

Prof. dr hab. Szczepan Zapotoczny
Uniwersytet Jagielloński
Wydział Chemii
ul. Gronostajowa 2, 30-387 Kraków
email: s.zapotoczny@uj.edu.pl
tel. 12 6862530



UNIwersYTET
JAGIELLOŃSKI
W KRAKOWIE

Ocena osiągnięcia naukowego zatytułowanego:

*„Strategia stabilizacji i funkcjonalizacji polisacharydów w
projektowaniu aktywnych biomateriałów”*

**oraz aktywności naukowej dr Doroty Chełminiak-Dudkiewicz
ubiegającej się o nadanie stopnia doktora habilitowanego**

Wydział Chemii

Pani dr Dorota Chełminiak-Dudkiewicz jest absolwentką Uniwersytetu Mikołaja Kopernika w Toruniu, gdzie na Wydziale Biologii skończyła pierwsze licencjat z biologii, a na Wydziale Chemii obroniła pracę maderską z chemii w roku 2013. Tam też w roku 2017 uzyskała stopień doktora w dziedzinie nauk chemicznych broniąc z wyróżnieniem pracę doktorską pt.: *„Struktura i właściwości nowych nanocząstek magnetycznych z powłokami polimerowymi jako potencjalnych nośników w katalizie”* realizowaną pod opieką promotorską prof. dr hab. Haliny Kaczmarek i promotor pomocniczej dr hab. Marty Ziegler-Borowskiej, prof. UMK. W tym samym roku rozpoczęła pracę na stanowisku asystenta w Katedrze Chemii Biomedycznej i Polimerów na Wydziale Chemii UMK, gdzie od 2019 r. pracuje na stanowisku adiunkta. Obecnie ubiega się o stopień doktora habilitowanego w dziedzinie nauk ścisłych i przyrodniczych w dyscyplinie nauki chemiczne. Należy nadmienić, że Pani doktor miała dwie przerwy w pracy naukowej związane z urlopami macierzyńskimi (dwoje dzieci) w 2015 i 2018 roku (łącznie 17 miesięcy).

Ocena osiągnięcia naukowego habilitantki

Przedstawione do oceny osiągnięcie habilitacyjne dr Doroty Chełminiak-Dudkiewicz obejmuje 10 monotematycznych publikacji naukowych z lat 2022-2026 i dotyczy zagadnień związanych z szeroko rozumianą funkcjonalizacją polisacharydów, ich stabilizacją chemiczną i strukturalną zmierzającą m.in. do otrzymywania materiałów o strukturze porowatej materiałów oraz samoorganizacji składników bioaktywnych w układach polisacharydowych.

Wszystkie publikacje zostały wydane w czasopismach sklasyfikowanych w pierwszym kwartylu (Q1) według Journal Citation Reports, a w nich Habilitantka jest pierwszym i korespondencyjnym autorem. Nie pozostawia to żadnych wątpliwości, co do dominującego udziału Habilitantki w ich powstanie zarówno w zakresie hipotezy badawczej, planowania i realizacji badań, jak też interpretacji wyników i pisanie samych manuskryptów. Także załączone deklaracje współautorów publikacji z cyklu, potwierdzają zakres i poziom zaangażowania Habilitantki. Prawie wszystkie publikacje z cyklu (oprócz jednej) są wieloautorskie z liczbą współautorów w zakresie 4-10. Na podstawie przedstawionych deklaracji udziału wszystkich współautorów można stwierdzić, że uzasadnienia dla dużej liczby autorów publikacji są wiarygodne w związku z interdyscyplinarnym charakterem prac i koniecznością zaangażowania specjalistów z innych dziedzin (np. mikrobiologia, farmakologia) w przedstawione badania.

W autoreferacie Habilitantka umiejętnie posegregowała opisywane zagadnienia, w ramach osiągnięcia naukowego, na grupy zagadnień. W pierwszej fazie (H1, H4) Autorka skupiła się na analizie procesów (foto)degradacji wybranych polisacharydów. Zdiagnozowanie tych newralgicznych punktów dało jej podstawy teoretyczne do opracowania strategii ich stabilizacji. W kolejnym etapie (H2, H3, H7) zajęła się opracowaniem materiałów polisacharydowych niewymagających chemicznego (kowalencyjnego) stabilizowania zawierających substancje aktywne biologicznie. Dalszy etap Jej prac (H5–H10) obejmował bardziej złożone strategie stabilizacji i sieciowanie układów polisacharydowych wykorzystując nietoksyczne pochodne dialdehydowe polisacharydów. W ostatniej grupie zagadnień (H9, H10) Habilitantka rozwinęła tę koncepcję wzbogacając wytworzone materiały o nanostrukturalne układy białkowe. Ten krok pozwolił na nadanie materiałom nowych, pożądanych cech, zarówno pod względem ich budowy strukturalnej, jak i dodatkowego działania biologicznego. W ten sposób, Jej badania objęły kompleksowo

proces od diagnozy problemu (m.in. nietrwałość polisacharydów), przez testy podstawowych układów z odpowiednimi dodatkami, aż po zaawansowane, biozgodne sieciowanie i finalne wzbogacenie układów białkami nadającymi pożądane właściwości biologiczne otrzymanym materiałom.

Niewątpliwie, postawione przez Habilitantkę cele badawcze przedstawione w omawianym osiągnięciu są istotne z punktu widzenia wykorzystania układów polisacharydowych, pochodzenia naturalnego, jako nośników substancji aktywnych, przy zachowaniu biozgodności i trwałości finalnych materiałów oraz pożądanej struktury do konkretnych, planowanych zastosowań, takich jak aktywne opatrunki. Kompleksowe opracowanie odpowiedniej strategii realizacji tych celów przy ograniczeniach nakładanych na metody otrzymywania tych materiałów (np. niestabilność termiczna polisacharydów i związków aktywnych biologicznie, możliwa cytotoksyczność reagentów sieciujących) oraz ich docelowe właściwości mechaniczne, biologiczne, ale także katalityczne, czy sorpcyjne, jest istotnym osiągnięciem badawczym Habilitantki.

Pierwsza praca z cyklu (H1) dotyczyła badań stabilności fotochemicznej lewanu – polisacharydu wykorzystywanego także w dalszych badaniach. Habilitantka zbadała mechanizm jego fotodegradacji, co dało jej podstawy do wpływania na jej regulację poprzez modyfikacje chemiczne, czy też łączenie z innymi polisacharydami. W tym nurcie jest też praca H2, która dotyczy (bio)degradacji chitozanu – innego użytecznego polisacharydu o odmiennym składzie i strukturze. Zakres przeprowadzonych badań obejmował także wpływ rodzaju źródła promieniowania, modyfikacji struktury poprzez sieciowanie chitozanu, a także dodatku bioaktywnego oleju konopnego, na stabilność całego układu. Co istotne, udało się także wykazać, że matryca chitozanowa pełni funkcję ochronną wobec bioaktywnego dodatku przy ekspozycji na UV. Ponadto, sieciowanie chitozanu z olejem konopnym za pomocą skrobi dialdehydowej prowadzi do dalszej poprawy stabilności fotochemicznej materiału, co jest istotne z punktu widzenia możliwych zastosowań. Wyniki te przyczyniły się do proponowanego dalej podejścia stabilizującego układy polisacharydowe, na które składa się zarówno sieciowanie, jak też dodatki substancji bioaktywnych, które mogą wpływać na mechanizmy (bio)degradacyjne.

Kolejne prace rozwijają zastosowanie wielkocząsteczkowych substancji sieciujących jako alternatyw dla związków małocząsteczkowych, których wykorzystanie może prowadzić

do ograniczonej biokompatybilności oraz obecności ich nieprzereagowanych pozostałości w materiale. W tym celu Habilitantka otrzymała szereg dialdehydowych pochodnych wybranych polisacharydów przez selektywne utlenianie sąsiadujących grup hydroksylowych w jednostkach cukrowych (H5, H6, H8, H9, H10). Opublikowane wyniki wskazują, że te pochodne polisacharydów mogą pełnić funkcję biokompatybilnych czynników sieciujących, a stopień funkcjonalizacji ma istotny wpływ na efektywność sieciowania, stabilność strukturalną oraz możliwość wprowadzania innych składników do układu polisacharydowego. Wykazała ona także uniwersalność zaproponowanej metodologii wytwarzając tego typu materiały na bazie licznych polisacharydów.

Liczne dalsze prace Habilitantki obejmowały także projektowanie i otrzymanie wieloskładnikowych biomateriałów polisacharydowych zawierających dodatki bioaktywne pochodzenia naturalnego oraz nanostrukturalne układy hybrydowe, w tym tzw. „nanokwiaty” białkowo-nieorganiczne o regulowanej aktywności biologicznej [H2, H3, H5, H7, H8, H9, H10]. Publikacje te opisują także, kluczowe z punktu widzenia istotności przedstawionego osiągnięcia badawczego, zależności pomiędzy właściwościami fizykochemicznymi, mechanicznymi oraz biologicznymi, a składem, strukturą i sposobem stabilizacji biomateriałów polisacharydowych. W szczególności, istotnym wnioskiem z badań jest wykazanie, że stosowane bioaktywne dodatki, w tym hydrofobowe, mogą zmieniać porowatą strukturę matryc polisacharydowych bez ich destabilizacji. Funkcje biologiczne otrzymywanych, często wielokomponentowych, materiałów były wyznaczane z wykorzystaniem analizy właściwości przeciwzapalnych, czy też aktywności antyoksydacyjnej oraz testów komórkowych dotyczących biokompatybilności, także w trybie badań starzeniowych (we współpracy z partnerami naukowymi). Wnioski z tych badań dopełniają pełną charakterystykę nowych materiałów z użyciem licznych metod fizykochemicznych, mikroskopowych i spektroskopowych oraz wskazują ich użyteczność w planowanych zastosowaniach biomedycznych.

W przedstawionym cyklu publikacyjnym Pani dr Dorota Chełminiak-Dudkiewicz pokazała kompleksowe i systematyczne podejście do rozwiązywania ważnych problemów badawczych oraz wykazała się wkładem koncepcyjnym i wykonawczym w tym zakresie, oczekiwanym od kandydatów do stopnia doktora habilitowanego w dziedzinie nauk chemicznych. Większość z przedstawionych publikacji (osiem z dziesięciu) jest owocem

badania prowadzonych przez Habilitantkę w ramach kierowanego przez nią projektu SONATA pt. „Nowe zaawansowane materiały do skutecznej kontroli krwawienia i septyki dla medycyny pola walki i ratownictwa medycznego” finansowanego przez Narodowe Centrum Nauki. Jej istotny wkład w rozwój dyscypliny nauki chemiczne w obszarze chemii polisacharydów i biomateriałów wiąże się z wykazaniem powiązań i złożonego wpływu wielu czynników obejmujących skład i strukturę matrycy polimerowej, sposoby jej sieciowania oraz dodatek składników bioaktywnych na finalne właściwości otrzymywanych biomateriałów polisacharydowych. Stanowi to ważny przyczynek do celowego projektowania takich materiałów o zadanych właściwościach.

Na podstawie analizy przedstawionego cyklu publikacji i ich opisu, wyraźnie widać samodzielność w kreowaniu tematyki badawczej Habilitantki, ale także umiejętność nawiązywania przez Nią współpracy naukowej z zespołami w kraju i za granicą o komplementarnych kompetencjach i możliwościach badawczych. Należy zauważyć, że prace zebrane w cyklu ukazały się głównie w dobrych i cenionych czasopismach specjalistycznych z zakresu materiałów polimerowych oraz biomateriałów np. *International Journal of Molecular Sciences*, *International Journal of Biological Macromolecules*, *Materials and Design*. Ich oddźwięk w środowisku, mierzony liczbą cytowań, nie jest sumarycznie jeszcze duża, także z uwagi na ich młody wiek, ale najstarsze prace, np. w *Scientific Reports* z 2022 r. ma już 33 cytowania, co jest wynikiem znaczącym.

Habilitantka, po uzyskaniu stopnia doktora, odbyła trzy krótkoterminowe zagraniczne staże naukowe (łącznie ok. 2 miesiące) zrealizowane na Wydziale Farmacji Uniwersytetu Karola w Hradec Králové (Republika Czeska) w latach 2023-2025. W ramach staży prowadziła prace badawcze, z których część zawarta jest w osiągnięciu habilitacyjnym. Staże te były także okazją do nawiązania dłuższej współpracy naukowej, która zaowocowała łącznie 5 publikacjami współautorskimi w przedstawionym cyklu oraz złożonym wspólnie projektem badawczym. Długość zrealizowanego stażu nie jest imponująca i nie zastępuje w pełni stażu długoterminowego, ale moim zdaniem spełnia on ustawowe wymagania względem kandydatów do stopnia doktora habilitowanego. Co istotne, efekty tych pobytów stażowych okazały się być bardzo owocne. Równocześnie, pani doktor aktywnie rozwija inne współpracy badawcze z ośrodkami akademickimi w Toruniu, Poznaniu, Lublinie, głównie z Wydziałów Farmaceutycznych uczelni.

Pozostała działalność

Pani dr Dorota Chełminiak-Dudkiewicz jest (współ)autorką 37 publikacji (w recenzowanych czasopismach; na czas złożenia wniosku habilitacyjnego), w tym 25 opublikowanych po uzyskaniu stopnia doktora, oraz 4 patentów, a łączna liczba niezależnych cytowań tych prac wynosi ok. 750 (Scopus). Indeks Hirscha równy jest 16 według Scopus. Są to dane bibliometryczne na bardzo dobrym poziomie dla osób składających wnioski habilitacyjne w dyscyplinie nauk chemicznych. Jej zainteresowania badawcze są szersze niż tylko te ujęte w osiągnięciu habilitacyjnym. W szczególności, posiada w swoim dorobku prace będące wynikiem współpracy z dr inż. Emilią Piosik z Wydziału Inżynierii Materiałowej i Fizyki Technicznej Politechniki Poznańskiej, których tematyka dotyczy funkcjonalizowanych nanocząstek magnetycznych (5 wspólnych publikacji).

Habilitantka posiada bardzo dobre osiągnięcia w zdobywaniu finansowania dla swoich badań. Przed uzyskaniem stopnia doktora kierowała m.in. projektem Preludium, a po uzyskaniu stopnia była kierownikiem 2 projektów: grantu międzynarodowy Weave-UNISONO (współpraca z dr. Miloslavem Machackiem z Wydziału Farmaceutycznego Uniwersytetu Karola w Czechach), który rozpoczął się w 2026 r. oraz Sonata. Była też wykonawcą w kilku innych projektach, co łącznie jest wynikiem ponadprzeciętnym, w stosunku dla czasu jej zaangażowania w badaniach naukowych. Ma także bardzo duże doświadczenie w recenzji manuskryptów – recenzowała 165 artykułów w 43 czasopismach z listy JCR.

Pani dr Dorota Chełminiak-Dudkiewicz prezentowała wyniki swoich badań na kilkunastu konferencjach krajowych i międzynarodowych, podczas których wygłosiła 3 wykłady na zaproszenie, 4 komunikaty i przedstawiła 10 posterów, za które uzyskiwała także liczne nagrody. Jest to zadawalająca aktywność w zakresie rozpowszechniania wyników badań, która mogłaby być nieco zintensyfikowana w kontekście budowania rozpoznawalności w świecie naukowym.

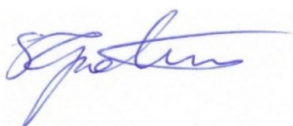
Pod względem działalności organizacyjnej na uwagę zasługuje Jej zaangażowanie w działania promocyjne w postaci uczestnictwa w Dniach Otwartych Wydziału Chemii UMK (lata 2022–2026), a także w organizacji Dnia Nauk Ścisłych na UMK (2023) oraz organizację konferencji naukowych. Prowadziła także wykład dla uczniów szkół średnich oraz warsztaty laboratoryjne w ramach Patronatu dla uczniów Liceum Ogólnokształcącego w Grudziądzu.

Udziela się także w komisji wydziałowej ds. kryteriów awansowych oraz pełni funkcję przedstawiciela adiunktów w Radzie Dyscypliny Nauki Chemiczne na UMK.

W zakresie dydaktyki Pani doktor ma także znaczące osiągnięcia. Realizuje kursy na kierunkach chemia kosmetyczna oraz chemia medyczna, na swojej macierzystej uczelni z zakresu m.in. chemii polimerów, surowców kosmetycznych. Jest także autorką specjalistycznych kursów zatytułowanych „Naturalne substancje aktywne” oraz „Wyroby medyczne” (wykłady i ćwiczenia laboratoryjne). Była/jest opiekunem naukowym łącznie 12 prac licencjackich i 5 magisterskich, a także promotorem pomocniczym 1 trwającej jeszcze pracy doktorskiej oraz mentorką 1 studentki w programie „Studia z mentorem”.

W podsumowaniu można stwierdzić, że Pani dr Dorota Chełminiak-Dudkiewicz w ramach zaprezentowanego osiągnięcia habilitacyjnego opracowała metodologię kompleksowego podejścia do zagadnienia stabilizacji i funkcjonalizacji sieciowanych materiałów polisacharydowych zawierających bioaktywne składniki. Przedstawione osiągnięcie habilitacyjne wnosi istotny wkład w rozwój nowych materiałów opartych na zróżnicowanych strukturalnie i chemicznie polisacharydach umożliwiając efektywne projektowanie materiałów na ich bazie zapewniają właściwości odpowiednie do planowanych zastosowań biomedycznych. Prace przedstawione w ramach osiągnięcia habilitacyjnego świadczą także o dużej samodzielności badawczej Habilitantki, a zdobywane granty badawcze dobrze rokują dla dalszego rozwoju jej kariery naukowej. Pani dr Dorota Chełminiak-Dudkiewicz odbyła staże zagraniczne, co wyczerpuje warunek aktywności naukowej w więcej niż jednej jednostce naukowej, pomimo, że staże miały charakter krótkoterminowy.

Tym samym spełnia Ona wymogi stawiane kandydatom do uzyskania stopnia doktora habilitowanego zgodnie z wymaganiami zawartymi w ustawie Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce z dnia 20 lipca 2018 r. (art. 219 ust. 1 pkt 2) (Dz. U. z 2018 r., poz. 1668 z późn. zm.). W związku z tym wnoszę do Rady Dyscypliny Nauki Chemiczne Uniwersytetu Mikołaja Kopernika w Toruniu o dopuszczenie Pani dr Doroty Chełminiak-Dudkiewicz do dalszych etapów postępowania habilitacyjnego.



Szczepan Zapotoczny