



WYDZIAŁ CHEMII

Katedra Chemii Nieorganicznej i Analitycznej



Uniwersytet
ŁÓDZKI

Prof. ndzw. dr hab. Sławomira Skrzypek

Łódź 3.03.2017

RECENZJA

rozprawy doktorskiej pt. „Badanie struktury polimerowej warstewki adsorpcyjnej w wybranych układach tlenek metalu-roztwór kopolimerów blokowych poliaminokwasu z PEG”

Praca doktorska magister Iwony Ostolskiej została zrealizowana w Zakładzie Radiochemii i Chemii Koloidów na Wydziale Chemii Uniwersytetu Marii Curie Skłodowskiej w Lublinie, pod kierunkiem dr hab. Małgorzaty Wiśniewskiej prof. nazw. UŁ. Recenzowana rozprawa dotyczy scharakteryzowania konformacji makrocząsteczek poliaminokwasów jonowych i ich kopolimerów blokowych z poli(glikolem etylenowym) - PEG zaadsorbowanych na powierzchni materiałów tlenkowych. Do badań wybrano związki polimerowe, które powstały na skutek polimeryzacji naturalnych monomerów, do których zalicza się aminokwasy.

Trzeba zauważyć, że polimery rozpuszczalne w wodzie znalazły szerokie wykorzystanie w nauce, technice przemyśle, medycynie, ochronie środowiska, a także w życiu codziennym. Wiele tych zastosowań opartych jest na procesie adsorpcji związku wielkocząsteczkowego na powierzchni wysoko zdyspergowanych cząstek ciał stałych. W zależności od struktury utworzonej warstewki polimerowej powstała suspensja koloidalna charakteryzować się może różną trwałością. Ogromną zaletą tego typu układów jest fakt, że poprzez dobór odpowiednich parametrów (takich jak masa cząsteczkowa i stężenie polimeru, pH i siła jonowa roztworu, czy też temperatura) można skutecznie wpływać na końcową konformację zaadsorbowanych makrocząsteczek, uzyskując pożądany efekt stabilizacji, bądź destabilizacji suspensji. Te znakomite właściwości polimerów wykorzystywane są powszechnie przy produkcji farb, kosmetyków, leków, którym stawia się wymaganie utrzymywania wysokiej trwałości w długim przedziale czasu, a dodany związek wielkocząsteczkowy zapewnia ich skuteczną stabilizację steryczną. Z drugiej strony w procedurach oczyszczania ścieków występujących w formie układu cząstek stałych rozproszonych w ośrodku ciekłym używa się polimerów, których masy cząsteczkowe

Katedra Chemii Nieorganicznej i Analitycznej

ul. Tamka 12, 91-403 Łódź, tel. (+48) (42) 635-58-04, fax (+48) (42) 635-57-96

<http://www.chemia.uni.lodz.pl>, e-mail: chemogin@chemia.uni.lodz.pl

Kierownik Katedry: dr hab. Sławomira Skrzypek

tel. (+48) (42) 635-57-85, e-mail: skrzypek@uni.lodz.pl



WYDZIAŁ CHEMII

Katedra Chemii Nieorganicznej i Analitycznej



Uniwersytet
ŁÓDZKI

niejednokrotnie sięgają kilkunastu milionów Daltonów. Powodują one efektywną flokulację mostkową suspensji prowadząc do wydzielenia fazy stałej. Dodatkowo w przypadku polimerów jonowych, których makrocząsteczki zawierają grupy funkcyjne obdarzone ładunkiem, może wystąpić efekt tzw. stabilizacji elektrosterycznej lub destabilizacji na skutek neutralizacji ładunku cząstek ciała stałego. Te różne mechanizmy wpływania na trwałość układów koloidalnych, które są udziałem związków polimerowych dają szerokie możliwości kontroli zachowania się konkretnych suspensji w warunkach ich praktycznego wytwarzania, użytkowania, czy też przechowywania.

W obecnym czasie obserwuje się coraz większe zainteresowanie opracowywaniem technologii przyjaznych środowisku. W związku z tym badania naukowe ukierunkowane są na nowe rozwiązania oparte na wykorzystaniu naturalnych substancji polimerowych, które produkowane są przez organizmy żywe, takie jak białka, czy polisacharydy. Daje to gwarancję ich całkowitego rozkładu mikrobiologicznego na związki proste, które mogą zostać następnie włączone w szlaki metaboliczne bakterii, nie powodując obciążenia środowiska. Dużym zainteresowaniem cieszą się także polimery wytworzone na drodze syntezy chemicznej, ale powstałe wskutek polimeryzacji naturalnych monomerów, do których zalicza się aminokwasy. W wyniku połączenia ze sobą za pośrednictwem wiązania peptydowego jednego rodzaju monomerów tego typu powstają makrocząsteczki tzw. poliaminokwasy. Ze względu na naturalne pochodzenie związków wyjściowych, uzyskane substancje polimerowe posiadają wiele cech niezwykle istotnych z punktu widzenia medycyny, farmacji oraz ochrony środowiska. Oprócz ich całkowitej biodegradowalności, odznaczają się brakiem toksyczności oraz wykazują doskonałą biokompatybilność w stosunku do organizmu ludzkiego, przez co nie wywołują odpowiedzi immunologicznej. Spośród 20 naturalnie występujących aminokwasów, wiele uwagi poświęca się syntezie związków wielkocząsteczkowych z wykorzystaniem kwasu glutaminowego, kwasu asparaginowego i lizyny. Co więcej substancji tych używa się nie tylko w celu uzyskania homopolimerów (złożonych z jednego typu aminokwasu), ale również do otrzymywania kopolimerów, których makrocząsteczki zbudowane są przynajmniej z dwóch różnych typów monomerów. Wprowadzenie do makrocząsteczki poliaminokwasu fragmentu o odmiennym charakterze jonowym i polarności daje możliwość modyfikacji własności



WYDZIAŁ CHEMII

Katedra Chemii Nieorganicznej i Analitycznej



Uniwersytet
ŁÓDZKI

adsorpcyjnych tego typu związków, co w efekcie pozwala na uzyskanie różnorodnych struktur warstewek powierzchniowych kopolimeru utworzonych na granicy faz ciało stałe – roztwór.

Tematyka badawcza rozprawy doktorskiej Pani mgr Iwony Ostolskiej wpisuje się bardzo dobrze w ten nurt naukowy. Jej głównym celem było scharakteryzowanie konformacji makrocząsteczek poliaminokwasów jonowych i ich kopolimerów blokowych z poli(glikolem etylenowym) - PEG zaadsorbowanych na powierzchni materiałów tlenkowych. Do badań wybrano związki polimerowe, które znajdują szerokie wykorzystanie w farmacji i medycynie, jako substancje uczestniczące w procesie transportu i uwalniania substancji leczniczych wewnątrz organizmu. Ma to ogromne znaczenie w diagnostyce i leczeniu wielu chorób, w tym także zmian nowotworowych. Ponadto są one stosowane w roli flokulantów w procedurach oczyszczania wód i ścieków, a także jako substancje przeciwdziałające osadzeniu się kamienia kotłowego. W pracach doświadczalnych zastosowano zarówno homopolimery (anionowy poli(L-kwas asparaginowy) - ASP i kationową poli(L-lizynę) – LYS), jak i kopolimery di- i triblokowe tych poliaminokwasów z niejonowym poli(glikolem etylenowym) – tj. ASP PEG, ASP-PEG ASP, LYS PEG oraz LYS PEG LYS. Kopolimery różniły się między sobą długością (masą cząsteczkową) bloku poliaminokwasu i PEG. W celu porównania własności adsorpcyjnych określonego typu homopolimeru i odpowiadającego mu kopolimeru z PEG wykorzystano substancje charakteryzujące się zbliżoną masą cząsteczkową. Jako adsorbenty wytypowano dwa ciała stałe, mianowicie tlenek chromu(III) oraz tlenek krzemu(IV). O takim wyborze zdecydowały przede wszystkim ich odmienne własności powierzchniowe (typ, rozmieszczenie oraz stężenie grup hydroksylowych), co umożliwiło uzyskanie polimerowych warstewek adsorpcyjnych o różnorodnych strukturach.

Pani mgr Iwona Ostolska skupiła się na określeniu wpływu charakteru jonowego poliaminokwasu (rodzaju jego grup funkcyjnych), budowy makrocząsteczki kopolimeru (ilości bloków), a także długości poszczególnych typów bloków w makrocząsteczce na mechanizm wiązania łańcuchów polimerowych na granicy faz ciało stałe – roztwór w funkcji pH roztworu. Dokonała tego na podstawie analizy wyników uzyskanych w toku przeprowadzenia pomiarów wielkości adsorpcji polimeru (metoda spektrofotometryczna), gęstości ładunku powierzchniowego (metoda miareczkowania potencjometrycznego), ruchliwości elektroforetycznej (metoda dopplerowskiej elektroforezy laserowej), a także stabilności

Katedra Chemii Nieorganicznej i Analitycznej

ul. Tamka 12, 91-403 Łódź, tel. (+48) (42) 635-58-04, fax (+48) (42) 635-57-96

<http://www.chemia.uni.lodz.pl>, e-mail: chemogin@chemia.uni.lodz.pl

Kierownik Katedry: dr hab. Sławomira Skrzypek

tel. (+48) (42) 635-57-85, e-mail: skrzypek@uni.lodz.pl



WYDZIAŁ CHEMII

Katedra Chemii Nieorganicznej i Analitycznej



Uniwersytet
ŁÓDZKI

termicznej (metoda termograwimetryczna). Takie kompleksowe i uporządkowane podejście do postawionego problemu badawczego stanowi bez wątpienia rozszerzenie wiedzy w odniesieniu do charakterystyki oddziaływań występujących pomiędzy makrocząsteczkami o różnej budowie i powierzchnią adsorbentów tlenkowych. Ponadto, zaproponowano najbardziej prawdopodobną strukturę polimerowej warstewki adsorpcyjnej w poszczególnych układach i powiązано ją z wyznaczoną trwałością suspensji koloidalnych zawierających związek wielkocząsteczkowy (metoda turbidymetryczna). Dane dotyczące stabilności cząstek użytych ciał stałych pokrytych warstewkami kopolimerowymi o różnej strukturze nie były dotąd dostępne w literaturze, co wskazuje na nowatorski charakter przeprowadzonych pomiarów.

Recenzowana rozprawa ma formę tzw. zszywki publikacji naukowych, które zawierają prezentację i dyskusję uzyskanych wyników. Oparta jest na 7 pracach, wśród których 6 ukazało się w renomowanych czasopismach fachowych z listy filadelfijskiej, a jedna jest w trakcie recenzji. W skład tego cyklu wchodzi także jedna publikacja w anglojęzycznym czasopiśmie nie posiadającym współczynnika IF oraz rozdział w książce „Nanophysics, Nanophotonics, Surface Studies and Applications” (wydawca Springer) zaakceptowany do druku. Prace te ukazały się w takich czasopismach jak: *Colloid and Polymer Science*, *Journal of Hazardous Materials*, *RSC Advances*, *Applied Polymer Science*, *Colloids and Surfaces A* i *Journal of Thermal Analysis and Calorimetry*, a ich łączny Impact Factor przyjmuje wartość 19,6. Do każdej publikacji dołączone są oświadczenia współautorów określające zakres udziału w przygotowaniu manuskryptów. W większości prac udział doktorantki wynosił 70%, a w pozostałych dwóch został oszacowany na przynajmniej 60%. Sprowadzał się on do wykonania badań eksperymentalnych, opracowania i analizy wyników, a także przygotowania odpowiedzi na recenzje. Pragnę podkreślić, że dorobek publikacyjny Pani mgr Iwony Ostolskiej, który jest objęty rozprawą doktorską jest obszerny i wyraźnie przewyższa przeciętne wymagania, jakie stawia się młodym naukowcom w tym względzie.

Całość poprzedzona jest częścią opisową, która liczy 88 stron. Składają się na nią następujące rozdziały: Lista prac będąca przedmiotem rozprawy doktorskiej, Wstęp i cel pracy, Wprowadzenie, Ogólny opis zastosowanych metod, Wyniki pomiarów i ich interpretacja, Podsumowanie, Streszczenia pracy w języku polskim i angielskim, Życiorys naukowy oraz Bibliografia. Drugi z wymienionych rozdziałów stanowi wprowadzenie w tematykę badawczą,

Katedra Chemii Nieorganicznej i Analitycznej

ul. Tamka 12, 91-403 Łódź, tel. (+48) (42) 635-58-04, fax (+48) (42) 635-57-96

<http://www.chemia.uni.lodz.pl>, e-mail: chemogin@chemia.uni.lodz.pl

Kierownik Katedry: dr hab. Sławomira Skrzypek

tel. (+48) (42) 635-57-85, e-mail: skrzypek@uni.lodz.pl



WYDZIAŁ CHEMII

Katedra Chemii Nieorganicznej i Analitycznej



Uniwersytet
ŁÓDZKI

zawiera uzasadnienie jej podjęcia przez Autorkę, a także sprecyzowanie celu podjętych prac eksperymentalnych. Chociaż zrealizowane badania mają charakter podstawowy, to wskazano także obszary ich potencjalnych zastosowań. Kolejny rozdział zatytułowany „Wprowadzenie” został podzielony na 5 części. Poświęcono go charakterystyce poliaminokwasów ze szczególnym uwzględnieniem tych wykorzystywanych w badaniach (tj. poli(kwasowi asparaginowemu) i polilizynie), a także krótkiemu opisowi właściwości i metod otrzymywania kopolimerów blokowych. Szczególną uwagę zwrócono na proces adsorpcji związków wielkocząsteczkowych na powierzchni ciał stałych oraz wskazano różnice występujące w mechanizmie wiązania kopolimerów posiadających w swoim składzie bloki o różnym powinowactwie do adsorbentu w stosunku do odpowiadających im homopolimerów. Bardzo ciekawy fragment w tej części pracy dotyczy zwięzłego przeglądu obszarów zastosowań poliaminokwasów oraz ich kopolimerów blokowych z PEG. Autorka podkreśliła ich znakomite cechy, które stwarzają duże możliwości użycia tych związków w farmacji, medycynie i ochronie środowiska.

W dalszej kolejności Doktorantka zwięzle scharakteryzowała zastosowane w badaniach metody i techniki eksperymentalne, a także zawarła informacje o zastosowanych adsorbentach i związkach polimerowych. Na szczególne docenienie zasługują kolorowe schematy przedstawiające w obrazowy sposób kolejne etapy realizowane w ramach konkretnego pomiaru, a także poszczególne części zestawów badawczych.

Te fragmenty pracy napisane są w sposób logiczny i spójny, co świadczy o bardzo dobrym opanowaniu przez Panią mgr Iwonę Ostolską literatury przedmiotu oraz umiejętności wyboru najważniejszych treści dotyczących prezentowanych w rozprawie zagadnień. Cytowane prace są starannie dobrane i pochodzą w przeważającej części z ostatniego dziesięciolecia. Świadczy to nie tylko o tym, że Doktorantka zapoznała się z najnowszymi osiągnięciami w tej dziedzinie nauki, ale także stanowi to dowód dużej aktualności podjętej przez nią tematyki badawczej.

Odnosnie tej części rozprawy, mam drobną uwagę, która związana jest z nieściśłym sformułowaniem na str. 8: „W naturze, kombinacja 20 znanych peptydów prowadzi do otrzymania ogromnej ilości odmiennych pod względem struktury związków (oligomerów, białek)...” – chodziło tu raczej o kombinację 20 znanych aminokwasów, ponieważ peptydy powstają przez połączenie co najmniej dwóch cząsteczek aminokwasów za pośrednictwem

Katedra Chemii Nieorganicznej i Analitycznej

ul. Tamka 12, 91-403 Łódź, tel. (+48) (42) 635-58-04, fax (+48) (42) 635-57-96

<http://www.chemia.uni.lodz.pl>, e-mail: chemogin@chemia.uni.lodz.pl

Kierownik Katedry: dr hab. Sławomira Skrzypek

tel. (+48) (42) 635-57-85, e-mail: skrzypek@uni.lodz.pl



wiązania peptydowego. Ponadto we wzorze 4 na str. 31 brakuje wyjaśnienia znaczenia parametru $f_l(\square a)$.

Kolejna część pracy zatytułowana „Wyniki pomiarów i ich interpretacja” liczy 29 stron i zawiera 15 rysunków i 3 tabele. Podzielona została na 5 podrozdziałów. Pierwszy z nich poświęcono omówieniu struktury polimerowych warstewek adsorpcyjnych utworzonych na powierzchni tlenku chromu(III) przez poliaminokwasy jonowe (homopolimery). Stanowiło to punkt odniesienia dla dalej prezentowanych wyników odnoszących się do adsorpcji kopolimerów w układzie Cr_2O_3 – roztwór. Dotyczyły one porównania adsorpcyjnego zachowania się kopolimerów blokowych polipeptydów z PEG w stosunku do homopolimeru o zbliżonej masie cząsteczkowej, a także określenia wpływu długości bloków poli(L-kwasu asparaginowego) oraz poli(L-lizyny) na konformację makrocząsteczek kopolimerów di i tri-blokowych zaadsorbowanych na powierzchni tlenku chromu(III). Ostatni podrozdział w tej części dedykowano przedstawieniu właściwości adsorpcyjnych tlenku krzemu(IV) w odniesieniu do kopolimerów blokowych. Analizę i interpretację wybranych wyników badań podsumowano w formie ośmiu bardziej rozbudowanych wniosków.

Biorąc pod uwagę złożoność wytypowanych układów adsorpcyjnych, a także uzależnienie struktury warstewki polimerowej od wielu czynników, należy podkreślić, że wyniki badań zostały czytelnie przedstawione i wyczerpująco omówione. Wnioski wynikające z przeprowadzonych doświadczeń zostały poprawnie sformułowane, a na podstawie ich analizy mogą stwierdzić, że postawiony cel badawczy został w pełni zrealizowany.

W mojej ocenie recenzowana rozprawa Pani mgr Iwony Ostolskiej jest wartościowym opracowaniem, które wnosi znaczący element nowości naukowej w obecny stan wiedzy. Bogaty materiał doświadczalny, a także przedstawiona dyskusja wyników stanowią oryginalne rozwiązanie postawionego problemu. Doktorantka opanowała w bardzo dobrym stopniu warsztat badawczy oraz literaturę przedmiotu, a także wykazała dojrzałość naukową. Do najważniejszych osiągnięć rozprawy doktorskiej zaliczam m. in.:

- 1) określenie mechanizmu wiązania makrocząsteczek poliaminokwasów jonowych (poli(L-kwasu asparaginowego) i poli(L-lizyny)) na powierzchni tlenku chromu(III) w roztworach o różnym odczynie oraz wykazanie ważnej roli oddziaływań elektrostatycznych oraz wiązań wodorowych w tym procesie;



- 2) udowodnienie, że zastosowane w badaniach homopolimery wpływają na trwałość wodnej suspensji Cr_2O_3 powodując na ogół wzrost jej stabilności będący konsekwencją odpychania elektrosterycznego pomiędzy cząstkami ciała stałego pokrytymi makrocząsteczkami obdarzonymi ładunkiem;
- 3) scharakteryzowanie wpływu adsorpcji poliaminokwasów i ich kopolimerów blokowych z PEG na strukturę podwójnej warstwy elektrycznej utworzonej na granicy faz ciało stałe roztwór;
- 4) wykazanie znaczącej roli obecności oraz długości fragmentu niejonowego poli(glikolu etylenowego) w makrocząsteczce kopolimeru w powinowactwie adsorpcyjnym takich związków do powierzchniowych grup hydroksylowych tlenku;
- 5) udowodnienie, że w zależności od warunków elektrostatycznych panujących w układzie adsorpcyjnym (na co wpływ ma pH roztworu) blok PEG może pełnić zarówno rolę tzw. boi, jak i kotwicy kopolimeru,
- 6) określenie najbardziej prawdopodobnej konformacji makrocząsteczek di- i triblokowych kopolimerów poliaminokwasów z PEG na granicy faz adsorbent tlenkowy – roztwór oraz wykazanie jej bezpośredniego związku z wyznaczoną trwałością układów koloidalnych tego typu;
- 7) potwierdzenie zaproponowanego mechanizmu adsorpcji poli(L-kwasu asparaginowego) oraz jego kopolimerów di- i triblokowych z PEG na powierzchni tlenku chromu(III) poprzez analizę wielkości charakteryzujących rozkład termiczny badanych układów;
- 8) wykazanie, że poprzez odpowiedni dobór parametrów układu adsorpcyjnego, takich jak masa cząsteczkowa i charakter jonowy poliaminokwasu, ilość bloków PEG w makrocząsteczce kopolimeru i ich długość, pH roztworu, a także rodzaj ciała stałego można otrzymać polimerowe warstewki adsorpcyjne o różnej strukturze, co determinuje mechanizm trwałości wodnych suspensji tlenków metali.

Niezależnie jednak od mojej wysokiej oceny jakości badań zaprezentowanych w rozprawie doktorskiej Pani mgr Iwony Ostolskiej, nasunęły mi się w czasie jej lektury pewne komentarze i pytania:



- 1) Z czego może wynikać brak powinowactwa adsorpcyjnego fragmentu niejonowego PEG w makrocząsteczce kopolimeru do powierzchni tlenku metalu obdarzonej ładunkiem ujemnym?
- 2) W roztworze o pH 3 nie obserwowano adsorpcji poli(L-lizyny) na powierzchni Cr_2O_3 . Niemniej jednak zanotowano pewne niewielkie zmiany gęstości ładunku powierzchniowego oraz potencjału dzeta cząstek ciała stałego w obecności tego homopolimeru? Czy mieści się to w granicach błędu pomiarowego, czy też wynika z innych powodów?
- 3) Na str. 41 Autorka używa pojęcia „stabilizacja na skutek zubożenia” nie podając jednak krótkiego wyjaśnienia mechanizmu tego procesu.
- 4) Pomiar napięcia powierzchniowego wodnych roztworów kopolimerów blokowych poliaminokwasów z PEG nie potwierdziły tworzenia agregatów (budową przypominających micelle) w zakresie badanych stężeń substancji polimerowej (praca D4). Uważam, że w ewentualnych przyszłych badaniach warto skupić się na doborze parametrów układu, które gwarantowałyby powstawanie takich struktur. Byłoby to niezwykle interesujące nie tylko w aspekcie czysto poznawczym, ale również w kontekście dużych możliwości zastosowań praktycznych.
- 5) Jaki był czas osiągnięcia równowagi adsorpcyjnej przez badane układy? Nie znalazłam takich informacji w pracy.
- 6) Zastosowane homopolimery i kopolimery na ogół wykazują działanie poprawiające trwałość wodnych suspensji badanych ciał stałych. Jest to pożądane w kontekście ich zastosowań w tych dziedzinach życia, w których wymagana jest skuteczna stabilizacja suspensji. Jednakże w odniesieniu do użycia tych związków jako efektywnych flokulantów w procedurach oczyszczania wód i ścieków powinna mieć miejsce destabilizacja cząstek stałych. Czy na podstawie przeprowadzonych badań można w pewnym stopniu przewidzieć dobór takich parametrów układu adsorpcyjnego, które gwarantowałyby ten efekt?

Powyższe pytania i uwagi nie wpływają jednak na ogólną wysoką ocenę pracy doktorskiej i nie umniejszają wartości merytorycznej prezentowanych rezultatów. Zakres zaplanowanych badań, pełne zrealizowanie postawionego celu, logiczny sposób prezentacji wyników, wyczerpujące ich omówienie, a także umiejętność wyciągania trafnych wniosków świadczą o wysokim poziomie naukowym Doktorantki.



WYDZIAŁ CHEMII

Katedra Chemii Nieorganicznej i Analitycznej



Uniwersytet
ŁÓDZKI

Chciałabym również szczególnie podkreślić dużą aktywność konferencyjną Pani mgr Iwony Ostolskiej. Przejawia się ona w wygłoszeniu aż 33 komunikatów ustnych oraz zaprezentowaniu 25 posterów na konferencjach międzynarodowych oraz krajowych. Ponadto oprócz prac włączonych w cykl doktorski, Doktorantka jest współautorką 6 publikacji w renomowanych czasopismach z listy filadelfijskiej (o łącznym IF równym 16,5) oraz 21 rozdziałów w monografiach pokonferencyjnych. Całkowita liczba cytowań wszystkich prac przekracza 90, a indeks h jest równy 5.

W kontekście powyższych spostrzeżeń stwierdzam, że recenzowana praca jest bardzo wartościowym opracowaniem, które w pełni spełnia warunki określone ustawą z dnia 14 marca 2003 roku o stopniach i tytułach naukowych w zakresie sztuki (Dz. U. nr 65, poz. 595 z późniejszymi zmianami) oraz wnioskuję do Wysokiej Rady Wydziału Chemii UMCS w Lublinie o dopuszczenie Doktorantki do dalszych etapów przewodu doktorskiego.

Ponadto, biorąc pod uwagę aktualność tematyki badawczej, istotny wkład uzyskanych wyników w istniejący stan wiedzy, a także ponadprzeciętną aktywność naukową Pani mgr Iwony Ostolskiej składam wniosek o wyróżnienie recenzowanej rozprawy.

Sławomira Skrzypek