



Poznań, 21-10-2021 r.

dr hab. Ireneusz Kownacki, Prof. UAM
Zakład Chemii i Technologii
Związków Krzemu

Recenzja rozprawy habilitacyjnej zatytułowanej:
*„Projektowanie molekularne, synteza oraz właściwości fotofizyczne N,O-
koordynowanych kompleksów boru zawierających 1,3-tiazol”*
oraz ocena dorobku naukowego, dydaktycznego i organizacyjnego
dr. Mykhaylo Potopnyk

1. WSTĘP

Doktor Mykhaylo Potopnyk w 2008 roku z wyróżnieniem ukończył studia magisterskie na Uniwersytecie Lwowskim im. Ivana Franki we Lwowie (Ukraina), broniąc pracę zatytułowaną *„Functionalized 1-arylpyrazoles based on diazonium salts as reagents for molecular design of pyrazole containing heterocyclic compounds ”* wykonaną pod kierunkiem profesora nadzwyczajnego dr. Vasyla Matyichuka.

W 2008 roku, pod kierunkiem prof. dr. hab. Sławomira Jarosza, rozpoczął realizację prac badawczych w ramach rozprawy doktorskiej zatytułowanej *„Macrocyclic nitrogen-containing receptors with sucrose unit: synthesis and complexing properties”*, którą obronił w 2013. W okresie od 2010 do 2013 roku był zatrudniony w Instytucie Chemii Organicznej Polskiej Akademii Nauk na stanowisku asystenta. W latach 2013/2014 oraz 2015/2016 odbył dwa długoterminowe staże podoktorskie w zagranicznych ośrodkach naukowych odpowiednio w Stanach Zjednoczonych Ameryki (Uniwersytet Michagan) oraz Francji (Instytut Nauk Molekularnych/Uniwersytet Bordeaux). W okresie od lutego 2016 do kwietnia 2017, Habilitant był zatrudniony na stanowisku asystenta w Instytucie Chemii Organicznej PAN w Warszawie, natomiast od maja 2017 do chwili obecnej pracuje na stanowisku adiunkta w tej samej jednostce naukowej. Na przełomie 2019/2020 roku Habilitant odbył również trzymiesięczny staż na Uniwersytecie Technologicznym w Kownie.

W kwietniu 2021 roku dr Mykhaylo Potopnyk złożył wniosek do Rady Doskonałości Naukowej o przeprowadzenie postępowania habilitacyjnego w dziedzinie Nauk Ścisłych i

1



Przyrodniczych, w dyscyplinie Nauki Chemiczne. Jako **osiągnięcie naukowe**, Kandydat wskazał monotematyczny cykl sześciu artykułów, który opatrzył tytułem „Projektowanie molekularne, synteza oraz właściwości fotofizyczne N,O-koordynowanych kompleksów boru zawierających 1,3-tiazol”.


Jako jednostkę organizacyjną do przeprowadzenia tego postępowania wskazał Instytut Chemii Organicznej PAN w Warszawie.

2. OCENA OSIĄGNIĘCIA NAUKOWEGO

Osiągnięciem naukowym dr. Mykhaylo Potopnyk, będącego podstawą wniosku o przeprowadzenie postępowania habilitacyjnego zatytułowanego „Projektowanie molekularne, synteza oraz właściwości fotofizyczne N,O-koordynowanych kompleksów boru zawierających 1,3-tiazol”, jest cykl pięciu oryginalnych artykułów naukowych oraz jednej pracy przeglądowej, opublikowanych w latach 2018-2021, w bardzo dobrych czasopismach o cyrkulacji międzynarodowej, a także znaczących współczynnikach oddziaływania (*Impact Factor*, IF): *J. Org. Chem.* (4x), *Org. Biomol. Chem.*, *Targets in Heterocyclic Systems*. Suma współczynników oddziaływania artykułów przedstawionych jako osiągnięcie naukowe wynosi 22,239 (zgodnie z rokiem wydania), co daje średnio 3,706 na pracę. Jest to wynik dobry, świadczący o wysokim poziomie naukowym prowadzonych badań.

We wszystkich pracach Habilitant występuje w roli autora do korespondencji, przy czym w artykułach *J. Org. Chem.* 2019, 84, 5614 oraz *Org. Biomol. Chem.* 2021, 19, 406, rolę tę pełni wraz z Profesorem Grazuleviciusem. Według oświadczeń przedłożonych przez Habilitanta oraz współautorów, jego wkład w powstanie prac przedstawionych jako osiągnięcie naukowe wynosił od 65 do 100%, co bezspornie świadczy o jego wiodącej roli podczas planowania badań, ich realizacji oraz przygotowaniu artykułów stanowiących osiągnięcie naukowe. Prace przedstawione przez dr. Mykhaylo Potopnyk są bardzo spójne tematycznie, a ich lektura pozwoliła łatwo zidentyfikować cel, który chciał osiągnąć Habilitant poprzez realizację zaplanowanego programu badań, a mianowicie opracowanie nowej klasy stabilnych chemicznie wysokoemisyjnych barwników organoboronowych, charakteryzujących się wysokimi wartościami wydajności kwantowej fluorescencji, szczególnie w fazie stałej. Obiektem zainteresowań badawczych Habilitanta były związki zawierające w swojej strukturze motyw 1,3,5,2-oksadiazaboryninowy połączony z jednostką tiazolową. Wybór tego typu pochodnych jako materiałów mogących się charakteryzować ciekawymi właściwościami foto-fizycznymi podjęty został w oparciu o rzetelnie

2



przeprowadzony przegląd literatury z tej tematyki. Szczegółowa analiza doniesień literaturowych dotyczących badań nad syntezą oraz właściwościami pochodnych zawierających człony boryninowe w cyklicznych układach pozwoliła Habilitantowi łatwo dostrzec niszę do podjęcia badań nad pochodnymi 1,3,5,2-oksadiazaboryninowymi oraz sformułowanie celu dysertacji. Habilitant z ogromną systematycznością i konsekwencją podjął się realizacji postawionego celu, krok po kroku projektując struktury cząsteczek docelowych związków, opartych układzie 1,3,5,2-oksadiazaboryninowym skondensowanym z elektronoakceptorową jednostką tiazolową, które w zamierzeniu powinny cechować się ciekawymi właściwościami fotofizycznym/fluorescencyjnymi.

W pierwszym artykule Habilitant opisał rodzinę pochodnych tiazolo[3,2-c][1,3,5,2]oksadiazaboryninowych, które otrzymał podczas dwuetapowej syntezy. Obejmowała ona reakcję acylowania 4-podstawionych 2-aminotiazoli z użyciem chlorku (*para*-dimetyloamino)benzoilu oraz formowania pierścienia oksadiazaboryninowego podczas reakcji amidów, otrzymanych w pierwszym etapie, z eteratem trifluorku boru ($\text{BF}_3 \cdot \text{OEt}_2$). Zgodnie z założeniami Habilitant otrzymał serię kompleksów tiazolo[3,2-c][1,3,5,2]oksadiazaboryninowych podstawionych w pozycji 4 pierścienia 1,3-tiazolowego ugrupowaniami o zróżnicowanych właściwościach stereoelektronowych, w tym cechujących się właściwościami donorowymi oraz akceptorowymi. Zarówno produkty pośrednie, jak i docelowe boronowe kompleksy Habilitant w pełni scharakteryzował metodami spektroskopowymi, w tym struktury krystaliczne czterech z nich potwierdzone zostały analizą rentgenostrukturalną. W oparciu o badania właściwości elektrochemicznych Dr Potopnyk wyznaczył wartości potencjałów jonizacji oraz powinowactwa elektronowego tychże związków, czyli tak *de facto* wartości energii orbitali HOMO/LUMO oraz przerwy energetycznej pomiędzy tymi poziomami, tzw. „band gap”. Uzyskane dane pomogły Habilitantowi w interpretacji rezultatów zebranych podczas charakterystyki właściwości fotofizycznych kompleksów tiazolo[3,2-c][1,3,5,2]oksadiazaboryninowych, w szczególności widm absorpcji oraz emisji (fluorescencji) zarejestrowanych w roztworze, jak i w fazie stałej. Zebrane dane umożliwiły dr. Potopnyko znalezienie zależności pomiędzy położeniem maksimum pasma emisji a strukturą związku, włączając wpływ obecności podstawników o zróżnicowanym charakterze elektronowym oraz polarnością rozpuszczalnika. Dodatkowo, Habilitant potwierdził zależność pomiędzy kwantową wydajnością fluorescencji i stopniem agregacji cząsteczek kompleksów wywołanej polarnością środowiska. W oparciu o pomiary zaniku fluorescencji wyznaczono także czasy życia singletowych stanów wzbudzonych. Interpretacja rezultatów badań elektrochemicznych oraz fotofizycznych wsparta została



obliczeniami kwantowo-chemicznymi DFT. Umożliwiły one obliczenie energii oraz profili granicznych orbitali molekularnych dla badanych związków, a także typy możliwych przejść elektronowych, w tym siłę oscylatora oraz procentowy udział poszczególnych przejść elektronowych biorących udział w zjawisku emisji. W rezultacie wykonanych prac eksperymentalnych Habilitant wykazał, że większość pochodnych tiazolo[3,2-c][1,3,5,2]oksadiazaboryninowych posiada bardzo wysokie wartości kwantowej wydajności fluorescencyjnej w rozcieńczonych roztworach toluenowych. Natomiast, w przypadku związku z niepodstawionym pierścieniem tiazolowym, stwierdził on także niespodziewanie wysoką wydajność kwantową fluorescencji w fazie stałej wynoszącą $\Phi=0,94$, którą wyjaśnił nietypowym sposobem molekularnego upakowania cząsteczek w sieci krystalicznej oraz zahamowaniem oddziaływań $\pi-\pi/\pi-n$. Ponadto, Habilitant wykazał, że związek ten wykazuje efekt emisji indukowanej agregacją.

Kolejny artykuł z cyklu wskazanego przez Habilitanta jako osiągnięcie, jest niejako kontynuacją badań podjętych w poprzedniej pracy. Jednakże, zagadnienia opisane w drugim artykule dotyczą syntezy nowych kompleksów boryninowych na drodze niekatalitycznej post-modyfikacji struktury wybranych tiazolo[3,2-c][1,3,5,2]oksadiazaboryninów, które opisane zostały w pierwszym artykule. Jako prekursorzy do dalszych przekształceń Habilitantowi posłużyły: pochodna **4a**, posiadająca w pozycji 4 pierścienia tiazolowego atom wodoru, a także układy podstawione we wspomnianej pozycji grupą metylową lub fenyłową. Optymalizacja warunków procesu aktywacji wiązania C-H w pozycji 5 pierścienia tiazolowego przeprowadzona dla pochodnej **2a** umożliwiła wytypowanie LDA jako dogodnego czynnika deprotonującego pierścień tiazolowy w pozycji 5. Dalsze prace syntetyczne Habilitanta doprowadziły do otrzymania szeregu pochodnych tiazolo[3,2-c][1,3,5,2]oksadiazaboryninowych, które w wspomnianej wyżej pozycji podstawiono ugrupowaniami o szerokim spektrum właściwości elektronowych, począwszy od atomów halogenowców, poprzez nitrylowe, estrowe, silylowe, stannyłowe, sulfonowe, tioeterowe aldehydowe, itd. W kolejnej fazie prac syntetycznych, stosując zoptymalizowaną metodologię substytucji elektrofilowej pierścienia tiazolowego, Habilitant dokonał post-modyfikacji kompleksów tiazolo[3,2-c][1,3,5,2]oksadiazaboryninowych zawierających w pozycji 4 tegoż pierścienia grupę Me oraz Ph. Wszystkie otrzymane kompleksy zostały rzetelnie scharakteryzowane metodami spektroskopowymi. Związki poddano także badaniom elektrochemicznym, a także charakterystyce właściwości fotofizycznych, która obejmowała pomiary widm absorpcji/emisji oraz wydajności kwantowej w roztworze i w fazie stałej. Ponadto, wyznaczone zostały czasy życia singletowych stanów wzbudzonych oraz

4

wykonane zostały obliczenia kwantowo-chemiczne. Ich rezultaty dobrze korelowały z danymi eksperymentalnymi, potwierdzając wpływ charakteru elektronowego podstawników wprowadzonych do struktury kompleksów na ich właściwości fotofizyczne, a w szczególności położenie maksimów pasm emisji. Habilitant wykazał, że podstawniki wprowadzone w pozycji 5 pierścienia tiazolowego mają zdecydowanie większy wpływ na położenia maksimów pasm absorpcji i emisji tiazolo[3,2-c][1,3,5,2]oksadiazaborynin w porównaniu do układów z podstawnikami przyłączonymi w pozycji 4. Generalnie, związki charakteryzowały się umiarkowaną lub wysoką wydajnością kwantową fluorescencji w rozpuszczalnikach niepolarnych ($\Phi=0,63-0,85$ w toluenie), za wyjątkiem jodopochodnej oznaczonej symbolem **5c**, która cechowała się znacząco obniżoną wartością, która wynosiła zaledwie $\Phi=0,21$. Habilitant wytłumaczył taki stan rzeczy efektem obecności ciężkiego atomu. Natomiast, badania emisji w cieple stałym wykazały, że otrzymane związki cechują się stosunkowo niską wydajnością kwantową fluorescencji (wartości nie przekraczały $\Phi = 0,20$), która najwyraźniej jest efektem wygaszania indukowanego agregacją cząsteczek w sieci krystalicznej (ang.: aggregation-caused quenching, ACQ) wywołanej oddziaływaniami $\pi-\pi/\pi-n$ pomiędzy równoległe zorientowanymi cząsteczkami kompleksu. Wyjątek stanowił kompleks **5I**, zawierający w swojej strukturze steryczny podstawnik $-\text{SnBu}_3$, którego obecność najprawdopodobniej osłabiała międzycząsteczkowe oddziaływanie typu $\pi-\pi$, ograniczając zjawisko ACQ.

W kolejnej pracy nad fluoroforami opartymi na rdzeniu tiazolo[3,2-c][1,3,5,2]oksadiazaboryninowym Habilitant zbadał wpływ anulacji jednostki aromatycznej do pierścienia tiazolowego oraz podstawienia układu benzotiazolowego w pozycji 6 na właściwości emisyjne otrzymanych pochodnych. W celu uzyskania benzo[d]tiazol-2-amin podstawionych w pozycji 6 odpowiednimi podstawnikami opracował metodologię *one-pot* konwersji handlowo dostępnych 4-podstawionych anilin do docelowych 6-podstawionych benzo[d]tiazol-2-amin, które w kolejnych etapach przekształcił we właściwe benzo[4,5]tiazolo[3,2-c][1,3,5,2]oksadiazaboryniny wyposażone w podstawniki OMe, F, Cl, CF_3 . Natomiast, w przypadku syntezy pochodnej 6-bromobenzo[d]tiazol-2-aminy wykorzystał on handlowo dostępną benzo[d]tiazol-2-aminę, którą selektywnie bromował w pozycji 6 i dalej przekształcił w odpowiedni kompleks boronowy. Dodatkowo, Habilitant otrzymał kompleks benzo[4,5]tiazolo[3,2-c][1,3,5,2]oksadiazaboryniny, w którym atomy wodoru układu benzotiazolowego zostały zastąpione atomami fluoru (związek 14). Przygotowanie takiej cząsteczki miało na celu określenie wpływu obecności w układzie akceptorowym atomów o dużej elektroujemności. Budowę chemiczną otrzymanych prekursorów, a także



boronowych związków koordynacyjnych potwierdzono spektroskopowo, a dla sześciu z nich strukturę krystaliczną rozwiązano z użyciem analizy rentgenostrukturalnej. W kolejnej fazie prac kompleksy poddano badaniom elektrochemicznym oraz fotofizycznym. Habilitant przeprowadził szczegółową dyskusję rezultatów badań właściwości absorpcyjno-emisyjnych posiłkując się również wynikami obliczeń kwantowo-chemicznych. Rezultaty tych badań doprowadziły Habilitanta do sformułowania wniosków na temat zależności właściwości emisyjnych od modyfikacji struktury. Dr Potopnyk wykazał, że anulacja jednostki tiazolowej powoduje batochromowe przesunięcie pasm absorpcji i emisji, a także wzrost molowego współczynnika absorpcji w porównaniu z odpowiednimi parametrami fotofizycznymi nieskondensowanej pochodnej tiazolowej **4a** (opisanej w pierwszym artykule). Ponadto, kompleksy **9a-f** wykazywały wysoką wydajność fluorescencji ($\Phi=0,74-0,93$) w toluenie, natomiast kompleks **14** wykazywał umiarkowaną wydajność emisji ($\Phi=0,65$) w tym środowisku. Z kolei w cieple stałym, ze względu na silny efekt ACQ, wartości kwantowej wydajności fluorescencji kompleksów **9a-f** były bardzo niskie ($\Phi_{\text{solid}}=0,02-0,06$), podczas gdy związek **14** wykazywał emisję o podwyższonej kwantowej wydajności fluorescencji, która wynosiła $\Phi_{\text{solid}}=0,34$.

W mojej ocenie batochromowego przesunięcia pasm absorpcji/emisji dla anulowanych układów należało się spodziewać, gdyż rozszerzenie sprzężenia elektronów w obrębie któregośkolwiek z orbitali (HOMO lub LUMO) zawsze prowadzi do jego stabilizacji, w konsekwencji obniżenia energii. W związku z powyższym, anulacja jednostki tiazolowej w obrębie układu akceptorowego spowodowała stabilizację orbitalu LUMO, a co za tym idzie obniżenie jego energii. Doprowadziło to do zmniejszenia przerwy energetycznej pomiędzy orbitalami HOMO-LUMO i batochromowego przesunięcia pasma absorpcji/emisji. Dodatkowo, wprowadzenie podstawników charakteryzujących się silną elektroujemnością, np. F, pogłębiło ten efekt, gdyż tego typu ugrupowania również prowadzą do stabilizacji w/w orbitali. W celu zwiększenia przerwy energetycznej „band gap” pomiędzy orbitalami HOMO i LUMO i hipsochromowego przesunięcia pasm emisji, należy stabilizować układ donorowy, na którym zlokalizowany jest orbital HOMO obniżając jego energię oraz destabilizować orbital LUMO podwyższając jego energię.

Kolejny artykuł z cyklu jest rozwinięciem poprzedniej publikacji, gdyż dotyczy również tematyki syntezy pochodnych benzo[4,5]tiazolo[3,2-c][1,3,5,2]oksadiazaboryninowych oraz ich właściwości luminescencyjnych wynikających z anulacji układu tiazolowego oraz podstawienia układu benzotiazolowego w pozycji 6. W tym artykule, Habilitant skoncentrował swoje prace na otrzymywaniu nowych 6-podstawionych

6

benzo[4,5]tiazolo[3,2-c][1,3,5,2]oksadiazaborynin z wykorzystaniem jako prekursora 6-Br-benzo[4,5]tiazolo[3,2-c][1,3,5,2]oksadiazaboryninu opisanego w poprzednim artykule. Metodologię syntezy nowych pochodnych oparł na aktywacji wiązania sp^2 -C-Br w warunkach reakcji Suzuki-Miyaura w układach z różnorodnymi kwasami (het)aryloboronowymi. W zoptymalizowanych warunkach otrzymał grupę nowych kompleksów oksadiazaboryninowych podstawionych w pozycji 6 układu benzotiazolowego ugrupowaniami arylowymi o zróżnicowanych właściwościach elektronowych. Struktury otrzymanych związków potwierdzone zostały badaniami spektroskopowymi, a także analizą rentgenostrukturalną – dla wszystkich kompleksów uzyskano struktury krystaliczne. W toku dalszych prac, w oparciu o pomiary właściwości elektrochemicznych otrzymanych materiałów Habilitant wyznaczył przerwy energetyczne „band gap” pomiędzy orbitalami HOMO/LUMO oraz wpływ zmiany struktury na właściwości fotofizyczne. Podobnie jak to miało miejsce w poprzednich artykułach, dr Potopnyk konfrontował rezultaty badań eksperymentalnych z wynikami obliczeń kwantowo-chemicznych. Niemniej jednak w przypadku kompleksów będących przedmiotem czwartego artykułu, obliczone wartości przerwy energetycznej dość znacznie odbiegały od tych uzyskanych podczas badań elektrochemicznych.

Dalsze prace Habilitanta polegały na charakterystyce właściwości fotofizycznych syntezowanych materiałów. Wykonane zostały pomiary widm absorpcji oraz emisji, a także wyznaczono czasy życia singletowych stanów wzbudzonych. W roztworze toluenowym badane związki charakteryzowały się wysokimi wydajnościami kwantowymi fluorescencji ($\Phi=0,78-0,99$), natomiast w stanie stałym związki te wykazywały bardzo słabą fluorescencję, gdyż kwantowe wydajności fluorescencji nie przekraczały wartości $\Phi=0,17$, z wyjątkiem kompleksu **15c** ($\Phi=0,31$). W ocenie Habilitanta zaskakujące było, duże przesunięcie batochromowe maksimum emisji na widmie emisyjnym zaobserwowane dla związku **15e** (Ar = 4-C₆H₄NMe₂, $\lambda_{em}=523$ nm). Jednakże, w mojej opinii nie jest to nic zaskakującego, ponieważ w serii otrzymanych związków tylko w przypadku pochodnej **15e** nastąpiła zmiana lokalizacji orbitalu HOMO. W przypadku tej cząsteczki najwyższej obsadzony orbital (HOMO) znajduje się na wprowadzonym do układu benzotiazolowego w pozycję 6 podstawniku 4-dimetyloaminofenylowym. Natomiast, w przypadku pozostałych pochodnych, układem donorującym jest podstawnik 4-dimetyloaminofenylowy przyłączony do pierścienia oksadiazaboryninowego (HOMO). Co więcej, orbital LUMO objął swoim zasięgiem ugrupowanie 4-dimetyloaminofenylowe połączone z pierścieniem oksadiazaboryninowym, zatem uległ delokalizacji na pozostałą część cząsteczki związku **15e**,

7




co w rezultacie spowodowało obniżenie jego energii. Konsekwencją takiego stanu rzeczy jest zmniejszenie przerwy energetycznej pomiędzy orbitalami HOMO-LUMO i batochromowe przesunięcie pasma emisji dla tego związku.

W ostatnim, piątym artykule eksperymentalnym Habilitant opisał opracowaną, wydajną czteroetapową ścieżkę syntezy prowadzącą do otrzymania nowych 4-karbazoilofenylopodstawionych tiazolo[3,2-c][1,3,5,2]oksadiazaborynin. Półprodukty oraz docelowe związki zostały w pełni scharakteryzowane metodami spektroskopowymi, a także strukturę jednego z kompleksów boronowych rozwiązano z użyciem analizy rentgenostrukturalnej. Dodatkowo, przeprowadzono analizę właściwości termicznych syntezowanych kompleksów. Natomiast, badania właściwości fotofizycznych otrzymanych kompleksów swoim zakresem objęły pomiary widm absorpcji oraz emisji w różnych rozpuszczalnikach i wyznaczenie wydajności kwantowych fluorescencji, również w zależności od stopnia agregacji cząsteczek fluoroforów. Dodatkowo, wyznaczone zostały czasy życia singletowych stanów wzbudzonych.

Podobnie jak to miało miejsce w poprzednich artykułach dyskusja zebranych danych eksperymentalnych została wsparta rezultatami obliczeń DFT oraz przejść elektronowych. Habilitant zauważył, że w porównaniu z parametrami kompleksu **4a**, związek **16a** w toluenie wykazywał przesunięcie hipsochromowe maksimum pasma absorpcji na zarejestrowanym widmie oraz przesunięcie batochromowe maksimum emisji. Habilitant postawił tezę, że jest to rezultat zwiększonego wewnątrzcząsteczkowego przeniesienia ładunku (ang.: intramolecular charge transfer, ICT) wynikającego ze zmiany struktury grupy donorowej Me₂N- (**4a**) na jednostkę karbazoilową (**16a**). Dodatkowo, dołączenie dwóch grup tert-butylowych w pozycjach C-3 i C-6 jednostki karbazoilowej prowadzi do batochromowego przesunięcia maksimum pasm na widmach absorpcji i emisji dla związku **16b**, w porównaniu z niepodstawionym kompleksem **16a**. Według mnie, takiej zmiany należało oczekiwać, gdyż przyłączenie elektrodonorowych podstawników do ugrupowania na którym zlokalizowany jest orbital HOMO, powoduje jego destabilizację i wzrost energii, co w konsekwencji prowadzi do zmniejszenia przerwy energetycznej i batochromowego przesunięcia maksimum pasma emisji.

Ponadto, Habilitant wykazał, że obecność karbazoilowej jednostki donorowej, połączonej z akceptorem tiazolo[3,2-c][1,3,5,2]oksadiazaboryniny poprzez linker fenylenowy, wzmacnia właściwości AIE w układach silnie polarnych poprzez tworzenie emisyjnych nanoagregatów o średnim rozmiarze 79 i 89 nm odpowiednio dla kompleksów **16a** i **16b**. Dodatkowo dr





Potopnyk wykazał mechanofluorochromowe właściwości otrzymanych karbazoilofunkcyjnych oksadiazaborynin.

Ostatni artykuł z monotematycznego cyklu jest pracą przeglądową, w której Habilitant pozycjonuje swoje osiągnięcia w dziedzinie syntezy organororanowych kompleksów zawierających w strukturze jednostkę tiazolową na tle dotychczasowej literatury. Praca jest kompendium wiedzy z tematyki uprawianej przez Habilitanta. W ten sposób dr Potopnyk chce zaznaczyć swoją ekspercką pozycję wśród chemików syntetyków oraz inżynierów materiałowych zajmujących się tematyką materiałów o właściwościach emisyjnych. W tej kwestii odczuwam pewien niedosyt, że Habilitant nie pokusił się o próbę opublikowania tej pracy przeglądowej w czasopiśmie o wyższym współczynniku wpływu ($IF_{2019-2020} = 0,667$). Niestety w autoreferacie Habilitant nie umieścił tej informacji bibliometrycznej przy wspomnianym artykule, należącym do monotematycznego cyklu stanowiącego osiągnięcie oraz podlegającym ewaluacji.

Jednakże, podsumowując, przedstawione do oceny osiągnięcie naukowe w postaci cyklu sześciu artykułów, jest to efekt dobrze przemyślanych i zaplanowanych badań syntetycznych oraz strukturalnych, a także fotofizycznych, które przez Habilitanta zrealizowane zostały z ogromną dbałością o najdrobniejsze szczegóły.

Materiał przedstawiony w rozprawie habilitacyjnej niewątpliwie stanowi oryginalny i bogaty dorobek naukowy. Praca jest uszeregowana logicznie, przejrzyste i spójnie. Racjonalna dyskusja oraz analiza otrzymanych rezultatów, świadczy o kreatywności i dojrzałości naukowej Habilitanta. Pomimo, że podczas przygotowania autoreferatu Habilitant nie ustrzegł się nielicznych drobnych błędów, ich obecność w żaden sposób nie obniża mojej wysokiej oceny recenzowanej pracy oraz osiągnięcia naukowego.

Jednakże, w mojej ocenie niektóre związki otrzymane przez Habilitanta ze względu na budowę chemiczną, geometrię cząsteczek oraz wzajemne rozmieszczenie w nich układów różniących się właściwościami elektronowymi (układ typu D-linker-A), a także właściwości fotofizyczne, noszą znamiona właściwości charakterystycznych dla emiterów TADF. W związku z powyższym, obserwowana emisja może być efektem udziału trypletowych stanów wzbudzonych oraz zachodzących przejść międzysystemowych (ISC, RISC) między stanami singletowym i trypletowym. W moim przekonaniu te aspekty właściwości fotofizycznych powinny być również wzięte przez Habilitanta pod rozwagę i zbadane. W tym kontekście przynajmniej niektóre związki mogą być wytypowane jako potencjalne oraz ciekawe emitory dla diod OLED.



3. OCENA DOROBKU NAUKOWEGO DR. MYKHAYLO POTOPNYKA

Działalność naukowa dr. Mykhaylo Potopnyk formalnie rozpoczęła się w 2008 roku, czyli z chwilą podjęcia realizacji tematyki badawczej związanej z rozprawą doktorską, którą Habilitant wykonywał pod kierunkiem prof. dr. hab. Sławomira Jarosza w Instytucie Chemii Organicznej Polskiej Akademii Nauk. Niemniej jednak, swoje pierwsze szlify na niwie nauki Habilitant uzyskał pod okiem profesora nadzwyczajnego dr. Vasyla Matiychuka na Uniwersytecie Lwowskim im. Ivana Franki we Lwowie (Ukraina), realizując projekt magisterski.

Dorobek naukowy dr. Mykhaylo Potopnyka jest wartościowy i obszerny. Z przedstawionych dokumentów wynika, że Habilitant jest współautorem łącznie 29 oryginalnych prac naukowych z czego 19 ukazało się po uzyskaniu stopnia doktora oraz 5 rozdziałów w pracach monografiach, które również ukazały się po uzyskaniu stopnia doktora. Jest to wynik dobry, średnio powyżej 2,3 pracy rocznie, świadczący o umiarkowanej dynamice publikacyjnej po uzyskaniu stopnia doktora oraz postępach w rozwoju naukowym Habilitanta. Zadeklarowany przez Habilitanta sumaryczny współczynnik wpływu (IF) dla 34 artykułów zadeklarowany przez wynosi 95,193. Jednakże, informacje te są rozbieżne z danymi zawartymi w autoreferacie. Wynika z nich, że Habilitant jest współautorem 29 oryginalnych prac (10 opublikowano przed doktoratem, 19 po doktoracie, w tym 6 prac przedstawionych jako osiągnięcia) oraz 5 rozdziałów w książkach. W związku z powyższym, suma współczynników wpływu z roku wydania dla 29 prac wynosi 86,571, łącznie z współczynnikiem IF pracy przeglądowej z osiągnięcia, której Habilitant nie podał w autoreferacie. Nasuwa się pytanie skąd wynikła ta różnica!?

Niemniej jednak, uzyskana sumaryczna wartość przekłada się na średni IF 2,98 na pracę. Jest to wartość, która dobrze oddaje rangę czasopism, w których publikuje Habilitant oraz poziom naukowy publikowanych artykułów.

Prace te były cytowane 240 razy, co przełożyło się na zadeklarowany przez Habilitanta indeks Hirscha 10. Parametry te należy ocenić wysoko, biorąc pod uwagę etap kariery, na którym znajduje się Habilitant. Podkreślić, należy również fakt, że 14 razy wystąpił on w roli pierwszego autora oraz 9 razy pełnił on rolę autora korespondencyjnego.

Z przedstawianych dokumentów wynika również, że Habilitant podczas swojej pracy naukowej intensywnie współpracował z zagranicznymi zespołami badawczymi czego wymiernym efektem są opublikowane wspólnie artykuły naukowe.

W swojej karierze dr Mykhaylo Potopnyk zdobył szereg nagród i wyróżnień za swoją aktywność naukową.

Wyniki badań Habilitanta były także prezentowane w formie dwóch wykładów na zaproszenie, sześciu komunikatów ustnych, a także 11 prezentacji posterowych na międzynarodowych i krajowych konferencjach naukowych. Liczba różnego rodzaju komunikatów świadczy o posiadaniu przez Habilitanta, tzw. kompetencji miękkich, czyli umiejętności prezentacji rezultatów badań dla szerszego forum słuchaczy. Habilitant odbył dwa długoterminowe staże podoktorskie w USA oraz Francji oraz jeden krótkoterminowy w Litwie, które objęły łącznie 29 miesięcy.

Habilitant, również jako wykonawca, aktywnie uczestniczył w realizacji pięciu grantów badawczych. Niemniej jednak, w tym miejscu odczuwam pewien niedosyt, gdyż nie udało się jemu dotychczas zdobyć funduszy umożliwiających realizację własnego pomysłu badawczego, oprócz projektu na staż naukowy finansowanego przez Narodowe Centrum Nauki. Liczę na to, że w najbliższym czasie dołączy on do grona laureatów któregoś z konkursów ogłaszanych przez NCN, czego mu szczerze życzę, zwłaszcza, że tematyka badawcza Habilitanta jest bardzo ciekawa oraz bliska moim zainteresowaniom. Z otrzymanej dokumentacji wynika, że Habilitant pełni rolę promotora pomocniczego dwóch prac doktorskich Pana mgr. Łukasza Szyszki oraz Pani Karoliny Tiary. Ponadto, pełni on rolę opiekuna nad studentami odbywającymi staże w Instytucie Chemii Organicznej PAN oraz młodzieżą uzdolnioną w ramach warsztatów organizowanych przez Krajowy Fundusz na rzecz Dzieci w Instytucie Chemii Organicznej PAN. Jest on również postrzegany jako ekspert w swojej dziedzinie, gdyż jego aktywność naukowa obejmowała także recenzowanie artykułów naukowych dla prestiżowych wydawnictw, takich jak American Chemical Society, Royal Society of Chemistry, Wiley.

4. PODSUMOWANIE I WNIOSEK KOŃCOWY

Zarówno przedstawione do oceny osiągnięcie naukowe dr. Mykhaylo Potopnyk oraz zgromadzony przez niego dorobek naukowy, po uzyskaniu stopnia naukowego doktora, stanowią znaczny wkład w rozwój dyscypliny Nauki Chemiczne. Analiza przedstawionej dokumentacji pozwala stwierdzić, że Habilitant wykazuje się istotną aktywnością oraz samodzielnością naukową spełniając kryteria określone w art. 219 ust. 1 ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. z 2020 r. poz. 85 z późn. zm.). Ocena pozostałych elementów jego działalności, również pozwala uznać, że dr Mykhaylo

11



Potopnyk jest dobrze przygotowany do podjęcia samodzielnej pracy naukowej oraz roli lidera zespołu badawczego. Postuluję, by Komisja habilitacyjna wystąpiła do Rady Naukowej Instytut Chemii Organicznej Polskiej Akademii Nauk w Warszawie z wnioskiem o nadanie drokrorowi Mykhaylo Potopnyk stopnia doktora habilitowanego w dziedzinie Nauk Ścisłych i Przyrodniczych w dyscyplinie Nauki Chemiczne.

Ireneusz Kownacki