

Sosnowiec, dnia 23.12.2023 r.

dr hab. Sebastian Stach, prof. UŚ
Uniwersytet Śląski w Katowicach
Wydział Nauk Ścisłych i Technicznych
Instytut Inżynierii Biomedycznej
Będzińska 39
41-205 Sosnowiec

Recenzja

**w postępowaniu habilitacyjnym dr Joanny Jaworskiej
w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych
w dyscyplinie inżynieria biomedyczna**

Tytuł osiągnięcia naukowego:

**„Opracowanie nowych systemów miejscowego uwalniania substancji
lecniczych w postaci bioresorbowalnych implantów dopasowanych
indywidualnie do założonej funkcji”**

Niniejsza opinia została przygotowana w odpowiedzi na pismo RDIB.002.90.2023 Przewodniczącej Rady Dyscypliny Inżynieria Biomedyczna Politechniki Śląskiej prof. dr hab. inż. Ewy Piętki w związku z powołaniem mnie na recenzenta w postępowaniu habilitacyjnym dr Joanny Jaworskiej.

Ocenę przygotowałem na podstawie dostarczonej mi dokumentacji zawierającej między innymi:

- Kopię dyplomu potwierdzającego posiadanie stopnia doktora,
- Autoreferat,
- Wykaz osiągnięć,
- Kopie publikacji wchodzących w skład osiągnięcia naukowego,
- Oświadczenia współautorów,
- Zaświadczenie odbycia stażu,
- Potwierdzenia uzyskania finansowania w projekcie Miniatura 4.

Opinię przygotowałem stosując kryteria oceny zgodnie z obowiązującym aktem prawnym w tym zakresie: art. 219 ust. 1. pkt 2. ustawy z dnia 20 lipca 2018 roku Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (D. U. z 2022 rpo. 574, z późn. zmian.).

1. Sylwetka habilitantki

Dr Joanna Jaworska jest absolwentką Wydziału Chemii Uniwersytetu Śląskiego w Katowicach, gdzie w 2004 roku obroniła pracę magisterską pt. „Próby zastosowania tertra- 5,11,17,23- (2-karboksy-4-sulfofenyloazo) rezorcarenu w reakcji utleniania benzenu do fenolu oraz w ekstrakcji jonów metali do fazy organicznej” uzyskując tytuł zawodowy magistra chemii. Natomiast stopień naukowy doktora uzyskała w 2011 roku na Wydziale Chemii Uniwersytetu Jagiellońskiego w Krakowie w wyniku obrony wyróżnionej rozprawy doktorskiej zatytułowanej „Wpływ mikrostruktury łańcucha na proces degradacji hydrolitycznej poliestrów: glikolidu, laktydu, ε-kaprolaktonu”.

W latach 2004-2011 była zatrudniona na stanowisku asystenta w Centrum Materiałów Polimerowych i Węglowych PAN w Zabrze, w Zespole Polimeryzacji Koordynacyjnej, a później w Zespole Polimerowych Materiałów Biomedycznych. Od 2011 roku w tejże instytucji naukowej pracuje na stanowisku adiunkta.

2. Ocena spełnienia ustawowych kryteriów w przewodzie habilitacyjnym

2.1. Posiadanie stopnia doktora

Habilitantka spełnia ten wymóg – dokumentacja zawiera kopię odpowiedniego dyplomu.

2.2. Posiadanie w dorobku naukowym osiągnięć stanowiących znaczny wkład w rozwój deklarowanej dyscypliny naukowej – inżynierii biomedycznej

Dr Joanna Jaworska przedstawiła do oceny osiągnięcie naukowe w postaci cyklu 9. powiązanych tematycznie artykułów naukowych oznaczonych w autoreferacie od H1 do H9 i opatrzonych tytułem: „Opracowanie nowych systemów miejscowego uwalniania substancji leczniczych w postaci bioresorbowalnych implantów dopasowanych indywidualnie do założonej funkcji”. Habilitantka jest współautorką tych publikacji, a w przypadku 8. z nich jest pierwszą autorką. Wszystkie publikacje zostały opublikowane w dobrych czasopismach z bazy Journal Citation Reports o wysokich współczynnikach IF, z których najwyższy wynosi 6,525. Sumaryczny IF cyklu publikacji wynosi 35,043 a punkty MEiN i MNiSW wynoszą odpowiednio 670 i 40. Dostarczona mi dokumentacja habilitacyjna zawiera oświadczenia współautorskie z opisem wkładu naukowego współautorów.

2.2.1. Wybór dyscypliny

Czasopisma w których Habilitantka opublikowała artykuły zgłoszone jako cykl publikacji, wg ministerialnego wykazu zostały przypisane do dyscypliny naukowej inżynieria biomedyczna z wyjątkiem pozycji H8, która przypisana jest do dyscyplin pokrewnych: biologia medyczna i nauki

medyczne. Tematyka badań poruszana w tych artykułach jak i w zdecydowanej większości artykułów stanowiących dorobek naukowy Habilitantki, w pełni wpisuje się w dyscyplinę inżynieria biomedyczna. Nie mam zatem wątpliwości co do słuszności wyboru dyscypliny naukowej.

2.2.2. Ocena osiągnięcia naukowego

Przedstawiona do oceny osiągnięcia naukowego to następująca lista prac stanowiąca cykl powiązanych tematycznie artykułów:

- H1. J. Szewczenko, W. Kajzer, M. Grygiel-Pradelok, J. Jaworska, K. Jelonek, K. Nowińska, M. Gawliczek, M. Libera, A. Marcinkowski, J. Kasperczyk, "Corrosion Resistance of PLGA coated biomaterials, Acta of Bioengineering and Biomechanics, 2016, 19 (1), MNiSW= 15, IF =0,914
- H2. J.Jaworska*, K.Jelonek, W.Kajzer, J.Szewczenko, B.Kaczmarczyk, A.Marcinkowski, H.Janeczek, M.Pastusiak, M.Basiaga, J.Kasperczyk, "Comparison of biodegradable poly(glycolide-ε-caprolactone) and poly(glycolide-ε-caprolactone-D,L-lactide) coatings enriched with ciprofloxacin formed on Ti6Al4V alloy", Polymer Degradation and Stability, 2018, 155, 136-144, MEiN=100, IF =3,78
- H3. J.Jaworska*, K.Jelonek, M.Jaworska-Kik, M.Musiół-Kulik, A.Marcinkowski, J. Szewczenko, A.Kajzer, M.Pastusiak, J.Kasperczyk; „Development of antibacterial, ciprofloxacin-eluting biodegradable coatings on Ti6Al7Nb implants to prevent peri-implant infections” Journal of Biomedical Materials Research, Part A, 2020, 108,4 1006-1015, MEiN=100, IF=4,396
- H4. J.Jaworska*, K.Jelonek, T.J.Wąsik, M.Mikłasińska-Majdanik, M.Kępa, J.Bratosiewicz-Wąsik, B.Kaczmarczyk, A.Marcinkowski, H.Janeczek, J.Szewczenko, W.Kajzer, M.Musiół-Kulik, J.Kasperczyk, "Poly(lactide-co-trimethylene carbonate) coatings with ciprofloxacin, fusidic acid and azithromycin. The effect of the drug on the degradation and biological activity against different Staphylococcus reference strains”, European Polymer Journal, 155, 2021, 110579, MEiN=100, IF=4,598
- H5. J.Jaworska*, K. Jelonek, M. Sobota, J. Kasperczyk, P. Dobrzynski, M. Musiół-Kulik, A. Smola-Dmochowska, H. Janeczek, B. Jarząbek, "Shape-memory bioresorbable terpolymer composite with antirestenotic drug”, Journal of Applied Polymer Science, 2015, 132, 41902:1- 8, MNiSW =25, IF=1,866
- H6. J.Jaworska*, J. Włodarczyk, P.Karpeta-Jarząbek, H.Janeczek, M.Stojko, J.Kasperczyk, „Electrospun, drug-enriched bioresorbable nonwovens based on poly(glycolide-εcaprolactone) and poly(D,L-lactide-glycolide) for urological applications”, Polymer Degradation and Stability, 2019, 167, 94-101, MEiN=100, IF=4,032
- H7. J.Jaworska*, R.Smolarczyk, M.Musiół-Kulik, T.Cichoń, P.Karpeta-Jarząbek, J. Włodarczyk, M.Stojko, H.Janeczek, A.Kordyka, B.Kaczmarczyk, M.Pastusiak, J.Kasperczyk, "Electrospun paclitaxel delivery system based on PGCL/PLGA in local therapy combined with brachytherapy”, International Journal of Pharmaceutics 2021, 602, 120596. MEiN=100, IF= 5,875

- H8. J.Jaworska*, A. Orchel, A. Kaps, M. Jaworska-Kik, A. Hercog, M. Stojko, J. Włodarczyk, M. Musiał-Kulik, M. Pastusiak, J. Kasperczyk „Bioresorbable nonwoven patches as taxane delivery systems for prostate cancer treatment”, *Pharmaceutics*, 2022; 14(12):2835. MEiN=100, IF= 6,525
- H9. J.Jaworska*, M.Stojko, J.Włodarczyk, H.Janeczek, M.Godzierz, M.Musiał-Kulik, P. Bryniarski, J.Kasperczyk „Docetaxel-loaded scaffolds manufactured by 3D printing as model, biodegradable prostatic stents” *Journal of Applied Polymer Science*, 2022, e52283, MEiN=70, IF=3,057

Zawartość wszystkich dziewięciu artykułów od H1 do H9 oddaje wiernie tytuł jakim Habilitantka opatrzyła swój cykl: „Opracowanie nowych systemów miejscowego uwalniania substancji leczniczych w postaci bioresorbowalnych implantów dopasowanych indywidualnie do założonej funkcji”.

Celem badań przedstawionych w cyklu opublikowanych prac stanowiących osiągnięcie habilitacyjne w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych, w dyscyplinie inżynieria biomedyczna, było opracowanie nowych systemów miejscowego uwalniania substancji leczniczych w postaci bioresorbowalnych implantów dopasowanych indywidualnie do założonej funkcji o pożądanych właściwościach i potencjale terapeutycznym, a także zbadanie i wyjaśnienie wpływu wybranych polimerów na właściwości otrzymanych systemów, na przebieg degradacji nośnika leku oraz na przebieg uwolnienia substancji leczniczej.

Przedstawione osiągnięcie habilitacyjne dotyczy dwóch głównych nurtów. W ramach pierwszego Habilitantka opracowała i scharakteryzowała bibliotekę biodegradowalnych powłok polimerowych z różnymi substancjami aktywnymi (tj. z ciprofloksacyną, z kwasem fusydowym, azytromycyną) utworzonych na podłożach metalowych. Wykorzystała w tym celu poliestry alifatyczne i poliestrowęgłany zawierające jednostki laktydylowe, glikolidylowe, kaproilowe i węglanowe. W ramach drugiego nurtu Habilitantka opracowała i scharakteryzowała w pełni biodegradowalne, implantowane materiały polimerowe z substancjami leczniczymi (tj. z chlorowodorkiem papaweryny, paklitakselem, docetakselem i kabazytakselem). W tym przypadku ponownie wykorzystała poliestry alifatyczne i poliestrowęgłany zawierające jednostki laktydylowe, glikolidylowe, kaproilowe i węglanowe. Przy wyborze rodzaju polimeru, determinującego właściwości, czas i przebieg degradacji implantu polimerowego kierowała się docelową jego funkcją antybakteryjną bądź przeciwnowotworową.

Należy tu podkreślić, że recenzowane osiągnięcie doskonale wpisuje się w potrzeby współczesnej medycyny.

2.2.3. Istotne elementy osiągnięcia naukowego

Biorąc pod uwagę powyższy przegląd prac cyklu związanych tematycznie artykułów przedstawionych przez Habilitantkę jako osiągnięcie naukowe, za najważniejsze jego elementy uważam:

- Opracowanie i scharakteryzowanie biodegradowalnych powłok polimerowych z ciprofloksacyną, azytromycyną, kwasem fusydowym na podłożu metalowym - stopie tytanu Ti6Al7Nb, Ti6Al4V,
- Określenie wpływu zastosowanego rodzaju polimeru na właściwości powłoki polimerowej, przebieg procesu degradacji i na przebieg uwalniania leku,
- Opracowanie i scharakteryzowanie implantowanych systemów uwalniania substancji leczniczych tj. chlorowodorku papaweryny, paklitakselu, docetakselu i kabazytakselu przeznaczonych na biodegradowalne implanty do zastosowań m.in. w endourologii i uroonkologii,
- Określenie wpływu zastosowanego rodzaju polimeru na: właściwości implantowanych materiałów polimerowych z lekiem, przebieg procesu degradacji i na przebieg uwalniania leku.

Potencjał aplikacyjny opracowanych przez Habilitantkę rozwiązań został potwierdzony w badaniach *in vitro* bądź *in vivo*, co świadczy o uzyskaniu pożądanej funkcji materiałów implantowanych tj. funkcji uwolnienia substancji leczniczych o zamierzonym działaniu.

W mojej ocenie przedstawione wyniki są ważne naukowo i jako takie wyczerpują warunek istotnego wkładu w dyscyplinę naukową inżynieria biomedyczna.

3. Ocena pozostałych elementów dorobku naukowego, organizacyjnego i dydaktycznego

Habilitantkę na dzień pisanie tej opinii charakteryzują następujące parametry bibliometryczne wg bazy Web of Science:

- Liczba publikacji w bazie: 34
- Indeks Hirscha: 12
- Liczba cytowań / bez autocytowań: 378 / 306
- Liczba punktów MEiN / MNiSW: 1940 / 516
- Sumaryczny IF / po uzyskaniu stopnia doktora: 113,371 / 98,722

W mojej ocenie parametry te są znaczące i tym samym wystarczające, a rosnąca aktywność naukowa Habilitantki dobrze rokuje na przyszłość.

3.1. Pozostały dorobek naukowy

Dr Joanna Jaworska w autoreferacie wymieniła dorobek zarówno po otrzymaniu stopnia naukowego doktora jak i przed jego uzyskaniem. W niniejszej opinii biorę pod uwagę jedynie dorobek powstały po uzyskaniu stopnia doktora.

Po doktoracie Habilitantka zajmowała się opracowaniem nowych materiałów polimerowych oraz modyfikacją wybranych materiałów metalowych i polimerowych stosowanych jako implanty medyczne. Wyniki tych badań publikowane były w renomowanych czasopismach naukowych i przedstawiane na konferencjach.

Badania te skutkują rozwojem nie tylko dyscypliny inżynieria biomedyczna, a także dostarczyły nowych, ważnych informacji na temat materiałów polimerowych.

Habilitationka ma również sprecyzowany dalszy rozwój naukowy, który skupiać się będzie na pracy badawczej związanej z doskonaleniem implantowanych, polimerowych systemów uwalniania leków, głównie do zastosowania w urologii. Chciałaby również rozwinąć zagadnienie terapii wielolekowej, jako odpowiedzi na pojawiające się podczas chemioterapii zjawisko wystąpienia oporności nowotworu na leczenie jednym rodzajem cytostatyku, a także rozwinąć badania nad materiałami przeznaczonymi na biodegradowalne stenty prostaty, spełniające wymogi stawiane podczas zabiegów chirurgii małoinwazyjnej.

Podsumowując, dorobek ten jest w mojej ocenie znaczący. Składają się na niego publikacje naukowe w czasopismach znajdujących się w bazie Journal Citation Reports w liczbie 17. o wysokich współczynnikach IF oraz inne publikacje w liczbie 6. Habilitationka swoje osiągnięcia naukowe prezentowała w 8. wystąpieniach krajowych i międzynarodowych oraz brała udział w kolejnych 17.

3.2. Udział w projektach naukowych

Po doktoracie habilitationka uczestniczyła w roli wykonawcy w pracach 6. zespołów badawczych realizujących projekty finansowane w drodze konkursów krajowych, współpracując między innymi z następującymi krajowymi jednostkami naukowymi:

- Katedrą Biomateriałów i Inżynierii Wyrobów Medycznych na Wydziale Inżynierii Biomedycznej Politechniki Śląskiej
- Katedrą Biofarmacji na Wydziale Nauk Farmaceutycznych Śląskiego Uniwersytetu Medycznego
- Katedrą Mikrobiologii i Wirusologii na Wydziale Nauk Farmaceutycznych Śląskiego Uniwersytetu Medycznego
- Katedrą Chemii Nieorganicznej, Analitycznej i Elektrochemii na Wydziale Chemii Politechniki Śląskiej
- Katedrą Chemii Nieorganicznej na Wydziale Chemii Uniwersytetu Jagiellońskiego
- Katedrą Fizjologii na Wydziale Nauk Medycznych Śląskiego Uniwersytetu Medycznego
- Narodowym Instytutem Onkologii w Gliwicach
- Katedrą Urologii na Wydziale Nauk Medycznych Śląskiego Uniwersytetu Medycznego.

Uczestniczyła w pracach zespołów badawczych utworzonych przy udziale podmiotów z sektora gospodarczego. Między innymi współpracuje z:

- Polsko-Amerykańskimi Klinikami Serca, American Heart of Poland
- Spółką Finnotech
- Polską Fundacją Apiterapii
- Śląskim Centrum Chorób Serca

a także z innymi naukowcami zatrudnionymi w Centrum Materiałów Polimerowych i Węglowych PAN.

Zrealizowała również działanie naukowe w ramach konkursu Miniatura 4 zatytułowane: „Nowe, implantowane, wielofunkcyjne systemy uwalniania cytostatyków otrzymane za pomocą elektroprzędzenia i druku 3D do zastosowań w uroonkologii”.

Aktywność dr Joanny Jaworskiej w zakresie udziału w projektach naukowych oceniam pozytywnie.

3.3. Dorobek organizacyjny i dydaktyczny

Po uzyskaniu stopnia doktora Habilitantka w latach 2011, 2013, 2015 opracowała i wygłosiła wykłady nt. Spektroskopii Magnetycznego Rezonansu Jądrowego dla doktorantów w Centrum Materiałów Polimerowych i Węglowych PAN w Zabrze. Sprawowała również opiekę naukową nad studentami studiów magisterskich Wydziału Nauk Farmaceutycznych z Oddziałem Medycyny Laboratoryjnej Śląskiego Uniwersytetu Medycznego w Katowicach. Była opiekunem 4 prac magisterskich. Brała też udział w licznych seminariach zakładowych, gdzie prezentowała wyniki swoich najnowszych badań oraz możliwości opracowywanych bioresorbowalnych systemów implantacyjnych. Brała również udział w licznych spotkaniach w Katedrze Biomateriałów Wydziału Inżynierii Biomedycznej Politechniki Śląskiej, gdzie prezentowała możliwości wykorzystania opracowywanych w CMPW PAN bioresorbowalnych systemów implantacyjnych. Wzięła też udział w seminarium zorganizowanym w Narodowym Centrum Onkologii w Gliwicach, gdzie zaprezentowała wyniki swoich badań nad bioresorbowalnymi włókninami polimerowymi wzbogaconymi paklitaksem jako potencjalnymi systemami terapeutycznymi w terapii przeciwnowotworowej.

Aktywność dr Joanny Jaworskiej w zakresie działalności dydaktycznej, organizacyjnej i popularyzatorskiej oceniam pozytywnie.

3.4. Inne elementy dorobku

Habilitantka brała udział w opracowaniu metody, przygotowaniu powłok zawierających heparynę na podłożach metalowych i badaniu uwalniania leku z powłok dla Politechniki Śląskiej w ramach projektu Miniatura DEC-2018/02/X/ST8/03061 a w 2022 roku została członkiem Rady Naukowej CMPW PAN.

4. Podsumowanie

Reasumując stwierdzam, że nie dostrzegam żadnych mankamentów w dorobku Pani dr Joanny Jaworskiej w okresie po uzyskaniu stopnia naukowego doktora. Scharakteryzowany dorobek w oparciu o opublikowane przez nią prace naukowe, w tym w cyklu prac stanowiących osiągnięcie naukowe pt. „Opracowanie nowych systemów miejscowego uwalniania substancji leczniczych w postaci bioresorbowalnych implantów dopasowanych indywidualnie do założonej funkcji”, jest istotny dla dyscypliny naukowej inżynieria biomedyczna. Dorobek ten stanowi o jej dojrzałości naukowej i jest wystarczający do pełnienia przez habilitantkę roli samodzielnego pracownika naukowego.

5. Wniosek końcowy

Na podstawie ocen cząstkowych dotyczących osiągnięcia naukowego, będącego podstawą wszczęcia postępowania habilitacyjnego oraz przedstawionej w niniejszym dokumencie oceny całokształtu dorobku (naukowego, dydaktycznego i organizacyjnego) dr Joanny Jaworskiej stwierdzam, że spełnia ona wymagania stawiane kandydatom ubiegającym się o nadanie stopnia doktora habilitowanego nauk inżynieryjno-technicznych w dyscyplinie inżynieria biomedyczna określonych w Ustawie o Stopniach i Tytule Naukowym – art. 219 ust. 1 pkt. 2 Ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce. W związku z powyższym pozytywnie opiniuję wniosek dr Joanny Jaworskiej i wnoszę o dopuszczenie go do dalszych etapów postępowania habilitacyjnego.

dr hab. Sebastian Stach, prof. UŚ