył również zagraniczny staż badawczy na Université d'Angers we Francji w grupie prof. Narcisa Avarvariego, zajmującej się chemią funkcjonalnych poliwiologenów. Fakt ten dodatkowo wzmacnia międzynarodowy wymiar jego badań oraz świadczy o umiejętności odnalezienia się w nowoczesnym środowisku badawczym i prowadzenia badań na poziomie porównywalnym z wiodącymi ośrodkami zagranicznymi.

Aktywność konferencyjna mgr. Radosława Banasza jest imponująca i obejmuje liczne prezentacje posterowe i ustne na konferencjach krajowych i międzynarodowych, w tym wystąpienia na kongresach IUPAC oraz French-Polish Chemistry Congress. Lista nagród i stypendiów, w tym stypendia ministra za wybitne osiągnięcia oraz liczne nagrody konferencyjne, jednoznacznie potwierdza bardzo wysoką ocenę jego działalności naukowej przez środowisko oraz konsekwentnie budowaną, silną pozycję młodego naukowca.

Praca mgr Banasza formułuje oryginalny i istotny naukowo problem, proponuje nowatorskie rozwiązanie i dostarcza bogatego i spójnego zestawu wartościowych naukowo wyników. Zwracam szczególną uwagę na klarownie postawiony cel nadrzędny i konsekwentnie zrealizowane cele szczegółowe – wszystkie zostały osiągnięte z nawiązką. Znakomita jakość warsztatu i dojrzałość interpretacji, w połączeniu z bardzo dobrym dorobkiem doktoranta i świetnym standardem laboratoriów, w których wykonano badania, uzasadniają najwyższą ocenę. Kandydat wykazał się wysokim stopniem samodzielności badawczej oraz umiejętnością

Prof. dr hab. inż. Magdalena Rowińska-Żyrek
Biologically Active Metalopeptides Group
Faculty of Chemistry, University of Wrocław
ul. F. Joliot-Curie 14, 50-383 Wrocław
e-mail: magdalena.rowinska-zyrek@uwr.edu.pl

wszechstronnej analizy wybitnie interdyscyplinarnych wyników, co zasługuje na szczególne uznanie.

Z wyżej wymienionych względów z pełnym przekonaniem wnioskuję o wyróżnienie rozprawy doktorskiej Kandydata, opierając się na jej bardzo pozytywnej ocenie, istotnym wpływie na rozwój dziedziny, interdyscyplinarnym charakterze, imponujących, naukowo istotnych osiągnięciach zawartych w rozprawie oraz na jej wyjątkowo wysokim poziomie merytorycznym.

W związku z powyższym potwierdzam, że rozprawa stanowi oryginalne rozwiązanie istotnego problemu naukowego i, moim zdaniem, nie tylko spełnia, ale i znacznie przewyższa wymagania stawiane rozprawom doktorskim zgodnie z przepisami ustawy Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce z dnia 20 lipca 2018 r. (Dz.U. 2018 poz. 1668 z późn. zm.), gorąco rekomenduję Radzie Dyscypliny Naukowej Nauki Chemiczne Uniwersytetu im. Adama Mickiewicza w Poznaniu dopuszczenie mgr Radosława Banasza do dalszych etapów postępowania o nadanie stopnia doktora.

Z poważaniem,


Magdalena Rowińska-Żyrek

