

Wrocław, 26.08.2020 r.

dr hab. inż. Izabela Polowczyk, profesor uczelni
Katedra Inżynierii Procesowej i Technologii Materiałów
Węglowych i Polimerowych
Politechnika Wrocławska

Recenzja rozprawy doktorskiej mgr Salvadora Pérez-Huertasa

Przedstawiona do recenzji rozprawa doktorska pt.: „Study on the surface and rheological properties of gel-type biopolymers formed on cold plasma activated plates” została wykonana w Katedrze Zjawisk Międzyfazowych Instytutu Nauk Chemicznych Wydziału Chemii UMCS w Lublinie, w renomowanym ośrodku badawczym, wiodącym w obszarze badania zjawisk zachodzących na granicach faz. Promotorem pracy była dr hab. Marta Tomczyńska-Mleko, profesor Uniwersytetu Przyrodniczego w Lublinie, a promotorem pomocniczym był dr hab. Konrad Terpiłowski z UMCS.

Praca została napisana w języku angielskim i stanowi kompendium czterech publikacji naukowych, które ukazały się w czasopismach z listy JCR w latach 2018-2019. Prace zostały opublikowane w następujących czasopismach: *Journal of the Chemical Society of Pakistan*, *Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects*, *Food Hydrocolloids* oraz *Plasma Processes and Polymers*. Sumaryczny współczynnik oddziaływania IF tych prac wynosi 12,496. Są to prace wieloautorskie (od 4 do 7 autorów) i we wszystkich tych pracach doktorant jest pierwszym autorem, a w jednej autorem korespondencyjnym. Zgodnie z deklaracją pana mgr Salvadora Pérez-Huertasa, jego udział w powstaniu tych prac jest wiodący i wynosił od 60 do 85%, co zostało potwierdzone przez współautorów. Deklarowany udział w badaniach eksperymentalnych polegał głównie na przygotowaniu podłoża i naniesieniu hydrożeli, charakterystyce otrzymanych powierzchni, m.in. pomiary kąta zwilżania, obliczanie swobodnej energii powierzchniowej, wyznaczanie parametrów chropowatości i analiza XPS. W trzech publikacjach doktorant był autorem koncepcji, a w dwóch wykonywał wszystkie badania eksperymentalne. Uczestniczył również aktywnie w interpretacji uzyskanych wyników, opracowaniu przeglądu literatury oraz napisaniu manuskryptu.

Przedstawiona do recenzji praca ma charakter interdyscyplinarny i łączy w sobie zarówno badania podstawowe, jak i typowo aplikacyjne.

Badania nad zastosowaniem plazmy, zwłaszcza plazmy niskotemperaturowej, jako technologii obróbki materiałów wrażliwych na ciepło, np. biopolimerów, skupiają uwagę wielu badaczy i ośrodków naukowych. Zgłębianie zagadnienia zmiany właściwości powierzchniowych, ale również struktury wewnętrznej materiałów pod wpływem działania plazmy jest interesujące i może prowadzić do ważnych wniosków, z dużym potencjałem dla praktyki przemysłowej. Dlatego dobór tematu dysertacji uważam za jak najbardziej uzasadniony. Również wybór biopolimeru w formie hydrożelu jako materiału badawczego, którego właściwości mogą zostać zmienione i zaprogramowane wg konkretnych potrzeb, jest celowe. Biopolimery w postaci cienkiego filmu, jako konkurencja dla polimerów syntetycznych, znajdują coraz większe zastosowanie, zarówno w medycynie, jak i w codziennym życiu.

Pretekstem do rozpoczęcia pracy doktorskiej, jak stwierdza sam doktorant, był fakt, że bezpośrednie działanie zimną plazmą na hydrożele może prowadzić do zniszczenia ich struktury. W pracy zaproponowano więc rozwiązanie polegające na pośrednim działaniu plazmy, zakładające, że wcześniejsze aktywowanie powierzchni podłoża zimną plazmą pozwoli na przeniesienie zmian powierzchniowych do nanoszonego na to podłożu żelu.

Aby dowieść skuteczności tej tezy, w badaniach skoncentrowano się głównie na dwóch zagadnieniach. Po pierwsze na charakterystyce powierzchni poli(tereftalanu etylenu) (PET) modyfikowanej za pomocą obróbki zimną plazmą. Po drugie na charakterystyce powierzchni, ale również fazy objętościowej żeli

albuminy jaja kurzego (EWA) i żelatyny uformowanych na płytkach PET i płytkach szklanych poddanych wcześniej obróbce plazmą. W pierwszym przypadku badany był wpływ obróbki płytek PET zimną plazmą i w trakcie tzw. starzenia w okresie dwóch tygodni. Wykorzystano liczne techniki charakteryzujące powierzchnię podłoża, takie jak badania kąta zwilżania, obliczenia swobodnej energii powierzchniowej (SFE), wyznaczenie parametrów chropowatości powierzchni, analiza składu powierzchni metodą XPS. Był to ważny krok w badaniach, ponieważ uzyskana wiedza została później wykorzystana w drugiej części pracy badawczej, w której wstępnie przygotowane płytki PET, a w innej serii badań także płytki szklane, stosowane były jako tzw. aktywowane podłoże. W tej części pracy oceniano zakres i możliwości metodologii pośredniego oddziaływania zimnej plazmy, co pozwoliło nie tylko scharakteryzować powierzchnię warstw biopolimeru, ale także ich właściwości reologiczne.

Analizując zarówno napisany przewodnik po wybranych publikacjach, jak i same publikacje wybrane do cyklu, za największe osiągnięcie naukowe doktoranta przedstawione w pracy uważam udowodnienie, po raz pierwszy w literaturze, że pośrednia modyfikacja plazmą, poprzez podłoże, jest możliwa oraz dowiedzenie odpowiednimi badaniami, jaki jest mechanizm oraz skuteczność tego typu modyfikacji.

Pozostałe wnioski wyciągnięte na podstawie wyników są również ważne. W pracy udowodniono, m.in., że działanie plazmą z argonu lub z powietrza na powierzchnię PET sprawia, że staje się ona bardziej hydrofilowa (niższe kąty zwilżania dla wody) i ma odzwierciedlenie we wzroście wartości składowych polarnych SFE na skutek zwiększenia ilości grup polarnych. Jednocześnie efekt z zastosowaniem plazmy z argonu utrzymywał się dłużej, podczas gdy w przypadku plazmy z powietrza powierzchnia wracała praktycznie do stanu początkowego po ok. dwóch tygodniach. Badania XPS potwierdziły zmniejszenie stosunku tlenu do węgla na powierzchni PET w ciągu dwóch tygodni od aktywacji powierzchni.

Pośredni wpływ plazmy na zwilżalność powierzchni otrzymanego na podłożu z PET lub szkła żelu EWA z żelatyną polegał również na znacznym obniżeniu kąta zwilżania wodą w stosunku do próbki niepoddawanej działaniu plazmy, zwłaszcza tej otrzymywanej z tlenu. Z kolei badania wpływu zawartości żelatyny w hydrożelu dowiodły, że im większe stężenie żelatyny, tym zmiana energii powierzchniowej jest mniejsza, w stosunku do próbki bez modyfikacji plazmą. Wraz ze wzrostem stężenia żelatyny kąt zwilżania maleje, a w przypadku tlenu – rośnie zbliżając się do wartości osiąganey dla próbek niemodyfikowanych i modyfikowanych plazmą z argonu i powietrza.

Na uwagę zasługuje fakt zastosowania przez doktoranta dwóch metod wyznaczania swobodnej energii powierzchniowej dla badanych powierzchni, to jest modelu LWAB (Lifshitz-van der Waals/Acid-Base) wykorzystującego trzy cieczki wzorcowe oraz metody CAH (Contact Angle Hysteresis) z wykorzystaniem jednej cieczy wzorcowej. Pierwsza z metod pozwala na wyznaczenie poszczególnych składowych SFE (polarnych, AB i apolarnych, LW), a w obliczeniach wykorzystywano kąty równowagowe. Druga metoda, opracowana przez prof. Emila Chibowskiego w Katedrze Zjawisk Międzyfazowych UMCS, jest oparta na histerezie kąta zwilżania (różnica między kątem wstępującym i cofającym) i pozwala na obliczanie wartości swobodnej energii powierzchniowej niezależnie od charakteru powierzchni, czyli zarówno jej właściwości hydrofilowych, hydrofobowych, a nawet superhydrofobowych. Wykorzystanie obu metod daje szerszy obraz charakteru powierzchni i jest podejściem bardzo nowoczesnym.

Zimna plazma jest zwykle określana w literaturze jako nie dająca zmian właściwości fazy objętościowej materiału nią traktowanego. Do tej pory nie ma badań dotyczących właściwości reologicznych żeli otrzymywanych na aktywowanych plazmą nośnikach. Niniejsze opracowanie ostatecznie dostarczyło odpowiedzi na pytanie, czy właściwości fazy objętościowej mogą być zmienione, tak samo jak właściwości fazy powierzchniowej.

Przeprowadzone przez doktoranta badania reologiczne w trybie oscylacji udowodniły, że efekt powierzchniowy od podłoża przekazywany jest również do wnętrza hydrożelu. Jako wytłumaczenie autor wskazuje na migrację grup polarnych z powierzchni podłoża do łańcuchów biopolimeru

powodując usztywnienie jego struktury, niezależnie od rodzaju użytej plazmy. Zastosowanie plazmy tlenowej powodowało największy wzrost sztywności żelu, w porównaniu do argonu i powietrza.

Zastosowanie plazmy z tlenu skutkuje również otrzymaniem najbardziej chropowatej powierzchni hydrożeli. Autorzy wnioskują, że taka powierzchnia, na skutek powstawania mikroporów, może być całkowicie zwilżana przez wodę, stąd tak spektakularny wpływ plazmy z tlenu na zwilżalność biopolimeru.

Powyższe wnioski, do których doktorant doszedł w trakcie realizacji pracy doktorskiej, są w moim mniemaniu ważne i przydatne dla nauki oraz praktyki przemysłowej.

Oceniając dorobek naukowy pana mgr Salvadora Pérez-Huertasa zauważam, że oprócz czterech publikacji naukowych, które doktorant przedstawił jako swoje oryginalne osiągnięcie i wybrał do cyklu, jest on również współautorem jeszcze czterech innych artykułów naukowych w czasopismach międzynarodowych, co w moim mniemaniu, jest sporym osiągnięciem. W latach 2017-2018 brał również udział w kilku konferencjach międzynarodowych, a także w konferencjach przeznaczonych typowo dla młodych naukowców, gdzie prezentował wyniki swoich badań.

Jak napisałam wcześniej, przedstawiona do recenzji praca jest właściwie przewodnikiem po czterech opublikowanych i powiązanych tematycznie artykułach naukowych. Z tego względu nie jest więc zbyt obszerna; razem z bibliografią zawierała się na ok. 70 stronach. Dopełnienie do ok. 120 stron stanowią załączniki.

Na pierwszych stronach opracowania wymienione zostały wybrane publikacje, wraz z ich parametrami bibliometrycznymi oraz deklaracją doktoranta, co do udziału procentowego i merytorycznego w powstaniu każdej z prac. W pracy umieszczono również abstrakt, zarówno w języku angielskim, jak i w języku polskim. Na kolejnych czternastu stronach przedstawiono przegląd literatury dotyczący zastosowania technologii plazmy, z naciskiem na aplikację zimnej plazmy w modyfikacji polimerów, zwłaszcza PET. Przybliżono również tematykę biopolimerów w formie hydrożeli, ich otrzymywania i zastosowań. Na koniec przedstawiono krótko zagadnienie swobodnej energii powierzchniowej (SFE), jako miary właściwości powierzchni ciała stałego.

Kolejny rozdział opracowania został poświęcony uzasadnieniu wyboru tematu i konieczności podjęcia badań oraz przedstawiony został cel i zakres pracy. Całość zajęła 7 stron. Na kolejnych dziewięciu stronach autor przedstawił metodykę prowadzonych badań oraz materiały, które wykorzystywano w badaniach. Dyskusji otrzymanych wyników poświęcono dziewięć stron. W tej części nie przedstawiono szczegółowo wszystkich wyników badań, jedynie te potwierdzające założenia pracy, a mianowicie skuteczność pośredniego oddziaływania plazmy przez modyfikowane nią podłoże na właściwości powierzchniowe i strukturę otrzymywanych na podłożu hydrożeli. Skupiono się więc na zmianie właściwości powierzchni podłoża z PET pod wpływem zimnej plazmy z różnych gazów, takich jak SFE, chropowatość, zmiana składu chemicznego. Pokazano również wyniki badań powierzchni otrzymanych hydrożeli (od strony, która miała bezpośredni kontakt z podłożem), a także ich właściwości reologicznych.

W konkluzjach autor zawarł dziewięć wniosków podsumowujących otrzymane wyniki. Na końcu zamieścił również krótki akapit ze wskazaniem perspektyw dla metody pośredniego zastosowania plazmy.

Bibliografia umieszczona w pracy zawiera ok. 200 starannie dobranych pozycji literaturowych, zarówno klasycznych prac dotyczących zagadnienia termodynamiki powierzchni, jak i najnowszych doniesień dotyczących zastosowania zimnej plazmy oraz otrzymywania i charakterystyki hydrożeli. Dobór pozycji literaturowych oraz sam przegląd literatury przedstawiony w pracy wskazuje na dobre opanowanie przez doktoranta zarówno zagadnień związanych z technologią zimnej plazmy i jej wykorzystania w modyfikacji powierzchni polimerów i biopolimerów, jak i termodynamiki powierzchni.

Do pracy dołączono również wybrane do cyklu oryginalne publikacje (załączniki 1-4), a także tabelę ze składowymi energiami powierzchniowej dla szeregu wybranych polimerów. Dodatkowo pojawiła się krótka biografia autora oraz wykaz jego publikacji i udziału w konferencjach naukowych. Na końcu pracy można znaleźć oświadczenia współautorów wybranych do cyklu prac o ich wkładzie procentowym w powstanie publikacji, wraz ze zgodą na włączenie przez doktoranta tych publikacji do rozprawy doktorskiej.

Autor nie ustrzegł się pewnych błędów edytorskich. Są to drobne usterki, które nie wpływają na mój pozytywny odbiór pracy. Oto kilka przykładów:

- Strony w załączniku 2 od 85 do 88 pojawiły się dwukrotnie w przystanej wersji papierowej pracy.
- Publikacja o numerze [134] (Langmuir, 18 (2002) 9462-9468) oczywiście należy do Tomasza Białopiotrowicza i Bronisława Jańczuka, lecz autor podaje je jako T. Białopiotrowicz i J. Bronisław.
- W pierwszej publikacji z cyklu (załącznik 1) brakuje (przynajmniej w mojej wersji pracy) w wykazie cytowań prac powyżej numeru [72]. Zabrakło ostatniej strony publikacji.
- Z zasady, gdy w pracy podaje się pierwszy raz nazwę gatunku mikroorganizmu, powinna ona składać się z pełnych wyrazów (str. 15 pracy - *S. Typhimurium*, *S. aureus*). A przy kolejnym jej użyciu, można podać tylko pierwszą literę nazwy rodzajowej (zawsze dużą) oraz nazwę gatunkową w pełnym brzmieniu, np. *E. coli*. Nazwy należy pisać kursywą. W przypadku *S. Typhimurium*, który jest wariantem serologicznym szczepów *Salmonella*, drugi człon (serowar) nie powinno się pisać kursywą lecz pismem prostym, choć z wielkiej litery (jak autor w pracy), czyli *Salmonella Typhimurium*. Z kolei w nazwie szczepu (str. 15 pracy - *Bacillus Atrophaeus*) nazwę gatunkową należy pisać z małej litery, czyli powinno być *B. atrophaeus*.

Z kolei zamieszczone poniżej uwagi mają charakter dyskusyjny i nie podważają wartości merytorycznej przedstawionej do recenzji pracy doktorskiej. Wynikają raczej z ciekawości naukowej, którą wywołały we mnie przedstawione wyniki lub pewnych wątpliwości, co do sposobu prezentacji wyników badań w opracowaniu. Dodatkowo, publikacje wybrane do cyklu były już recenzowane, zapewne przez więcej niż jednego recenzenta, w cyklu publikacyjnym, nie czuję się zatem w obowiązku krytycznie ich oceniać. Oczekuję, że doktorant odniesie się do moich uwag w trakcie obrony.

- Pewien niedosyt pozostawia styl, w którym zostały przygotowane oświadczenia współautorów prac wybranych do cyklu o ich wkładzie w powstanie publikacji, ponieważ ograniczono się jedynie do krótkiego stwierdzenia, w każdym przypadku, że wkład w powstanie publikacji polegał na udziale w opracowaniu wyników badań. Z drugiej strony mamy przecież szczegółowe deklaracje doktoranta, co do jego udziału w powstaniu prac. Jednak w przypadku publikacji pierwszej (załącznik 1), trudno ocenić, kto wykonał badania, a w oświadczeniu doktoranta nie ma informacji, które doświadczenia wykonywał samodzielnie.
- Szkoda, że w rozdziale poświęconym dyskusji otrzymanych wyników, oprócz tych dotyczących podłoża z PET, autor nie przybliżył wyników dla modyfikowanych plazmą płytek szklanych i żeli otrzymywanych na tego rodzaju podłożu. W tej kwestii czytelnik musi sięgnąć do suplementów (oryginalnych prac). Jest to trochę niezrozumiałe dla mnie, zwłaszcza, że w metodyce opisano, że płytki szklane modyfikowane plazmą, oprócz płytek PET, również były wykorzystywane jako podłoża do żeli, a w podsumowaniu zamieszczono wnioski dotyczące obu rodzajów podłoży oraz informację, że metoda pośredniego oddziaływania plazmy działa w przypadku różnych podłoży.
- Nie znalazłam również w opublikowanych pracach wyników badań właściwości powierzchniowych podłoża PET modyfikowanych plazmą z tlenu; opublikowane zostały jedynie wyniki dla plazmy z powietrza i argonu. Czy doktorant zrealizował takie badania i czy planuje opublikować je w przyszłości? Z uwagi na fakt, że to właśnie aktywacja plazmą z tlenu okazała się dawać najbardziej spektakularne rezultaty w zmianie zwilżalności i reologii żeli,

rozszerzenie badań o wpływ modyfikacji podłoży tym rodzajem plazmy mógłby być bardzo interesujący.

- Wybrane techniki badawcze mające udowodnić tezę pracy są jak najbardziej prawidłowe. Jednak obok techniki XPS dającej odpowiedź, co do zmian chemicznych zachodzących na powierzchni polimeru pod wpływem zimnej plazmy, czy autor brał pod uwagę możliwość wykorzystania innych technik badań, np. w podczerwieni (ATR-FTIR)?
- Jak wykazały badania, zmiana zawartości żelatyny w żelu z albuminy jaja kurzego, a dokładnie wzrost w zakresie od 3 do 6%, powodowała zmniejszenie kąta zwilżania żelu dla wody i jednocześnie osłabienie „efektu plazmy” w zakresie swobodnej energii powierzchniowej. Z kolei badania reologiczne wykazały, że moduł zespolony G^* był większy dla próbek żeli z podłoży szklanych traktowanych plazmą niezależnie od zawartości żelatyny, czyli „efekt plazmy” nie był tłumiony przez zwiększenie stężenia żelatyny (choć skutecznie usztywniało strukturę żelu) – zależność modułu zespolonego i tangensa kąta stratności od częstotliwości oscylacji były podobne dla próbek żeli z podłoży aktywowanych plazmą, jak i nieaktywowanych oraz niezależnie od ilości żelatyny i rodzaju podłoża. Jak interpretować taki wynik? Czy oznacza to, że właściwości powierzchniowe mogą być modyfikowane tylko w ograniczonym zakresie, podczas gdy modyfikacja żelu w objętości już nie ma takich ograniczeń?
- Czy konieczne było pokazanie w pracy raz jeszcze wykresów zmian SFE i G^* dla żeli otrzymanych na szkło PET, ale dla różnych zawartości żelatyny (Rys. 10)? Moim zdaniem lepiej było pokazać wykresy dla innych stężeń żelatyny, tak aby nie porównywać jednocześnie różnych podłoży, i różnych stężeń żelatyny.
- Wpływ topografii powierzchni żeli w zależności od rodzaju gazu, z którego generowana była plazma aktywująca podłoże szklane, został zbadany tylko dla największego stężenia żelatyny. W tym przypadku różnice w wyznaczonych parametrach chropowatości, a także zdjęcia powierzchni z profilometru wskazują na wzrost chropowatości w porównaniu z próbką nanoszoną na niemodyfikowane podłoże, a zwłaszcza w przypadku modyfikacji plazmą z tlenu (np. wzrost R_{RMS} z ok. 0,2 μm do 1,3 μm). Jednocześnie kąty zwilżania i swobodna energia powierzchniowa dla tego stężenia żelatyny były najmniej różniące się dla próbek niemodyfikowanych i aktywowanych plazmą. Autorzy wskazują serię z 6% zawartością żelatyny (największe stężenie), jako najtrafniej wybraną do badań na profilometrze z uwagi na fakt, że różnice w energiach swobodnych są najmniejsze między modyfikowanymi i niemodyfikowanymi plazmą próbkami. Ponieważ wpływ chropowatości na zwilżalność powierzchni, jak autorzy wykazali, jest w tym przypadku taki, że im większa chropowatość, tym mniejszy kąt zwilżania dla wody, czy oznacza to, że dla mniejszych stężeń żelatyny i gdzie różnica w kątach zwilżania między niemodyfikowanymi i modyfikowanymi plazmą próbkami jest dużo większa, również chropowatość będzie różnić się jeszcze bardziej? Czy również dla mniejszego stężenia żelatyny doktorant robił badania na profilometrze i czy może odpowiedzieć na to pytanie?

W pracy doktorskiej wymaga się od autora umiejętności postawienia problemu, doboru materiału badawczego i wyboru właściwych metod opracowania. Chciałabym więc jednoznacznie stwierdzić, iż pan mgr Slvador Pérez-Huertas realizując pracę doktorską przyswoił sobie nowoczesny i wymagający warsztat badawczy. Opanował również sztukę prawidłowej interpretacji otrzymanych wyników badań. Wybrane techniki badawcze mające rozwiązać problem badawczy sformułowany w pracy były jak najbardziej prawidłowe.

Nie jest dla mnie zaskoczeniem, że w renomowanym ośrodku znanym z osiągnięć w zakresie badania zjawisk międzyfazowych, jakim jest Katedra Zjawisk Międzyfazowych Instytutu Nauk Chemicznych Wydziału Chemii UMCS w Lublinie powstała praca, w której tak wnikliwie i z wykorzystaniem wielu technik badawczych przeanalizowano charakter podłoży i hydrożeli na nich otrzymywanych, pozwalająca zgłębić, udowodnić i wyjaśnić wpływ pośredniej modyfikacji plazmą. Doktorant mając za promotora pomocniczego dr hab. Konrada Terpiłowskiego, którego dorobek w zakresie charakterystyki

właściwości powierzchniowych jest udokumentowany i uznany, miał niewątpliwie duże wsparcie w trakcie realizacji pracy w tym zakresie. Z kolei zainteresowania badawcze i doświadczenie głównego promotora, dr hab. Marty Tomczyńskiej-Mleko, profesor Uniwersytetu Przyrodniczego w Lublinie, zapewne nadały kierunek badań i wybór biopolimerów w formie hydrożeli, jako materiału o dużym potencjale aplikacyjnym.

Wyniki badań otrzymanych przez pana mgr Sładora Pérez-Huertasa potwierdzają założenia o skuteczność pośredniego oddziaływania plazmy przez modyfikowane nią podłoże na właściwości powierzchniowe i reologiczne otrzymywanych na podłożu hydrożeli, co jest, uważam, najważniejszym osiągnięciem doktoranta. Uwagi, które zawarłam w recenzji mają charakter dyskusyjny i nie podważają wartości merytorycznej pracy doktorskiej i mojej pozytywnej o niej opinii. Uważam, że doktorant zrealizował założone zadania badawcze, a uzyskane wyniki istotnie poszerzają wiedzę dotyczącą działania zimnej plazmy na polimery oraz biopolimery, i to zarówno na ich właściwości powierzchniowe, jak i objętościowe. Moim zdaniem, oceniana rozprawa doktorska zawiera rozwiązania ważnych i interesujących problemów naukowych, spełniając tym samym podstawowe wymagania stawiane w postępowaniach doktorskich.

Podsumowując stwierdzam, że rozprawa mgr Sładora Pérez-Huertasa spełnia warunki stawiane pracom doktorskim w art. 13 ustawy z dnia 14 marca 2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz. U. nr 65, poz. 595), z późniejszymi zmianami i niniejszym wnoszę o dopuszczenie go do dalszych etapów procedury ubiegania się o stopień naukowy doktora. Jednocześnie biorąc pod uwagę zakres przeprowadzonych prac, rangę uzyskanych wyników, a także dorobek publikacyjny doktoranta, wnoszę również o uznanie tej rozprawy doktorskiej jako wyróżniającej.

hab. Marta Tomczyńska-Mleko