



UNIwersytet
Opolski

WYDZIAŁ CHEMII i FARMACJI
ul. Oleska 48, 45-052 Opole
Tel. 77 452 71 00
Faks 77 452 71 01
chemia@uni.opole.pl
www.chemia.uni.opole.pl

Opole, 10 października 2025 r.

Prof. dr hab. Marzena Białek
Uniwersytet Opolski, Instytut Chemii
Katedra Technologii Chemicznej i Chemii Polimerów
ul. Oleska 48, 45-052 Opole
e-mail: marzena.bialek@uni.opole.pl

RECENZJA OSIĄGNIĘĆ NAUKOWYCH
DR SRAYEE MANDAL

ubiegającej się o uznanie jej stopnia naukowego doktora nauk chemicznych uzyskanego w Indiach
za równoważny z polskim stopniem naukowym doktora nauk ścisłych i przyrodniczych
w dyscyplinie - nauki chemiczne

Podstawę formalną sporządzenia niniejszej recenzji stanowi uchwała nr 179/2024-2028 Rady Naukowej Uniwersytetu Opolskiego z dnia 25 września 2025 r., powołująca komisję w postępowaniu o uznanie stopnia naukowego doktora nauk chemicznych uzyskanego w Indiach przez dr Srayee Mandal za równoważny z polskim stopniem doktora nauk ścisłych i przyrodniczych w dyscyplinie - nauki chemiczne i powierzenia mi funkcji recenzenta w tej komisji.

Recenzja została sporządzona na podstawie dokumentacji przygotowanej przez dr Srayee Mandal, dostarczonej w formie elektronicznej, obejmującej:

- a) wniosek z dnia 06.09.2025 r. o wszczęcie postępowania nostryfikacyjnego wraz z oświadczeniem o wyrażeniu zgody na przetwarzanie danych osobowych;
- b) dyplom potwierdzający nadanie stopnia doktora przez *Indian Institute of Science Education and Research Berhampur* dnia 9 sierpnia 2025 roku;
- c) pracę doktorską w języku angielskim pt. „*Developing Carbon/Sulfur Based Functional Nano Materials for Room Temperature Phosphorescence and Solar Energy Conversions*”;
- d) dyplom ukończenia studiów potwierdzający uzyskanie tytułu zawodowego magistra;
- e) życiorys naukowy w języku angielskim;
- f) oświadczenia: o miejscu i dacie urodzenia oraz zawierające informację, że stopień naukowy, o uznanie którego ubiega się Wnioskodawca, nie stanowił przedmiotu postępowania nostryfikacyjnego w Rzeczypospolitej Polskiej.

Dr Srayee Mandal w 2015 roku uzyskała tytuł *Bachelor of Science (Chemistry Honours)*, który jest odpowiednikiem polskiego tytułu zawodowego licencjata, w *Jogamaya Devi College* - jednostce afiliowanej przy *University of Calcutta* w Indiach. Dwa lata później ukończyła studia drugiego stopnia uzyskując tytuł *Master of Science (Chemistry)*, odpowiadający polskiemu tytułowi zawodowemu magistra, na *Dr. H. S. Gour Central University* w Sagarze. Po ukończeniu studiów dr Srayee Mandal była zaangażowana w działalność badawczą, uczestnicząc w realizacji dwóch projektów naukowych. Od listopada 2017 roku do lipca 2018 roku pracowała na *Dr. H. S. Gour Central University* w Sagarze, gdzie prowadziła badania skupiające się na syntezie, charakterystyce oraz zastosowaniach nanokompozytowych hydrożeli na bazie polisacharydów i tlenku grafenu. Następnie, w okresie od sierpnia 2018 roku do marca 2019 roku, brała udział w projekcie badawczym realizowanym w *Indian Institute of Engineering Science and Technology (IIST)* w Shibpur, którego celem było wytwarzanie cienkowarstwowych półprzewodników przeznaczonych do fotokatalitycznego rozkładu toksycznych barwników przemysłowych. W kolejnych latach, od lipca 2019 roku do stycznia 2025 roku, dr Srayee Mandal realizowała studia doktoranckie w *Indian Institute of Science Education and Research (IISER)* Berhampur, gdzie prowadziła badania naukowe skupiające się na opracowaniu niemetalicznych luminescencyjnych nanomateriałów i ich zastosowaniach. W rezultacie złożyła rozprawę doktorską przygotowaną pod kierunkiem dr. Santanu Bhattacharyya (*Associate Professor*) opatrzoną tytułem „*Developing Carbon/Sulfur based Functional Nano Materials for Room Temperature Phosphorescence and Solar Energy Conversions*”. Na jej podstawie nadano Pani Srayee Mandal stopień doktora (*Degree of Doctor of Philosophy*). Od stycznia 2025 roku dr Srayee Mandal kontynuuje pracę naukową w IISER Berhampur na stanowisku post-doktorantki.

Rozprawa doktorska została przygotowana w formie tradycyjnej, jako spójny dokument obejmujący 228 stron. Składa się z sześciu rozdziałów: wprowadzenia, części eksperymentalnej, trzech rozdziałów poświęconych prezentacji oryginalnych wyników badań Autorki oraz podsumowania. Dodatkowo rozprawa zawiera wykaz publikacji, zestawienie uczestnictwa w konferencjach i warsztatach naukowych oraz bibliografię, obejmującą 337 pozycji. Jej tematyka, związana z opracowaniem niemetalicznych nanomateriałów luminescencyjnych, głównie na bazie węgla i siarki, jest bardzo aktualna i wpisuje się w założenia zrównoważonego rozwoju.

W rozdziale pierwszym dr Srayee Mandal w sposób rzetelny i interesujący wprowadza czytelnika w tematykę rozprawy, a także przedstawia uzasadnienie podjętej tematyki badawczej. W tej części m.in. omówiono i porównano właściwości oraz zastosowania niemetalicznych nanomateriałów luminescencyjnych z ich tradycyjnymi odpowiednikami zawierającymi metale, a także dokonano przeglądu nanomateriałów węglowych i siarkowych. Uzupełnieniem tej części pracy są krótkie wprowadzenia zamieszczone na początku rozdziałów 3-5, które wyjaśniają problem badawczy podjęty w danym rozdziale. Rozdział drugi zawiera ogólny opis przeprowadzonych syntez nanomateriałów oraz testów katalitycznych z ich udziałem. Szczegółowy przebieg eksperymentów, wraz z charakterystyką użytych materiałów, został przedstawiony w kolejnych rozdziałach, bezpośrednio przed omówieniem uzyskanych wyników. Ponadto rozdział drugi zawiera charakterystykę kilkunastu metod instrumentalnych wykorzystanych w pracy, w tym m.in.: transmisyjnej mikroskopii elektronowej (TEM), dyfrakcji rentgenowskiej (XRD), dynamicznego rozpraszania światła (DLS), spektroskopii

w podczerwieni z transformacją Fouriera (FTIR), spektroskopii Ramana, spektroskopii magnetycznego rezonansu jądrowego (NMR), czy spektroskopii fotoluminescencyjnej (PL).

W kolejnych rozdziałach Autorka przedstawiła wyniki badań własnych. Rozdział trzeci opisuje syntezę i charakterystykę kropek węglowych funkcjonalizowanych heteroatomami oraz wpływ obecności heteroatomów na właściwości strukturalne i optyczne otrzymanych materiałów. Uzyskane wyniki zostały poparte obliczeniami teoretycznymi. W dalszej części tego rozdziału opisano syntezę kropek siarkowych oraz modyfikację ich struktury poprzez kontrolowany proces agregacji wspomagany rozpuszczalnikiem. Stwierdzono m.in., że w wyniku tej modyfikacji zmniejsza się przerwa energetyczna między najniższym wzbudzonym stanem singletowym a najniższym wzbudzonym stanem tripletowym.

W rozdziale czwartym przedstawiono syntezę dwóch typów kropek siarkowych, różniących się morfologią i składem pierwiastkowym, które następnie powiązano z ich właściwościami fotofizycznymi. Otrzymane nanomateriały wykorzystano w fotokatalitycznej reakcji utleniającego sprzęgania benzylaminy do cząsteczek iminy w warunkach tlenowych. Kropki siarkowe okazały się bardzo efektywnymi fotokatalizatorami tego procesu, nawet bez użycia kokatalizatora. W pracy przeanalizowano również mechanizm reakcji. W mojej ocenie opracowanie wydajnego, „zielonego” fotokatalizatora w postaci samych kropek siarkowych, aktywowanego światłem widzialnym do selektywnego utleniającego sprzęgania, stanowi jedno z istotnych osiągnięć naukowych przedstawionych w tej rozprawie.

W rozdziale piątym przedstawiono proces wytwarzania wysoce uporządkowanych, wielowarstwowych, dwuwymiarowych struktur siarki z kropek siarkowych. Zarówno kropki, jak i warstwowe struktury siarki zastosowano jako fotokatalizatory w reakcji utleniającego sprzęgania amin arylowych, przy czym dwuwymiarowe nanostruktury siarki okazały się znacznie efektywniejsze w procesie tworzeniu wiązań azowych. Co więcej, katalizatory te nie tylko nie zawierały atomów metali, ale również nie wymagały zastosowania kokatalizatora, stanowiąc całkowicie zielone i zrównoważone podejście. W pracy ponadto zaproponowano i potwierdzono szczegółowy mechanizm tej reakcji. W ostatnim rozdziale pracy Autorka dokonała podsumowania przeprowadzonych badań, przedstawiła końcowe wnioski oraz omówiła możliwe kierunki dalszych badań.

Starannie zaplanowane i systematycznie przeprowadzone badania dr Srayee Mandal, charakteryzujące się dużym potencjałem aplikacyjnym, potwierdzają jej solidną wiedzę teoretyczną, wysokie kompetencje eksperymentalne oraz umiejętność trafnej analizy i interpretacji wyników. Uzyskane rezultaty wnoszą istotny wkład w rozwój badań nad nanomateriałami oraz pogłębiają wiedzę na temat ich właściwości i potencjalnych zastosowań.

W mojej ocenie osiągnięcia naukowe dr Srayee Mandal, które stanowiły podstawę nadania jej stopnia naukowego doktora w Indiach, odpowiadają zarówno ustawowym, jak i zwyczajowo przyjętym wymaganiom stawianym kandydatom do tego stopnia w Polsce. O dobrej jakości i szerokim zakresie wyników badań przedstawionych w rozprawie doktorskiej dr Srayee Mandal świadczy fakt, że zostały one włączone do czterech artykułów naukowych:

- a) **Mandal, S.;** Muhammad, A. P. P.; Bhattacharyya, S.; Highly Defined Layered 2D Sulfur Nanosheets from 0D Sulfur Dots and their use in the Photocatalytic Oxidative Coupling of Aryl Amines to Aromatic Azo Compounds. *Chem. Eur. J.*, **2025**, doi.org/10.1002/chem.202404710. IF₂₀₂₄ = 3,7 ; punkty MNiSW₂₀₂₅ = 140.
- b) **Mandal, S.;** Biswal, J. R., Kommula, B.; Bhattacharyya, S.; Solvent-Assisted Structural Modifications of Sulfur Dots Followed by Time-Dependent Emergence of a New Emissive State and Long-Lived Afterglow. *ACS Appl. Mater. Interfaces*. **2024**, 16, 28, 36763–36773. IF₂₀₂₄ = 8,2; punkty MNiSW₂₀₂₄ = 200.
- c) **Mandal, S.;** Kommula, B.; Bhattacharyya, S.; Structural Optimization of Complete Metal Free Luminescent Sulfur Dots for Solar Light Induced Efficient and Selective Oxidative Coupling Reactions of Aromatic Amines. *ACS Sustain. Chem. Eng.* **2023**, 11, 14921–14931. IF₂₀₂₃ = 7,1; punkty MNiSW₂₀₂₃ = 140.
- d) **Mandal, S.;** Durairaj, P.; Kommula, B.; Sarkar, S.; Bhattacharyya, S. Switching between Fluorescence and Room Temperature Phosphorescence in Carbon Dots: Key Role of Heteroatom Functionalities. *J. Phys. Chem. C*, **2023**, 127, 5, 2430-2439. IF₂₀₂₃ = 3,3; punkty MNiSW₂₀₂₃ = 140.

Artykuły te ukazały się w bardzo dobrych czasopismach indeksowanych w bazie *Journal Citation Reports* (JCR) oraz ujętych w wykazie czasopism naukowych Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego, gdzie przypisano je m.in. do dyscypliny nauki chemiczne. We wszystkich publikacjach dr Srayee Mandal występuje jako pierwszy autor. Sumaryczny współczynnik *Impact Factor* (IF) tych artykułów wynosi 22,3, natomiast łączna punktacja ministerialna - 620 punktów (uwzględniono wskaźniki IF oraz punktację zgodną z rokiem wydania publikacji). Ponadto dorobek dr Srayee Mandal obejmuje osiem innych artykułów naukowych opublikowanych w renomowanych czasopismach indeksowanych w bazie JCR.

Podsumowując, osiągnięcia naukowe stanowiące podstawę nadania dr Srayee Mandal stopnia naukowego doktora nauk chemicznych uzyskanego w Indiach spełniają wymogi do uzyskania w Polsce stopnia doktora nauk ścisłych i przyrodniczych w dyscyplinie - nauki chemiczne, określone w art. 186 ust.1 pkt. 4 w zw. z art. 187 ust. 1 i 2 ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. – *Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce* (tekst jedn. Dz. U. z 2024 r., poz. 1571). W związku z powyższym wnoszę do Rady Naukowej Uniwersytetu Opolskiego o uznanie stopnia naukowego doktora nauk chemicznych uzyskanego przez dr Srayee Mandal w Indiach za równoważny z polskim stopniem naukowym doktora nauk ścisłych i przyrodniczych w dyscyplinie - nauki chemiczne.

M. Biało