

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



UNIWERSYTET
JAGIELLOŃSKI
W KRAKOWIE

Ocena osiągnięcia naukowego zatytułowanego:

*„Zastosowanie procesu elektrodepozycji w celu otrzymania
implantów przeznaczonych do wspomaganie regeneracji obwodowej
tkanki nerwowej”*

**oraz aktywności naukowej dr inż. Katarzyny Nawrotek ubiegającej
się o nadanie stopnia doktora habilitowanego**

Wydział Chemii

Pani dr inż. Katarzyna Nawrotek jest absolwentką Politechniki Łódzkiej, w której, na Wydziale Inżynierii Procesowej i Ochrony Środowiska obroniła pracę magisterską w roku 2007. Tam też w roku 2014 uzyskała stopień doktora nauk technicznych (w dyscyplinie inżynieria chemiczna) broniąc pracę doktorską pt.: „Kinetyka uwalniania środków farmakologicznych z termowrażliwych żeli chitozanowych”, realizowaną pod opieką promotorską prof. dr hab. inż. Romana Zarzyckiego. Pani dr inż. Nawrotek jest obecnie (od IV 2018 r.) zatrudniona w macierzystej jednostce na stanowisku adiunkta, a w latach 2014-2016 pracowała tamże na stanowisku asystenta naukowo-dydaktycznego. W 2016 r. była stypendystką na Uniwersytecie w Oslo, na Wydziale Medycyny, w ramach „Marie Skłodowska-Curie Action”. W czasie VIII 2016-IV 2018 miała przerwę w pracy naukowej spowodowaną chorobą.

Ocena osiągnięcia naukowego habilitantki

Przedstawione do oceny osiągnięcie habilitacyjne dr inż. Katarzyny Nawrotek obejmuje 8 publikacji naukowych z lat 2016-2021 i dotyczy zagadnień związanych z cylindrycznymi implantami przeznaczonymi do wspomaganie regeneracji obwodowej tkanki nerwowej, otrzymywanymi na bazie chitozanu metodą elektroosadzania (Habilitantka używa terminu elektrodepozycja). Podczas gdy podstawowym materiałem do otrzymywania w/w cylindrycznych układów był chitozan, wykorzystywane przez Habilitantkę były także inne materiały pomocnicze, które w sposób istotny modyfikowały właściwości tych układów. Metoda elektroosadzania jest użyteczną metodą wytwarzania złożonych układów, także hydrożeli polimerowych, w sposób kontrolowany i często bez udziału niepożądanych, z uwagi na aplikacje biomedycznych, dodatków, które stosuje się często przy typowych chemicznych lub fotochemicznych procedurach wytwarzania trwałych hydrożeli.

Przedstawione oświadczenia współautorów publikacji będących podstawą wniosku habilitacyjnego świadczą o dużej samodzielności Habilitantki zarówno w zakresie doboru tematyki badawczej, jak i samym planowaniu i realizacji badań. Habilitantka jest korespondencyjnym (często także pierwszym) autorem wszystkich przedstawionych publikacji. Podawanie jednak udziałów procentowych współautorów na poziomie 5% jako wkład w publikację wydaje się czasem zaniżone. Mimo wszystko, ważniejszy od deklarowanego udziału procentowego jest wymieniony konkretny wkład habilitantki w powstanie danej publikacji, który jest we wszystkich przypadkach istotny.

W publikacji H1 z 2021 r. autorka przedstawiła wyniki dotyczące wpływu wybranych parametrów procesu elektroosadzania chitozanu w cylindrycznej geometrii elektrod na masę i właściwości strukturalne uzyskanych hydrożeli, przyczyniając się do zrozumienia mechanizmu tego procesu. Habilitantka pokazała, z wykorzystaniem m.in. spektroskopii FTIR, skaningowej mikroskopii elektronowej oraz techniki ToF-SIMS, wpływ takich parametrów jak skład roztworu (chitozan, kwas mlekowy, hydroksyapatyt), przyłożone napięcie, czas prowadzenia procesu, itp. na masę i strukturę uzyskanych układów.

Ilościowy opis procesu elektroosadzania w w/w układzie został przedstawiony w pracy H2. Wykazano, że dla uzyskania hydrożelowej cylindrycznej struktury o pożądanej grubości większej niż 100 μm istotne jest prowadzenie tego procesu z roztworu wodnego chitozanu o określonej zawartości kwasu mlekowego i hydroksyapatytu. Także zakres

stosowanych metod badawczych oraz wyciągnięte wnioski dotyczące mechanizmu procesu elektroosadzania zostały w tej pracy rozwinięte w stosunku do publikacji H1.

Praca H3 (wydana w 2016 r.) jest w zasadzie pierwotną pracą, w której wprowadzona została metoda elektroosadzania chitozanu w obecności kwasu mlekowego i dyspersji hydroksyapatytu, która była dalej przez Habilitantkę badana i rozwijana. Oprócz podstawowych badań strukturalnych, te nowe układy zostały także scharakteryzowane mechanicznie i biochemicznie, co jest kluczowe dla ich potencjalnych zastosowań w procesie regeneracji nerwów. Pokazane w tej publikacji wyniki otworzyły możliwości dla dalszych badań i potencjalnych zastosowań biomedycznych wytwarzanych rurek na bazie chitozanu.

Proces degradacji implantów cylindrycznych został zanalizowany w pracy H4 poprzez inkubację implantów w temperaturze 37°C, w środowisku roztworu soli fizjologicznej i buforu fosforanowego (pH = 7,4) z dodatkiem lizozymu. Ponadto, poddano je ocenie biogodności w warunkach *in vivo*, a jako model zwierzęcy zastosowano wszczepienie implantów pod skórę szczurów linii Sprague Dawley. Łączne wyniki badawcze w zakresie właściwości fizykochemicznych, mechanicznych i biologicznych, które zostały przedstawione w pracach H1-H4 wykazały możliwość zastosowania badanych cylindrycznych implantów na bazie hydrożelu chitozanowego we wspomaganie regeneracji nerwów obwodowych.

Kolejne prace badawcze koncentrowały się na udoskonaleniu metodologii m.in. przez modyfikacji składu roztworu/dyspersji, z którego zachodziło elektroosadzanie, o substancje wspomagając proces regeneracji komórek nerwowych takie jak: wielościennie nanorurki węglowe (prace H4 i H5), jednościennie nanorurki węglowe (praca H5), kwas hialuronowy (praca H6) i kolagen (praca H6). W pracy H7 wykazano m.in. znaczący wpływ średniej masy cząsteczkowej chitozanu na właściwości fizykochemiczne, biomechaniczne i biologiczne otrzymanych hydrożelowych rurek otrzymywanych w obecności kwasu mlekowego, hydroksyapatytu oraz kwasu hialuronowego. Praca H8 prezentuje właściwości fizykochemiczne i biomechaniczne badanych wcześniej cylindrycznych implantów wzmocnionych helikalnym polimerowym szkieletem wewnętrznym, który m.in. umożliwia kontrolowane w czasie uwalniania aktywnych substancji (np. czynnik wzrostu).

Prace te (H4-H8) wskazują na dalszy możliwy rozwój metodologii otrzymywania cylindrycznych implantów na bazie elektroosadzanego chitozanu. Może jednak trochę dziwić chronologia przedstawianych początkowo osiągnięć (prace H1-H4) – szczegóły

mechanizmów elektrodepozycji wyjaśniane są w publikacjach, które zostały wydane kilka lat po ukazaniu się ogólnych prac opisujących wytwarzanie chitozanowych cylindrycznych osłonek (może to być związane z przerwą w pracy naukowej związanej z chorobą Habilitantki). Pewną słabością przedstawionego cyklu prac jest brak badań biologicznych, które potwierdzałyby tytułową funkcję tych cylindrycznych układów do wspomagania regeneracji obwodowej tkanki nerwowej. Nie oznacza to konieczności samodzielnego wykonania tych badań przez Habilitantkę (inna dziedzina nauki), ale wymaga nawiązania odpowiednich kontaktów ze specjalistami, którzy tego typu testy mogliby przeprowadzić. Taki przykład podniósłby wartość przedstawionych wyników i ostatecznie zweryfikował użyteczność wytwarzanych przez Habilitantkę układów.

W podsumowaniu można stwierdzić, że przedstawione osiągnięcie habilitacyjne ma charakter monotematyczny i wnosi znaczący wkład w rozwój metod wytwarzania implantów medycznych, w szczególności w zakresie implantów wspomagających regenerację nerwów, które wymagają geometrii cylindrycznej. Przeprowadzone badania pozwoliły na poznanie mechanizmu procesu elektroosadzania w wybranych układach na bazie chitozanu, a ostatnie prace Habilitantki oraz realizowane obecnie projekty badawcze i badawczo-rozwojowe wskazują na dalsze możliwości rozwoju zaprezentowanej w osiągnięciu habilitacyjnym tematyki. Publikacje z prezentowanego cyklu zostały wydane w czasopismach o punktacji MEN (za 2021 r.) równej 100 lub 140 pkt oraz uzyskały do tej pory ponad 90 niezależnych cytowań (wg. Scopus 2022 r.). W zakresie danych bibliometrycznych można takie osiągnięcie ocenić jako dobre. Analizując przedstawiony cykl prac, widać systematyczność w podejściu do prowadzonych badań oraz poszerzanie przez Habilitantkę warsztatu metod badawczych. Bezsprzecznie, prace przedstawione w ramach osiągnięcia habilitacyjnego świadczą o dużej samodzielności badawczej Pani dr inż. Katarzyny Nawrotek i dobrze rokują dla dalszego rozwoju jej kariery naukowej.

Pozostała działalność naukowo-badawcza

Oprócz 8 publikacji przedstawionych we wniosku, jako tych stanowiących podstawę osiągnięcia naukowego w przewodzie habilitacyjnym, Pani dr inż. Katarzyna Nawrotek podaje dodatkowo 8 innych współautorskich prac wydanych w czasopismach naukowych z listy JCR, kilka innych prac spoza listy oraz monografie (w tym 1 w języku angielskim).

Załączone łączne dane bibliometryczne (H=8, suma cytowań niezależnych 179, wg. bazy Scopus, VI 2021 r.) dla prac naukowych habilitantki lokują jej dorobek w okolicach średniej dla naukowca u progu habilitacji pracującego w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych w dyscyplinie inżynieria chemiczna. Habilitantka prezentowała także wyniki swoich prac na licznych konferencjach, głównie międzynarodowych. Dominują jednak prezentacje posterowe, a wygłosiła jedynie 2 referaty konferencyjne po uzyskaniu doktoratu. Należy natomiast podkreślić, że w zakresie współpracy z otoczeniem społeczno-gospodarczym aktywność Habilitantki jest ponadprzeciętna. Współpracuje ona z jedną z firm branży biotechnologicznej w ramach realizacji projektu LIDER. Jest także współautorką 2 udzielonych patentów polskich oraz dodatkowo 5 zgłoszeń patentowych.

Obecnie Pani dr inż. Katarzyna Nawrotek kieruje dwoma projektami badawczymi finansowanymi ze źródeł zewnętrznych (NCN oraz NCBR), a w przeszłości była wykonawcą w kilku innych grantach, kierownikiem grantów finansowanych ze środków uczelni oraz stypendystką „Maria Skłodowska-Curie Action” (Uniwersytet w Oslo, Norwegia, 6 miesięcy) oraz programu im. Bekkera finansowanego przez Narodową Agencję Wymiany Akademickiej (University College London, Wielka Brytania, 4 miesiące). Oprócz tego Pani dr inż. Katarzyna Nawrotek odbyła szereg innych krótko- i długoterminowych staży w instytucjach naukowych m.in. w USA, Belgii, Francji, co niewątpliwie pozwoliło jej zgromadzić doświadczenie badawcze oraz posiąść szereg umiejętności, co zaowocowało także publikacjami naukowymi. Ta aktywność w zakresie pozyskiwania grantów badawczych oraz realizacji staży naukowych zasługuje na podkreślenie, gdyż jest bardzo istotna w dalszej karierze naukowej Habilitantki.

Pozostała działalność i współpraca międzynarodowa

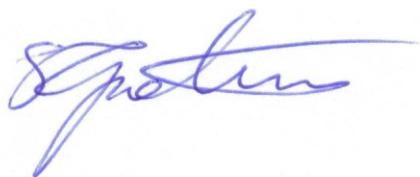
Habilitantka była do tej pory dość aktywna w zakresie działalności dydaktycznej realizując szereg zajęć (laboratoria, ćwiczenia) z zakresu inżynierii chemicznej i chemii. Jest także promotorem pomocniczym jednej pracy doktorskiej oraz promotorem 4 prac magisterski. Jest to zadawalające zaangażowanie dydaktyczne na tym etapie kariery naukowej.

W zakresie popularyzacji nauki Habilitantka uczestniczyła w imprezach popularyzujących naukę (np. Festiwale Nauki) oraz publikowała prace popularnonaukowe, choć jej aktywność w tym zakresie w ostatnich latach spadła.

Za swoje prace badawcze, wynalazki, uzyskiwała liczne nagrody, w tym także zagraniczne wyróżnienia, granty podróżne związane z prezentacją wyników badań, z nagrodą Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego dla wybitnych młodych naukowców (2020 r.) na czele.

Umiejętność nawiązywania współpracy naukowej jest ważnym aspektem prowadzenia badań sprzyjającym także ich szerszemu rozpowszechnianiu oraz poszerzaniu własnych horyzontów badawczych. Habilitantka w zakresie współpracy międzynarodowej wykazywała się ponadprzeciętną aktywnością, o czym świadczą, wspomniane wcześniej zagraniczne staże długo- i krótkoterminowe, realizowane także w ramach zdobytych przez nią projektów, przed i po uzyskaniu stopnia doktora. Nawiązane kontakty i trwająca współpraca dobrze rokują dla jej dalszej działalności badawczej.

W podsumowaniu stwierdzam, że przedstawione do oceny osiągnięcie naukowe Pani dr inż. Katarzyny Nawrotek stanowi istotny wkład w rozwój badań nad polimerowymi implantami, a w szczególności metodologią ich otrzymywania na drodze elektroosadzania. Wykazała się ona istotną aktywnością naukową realizowaną w polskiej oraz kilku zagranicznych instytucjach naukowych. Tym samym spełnia on wymogi stawiane kandydatom do uzyskania stopnia doktora habilitowanego zgodnie z wymaganiami zawartymi w ustawie z dnia 20 lipca 2018 r. (art. 219 ust. 1 pkt 1-3), Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce. W związku z tym wnoszę do Rady Dyscypliny - Inżynieria Chemiczna Politechniki Łódzkiej o dopuszczenie Pani dr inż. Katarzyny Nawrotek do dalszych etapów postępowania habilitacyjnego.



10.01.2022 Szczepan Zapotoczny