



**POLITECHNIKA
GDAŃSKA**

WYDZIAŁ CHEMICZNY

dr hab. inż. Ewa Wagner-Wysiecka, prof. nadzw. PG
Wydział Chemiczny Politechniki Gdańskiej
Katedra Chemii i Technologii Materiałów Funkcjonalnych
e-mail: ewa.wagner-wysiecka@pg.edu.pl
tel. +48 347 23 59

Gdańsk, 22.08.2019 r.

RECENZJA

rozprawy doktorskiej Pana magistra **Łukasza Tabisza** pt.
"Nowe kationowe podandy organiczne i krzemoorganiczne oraz ich analogi immobilizowane na krzemionce"

Przedstawiona mi do recenzji rozprawa doktorska Pana magistra Łukasza Tabisza została zrealizowana w Zakładzie Chemii Supramolekularnej Wydziału Chemii Uniwersytetu im. Adama Mickiewicza w Poznaniu. Promotorem pracy jest Pani dr hab. Bogusława Łęska, prof. UAM.

Tematyka rozprawy doktorskiej związana jest z jednym z najbardziej aktualnych zagadnień współczesnej chemii supramolekularnej i dotyczy badania natury oddziaływań w układach międzycząsteczkowych o różnym stopniu złożoności i organizacji. Wśród możliwych do rozpatrywania układów typu gość-gospodarz, rozpoznanie anionów to obszar niewątpliwie nietłatwy. Wiąże się to m.in. ze specyfiką obiektu badań jakim są aniony, m. in. ich różnorodnością kształtów, zależnością formy od pH czy wysoką energią hydratacji. Te właściwości musi uwzględnić chemik projektując receptory anionów o odpowiedniej reorganizacji, przy zapewnieniu dostatecznej liczby odpowiednich miejsc wiążących. W rozwiązaniach aplikacyjnych, np. gdy opracowywane są metody wykrywania i oznaczania anionów, zwłaszcza tych o udokumentowanym negatywnym wpływie na środowisko, cenne są te syntetyczne receptory, które selektywnie kompleksują aniony w roztworach wodnych. U podstaw poszukiwania efektywnych receptorów, a także zrozumienia działania układów występujących w naturze, kluczowe jest poszukiwanie odpowiedzi na wcale nietłatwe pytania: dlaczego określone układy wykazują powinowactwo w stosunku do konkretnych indywiduali chemicznych, jakie czynniki decydują o selektywności tych układów, jak wyjaśnić obserwowane eksperymentalnie tendencje czy odstępstwa od nich. Wymaga to szerokiego, interdyscyplinarnego spojrzenia, zarówno na gospodarza, jak i właściwości anionów (gości). Badanie właściwości układów, w których dominującymi są oddziaływania elektrostatyczne, a które to, także z definicji, wpisują się w obszar oddziaływań supramolekularnych, to na pewno temat warty podjęcia. Takie zadanie między innymi postawił sobie Doktorant realizując pracę doktorską, określając cel pracy jako: "zgłębienie - przynajmniej w niewielkim stopniu - istoty oddziaływań jonowych: w roztworze, na granicy faz, a także podczas transformacji jednej formy w drugą". Ambitny cel pracy doktorskiej sformułowany jest poprawnie.

Ocena formalna

Przedstawiona do recenzji rozprawa została oparta na spójnych tematycznie artykułach, a w skład cyklu wchodzi trzy opublikowane już prace:

P1: Ł. Tabisz, R. Pankiewicz, B. Łęska, Novel anion receptors: hybrid materials based on quaternary ammonium salts for selective extraction of dichromate ions. *Tetrahedron Letters*, 55 (47), 6416- 6419 (2014).

P2: Ł. Tabisz, R. Pankiewicz, Z. Rozwadowski, B. Łęska, Hybrid materials comprising trimethylglycinamide groups: immobilization consequences for anion binding affinities. *Tetrahedron*, 71 (15), 2267-2272 (2015).

P3: Ł. Tabisz, A. Tukibayeva, R. Pankiewicz, M. Dobielska, B. Łęska, Disiloxanes and functionalized silica gels: one route, two complementary outcomes - guanidinium and pyridinium ion- exchangers. *PLoS One*, 10(12), e0145680 (2015).

Prace zostały opublikowane w renomowanych czasopismach z listy JCR. Sumaryczna wartość współczynnika oddziaływania IF (z roku opublikowania, w oparciu o bazę WoS) wynosi 8,081 czemu odpowiada 95 punktów według wykazu MNiSW (komunikat z dnia 26.01.2017).

Dodatkowo, dołączony został także manuskrypt najnowszej pracy, wysłanej do czasopisma *Scientific Reports* (IF 4,011; 40 pkt.):

P4: Ł. Tabisz, Z. Rozwadowski, A. Katrusiak, B. Łęska, Exploring ion-ion preferences through structure-property correlations: amino acid-derived, bis(guanidinium) disiloxane salts.

Status tej pracy, w momencie otrzymania rozprawy doktorskiej do recenzji, to ocena przez zespół wydawniczy.

Moim zdaniem, powinny zostać także załączone materiały uzupełniające do wszystkich publikacji (tzw. supporting information/supplementary material) - chociażby w wersji elektronicznej. O ile w przypadku opublikowanych już prac, dostęp do treści tam zawartych nie stanowi problemu, o tyle nie ma możliwości weryfikacji zawartości suplementu pracy wysłanej do *Scientific Reports* zawierającego szczegóły dotyczące części eksperymentalnej.

Praca doktorska ma formę komentarza do wyżej wymienionych publikacji. Zawiera typowe dla układu rozpraw doktorskich składowe takie jak: *Spis treści* i *Alfabetyczny wykaz skrótów użytych w pracy*. Osobne rozdziały to *Tematyka i cel pracy* oraz *Przedmowa*.

Obszerny komentarz Autora został podzielony na cztery części, odpowiadające tematycznie publikacjom wchodzącym w skład rozprawy doktorskiej:

I: *Materiały hybrydowe bazujące na czwartorzędowych solach amoniowych: Selektywna ekstrakcja dichromianów* (publikacja **P1**)

II: *Materiały i związki zawierające resztę trimetyloglicynamidową: Wpływ immobilizacji na powinowactwo do anionów* (publikacja **P2**)

III: *Komplementarność disiloksanów i funkcjonalizowanych żeli krzemionkowych: guanidyniowe i pirydyniowe wymienniki jonowe* (publikacja **P3**)

IV: *Selektywność oddziaływań jon-jon w świetle korelacji struktura-właściwości:*

Bis(guanidyniowe)disiloksany na bazie aminokwasów (publikacja **P4**)

Każda z wymienionych części zawiera dodatkowo podrozdziały: *Koncepcja i podstawy teoretyczne* oraz *Dyskusja wyników i wnioski* oraz następujący po każdym podrozdziale *Spis literatury*.

Część **V** zawiera: *Podsumowanie*, *Streszczenie* w języku polskim i angielskim oraz *Dokumenty i oświadczenia*.

Praca doktorska Pana mgra Łukasza Tabisza to sumarycznie 147 stron materiału przedstawionego w niezwykle pięknej i estetycznej formie graficznej. Warto tutaj podkreślić wysiłek Doktoranta, jaki włożył w przygotowanie pracy doktorskiej.

Ocena merytoryczna

W pracy doktorskiej zostały zaprezentowane wyniki prac dotyczących syntezy kationowych podandów - receptorów anionów oraz otrzymywania materiałów hybrydowych opartych na pre-funkcjonalizowanych, komercyjnie dostępnych żelach krzemionkowych. W sumie zsyntezowano 12 związków oraz otrzymano osiem materiałów hybrydowych, powstałych poprzez chemiczne związanie reszt organicznych z powierzchnią żelu krzemionkowego. Substancje i materiały zostały zbadane pod kątem ich

powinowactwa do anionów w procesach wymiany jonowej w układach ciało stałe-ciecz. Doktorant analizował czynniki strukturalne, z uwzględnieniem wpływu unieruchomienia receptora na jego preorganizację, które mogą decydować o powinowactwie oraz o selektywności substancji/materiałów w stosunku do konkretnych anionów względem innych badanych anionów. Doktorant w bardzo szczegółowy sposób analizował także właściwości anionów. Poszukując odpowiedzi na pytania o naturę oddziaływań niekowalencyjnych w badanych układach, finalnie poszerzył gamę badanych soli o takie, które stosunkowo rzadko uwzględniane są w pracach traktujących o naturze oddziaływań elektrolitów z ich chemicznym otoczeniem (rozpuszczalnik, receptor).

Publikacje **P1** oraz **P2** dotyczą otrzymywania, na drodze chemicznej modyfikacji żeli krzemionkowych, materiałów hybrydowych i badania ich właściwości. Zastosowana procedura syntetyczna pozwoliła na otrzymanie amidowych sorbentów modyfikowanych resztą trimetyloglicynamidową (w postaci chlorku). Otrzymane materiały różniły się, w zależności od zastosowanego pre-funkcjonalizowanego podłoża krzemionkowego, długością łańcucha organicznego i liczbą grup aminowych. W podobny sposób, wykorzystując jako substraty odpowiednie aminy, Doktorant otrzymał analogi materiałów hybrydowych niezwiązane ze stałym podłożem. Stopień obsadzenia materiałów oraz selektywność wymiany jonowej określił z wykorzystaniem metody miareczkowania argentometrycznego z potencjometrycznym oznaczaniem punktu końcowego. Tu warto zwrócić uwagę na dopracowanie metodyki miareczkowania uwzględniają specyfikę analitu oraz cel analizy. Jak wykazano zaproponowane podejście może z sukcesem konkurować np. z analizą elementarną, XRF czy EDS - metodami stosowanymi w charakteryzacji materiałów funkcjonalnych. Opracowana metodyka została wykorzystana w realizacji dalszych etapów pracy doktorskiej.

Badania spektroskopowe potwierdziły procesy wymiany jonowej zachodzące na stałym podłożu, na co wskazują odpowiednie pasma w widmach w podczerwieni, zarejestrowanych dla materiałów hybrydowych. Wykazano także wpływ rodzaju przeciwjonu na położenie sygnałów odpowiednich protonów w widmach ^1H NMR czwartorzędowych soli amoniowych, zarejestrowanych dla ich wodnych roztworów. Dało to podstawy do wnioskowania o selektywności oddziaływania jon-jon innej niż tylko efekt przyciągania dwóch różnoimiennych ładunków, a mianowicie mającej cechy rozpoznania molekularnego. Podane w Tabelach 2 (w publikacjach **P1** oraz **P2**) wyniki dotyczące wymiany jonowej, wskazują na szczególne powinowactwo materiału o najdłuższym łańcuchu organicznym do anionów dichromianowych(VI). W dużym stopniu korelują one z rezultatami uzyskanymi dla niezwiązanych ze stałym podłożem analogów. Wykazano, że unieruchomienie receptora na stałym podłożu wpływa na preorganizację układu, co ma istotny wpływ na selektywność i efektywność wiązania anionów.

Praca **P3** dotyczy otrzymywania serii kationowych disiloksanów zawierających ugrupowania guanidyniowe lub pirydyniowe oraz odpowiadających im materiałów hybrydowych opartych na funkcjonalizowanym żelu krzemionkowym. Warto zauważyć, że w kilkuetapowej syntezie podandów pirydyniowych, na etapie otrzymywania produktów pośrednich (oznaczonych w pracy jako I1-I3) oprócz klasycznego podejścia syntetycznego Doktorant wykorzystał także bardziej efektywną procedurę z zastosowaniem promieniowania mikrofalowego. Otrzymane związki i materiały zostały scharakteryzowane z wykorzystaniem metod spektroskopowych oraz z zastosowaniem opracowanej wcześniej metody miareczkowania potencjometrycznego. Doktorant przeprowadził porównawcze badania powinowactwa do anionów tych układów. Badanie procesów wymiany jonowej w układzie ciało stałe-ciecz pozwoliło na wykazanie szczególnej selektywności w stosunku do anionów azotanowych(V), względem pozostałych badanych anionów. Dotyczy to nieamidowego podandu zawierającego reszty guanidyniowe (związek C1 w publikacji **P3**, w komentarzu oznaczony jako SGua), z charakterystycznym strącaniem soli azotanowej(V) tego związku z roztworu wodnego. Wyniki uzyskane podczas realizacji prac opisanych w publikacji **P3** stanowiły inspirację do otrzymania następnej serii układów.

Kolejnym obiektem badań Doktoranta były amidowe dipodandy siloksanowe, zawierające terminalne reszty guanidyniowe (publikacja **P4**), wywodzące się z aminokwasów: glicyny, β -alaniny, kwasu γ -

aminobutanowego oraz L-proliny. W badaniach został także uwzględniony związek niezawierający ugrupowania amidowego (GUA), otrzymany i wstępnie zbadany w ramach pracy P3 (tam związek C1). Badano wpływ anionu na rozpuszczalność powstających soli, tendencję do tworzenia faz rozdzielonych, w tym fazy krystalicznej. Doktorant porównał także zmiany w widmach ^1H NMR oraz FTIR kationowych disiloksanowych podandów będące skutkiem zmiany przeciwjonu, wykazując korelację pomiędzy budową receptora a obserwowanymi zmianami. Ponadto, szczególna tendencja do krystalizacji azotanu(V) oraz benzoesu GUA pozwoliła na otrzymanie monokryształów tych związków odpowiednich do badań rentgenostrukturalnych. Wykazano, że o strukturze tych układów w stanie stałym decydują trzy typy oddziaływań: wiązanie jonowe, wodorowe oraz efekt hydrofobowy. Dla badanych, względnie niedużych, ale giętkich i obdarzonych dużym ładunkiem cząsteczek, jak badane dipodandy, tendencja do wytrącania zależna była od siły oddziaływania jon-jon oraz lipofilowości tworzącej się soli. Utworzenie mostków solnych (oddziaływanie typu jon-jon plus wiązanie wodorowe) i synergistyczny efekt hydrofobowy zostały zaproponowane jako model wiązania anionu przez kationowe dipodandy z terminalnymi grupami guanidyniowymi. Dowiedzenie istotnej roli wiązania jonowego w prezentowanym materiale badawczym jest zwieńczeniem rozpoczętych przez Doktoranta na początku kariery naukowej prac, gdzie pojawiło się pytanie czy wiązanie jonowe można rozpatrywać jako oddziaływanie decydujące o selektywności rozpoznania molekularnego i tym samym wpisujące się w nurt chemii supramolekularnej.

Prace P1-P3 zostały opublikowane w renomowanych czasopismach co oznacza, że zostały poddane szczegółowej ocenie zarówno merytorycznej, jak i językowej. Podczas ich lektury nasunęły mi się jednak spostrzeżenia i pytania, na które odpowiedzi nie znalazłam także w autorskim komentarzu do publikacji, stąd pojawiły się one w dalszej części niniejszej recenzji.

Analizując bogaty komentarz do publikacji, stanowiący istotną część rozprawy doktorskiej, stwierdzam, że jest on bardzo przydatny, również dla kontynuatorów tematu lub badaczy pokrewnych zagadnień. Przygotowując go Doktorant wykazał się znajomością literatury oraz umiejętnością doboru odpowiednich źródeł, zarówno tych najnowszych (40% to literatura z ostatniej dekady), ale także tych nieco starszych, które będąc wciąż aktualnymi są ważne z ogólnopoznawczego i porównawczego punktu widzenia. W sumie Autor zacytował ponad 240 pozycji literaturowych, w znakomitej większości oryginalnych prac opublikowanych w renomowanych czasopismach międzynarodowych. W tym miejscu zwracam uwagę na fakt kilkukrotnego zacytowania tych samych prac: odnośnik 207 oraz 208 to ta sama pozycja, podobnie jak 149 oraz 151; 161 oraz 226; 169 oraz 187. Pozycja 186 zawiera niepełne dane bibliograficzne.

Kolejne części rozprawy sukcesywnie wprowadzają czytelnika w tematykę badawczą. W rozdziale *Przedmowa*, Autor omówił zagadnienia związane z chemią supramolekularną, ilustrując jak dużym wyzwaniem jest badanie układów, w których rozważane są oddziaływania między poszczególnymi składnikami konkretnego układu. Doktorant odniósł się także do początków chemii supramolekularnej, przytaczając najbardziej spektakularny i najczęściej przywoływany moment, czyli odkrycie przez Charlesa Pedersena eterów koronowych i unikalnej zdolności tworzenia kompleksów przez te związki z jonami metali. Umknął jednak bardzo ważny, moim zdaniem, fakt z historii chemii supramolekularnej. Mianowicie to, że pierwsza praca, autorstwa C.H. Parka i E. Simmonsa (J. Am. Chem. Soc., 1968, 90, 2431) dotycząca syntetycznych receptorów anionów ukazała się rok później od opublikowania pracy dotyczącej eterów koronowych, w tym samym czasopiśmie (oba manuskrypty wpłynęły w tym samym 1967 roku, Pedersena w kwietniu, zaś Parka i Simmonsa w listopadzie, obie z afiliacją do Pont Nemours and Company). Owa praca dotyczy rozpoznawania jonów chlorkowych przez makrobicykliczne protonowane aminy, a więc układu supramolekularnego typu jon-jon, w którym istotną rolę odgrywają także wiązania wodorowe. Obdarzone dodatnim ładunkiem aminy cykliczne czy bicykliczne przez długi czas dominowały

jako receptory w chemii supramolekularnej anionów. Receptory anionów nieobdarzone ładunkiem to tematyka prac obejmujących głównie ostatnie 25-lecie.

W części I komentarza Autor przybliżył zagadnienia związane z materiałami hybrydowymi i ich zastosowaniem. W dyskusji wyników szczegółowo omówił uzyskane rezultaty poszerzając je o informacje, które nie były zawarte w publikacjach, a stanowiły nieodłączną część badań, które przyczyniły się do powstania prac **P1-P2**. Wnioski dotyczące wiązania jonów dichromianowych(VI) przez otrzymane materiały stały się motywacją do prowadzenia dalszych, bardziej szczegółowych prac w tym obszarze, co skutecznie zrealizował Doktorant i opisał w pracy **P2**.

W części II komentarza, w podrozdziale dotyczącym koncepcji i podstaw teoretycznych zostały omówione zagadnienia związane ze specyfiką rozpoznania molekularnego anionów i problemami jakie wiążą się z projektowaniem efektywnych receptorów. Poruszone zostały także bardzo ważne zagadnienia: powinowactwo i selektywność. Autor rozważał także, zgodnie z założonymi tezami pracy, układy supramolekularne typu jon-jon wskazując jednocześnie na problemy eksperymentalne związane z badaniem tego typu układów. Omówił i przedyskutował skutki jakie dla rozpoznania molekularnego, w tym preorganizacji, może powodować unieruchomienie grupy funkcyjnej, odpowiedzialnej za rozpoznanie gościa, na stałym podłożu, także w kontekście zależności powinowactwo-selektywność.

W dyskusji wyników, zawierającej omówienie rezultatów opisanych w pracy **P2**, Doktorant znacznie bardziej szczegółowo niż w publikacji, przeanalizował otrzymane wyniki dotyczące przeniesienia anionu w układach ciało stałe-ciecz. Badania te zostały przeprowadzone dla otrzymanych faz hybrydowych oraz dla ich strukturalnych analogów z uwzględnieniem, poza jonami dichromianowymi(VI), innych jonów, zarówno jedno- jak i dwuujemnych. Na stronie 50. Doktorant napisał, że "łącznie eksperymenty przeprowadzono jednak dla sześciu różnych anionów: czterech nieorganicznych i dwóch organicznych, w tym trzech jednoujemnych i trzech dwuujemnych". Jak wiadomo, procesy wymiany jonowej w znacznym stopniu zależą od ładunku jonów. Analizując wyniki pracy **P2**, mam wątpliwości o jakie jony "fosforanowe(V)" chodzi, a informacje zawarte w komentarzu ich nie rozwiewają. Skoro mowa o jonie dwuujemnym to jednak chyba chodzi o jon HPO_4^{2-} . Proszę o doprecyzowanie jaką sól sodową badano. Mam też pytanie do Doktoranta: czy "cztery jony nieorganiczne" to jest poprawnie? Wśród sześciu badanych jonów mamy bowiem aniony octanowe, benzoesanowe, szczawianowe oraz azotanowe(V), monowodorofosforanowe(V) (? *vide supra*) oraz dichromianowe(VI). W moim odczuciu rysunki: 11, str. 50 oraz 19, str. 86 byłyby czytelniejsze, gdyby zilustrować wymianę jonową na wykresie słupkowym/kolumnowym a nie liniowym.

Doktorant wskazał na preferencyjną wymianę anionu azotanowego(V) wśród jonów jednoujemnych oraz dichromianowych(VI) wśród dwuujemnych. Nasunęło mi się pytanie, czy dla tych układów Doktorant przeprowadził eksperymenty wymiany jonowej z uwzględnieniem jonu siarczanowego(VI) oraz czy badane były procesy wymiany jonowej dla mieszanin soli?

W części III omówione zostały zagadnienia teoretyczne związane ze związkami krzemooorganicznymi. Autor analizował także aspekt supramolekularny wiązania jonowego z uwzględnieniem soli pirydyniowych oraz guanidyniowych uzasadniając wybór wprowadzenia tych jednostek strukturalnych do dipodandów i materiałów hybrydowych będących obiektem badań opisanych w pracy **P3**. W podrozdziale dotyczącym omówienia wyników zostały także uwzględnione i przedyskutowane rezultaty dla symetrycznej pochodnej oznaczonej jako SdArg, nieujętej w publikacji. Stanowi to istotne uzupełnienie, ilustrując wyraźniej obserwowany trend selektywnego rozpoznania jonów azotanowych(V).

Tutaj, podobnie jak w przypadku pracy **P2** nasunęło mi się pytanie o badanie selektywności dla mieszanin soli. Zdając sobie sprawę, z komplikacji jakie niesie dla badanych zjawisk wprowadzenie dodatkowych indywiduów do układu, mam jednak pytanie: czy Doktorant sprawdzał wpływ pH na właściwości jonowymienne badanych przez siebie układów?

Część IV rozpoczyna się omówieniem szeregu Hofmeistera i roli jaką ta prawidłowość, a zwłaszcza odstępstwa od przewidywanego trendu odgrywają w interpretacji oddziaływań w układach zawierających

jony. Autor w tej części uwzględnił także zagadnienia związane z fizykochemią wodnych roztworów elektrolitów: wpływ elektrolitów na strukturę wody, właściwości fizyczne roztworów, tworzenie par jonowych. Rozważania doprowadziły do sformułowania celu jaki przyświecał realizacji badań objętych przygotowaną pracą **P4**, czyli wykazaniem selektywności oddziaływań jon-jon biorąc jako objekty badań disiloksanowe sole bis(guanidyniowe). W dyskusji wyników Autor napisał, że była to najbardziej wymagająca pod względem syntetycznym i analitycznym część pracy. Zgadzam się z tym, ale jednocześnie odczuwam tutaj pewien niedosyt, jeżeli chodzi o przedstawienie części eksperymentalnej, co wynika z braku suplementu do pracy **P4**. Na przykład, Autor również w komentarzu nie podał wydajności reakcji otrzymywania nowych dipodandów. Ogólnie odnoszę wrażenie, że synteza została w komentarzu potraktowana marginalnie, jakkolwiek jest to do pewnego stopnia zrozumiałe ze względu na cel pracy, którym głównie było badanie natury oddziaływań w otrzymanych układach.

W części **V**, w podpunkcie *Dokumenty i oświadczenia* Doktorant przedstawił swój życiorys oraz pełną listę osiągnięć naukowych. Obejmuje ona wykaz publikacji o zasięgu krajowym (2) i międzynarodowym (4 + 1 w recenzji), materiały pokonferencyjne (2), patenty i wdrożenia (1), konferencje krajowe (4) i międzynarodowe (12). Doktorant zamieścił także wykaz grantów badawczych (5). Pan mgr Tabisz był głównym wykonawcą w projekcie finansowanym przez Komitet Nauk MES Kazachstanu oraz wykonawcą w dwóch projektach finansowanych przez NCN. Jest kierownikiem grantu PRELUDIUM oraz uczestniczy, jako technik, w grantie finansowanym ze źródeł Komisji Europejskiej. Dwukrotnie uzyskał także środki finansowe z własnej uczelni na prowadzenie badań. Wykaz uzupełnia lista szkoleń (5) oraz odbytych staży naukowych (3). Doktorant, jak wynika z przedstawionych danych, był zaangażowany także w działalność popularyzującą naukę (8) oraz wspierał jako opiekun naukowy młodzież licealną (3). Informacje te bardzo ułatwiają dokonanie oceny sylwetki naukowej Doktoranta.

Załączona dokumentacja zawiera również oświadczenia o udziale i roli współautorów prac, które wraz z oświadczeniem Doktoranta o jego udziale własnym wskazują jednoznacznie na wiodącą rolę Pana mgra Tabisza przy powstawaniu publikacji będących podstawą recenzowanej pracy doktorskiej. W pracach **P1-P3** mgr Tabisz jest pierwszym autorem, a ponadto w najnowszej, wysłanej do wydawnictwa pracy **P4**, także autorem do korespondencji.

Rolą recenzenta jest także ocena poprawności językowej i stosowanego w pracy słownictwa. Komentarz do publikacji, który w tym zakresie poddaję ocenie, napisany jest lekkim – miejscami nawet bardzo lekkim językiem. Lekkość nadmierna dotyczy fragmentów, gdzie Doktorant używa wręcz żargonowego języka np. „nieszampowy” – uważam, że znalazłoby się bardziej odpowiednie słowo. Nie mniej jednak, biorąc pod uwagę całość przygotowanej rozprawy, czytelnik z dużą przyjemnością zagłębia się w lekturze materiału.

Pisząc o wodzie (str. 22), jako podstawie życia na Ziemi, Autor podał nazwy systematyczne tego związku, pisząc, że "monotlenek diwodoru" to nawet "nieco prześmiewcza" nazwa. Wydaje się, że rozumiem tutaj intencję Doktoranta, ale zwracam uwagę, że z nomenklaturowego punktu widzenia jest to nazwa poprawna.

Autor stosował w komentarzu (str. 112) nazwę anion "nadchloranowy(VII)" - powinno być chloranowy(VII).

Nieco zaskakuje sformułowanie "wymiennik jonowy" używane w komentarzu. Dla inżyniera jest to jednoznaczne skojarzenie z urządzeniem, np. wymiennikiem ciepła. Dla materiałów, na powierzchni których dochodzi do wymiany jonowej powszechnie w literaturze fachowej stosuje się określenie "wymieniacz jonowy".

Autor posługuje się słowem "rozdział" w odniesieniu do zjawisk fizykochemicznych. W tym kontekście bardziej poprawne jest użycie słowa "rozdzielanie". Stosowane są też bezpośrednio wprowadzenia do

języka polskiego terminów anglojęzycznych np. "immobilizacja" zamiast np. unieruchomienie, osadzenie, zakotwiczenie; podobnie "limit" zamiast granica.

Na stronie 29 Autor opisując opracowanie metodyki oznaczeń potencjometrycznych pisze o "zachowaniu się metody" - nie jest to zbyt zgrębne sformułowanie.

Natomiast warto zwrócić uwagę na bardzo niewielką liczbę błędów edytorskich tzw. "literówek".

Oceniając całość przedstawionego do recenzji materiału bez wątpienia można stwierdzić, że były to działania przemyślane, dobrze zaplanowane i konsekwentnie realizowane. Dobrze widoczna jest także dojrzałość naukowa Doktoranta: nie brakuje konstruktywnej samooceny i wniosków. Doktorant do pracy doktorskiej dodał podtytuł, określając zrealizowane przez siebie badania jako „historię jednej podróży od prostego hybrydowego sorbentu do badań podstawowych nad istotą i selektywnością wiązania jon-jon”. Określenie to bardzo mi odpowiada. Wiadomo, że podróże kształcą, a czytając przedstawioną do recenzji pracę widać coraz większą świadomość naukową Doktoranta, umiejętność stawiania pytań oraz dążenie do znalezienia odpowiedzi na nurtujące pytania z wykorzystaniem dostępnego oraz rozszerzanego na własne potrzeby warsztatu badawczego. Poza aspektem poznawczym pracy warto zauważyć możliwość wykorzystania wyselekcjonowanych związków jako katalizatorów przeniesienia międzyfazowego czy też wymieniaczy jonowych przydatnych np. w analityce zanieczyszczeń środowiska. To wymaga oczywiście odrębnych, nie będących w zakresie niniejszej pracy badań. Czytając przedstawioną do recenzji pracę doktorską nie można oprzeć się wrażeniu, że dla Doktoranta chemia to nie tylko obszar pracy naukowej, ale także pasja, którą realizuje z dużym zaangażowaniem. Autor dysertacji ma także znaczący dorobek w zakresie pozyskiwania środków na badania oraz doświadczenie przy realizacji projektów badawczych (kierownik i wykonawca w projektach grantowych), angażuje się w działalność popularyzatorską i rozwijanie pasji u młodszych kolegów. Brał udział w licznych konferencjach prezentując wyniki realizowanych prac.

Podsumowując: moja ocena działalności naukowej Doktoranta Pana mgra Łukasza Tabisza oraz przedstawionej do recenzji rozprawy doktorskiej jest zdecydowanie pozytywna. Została podjęta aktualna i ważna tematyka badawcza. Doktorant wykazał się znajomością literatury przedmiotu, którą należycie wykorzystał przy pisaniu pracy doktorskiej. Zaprezentowane wyniki, zawierające istotne elementy nowości naukowej, dowodzą umiejętności planowania i przeprowadzania eksperymentu oraz interpretacji uzyskanych rezultatów, co pozwoliło na zrealizowanie założonego celu pracy.

Przedstawiony do recenzji materiał spełnia przyjęte zwyczajowo wymagania stawiane pracom doktorskim oraz jest zgodny z wymaganiami ustawowymi określonymi w art. 13. ustawy o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki z dnia 14 marca 2003 r. (Dz. U. 2003 r. nr 65, poz. 595 z późniejszymi zmianami). Wnioskuje do Wysokiej Rady Wydziału Chemii Uniwersytetu Adama Mickiewicza w Poznaniu o dopuszczenie Pana mgra Łukasza Tabisza do dalszych etapów przewodu doktorskiego.

