



Dr hab. Anna Belcarz, prof. UM w Lublinie
Katedra i Zakład Biochemii i Biotechnologii
Wydział Farmaceutyczny
Uniwersytet Medyczny w Lublinie

Lublin, 08.12.2023

OCENA

**osiągnięcia naukowego oraz pozostałego dorobku naukowego, dydaktycznego
i organizacyjnego dr n. chem. Joanny Jaworskiej,
w związku z postępowaniem w sprawie nadania stopnia doktora habilitowanego
w dziedzinie Nauk Inżynieryjno-Technicznych w dyscyplinie Inżynieria Biomedyczna**

W związku z postępowaniem habilitacyjnym Pani dr Joanny Jaworskiej, zatrudnionej w Centrum Materiałów Polimerowych i Węglowych PAN oraz powołaniem mnie przez Radę Dyscypliny Inżynieria Biomedyczna Politechniki Śląskiej w dniu 19 października 2023 r. do składu Komisji Habilitacyjnej, przedstawiam opinię dotyczącą złożonej przez Habilitantkę dokumentacji. Podstawą prawną dotyczącą postępowania habilitacyjnego jest art. 219 ust. 1 pkt 2 ustawy z dnia 20 lipca 2018 roku Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. z 2023 r. poz. 742 ze zm.).

Dr Joanna Jaworska ukończyła studia na Wydziale Chemii Uniwersytetu Śląskiego w Katowicach w 2004r, uzyskując dyplom magistra chemii. Praca magisterska była wykonana w Zakładzie Chemii Organicznej i nosiła tytuł: "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", a jej promotorem był dr Aleksander Zemanek.

Kolejnym etapem kariery naukowej Habilitantki była obrona pracy doktorskiej, przedstawionej w 2011 roku Radzie Wydziału Chemii Uniwersytetu Jagiellońskiego w Krakowie. Tytuł pracy doktorskiej brzmiał: „Wpływ mikrostruktury łańcucha na proces degradacji hydrolitycznej poliestrów: glikolidu, laktydu, ε-kaprolaktonu”; a jej promotorem był prof. dr hab. Janusz Kasperczyk. Na uwagę zasługuje fakt, że Rada Wydziału Chemii UJ nadała pracy wyróżnienie.

Zgodnie z otrzymaną dokumentacją, dr Joanna Jaworska w latach 2004-2011 była zatrudniona na stanowisku asystenta w Centrum Materiałów Polimerowych i Węglowych



PAN, najpierw w Zespole Polimeryzacji Koordynacyjnej, a później w Zespole Polimerowych Materiałów Biomedycznych. W roku 2011r. zatrudniona została na stanowisku adiunkta w Zespole Polimerowych Materiałów Biomedycznych w/w jednostki. Natomiast w latach 2009 oraz 2012/2013 przebywała na urloпах macierzyńskich.

1. Ocena osiągnięcia naukowego

W skład osiągnięcia naukowego wchodzi 9 wieloautorskich oryginalnych prac naukowych, opublikowanych w latach 2015-2022. Niemal wszystkie prace są publikowane w czasopismach z tzw. Listy Filadelfijskiej, z czego 7 w czasopismach wydawnictw Wiley i Elsevier, o tytułach: *Polymer Degradation and Stability*, *Journal of Biomedical Materials Research, Part A*, *European Polymer Journal*, *Journal of Applied Polymer Science* oraz *International Journal of Pharmaceutics*. Dodatkowo, jedna z prac opublikowana jest w *Acta of Bioengineering and Biomechanics* (2016), a druga w *Pharmaceutics*. Sumaryczna wartość współczynnika oddziaływania (IF) tych prac wynosi 35,045, a łączna punktacja MEiN to 670 pkt. W ośmiu z tych prac Habilitantka była pierwszym i jednocześnie korespondencyjnym autorem, przy czym warto zaznaczyć, że trzy z tych prac realizowane były przy wsparciu funduszy uzyskanych przez Nią w ramach projektu Miniatura. W oparciu o przedstawioną do analizy dokumentację, w pracach tych Habilitantka najczęściej była pomysłodawcą koncepcji pracy oraz planowała sposób przeprowadzenia badań. Dowodzi to jej dominującej roli w recenzowanym osiągnięciu. Fakt, że wyniki badań Habilitantki zostały opublikowane w uznanych czasopismach o szerokim zasięgu międzynarodowym świadczy o dużej wartości poznawczej uzyskanych rezultatów. Dowodzi to aktualności podjętej tematyki badawczej, mocno powiązanej z potencjałem aplikacyjnym.

Osiągnięcie habilitacyjne Habilitantki dotyczy badań prowadzonych dwutorowo. Oba nurty miały na celu opracowanie nowych rozwiązań terapeutycznych i skupiały się na:

- a) Opracowaniu i scharakteryzowaniu biblioteki biodegradowalnych powłok polimerowych z różnymi substancjami aktywnymi (tj. z ciprofloksacyną, z kwasem fusydowym, azytromycyną), utworzonych na podłożach metalowych.
- b) Opracowaniu i scharakteryzowaniu w pełni biodegradowalnych implantowanych materiałów polimerowych z substancjami leczniczymi (tj. z chlorowodorkiem papaweryny, paklitakselem, docetakselem i kabazytakselem).



Z wniosków przedstawionych przez Habilitantkę w podsumowaniu zamieszczonym w autoreferacie nasuwają się następujące konkluzje:

- a) Habilitantce udało się ustalić najkorzystniejszy pod względem adhezyjności wariant obróbki podłoża metalowego do nakładania powłok polimerowych metodą zanurzeniową, poprawiający jego odporność korozyjną oraz ograniczającą gęstość masy przenikających do roztworu jonów. Uzyskała ona również dane pozwalające wyłonić polimery najbardziej przydatne do wytwarzania powłok na podłożach metalowych, pozwalające nie tylko na wzbogacenie ich w leki (ciprofloksacyna, kwas fusydowy, azytromycyna), ale też na ograniczenie przenikania jonów metali do tkanek otaczających metalowy implant (czyli ograniczenie korozji), na przykład P(G/CL) i P(G/CL/L). Powłoki skonstruowane w oparciu o wyselekcjonowane polimery stopniowo uwalniały inkorporowane leki, co wynikało w dużym stopniu z ich degradacji. W niektórych przypadkach spodziewana aktywność przeciwbakteryjna modyfikowanych lekami powłok została potwierdzona hamowaniem wzrostu i działaniem bakteriobójczym wobec wybranych szczepów *Escherichia coli*, *Staphylococcus epidermidis* oraz *Staphylococcus aureus*. Uzyskane informacje mogą okazać się przydatne przy projektowaniu implantów metalowych będących jednocześnie nośnikami leków zapobiegających wczesnej infekcji implantów.
- b) Czynniki takie jak wybór materiału polimerowego, budowa jego łańcucha, rozkład jednostek strukturalnych, masa molowa i metoda przetwórcza, wyselekcjonowane do wytworzenia biodegradowalnych implantowalnych systemów uwalniania substancji leczniczych, silnie rzutują na finalne własności materiału, między innymi na jego degradację i profil oraz mechanizm uwalniania leku. Habilitantka udowodniła, że zastosowanie zarówno formowania wtryskowego, jak i elektroprzędzenia oraz druku 3D może pozwolić na uzyskanie atrakcyjnych systemów uwalniania leków. Należy do nich obiecujący materiał do produkcji stentów, bardzo wolno uwalniający sirolimus, co pozwala prognozować, że wytworzony biomateriał kardiologiczny będzie zapobiegał restenozie (nawrotowemu zwężeniu leczonego naczynia wieńcowego). Z kolei elektroprzędzone materiały stopniowo uwalniające leki przeciwnowotworowe (paklitaksel, docetaksel i kabazytaksel) byłyby interesującym rozwiązaniem dla wytworzenia implantów do wypełniania ubytków tkanek powstałych po resekcji



nowotworów tkanek miękkich. Podobnie obiecujące rozwiązanie mogłyby stanowić stenty urologiczne z polimerów biodegradowalnych wzbogacone w leki rozkurczowe (chlorowodorek papaweryny) lub leki przeciwnowotworowe (np. paklitaksel, docetaksel i kabazytaksel).

Z prezentowanych wyników wyłania się klarowna informacja, że Habilitantka specjalizuje się w projektowaniu, wytwarzaniu oraz zaawansowanej analizie kompozytów polimerowych, posługując się przede wszystkim techniką NMR. Posiada Ona także umiejętność analizy wyników badań przeprowadzonych w jednostkach współpracujących. Zauważalny jest przy tym trend Habilitantki do stopniowego wzbogacania swoich badań w analizę wyników aktywności przeciwbakteryjnej otrzymywanych matryc, ich cytotoksyczności wobec komórek nowotworowych oraz badań *in vivo*, stanowiących potwierdzenie badań *in vitro* (np. zastosowany w jednej z prac model myszy do zbadania efektywności działania uwalnianego leku przeciwnowotworowego). Warto byłoby natomiast zwrócić w przyszłych badaniach uwagę na projektowanie badań cytotoksyczności, gdyż wykonanie ich dla linii komórek nowotworowych z pominięciem linii komórek prawidłowych (co nastąpiło w przypadku publikacji H-8) może doprowadzić do uzyskania biomateriałów toksycznych nie tylko dla komórek nowotworowych, ale też dla zdrowych tkanek pacjenta. Badania te wykonywane są we współpracy, co dobrze świadczy o umiejętności Habilitantki do planowania badań w ramach zespołów interdyscyplinarnych. Jest to szczególnie istotne w odniesieniu do projektowania biomateriałów, które ostatecznie wymagają weryfikacji efektywności w organizmie żywym. Jednocześnie badania interdyscyplinarne pozwalają na zwiększenie szans na opublikowanie wyników badań w wiodących czasopismach o profilu biomateriałowym i pozyskiwanie finansowania dla dalszych badań. Warto tu wspomnieć, że trzy z prac wchodzących w skład osiągnięcia były realizowane przy wsparciu finansowania z projektu Miniatura, który Habilitantka pozyskała (2020-2021) i realizowała jako kierownik.

W podsumowaniu pragnę stwierdzić, że cykl prac przedstawionych do oceny spełnia wymagania stawiane pracom habilitacyjnym. Stanowi on spójną całość, o niewątpliwie znacznym wpływie na stan wiedzy w dziedzinie projektowania polimerowych biomateriałów będących nośnikami leków. Ponadto, na szczególne uznanie w mojej opinii zasługuje fakt, że uzyskane przez Habilitantkę wyniki mogą się przyczynić do opracowania nowych biodegradowalnych wyrobów medycznych pełniących jednocześnie funkcję nośników leków.



Wszystkie wchodzące z skład osiągnięcia prace są wynikiem współpracy naukowej. Zastanawia tylko fakt, dlaczego żadna z nich nie powstała przy udziale ośrodka zagranicznego, co z pewnością przyczyniłoby się do ekspansji zasięgów badawczych Habilitantki, a na co tematyka Jej badań zasługuje.

2. Ogólna ocena dorobku naukowo-badawczego.

Całkowity dorobek naukowy Habilitantki obejmuje, zgodnie z przedstawionymi informacjami, 35 oryginalnych prac naukowych, wliczając w to prace przedstawione w osiągnięciu naukowym. W tym 32 prace (26 z listy JCR i 6 spoza JCR) ukazały się przed uzyskaniem stopnia doktora, a 13 prac (8 z listy JCR i 5 spoza JCR) po uzyskaniu stopnia doktora. Sumaryczny IF Jej prac wynosi 113,371 (pkt. MEiN: 2456), liczba cytowań bez autocytowań 281/303 (Web of Science/Scopus), a Indeks Hirscha 12/13 (Web of Science/Scopus). Warto zauważyć, że sumaryczny IF prac Habilitantki po uzyskaniu st. doktora wzrósł do wartości 98,772, w porównaniu do 14,649 przed uzyskaniem stopnia doktora, co świadczy o dużym wzroście dorobku po uzyskaniu wspomnianego stopnia.

Na przeprowadzenie badań uzyskała Ona środki w formie grantu finansowanego przez NCN w konkursie Miniatura (2020/04/X/NZ7/00016 „Nowe, implantowane, wielofunkcyjne systemy uwalniania cytostatyków otrzymane za pomocą elektroprądzenia i druku 3D do zastosowań w uroonkologii”), jako kierownik. Była też wykonawcą w 6 projektach badawczych finansowanych ze środków NCN, NCBiR oraz EFRR. Uczestniczyła Ona również w pracach zespołów badawczych utworzonych przy udziale podmiotów z sektora gospodarczego, w tym z Polsko-Amerykańskimi Klinikami Serca, American Heart of Poland, Spółką Finnotech oraz Polską Fundacją Apiterapii. Uzyskała też w latach 2018-2020 trzy patenty w UPRP oraz zgłosiła jedno zgłoszenie patentowe. W celu poszerzenia umiejętności, odbyła Ona też 6-tygodniowy staż w Katedrze Biomateriałów i Inżynierii Wyrobów Medycznych na Wydziale Inżynierii Biomedycznej Politechniki Śląskiej.

Habilitantka przedstawiała wyniki badań na konferencjach międzynarodowych i krajowych, w tym 17-krotnie w formie referatu ustnego (przed i po uzyskaniu stopnia doktora). Jej pozycja naukowa została też potwierdzona przez powierzenie Jej recenzji 13 publikacji nadsyłanych do uznanych czasopism specjalistycznych (w tym z Acta Biomaterialia).



Habilitantka, w ramach badań nad systemami polimerowymi o różnym przeznaczeniu biomedycznym, współpracuje z szeregiem jednostek naukowych. Są to: Katedra Biomateriałów i Kompozytów na Wydziale Inżynierii Materiałowej i Ceramiki Akademii Górniczo-Hutniczej, Instytut Chemii na Wydziale Matematyki, Fizyki i Chemii Uniwersytetu Śląskiego, Katedra Biomateriałów i Inżynierii Wyrobów Medycznych na Wydziale Inżynierii Biomedycznej Politechniki Śląskiej, Katedra Biofarmacji na Wydziale Nauk Farmaceutycznych Śląskiego Uniwersytetu Medycznego, Katedra Mikrobiologii i Wirusologii na Wydziale Nauk Farmaceutycznych Śląskiego Uniwersytetu Medycznego, Katedra Chemii Nieorganicznej, Analitycznej i Elektrochemii na Wydziale Chemii Politechniki Śląskiej, Katedra Chemii Nieorganicznej na Wydziale Chemii Uniwersytetu Jagiellońskiego, Katedra Fizjologii na Wydziale Nauk Medycznych Śląskiego Uniwersytetu Medycznego, Narodowy Instytut Onkologii w Gliwicach, Katedra Urologii na Wydziale Nauk Medycznych Śląskiego Uniwersytetu Medycznego oraz The Institute of Synthetic Biopolymers, the Pharmaceutical Faculty of the University of Montpellier. We wspólnych badaniach Habilitantka wykorzystywała głównie swoją specjalistyczną wiedzę dotyczącą techniki NMR. Współprace te świadczą o umiejętności nawiązywania kontaktów i budowaniu interdyscyplinarnych zespołów badawczych, zarówno w kraju jak i z ośrodkami zagranicznymi. Zauważyć można, że współpraca z ośrodkiem w Montpellier zakończyła się, sądząc z dat wspólnych publikacji, w 2008 roku. Warto byłoby zatem, żeby Habilitantka odświeżyła ten kontakt i nawiązała nowe współprace zagraniczne, w celu podniesienia poziomu i rozpoznawalności swoich badań poza granicami kraju.

3. Działalność dydaktyczna i organizacyjna

Habilitantka brała udział w procesie dydaktycznym m.in. przez prowadzenie zajęć dla studentów chemii UJ (przedmiot chemia organiczna dla kierunku chemia i chemia środowiska) w trakcie studiów doktoranckich, sprawowanie funkcji opiekuna 8 prac magisterskich na Wydziale Nauk Farmaceutycznych z Oddziałem Medycyny Laboratoryjnej Śląskiego Uniwersytetu Medycznego w Katowicach, uczestniczyła w Dniach Nauki organizowanych w Zabrze (2005) oraz prowadziła pokazy i wykłady prezentujące technikę NMR dla studentów Śląskiego Uniwersytetu Medycznego w Katowicach, uczniów szkół



średnich, gości wizytujących, praktykantów i doktorantów w Centrum Materiałów Polimerowych i Węglowych PAN w Zabrze (2011, 2013, 2015).

W ramach popularyzacji nauki, brała Ona udział w programie telewizyjnym Laboratorium (2008) i na kanale youtube *Ispozywczy*, gdzie prezentowała możliwości techniki NMR (2021).

Podsumowując, uważam, że całokształt działalności Habilitantki jest wystarczający dla etapu rozwoju Jego kariery naukowej, a przedstawiony dorobek jest oryginalny i wartościowy, z nastawieniem na aspekt aplikacyjny. Należy przyznać, że w okresie, jaki upłynął od uzyskania stopnia naukowego doktora, powiększyła Ona w znaczący sposób (kilkukrotnie, biorąc pod wagę wartość współczynnika oddziaływania) swój dorobek naukowy. Mając powyższe na względzie, stwierdzam, że zarówno osiągnięcie naukowe, jak i pozostały dorobek naukowo-badawczy oraz dydaktyczno-organizacyjny dr Joanny Jaworskiej spełnia wymagania stawiane kandydatom na stopień doktora habilitowanego (określonym w art. 219 ust. 1 pkt 2 ustawy z dnia 20 lipca 2018 roku Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. z 2023 r. poz. 742 ze zm.). Na tej podstawie przedstawiam Radzie Dyscypliny Inżynieria Biomedyczna Politechniki Śląskiej wniosek o nadanie dr Joannie Jaworskiej stopnia doktora habilitowanego.

KIEROWNIK
Katedry i Zakładu Biochemii i Biotechnologii
Uniwersytetu Medycznego w Lublinie

Anna Belcarz
dr hab. Anna Belcarz