



Politechnika Łódzka



Katedra Biotechnologii Środowiskowej

Dr hab. Adriana Nowak, prof. PŁ
Katedra Biotechnologii Środowiskowej
Wydział Biotechnologii i Nauk o Żywności
Politechnika Łódzka
ul. Wólczańska 171/173
90-530 Łódź

Łódź, 08.08.2023 r.

RECENZJA

pracy doktorskiej mgr inż. Kamila Kopcia
pt.: „Otrzymywanie pokryć z polidopaminy i jej analogów
do funkcjonalizacji powierzchni wyrobów medycznych”
wykonanej w Zakładzie Biotechnologii i Inżynierii Bioprocessowej
na Wydziale Inżynierii Chemicznej i Procesowej
Politechniki Warszawskiej
w dyscyplinie inżynieria chemiczna
pod kierunkiem promotora prof. dr hab. inż. Tomasza Ciacha

Podstawa opracowania recenzji

Ocenę pracy doktorskiej wykonano na podstawie uchwały RNDICh.6-18.2023 Rady Naukowej Dyscypliny „Inżynieria Chemiczna” Politechniki Warszawskiej podjętej na posiedzeniu w dniu 20 czerwca 2023 r. oraz podpisanej przez Przewodniczącą Komisji – prof. dr hab. inż. Tomasza Sosnowskiego

Komentarz wstępny i uzasadnienie podjęcia tematu

Właściwości powierzchniowe mają kluczowe znaczenie przy projektowaniu i wytwarzaniu implantowalnych wyrobów medycznych, ponieważ to one w dużym stopniu decydują o ich biogodności i funkcjonalności. Jednym z obiecujących rodzajów pokryć dla tego zastosowania jest pokrycie z polidopaminy (PDA). Badania podjęte w ramach niniejszej

rozprawy doktorskiej skupiają się na metodzie otrzymania pokryć z PDA i jej analogów do funkcjonalizacji powierzchni wyrobów medycznych, szczególnie tych stosowanych w inżynierii tkankowej. Podjęcie analiz w niniejszym zakresie uważam za wysoce uzasadnione.

Formalna ocena pracy

Praca doktorska Pana Kamila Kopcia to zbiór opublikowanych, spójnych tematycznie, recenzowanych pięciu oryginalnych publikacji naukowych w języku angielskim (oznaczonych P1-P5), zgodny z wymaganiami ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki. Wyniki prowadzonych prac dotyczą otrzymywania pokryć z PDA i jej analogów do funkcjonalizacji powierzchni wyrobów medycznych. Są to następujące prace:

P1. Kopec K., Ryżko A., Major R., Plutecka H., Więcek J., Pikus G., Trzciniński J.W., Kalinowska A., Ciach T. (2022) Polymerization of L-Tyrosine, L-Phenylalanine, and 2-Phenylethylamine as a Versatile Method of Surface Modification for Implantable Medical Devices, *Acs Omega*, 7, 39234-39249.

IF (2021) = 4,132

P2. Kopec K., Podgórski R., Ciach T., Wojasiński M. (2023) System for patterning polydopamine and VAPG peptide on polytetrafluoroethylene and biodegradable polyesters for patterned growth of smooth muscle cells *in vitro*, *Acs Omega* 8, 24, 22055–22066.

IF (2021) = 4,132

P3. Kopec K., Wojasiński M., Ciach T. (2020) Superhydrophilic Polyurethane/Polydopamine Nanofibrous Materials Enhancing Cell Adhesion for Application in Tissue Engineering, *International Journal of Molecular Sciences* 21, 6798.

IF (2019) = 4,556

P4. Kopec K., Wojasiński M., Eichler M., Genç H., Friedrich R.P., Stein R., Singh R., Alexiou C., Hlawaty H., Ciach T., Cicha I. (2022) Polydopamine and gelatin coating for rapid endothelialization of vascular scaffolds, *Biomaterials Advances*, 134, 112544.

IF (2021) = 8,457

P5. Kowalczyk P., Wojasiński M., Jaroszewicz J., **Kopec K.,** Ciach T. (2023) Controlled formation of highly porous polylactic acid calcium phosphate granules with defined structure, *Biomaterials Advances*, 144, 213195.

IF (2021) = 8,457

Wszystkie artykuły z cyklu zostały opublikowane w latach 2020-2023 w czasopismach z listy JCR o łącznym współczynniku **Impact Factor 29,734**. Doktorant nie podał punktów MEiN tych publikacji. W czterech publikacjach (P1-P4) Doktorant jest pierwszym autorem, w jednej z nich (P5) jest czwartym współautorem, w dwóch (P1 i P3) jest autorem korespondencyjnym. Warto zauważyć, że publikacja P4 powstała we współpracy międzynarodowej z dwoma ośrodkami naukowymi, tj.: *ENT-Department, Section of Experimental Oncology und Nanomedicine (SEON), Else Kröner-Fresenius-Stiftung-Professorship, Universitätsklinikum Erlangen* w Niemczech oraz *Laboratory for Vascular Translational Sciences, INSERM U1148, Groupe Biothérapies et Glycoconjugués, Université Sorbonne Paris Nord, UFR SMBH, Bobigny* we Francji.

Wkład Doktoranta w przeprowadzone eksperymenty oraz w powstanie jednorodnego tematycznie cyklu publikacji oceniam na wysoki i dominujący. Wkład ten obejmował wszystkie etapy pracy naukowej, takie jak: współtworzenie koncepcji manuskryptów, planowanie doświadczeń i prowadzenie dużej części eksperymentów (dotyczyły one przede wszystkim wytwarzania pokryć do wszystkich doświadczeń oraz dobór parametrów procesowych ich wytwarzania, pomiaru stabilności pokryć metodą spektrofotometryczną, wykonania i analizy widm UV-VIS, FTIR-ATR, współudziału w planowaniu badań na liniach komórkowych, analizy statystycznej wyników, wykonania pomiarów kątów zwilżania wodą i czasów chłonięcia kropli wody, wykonywania zdjęć przy użyciu różnych technik mikroskopowych), poprzez interpretację i analizę statystyczną wyników, planowanie i przygotowanie wykresów i tabel, opracowanie manuskryptu do publikacji, a także tworzenie odpowiedzi po uwagach recenzentów oraz wersji manuskryptów po recenzjach. Udział własny w publikacjach Doktorant oszacował bardzo dokładnie na stronach 70, 93, 130, 152 oraz 174, podając wyraźnie swój wkład w badania laboratoryjne oraz w przygotowanie poszczególnych publikacji, który jest bez wątpienia wiodący (zwłaszcza w publikacjach P1-P4). Dziwi i zaskakuje nieco fakt, iż doktorant zwyczajowo nie dołączył do pracy podpisanych oświadczeń Współautorów potwierdzających ich wkład w powstanie ww. prac współautorskich.

Objętość rozprawy doktorskiej Pana Kamila Kopcia to 199 strony wydruku komputerowego. Zbiór publikacji Doktorant uzupełnił o 69-stronicowe polskojęzyczne opracowanie autorskie zatytułowane „*Otrzymywanie pokryć z polidopaminy i jej analogów do funkcjonalizacji powierzchni wyrobów medycznych*”. Opracowanie przedstawia cykl publikacji wchodzący w skład osiągnięcia naukowego oraz skrócony opis prac, który obejmuje rozdziały takie jak: streszczenie rozprawy doktorskiej w języku polskim i angielskim, spis treści, spis

publikacji wchodzących w skład rozprawy doktorskiej, pozostały dorobek naukowy, wykaz skrótów, wprowadzenie, cel pracy i zakres badań, wstęp teoretyczny, opis przeprowadzonych prac badawczych i otrzymanych wyników, podsumowanie, bibliografia, spis rysunków, spis tabel oraz pełne teksty publikacji wchodzących w skład cyklu. Tytuł rozprawy uważam za sformułowany poprawnie. Opracowanie rozpoczyna dobrze zredagowane streszczenie w języku polskim i angielskim. We wprowadzeniu Doktorant trafnie przedstawił zarys problemu oraz uzasadnienie podjęcia tematu pracy. Cel pracy oraz zakres badań zostały sformułowane bez zarzutu. Metodologia badawcza zastosowana przez doktoranta obejmowała wykorzystanie nowoczesnych technik doświadczalnych, takich jak m.in.: spektroskopia UV-Vis, spektroskopia w podczerwieni z transformacją Fouriera w trybie osłabionego całkowitego odbicia (FTIR-ATR), mikroskopia sił atomowych (AFM), skaningowa mikroskopia elektronowa (SEM), konfokalna mikroskopia laserowa (CLSM), pomiar wartości kąta zwilżania wodą oraz czasu chłonięcia kropli wody, hodowla kilku linii komórkowych ludzkich i zwierzęcych (HUVEC, L929, SMC, MG-63 oraz MSC), barwienie fluorescencyjne komórek m.in. DAPI oraz Hoechst 33342, ponadto określenie cytotoksyczności metodą XTT zgodnie z normą ISO EN 10993-5:2009 (pt.: Biologiczna ocena wyrobów medycznych - Część 5: Badania cytotoksyczności *in vitro*). Wybór linii komórkowych do eksperymentów jest trafny i wysoce uzasadniony. Dobór metod badawczych przez Doktoranta uważam za prawidłowy. W następnej kolejności, w obszernym 10-stronicowym wstępie teoretycznym Doktorant przybliżył informacje dotyczące zastosowania implantowalnych wyrobów medycznych w inżynierii tkankowej oraz PDA – jej właściwości, mechanizmów syntezy, metod otrzymywania pokryć z PDA oraz ich zastosowań.

Następnie Doktorant bardzo dokładnie omówił osiągnięcie badawcze, w którym na str. 22 poprawnie sformułował trzy hipotezy naukowe, przedyskutował je w świetle badań innych autorów oraz dokonał zwięzłego podsumowania wyników. Bibliografia obejmuje 79 pozycji literaturowych i jest związana z tematyką prac będących podstawą rozprawy doktorskiej. Do opracowania autorskiego Doktorant dołączył kopie publikacji przedstawionych do oceny. Opracowanie zawiera także pozostały dorobek naukowy Doktoranta, który obejmuje pięć współautorskich publikacji z listy *JCR* w języku angielskim opublikowanych w latach 2016-2023, spośród których w jednej z nich Doktorant jest pierwszym autorem. Sumaryczny *Impact Factor* tych publikacji wynosi 15,652. Inny dorobek Doktoranta to: dwie publikacje recenzowane w języku polskim w czasopiśmie *Inżynieria i Aparatura Chemiczna*; jeden rozdział w monografii pokonferencyjnej; jeden współautorski patent pt.: „*Sposób wytwarzania*

pokryć powierzchni materiałów” przyznany 13.09.2021, 10 wystąpień konferencyjnych o zasięgu krajowym i międzynarodowym w roli osoby prezentującej oraz udział w realizacji dziewięciu projektów naukowych oraz w pięciu zleconych przez przemysł. Doktorant odbył również sześć zagranicznych wizyt badawczych do RPA (University of Cape Town i Durban University of Technology) oraz Niemiec (University Hospital Erlangen). **Sumaryczny Impact Factor** całego dorobku naukowego Pana Kamila Kopcia to **45,386**, ponadto **930 pkt. MEiN** oraz **64,1 pkt. CiteScore**. Sumaryczna liczba cytowań publikacji (bez autocytowań) według bazy *Web of Science* wynosi **33** bez autocytowań, według bazy *Scopus* **48** (dane z 07.08.2023 r.), a wartość indexu Hirscha 4.

Opracowanie autorskie zostało przygotowane bardzo skrupulatnie, drobne usterki techniczne (o których wspominam w dalszej części recenzji w „Uwagach i pytaniach”) **nie wpływają w żaden sposób** na ocenę oraz na jakość rozprawy przedstawionej do oceny.

Badania realizowane przez Pana Kamila Kopcia w niniejszej dysertacji były wykonywane m.in. w ramach projektów NCBR pt.: „*Zaawansowane pokrycia dla urologicznych wyrobów medycznych (UROCOAT)*” (nr PL-RPA2/05/UROCOAT/2019) oraz „*Rusztowania do kierowanej regeneracji tkanki nerwowej i mięśniowej (GuideTiReg)*” (nr PL-TW/VI/4/2019) we współpracy międzynarodowej, z partnerami takimi jak Durban University of Technology oraz National Taiwan University of Science and Technology pod kierownictwem prof. dr hab. inż. Tomasza Ciacha oraz w ramach projektu pt.: „*Small diameter vascular prostheses with bioactive coating: Analysis of hemocompatibility and endothelial cell response (BioCoatGraft)*” (nr 01DS18027) we współpracy z Niemieckim Federalnym Ministerstwem Edukacji i Badań Naukowych oraz University Hospital Erlangen pod kierownictwem prof. dr hab. Iwony Cichej.

Ocena merytoryczna pracy

Najważniejszą częścią rozprawy doktorskiej jest cykl pięciu współautorskich artykułów naukowych, które zostały wcześniej poddane procesowi recenzowania naukowego. Celem pracy było znalezienie najbardziej efektywnej metody syntezy pokryć z PDA i jej analogów, zbadanie właściwości otrzymanych pokryć oraz ocena ich wpływu na adhezję i proliferację komórek ludzkich i mysich na powierzchni różnych wyrobów medycznych.

W publikacji P1 pt.: „*Polymerization of L-Tyrosine, L-Phenylalanine, and 2-Phenylethylamine as a Versatile Method of Surface Modification for Implantable Medical*

Devices” opublikowanej w 2022 r. w czasopiśmie *Acs Omega*, 7, 39234-39249 (IF 4,132) Doktorant skupił się głównie na opracowaniu metody efektywnej syntezy pokryć z PDA na drodze oksydacyjnej polimeryzacji dopaminy, następnie wytwarzał i analizował pokrycia z PDA na powierzchniach substratów zróżnicowanych pod względem materiału z jakiego były wykonane. Największą efektywność wytwarzania pokrycia PDA Doktorant osiągnął po zastosowaniu nadjodanu sodu w środowisku kwaśnym, dla którego przeprowadzono dobór parametrów procesowych korzystnych z punktu widzenia inżynierii produktu, takich jak pH, stężenie chlorowodoru dopaminy, stosunek molowy nadjodanu do dopaminy i temperatura. Najlepszą efektywność procesu otrzymano również z użyciem nadjodanu. Doktorant otrzymywał i analizował również nowe pokrycia o właściwościach analogicznych do PDA (z PTYR, PFA i PEA). W kolejnych badaniach szacowano wpływ pokrycia z PDA na adhezję ludzkich komórek śródbłonna żyły pępowinowej (HUVEC) na powierzchni dwóch różnych przykładowych materiałów stosowanych do wytwarzania wyrobów medycznych (PTFE i PU). Przeprowadzone badania pozwoliły na stwierdzenie, iż pokrycie z PDA zwiększa adhezję i wzrost komórek HUVEC niezależnie od rodzaju pokrywanego materiału. Umożliwiło ono również pełne porośnięcie i wzrost komórek na PTFE oraz zwiększenie ilości komórek na powierzchni w pierwszych dniach hodowli na PU.

W publikacji P2 pt.: „System for patterning polydopamine and VAPG peptide on polytetrafluoroethylene and biodegradable polyesters for patterned growth of smooth muscle cells *in vitro*” opublikowanej w 2023 r. w czasopiśmie *Acs Omega* 8, 24, 22055–22066 (IF 4,132) Doktorant kontynuował wytwarzanie i analizę pokrycia z PDA na powierzchniach substratów zróżnicowanych pod względem materiału z jakiego były wykonane. Następnie szacował wpływ pokrycia z PDA na selektywność adhezji i ukierunkowanie proliferacji komórek mięśni gładkich (SMC) oraz mysich fibroblastów (L929) do powierzchni wybranych materiałów płaskich: nie biodegradowalny PTFE, biodegradowalne PLA oraz PLGA. W wyniku przeprowadzonych analiz Doktorant stwierdził m.in., iż zarówno komórki L929, jak i SMC już po 30 minutach hodowli adherowały selektywnie tylko do rejonów zawierających PDA, niezależnie od rodzaju materiału. W przypadku komórek SMC do PDA dodatkowo przyłączono kowalencyjnie peptyd VAPG, który promuje adhezję komórek, jednakże nie zaobserwowano istotnej różnicy w ich adhezji dla pokrycia PDA bez i z przyłączonym peptydem (również w hodowli długoterminowej), co udowadnia, iż PDA w bardzo dobrym stopniu zwiększa podatność powierzchni materiałów na adhezję komórek, tak, iż dodatkowa jego funkcjonalizacja jest zbędna. Badania wykazały, że częściowe pokrycie powierzchni PDA umożliwia selektywną adhezję komórek i ich wzrost jedynie na wybranych obszarach danego

materiału. Efekt ten można uzyskać jedynie na powierzchni materiałów naturalnie opornych na adhezję i wzrost komórek, na przykład PTFE.

Kolejna **publikacja P3** pt.: „Superhydrophilic Polyurethane/Polydopamine Nanofibrous Materials Enhancing Cell Adhesion for Application in Tissue Engineering”, która została opublikowana w 2020 r. w czasopiśmie *International Journal of Molecular Sciences* 21, 6798 (IF 4,556) dotyczy przede wszystkim analizy wpływu pokrycia z PDA na adhezję i proliferację komórek na powierzchni płaskich mat złożonych z nanowłókien PU. Do tego celu wybrano komórki mysich fibroblastów linii L929. Obecność pokrycia z PDA przyspieszała adhezję komórek i uzyskanie ich właściwej morfologii (rozpłaszczania). Korzyści były widoczne już po 60 minutach hodowli dla pokrycia wytworzonego według metody najczęściej stosowanej i po 120 minutach dla metody opracowanej w ramach niniejszej pracy.

W publikacji P4 pt.: „Polydopamine and gelatin coating for rapid endothelialization of vascular scaffolds” opublikowanej w 2022 r. w czasopiśmie *Biomaterials Advances*, 134, 112544 (IF 8,457) kontynuowano badania dotyczące wpływu pokrycia z PDA tym razem na adhezję komórek HUVEC wyizolowanych ze świeżo pobranej krwi pępowinowej z wykorzystaniem mat włóknistych złożonych z nanowłókien PU, a materiały włókniste pokryto PDA według metody opracowanej w ramach niniejszej pracy w procesie trwającym 30 minut. Dodatkowo do pokrycia z PDA kowalencyjnie przyłączono znany promotor adhezji komórek – żelatynę. Zaobserwowano, iż powierzchnie materiałów z pokryciem z PDA (bez i z przyłączoną żelatyną), po 14 dniach hodowli były w pełni pokryte jednorodną warstwą komórek HUVEC, co udowodniło, że pokrycie z PDA w znacznym stopniu zwiększa szybkość wzrostu komórek HUVEC na powierzchni badanych materiałów, a dodatkowe przyłączenie żelatyny wzmacniało ten efekt.

W publikacji P5 pt.: „Controlled formation of highly porous polylactic acid calcium phosphate granules with defined structure” opublikowanej w 2023 r. w czasopiśmie *Biomaterials Advances*, 144, 213195 (IF 8,457) prowadzono badania m.in. nad zastosowaniem PDA do funkcjonalizacji powierzchni wewnętrznej nanowłóknistych protez naczyniowych o małych średnicach. Badaniom zostały poddane protezy naczyniowe wykonane z nanowłókien PU, komercyjnie dostępne lite protezy naczyniowe z PTFE oraz rusztowania kostne wykonane ze spieczonych, porowatych mikrogranulatów kompozytowych. Protezy naczyniowe badano pod kątem ich podatności na porastanie komórkami HUVEC. Wykazano, iż wytworzenie pokrycia z PDA na powierzchni protez naczyniowych istotnie zwiększyło liczbę komórek HUVEC obecnych na obserwowanej powierzchni, w porównaniu do produktów

niezmodyfikowanych, a przyłączenie żelatyny do pokrycia z PDA dodatkowo wzmocniło ten efekt. W kolejnym etapie sprawdzano wpływ pokrycia z PDA na wzrost komórek na powierzchni rusztowań kostnych z zastosowaniem linii kostniakomięsaka MG-63 oraz mezenchymalnych komórek macierzystych MSC. Uzyskane przez Doktoranta rezultaty świadczą o rozpoczęciu procesów osteogenicznych wewnątrz struktury badanego rusztowania oraz o tym, iż pokrycie z PDA może być w przyszłości zastosowane w celu znacznego ulepszenia działania rusztowań przeznaczonych do regeneracji ubytków kostnych.

W ramach ocenianej dysertacji Doktorant opracował efektywną metodę wytwarzania pokrycia z PDA, umożliwiającą otrzymanie pokrycia o grubości ok. 60 nm w procesie trwającym 60 minut, co stanowi istotne usprawnienie procesu w porównaniu do metody najczęściej stosowanej. Pokrycie z PDA promuje adhezję i proliferację zastosowanych w badaniach linii komórkowych ludzkich i mysich na powierzchni materiałów w formie płaskich folii, mat włóknistych, włóknistych oraz litych protez naczyniowych i rusztowań kostnych wykonanych z porowatych mikrogranulatów. Wyniki uzyskane przez Doktoranta świadczą o tym, iż opracowana metoda może być stosowana do wytwarzania pokrycia z PDA na powierzchni wielu materiałów wykorzystywanych do produkcji wyrobów medycznych, również dla tych o zróżnicowanej geometrii, na przykład PDMS, PTFE, PU, SS, PLA oraz PLGA.

Doktorant przeanalizował i przedyskutował wyniki własne w świetle badań innych autorów, co świadczy o dużej wiedzy w dyscyplinie inżynieria chemiczna oraz umiejętności Doktoranta do prowadzenia pracy naukowej. Doktorant prawidłowo dobrał metodologię badawczą, która umożliwiła realizację postawionych celów i założeń prac doświadczalnych będących częścią cyklu publikacji przedstawionego do oceny. Wyniki zostały omówione w sposób zrozumiały. Badania wykonane przez Doktoranta są bardzo obszerne, wymagały procesjonalnego warsztatu badawczego oraz odpowiedniego przygotowania i umiejętności planowania eksperymentów.

Badania prowadzone w niniejszej pracy są interdyscyplinarne, nawiązują do nauk biologicznych, chemicznych, inżynierii medycznej i tkankowej, jednocześnie **doskonale wpisują się w dyscyplinę inżynieria chemiczna**, której jednym z elementów jest ustalenie najkorzystniejszych parametrów procesowych wytwarzania i projektowania produktów chemicznych – w niniejszej pracy dotyczy to wyrobów medycznych.

Reasumując, badania wykonane przez Pana Kamila Kopcia oraz uzyskane przez Doktoranta wyniki są bardzo wartościowe pod względem poznawczym, ale przede wszystkim obiecujące w aspekcie aplikacyjnym. Przedłożony do recenzji cykl publikacji uważam za logiczny i spójny, stanowi on oryginalne rozwiązanie określonego problemu. Według mojej opinii cel naukowy został zrealizowany. **Rozprawę doktorską oceniam pozytywnie.**

Uwagi i pytania

1. Doktorant nie podaje w opracowaniu punktów MEiN dla poszczególnych publikacji. Na str. 16 w danych bibliometrycznych używa skrótu MNiSW tj. Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego, podczas, gdy powinno być Ministerstwo Edukacji i Nauki (MEiN).
2. Na str. 13 opracowania, dla publikacji oznaczonej jako P3, Doktorant podaje współczynnik *IF* za rok 2019. Myślę, że wskaźnik ten powinien być zaktualizowany zgodnie z datą opublikowania (tj. 2020 r.), a więc zamiast wartości 4,556 powinno być 5,924.
3. W opracowaniu znalazłam kilka drobnych usterek technicznych, np. Doktorant kilkakrotnie używa słowa „nanowłokien”, zamiast „nanowłókien”.
4. Na str. 19 opracowania Doktorant używa sformułowania: „Biegące na tej granicy procesy...”. Zdanie to lepiej brzmiałoby „Przebiegające na tej granicy procesy...”.
5. Nie znalazłam w opracowaniu podpisanych oświadczeń współautorów dotyczących udziału w publikacjach będących podstawą rozprawy doktorskiej. Proszę Doktoranta o komentarz.
6. Jaki jest wpływ otrzymanych pokryć z PDA i jej analogów na adhezję i tworzenie biofilmów przez drobnoustroje, zwłaszcza patogenne, najczęściej powodujące kontaminację implantów i protez medycznych, a w rezultacie zakażenie tkanek, np. *Enterococcus faecalis*, *Proteus mirabilis*, *Staphylococcus aureus*, czy też *Staphylococcus epidermidis*? Czy takie badania były wykonywane? Czy Doktorant nie uważa za zasadne przeprowadzić takie eksperymenty?
7. Czy przyłączenie żelatyny lub innych związków promujących adhezję komórek do pokrycia z PDA (co dodatkowo wzmacnia ten efekt) jest uzasadnione i bezpieczne z punktu widzenia praktycznego? Według FDA 40% ludzi jest uczulonych na żelatynę. Ponadto czy żelatyna nie jest również czynnikiem promującym adhezję drobnoustrojów? Proszę o komentarz.

8. Czy zastosowanie implantów lub protez z pokryciem z PDA lub jej analogów może wywoływać alergię? Czy PDA może ulegać degradacji w organizmie?
9. Jaka jest przyszłość podjętych badań?

Wnioski końcowe

Praca doktorska Pana mgr inż. Kamila Kopcia jest nowatorska, ma charakter poznawczy oraz wysoce aplikacyjny. Według mojej wiedzy, tematyka podjęta przez Doktoranta jest unikatowa i stanowi oryginalne rozwiązanie problemu naukowego.

W mojej opinii przedstawiony do recenzji zbiór opublikowanych i powiązanych tematycznie pięciu artykułów naukowych spełnia wymagania merytoryczne i formalne stawiane pracom doktorskim zgodnie z art. 13 ust. 1 ustawy z dnia 14 marca 2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki (t.j. Dz.U. z 2017 r., poz. 1789 ze zm.) w związku z art. 179 ust. 1 ustawy z dnia 3 lipca 2018 r. Przepisy wprowadzające ustawę – Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz.U. z 2018 r., poz. 1669).

Zwracam się do Rady Naukowej Dyscypliny „Inżynieria Chemiczna” Politechniki Warszawskiej z wnioskiem o przyjęcie rozprawy doktorskiej i dopuszczenie Pana mgr inż. Kamila Kopcia do dalszych etapów w postępowaniu doktorskim.

Wniosek o wyróżnienie

Po zapoznaniu się z rozprawą doktorską Pana mgr inż. Kamila Kopcia wnioskuję o jej wyróżnienie, ponieważ:

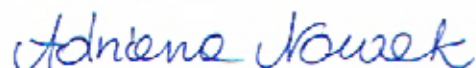
1. Praca jest oryginalnym, nowatorskim rozwiązaniem problemu naukowego o znaczeniu światowym. W literaturze nie znajduję podobnych badań innych zespołów w podobnym układzie doświadczalnym. O unikatowości niniejszych badań świadczy uzyskany patent pt.: „Sposób wytwarzania pokryć powierzchni materiałów” dotyczący opracowanej metody otrzymywania pokryć z PTYR, PFA i PEA.
2. Praca cechuje się wysoką jakością badań oraz zastosowaniem nowoczesnych metod i narzędzi badawczych, powszechnie stosowanych w wielu dyscyplinach naukowych, w tym inżynierii chemicznej, nauk chemicznych oraz nauk biologicznych.
3. Praca ma charakter wysoce aplikacyjny, a opracowana metoda otrzymywania pokryć z PDA i jej analogów może być poddana kolejnym eksperymentom zarówno

w badaniach podstawowych, przedklinicznych, jak i klinicznych, ma więc szansę być wykorzystana w przyszłości do produkcji wyrobów medycznych.

4. Wszystkie przedstawione do oceny publikacje znajdują się na liście *JCR* (dwie z nich posiadają wskaźnik IF 8,457), a łączna liczba punktów MEiN za te publikacje przekracza 150, przy czym w czterech z nich Doktorant jest autorem wiodącym.

Co prawda złożenie rozprawy doktorskiej przez Doktoranta nastąpiło w terminie przekraczającym 5 lat od chwili przyjęcia Doktoranta na studia doktoranckie, jednakże powyższe stwierdzenia oraz szczegółowa ocena pracy zawartej w przedłożonej recenzji zasługują na wyróżnienie rozprawy doktorskiej Pana mgr inż. Kamila Kopcia.

Wnioskuje zatem do Rady Naukowej Dyscypliny „Inżynieria Chemiczna” Politechniki Warszawskiej o wyróżnienie zaprezentowanej mi do oceny rozprawy doktorskiej Pana mgr inż. Kamila Kopcia pt.: *„Otrzymywanie pokryć z polidopaminy i jej analogów do funkcjonalizacji powierzchni wyrobów medycznych”*.



dr hab. Adriana Nowak, prof. PŁ.