



UMCS
UNIWERSYTET MARIII CURIE-SKŁODOWSKIEJ
W LUBLINIE

prof. dr hab. Barbara Gawdzik
Katedra Chemii Polimerów
ul. Gliniana 33, 20-614 Lublin,
barbara.gawdzik@mail.umcs.pl

04.02.2022

RECENZJA

osiągnięć naukowych dr inż. Beaty SCHMIDT

w postępowaniu habilitacyjnym pt.

**„Hydrofilowe materiały polimerowe: otrzymywanie, charakterystyka
i badania nad ich zastosowaniem”**

Recenzja została opracowana na podstawie pisma Prof. dr hab. inż. Rafała Rakoczego – Dziekana Wydziału Technologii i Inżynierii Chemicznej Zachodniopomorskiego Uniwersytetu Technologicznego w Szczecinie informującego, że Senat Zachodniopomorskiego Uniwersytetu Technologicznego w Szczecinie na posiedzeniu w dniu 29 listopada 2021, powołał mnie na recenzenta komisji habilitacyjnej w celu przeprowadzenia postępowania habilitacyjnego dr inż. Beaty Schmidt.

W recenzji przyjmam kryteria wynikające z Ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. z 2018 r., poz. 1668, z późn. zm) i Rozporządzenia Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego z dnia 19 stycznia 2018 r. w sprawie szczegółowego trybu i warunków przeprowadzania czynności w przewodzie doktorskim, w postępowaniu habilitacyjnym oraz w postępowaniu o nadanie tytułu profesora (Dz. U. z 2018 r., poz. 261).

Recenzja obejmuje ocenę dorobku naukowego dr inż. Beaty Schmidt, ze szczególnym uwzględnieniem osiągnięcia naukowego pt. „Hydrofilowe materiały polimerowe: otrzymywanie, charakterystyka i badania nad ich zastosowaniem”. Została sporządzona na podstawie materiałów przygotowanych przez Kandydatkę.

I. Dane ogólne o Kandydatce

Dr inż. Beata Schmidt pracuje na stanowisku adiunkta w Katedrze Technologii Chemicznej Organicznej i Materiałów Polimerowych na Wydziale Technologii i Inżynierii Chemicznej Zachodniopomorskiego Uniwersytetu Technologicznego w Szczecinie (ZUT). W 1995 r. uzyskała tytuł magistra inżyniera chemii na Wydziale Technologii i Inżynierii Chemicznej Politechniki Szczecińskiej (obecnie ZUT). We wrześniu 1997 r. została zatrudniona na tymże Wydziale Politechniki Szczecińskiej, w Instytucie Polimerów, na stanowisku asystenta naukowo-dydaktycznego. W październiku 1998 r. podjęła zatrudnienie w Laboratorium Biotechnologii Chemicznej Szwajcarskiego Państwowego Instytutu Technologii w Lozannie na stanowisku badawczym. W trakcie pobytu w Lozannie, który trwał do marca 2002 r. obroniła pracę doktorską, uzyskując stopień doktora nauk technicznych w zakresie technologia chemiczna. Po powrocie do kraju, w marcu 2004 r. została zatrudniona na stanowisku adiunkta w Instytucie Polimerów na Wydziale Technologii i Inżynierii Chemicznej Politechniki Szczecińskiej.

W trakcie zatrudnienia na stanowisku adiunkta, pełniła funkcje: dyrektora Zachodniopomorskiego Centrum Zaawansowanych Technologii (2004-2005 r.), prodziekana Wydziału Technologii i Inżynierii Chemicznej (2008-2016 r.) i zastępcy dyrektora Instytutu Polimerów w latach 2008-2019.

II. Ocena osiągnięć naukowych, stanowiących znaczny wkład w rozwój dyscypliny

W skład dorobku naukowego dr inż. Beaty Schmidt wchodzi 28 artykułów naukowych, z czego 27 zostało opublikowanych po doktoracie. 22 artykuły opublikowano w czasopismach z IF. Ponadto, Kandydatka posiada 14 artykułów opublikowanych w materiałach pokonferencyjnych, jest współautorką 4 patentów i 41 prezentacji na konferencjach krajowych i zagranicznych.

Sumaryczny *Impact Factor* (IF) prac, stanowiących dorobek publikacyjny Kandydatki, wynosi 57,419. Liczba cytowań, według bazy Web of Science, wynosi 170 a indeks Hirscha $h = 8$.

Należy podkreślić, że w czasie pobytu w Szwajcarskim Państwowym Instytucie Technologii w Lozannie była głównym wykonawcą w 3-letnim projekcie „Protein separation using polyelectrolytes as displacer in cation-exchange displacement chromatography”. Podsumowaniem przeprowadzonych badań były 2 opublikowane artykuły naukowe, wchodzące w skład osiągnięcia naukowego (H-M14 i H-M15) i 6 prezentacji na konferencjach naukowych.

III. Ocena osiągnięcia naukowego

Z publikacyjnego dorobku podoktorskiego, dr inż. Beat Schmidt wyodrębniła 15 artykułów naukowych i 2 patenty, które stanowią podstawę do ubiegania się o stopień doktora habilitowanego. Zbiór tych artykułów (oznaczonych w materiałach jako poz. H-M1 - H-M17 Autoreferatu) nosi wspólny tytuł „Hydrofilowe materiały polimerowe: otrzymywanie, charakterystyka i badania nad ich zastosowaniem”.

Artykuły zostały opublikowane w latach 1999-2021 a ich sumaryczny IF wynosi 25,994. W skład osiągnięcia wchodzi 2 artykuły opublikowane w czasopiśmie Polish Journal of Chemical Technology, bez IF. Wśród wymienionych prac, 3 są samodzielne, a w 6 dr inż. Beata Schmidt jest pierwszym lub korespondencyjnym autorem. W 2 dołączonych patentach udział dr inż. Schmidt wynosi odpowiednio 15 i 25 %.

Przedstawiony do oceny cykl powiązanych tematycznie opublikowanych artykułów naukowych dotyczy otrzymywania nowych hydrofilowych materiałów polimerowych i ich różnorodnych zastosowań, np.: jako sorbenty, flokulanty, itp.

Syntezie hydrofilowych sorbentów poświęcone są prace H-M1 – H-M6. Surowcem do ich otrzymywania była skrobia ziemniaczana, którą sieciowano za pomocą *N,N'*-metylenobisakryloamidu (MBA) i kwasu akrylowego (AA), mieszaniny triakrylanu pentaerytrytu i tetraakrylanu pentaerytrytu (PETIA) oraz czterofunkcyjnego alkoksylowanego tetraakrylanu o handlowej nazwie EBECRYL 40. W pracy H-M1 Kandydatka przedstawiła wyniki dotyczące wpływu rodzaju środka sieciującego na chłonność wody i sorpcję jonów metali. Stwierdziła, że najefektywniejszym sorbentem dla jonów Fe^{+3} i Cu^{+2} okazał się kopolimer szczepiony sieciowany MBA, który oczyszczał wyjściowy roztwór z kationów żelaza w 74 % a miedzi w 46%. Praca H-M2 dotyczyła syntezy kopolimerów skrobia-g-poliakryloamid (St-g-PAM) o dużej zawartości skrobi (od 60 do 90 % wag.). Kandydatka zbadała wpływ stężenia MBA i PAM na efektywność sorpcji Fe^{+3} i Cu^{+2} . Stwierdziła, że zawartość MBA nie powinna przekraczać 0, 5% wag., gdyż odbija się to niekorzystnie na właściwościach sorpcyjnych kopolimerów. Zaobserwowała także, że kopolimery (St-g-PAM) posiadają znacznie lepsze właściwości sorpcyjne w stosunku do Fe^{+3} i Cu^{+2} od wcześniej badanej skrobi sieciowanej MBA. Ich efektywność jest związana z zawartością wagową skrobi.

Prace H-M3 – H-M6, zostały opublikowane 10 lat wcześniej, razem z profesorem Spychajem. Artykuł H-M3 dotyczył badania sorpcji wody przez szczepione kopolimery skrobi, opisane później w H-M1. Autorzy artykułu dostrzegli zależność pomiędzy rodzajem użytego środka sieciującego a chłonnością wody. Największą, niemal 1300% chłonność wody wykazywał kopolimer sieciowany PETIA

a najmniejszą (około 600%) kopolimer sieciowany MBA. Intryguje mnie pytanie, co skłoniło Kandydatkę do wytypowania kopolimeru sieciowanego MBA w późniejszych badaniach.

Praca H-M4, dotyczyła syntezy kopolimerów skrobia-g-poli(akryloamid-co-kwas akrylowy). Badania dowiodły, że kopolimer szczepiony skrobi, zawierający akryloamid i kwas akrylowy w stosunku wagowym 2:1 z powodzeniem mógł być stosowany do jednoczesnego usuwania jonów Fe^{+3} i Cu^{+2} w roztworów wodnych, przy czym mechanizmy ich sorpcji wykazywały różnice. Autorzy doszli do wniosku, że podczas sorpcji jonów Cu^{+2} dominującym mechanizmem było wiązanie przez grupy karboksylowe AA, podczas gdy w sorpcji Fe^{+3} główną rolę odgrywało kompleksowanie przez grupy amidowe. Na kopolimer hydrofilowy, o wyjściowym stosunku monomerów akryloamid i kwas akrylowy 1:2, z częściowo zubożonymi grupami karboksylowymi oraz na nanokompozyty na jego bazie i glinokrzemianach w roli napelnaczy, Autorzy uzyskali ochronę patentową. Opis patentowy, oznaczony jest w Autoreferacie, jako H-M5.

W artykule H-M6, Autorzy zmodyfikowali metodę otrzymywania szczepionych kopolimerów skrobi. Tym razem w miejsce toksycznego akryloamidu zastosowali jego mniej toksyczny izomer N-winyloformamid (NVF). Niestety, zbyt duża reaktywność NVF powodowała, że w trakcie syntezy powstawało wiele niepolimerowych produktów ubocznych. Zawartość szczepionego polimeru w mieszaninie poreakcyjnej wahała się między 50 a 75 % wag., w związku z czym nie kontynuowano tych badań.

Kolejna grupa prac, oznaczona jako H-M7 – H-M12, dotyczy materiałów polimerowych do zastosowań flokulacyjnych. Ze względu na fakt, że poliakryloamid i jego kopolimery są bardzo często wykorzystywane w procesach usuwania zanieczyszczeń z wody, Kandydatka postanowiła sprawdzić przydatność hydrofilowych materiałów polimerowych na bazie skrobi w uzdatnianiu wody.

Tę serię prac powinien zacząć artykuł H-M8, opublikowany z prof. Spychajem. W pracy z 2007 r., Autorzy zaproponowali użycie kopolimerów poli(akryloamid-co-kwas akrylowy) P(AM-AA), obsadzonych jonami Al^{+3} (wodorotlenek) oraz kopolimery AM z chlorkiem [2-(akryloiloksy)etylo]trimetyloamoniowym (AETAC) modyfikowane montmorylonitem sodu, w charakterze flokulantów. Skuteczność otrzymanych materiałów badali na podstawie testów na modelowej zawieszynie talku. Badania polegały na pomiarze zmian ekstynkcji roztworów wodnych i osadów w czasie. Kolejnym omawianym artykułem powinien być H-M12, w którym Autorzy opublikowali szczegóły karboksymetylowania skrobi.

Kontynuację ww. badań jest praca H-M7, dotycząca oceny zdolności flokulacyjnych, zsyntezowanych przez dr inż. Beatę Schmidt, hybrydowych materiałów zawierających nie tylko jony

Al^{+3} ale także Fe^{+3} opartych o kopolimery poli(akryloamid-co-kwas akrylowy) i utlenioną skrobię. Kopolimery P(AM-AA) zsyntezowała metodą polimeryzacji emulsyjnej typu woda w oleju, w obecności jonów Al^{+3} i Fe^{+3} , natomiast materiały skrobiowe otrzymała wprowadzając jony Al^{+3} i Fe^{+3} (w postaci siarczanów) do utlenionej skrobi. Podobnie jak w pracy H-M-8, skuteczność flokulacyjną otrzymanych materiałów oceniła na podstawie testów dla modelowej zawiesiny talku. Stwierdziła, że kopolimery P(AM-AA) oraz utleniona skrobia, modyfikowane kationami Al^{+3} i Fe^{+3} , wykazują lepsze właściwości flokulacyjne od handlowo dostępnego flokulanta CF.

Nowy wątek badań można odnaleźć w pracach H-M10 i H-M11, w których Kandydatka przedstawiła syntezę hybrydowych flokulantów na bazie skrobia-g-akryloamid, modyfikowanych mezoporowatymi sferami węglowymi (CS) oraz nanorurkami węglowymi (CNT). W pracy H-M10 opisała nowatorską metodę naszczenia na sferach węglowych skrobi z AM w polimeryzacji *in situ*. Strukturę otrzymanych materiałów potwierdziła za pomocą szeregu metod badawczych a skuteczność flokulacji sprawdziła dla modelowej zawiesiny kaolinu. Zaobserwowała, że wszystkie flokulanty z CS wykazywały lepszą efektywność flokulacyjną w porównaniu do ich analogów bez CS, przy czym najlepsze właściwości posiadały hybrydy o najmniejszej zawartości CS (1% wag.). Odnotowała także znaczne zmniejszenie objętości szlamu kaolinowego, co jest bardzo istotne z punktu widzenia ewentualnych zastosowań w praktyce.

Z kolei publikacja H-M11 dotyczy flokulantów na bazie skrobia-g-akryloamid, zawierających nanorurki węglowe. Podobnie jak w poprzedniej pracy, nanokompozytowe poliakryamidowe kopolimery szczepione skrobi z CNT otrzymała metodą polimeryzacji *in situ*. Badała zależność wydajności flokulacji zawiesiny kaolinu od zawartości CNT w otrzymanych hybrydach. Skuteczność flokulacji oceniła na podstawie zmian absorpcji modelowej zawiesiny i objętości osadu poflokulacyjnego. Stwierdziła, że flokulanty z CNT wykazują jedynie zadawalające właściwości flokulacyjne.

Kolejną grupę stanowią artykuły H-M13 – H-M15, które powstały w trakcie pobytu Kandydatki w Lozannie i dotyczyły syntezy substancji rugujących, stosowanych w chromatografii. W artykule H-M13 przedstawiono syntezę poli(chlorku diallilodimetyloamoniowego) (PolyDADMAC), który z powodzeniem zastosowano w chromatografii rugującej do rozdziału 2 zasadowych białek cytochromu C i lizozymu. Natomiast w artykule H-M14 zamieszczono badania na temat wpływu średniej masy cząsteczkowej polimerów PolyDADMAC (od 17900 do 88000 g/mol) na rozdział białek w kationowymiennej chromatografii rugującej. Zastosowanie PolyDADMAC o masie cząsteczkowej 17900 g/mol jako substancji rugującej umożliwiło rozdział nie tylko cytochromu C i lizozymu ale dodatkowo rybonukleazy A z wydajnościami 80 - 97%. Z kolei, w artykule H-M15 zaprezentowano

wyniki badań rozdziału 2 białek rybonukleazy A i α -chymotrypsynogenu metodą chromatografii kationowymiennej na kolumnach z wypełnieniem w postaci porowatych cząstek (Macro-Prep S, 10 μm) i z wypełnieniem monolitycznym UNOTMS1. Na kolumnie w wypełnieniu (Macro-Prep S, 10 μm) uzyskano zadawalający rozdział przy użyciu PolyDADMAC o masie cząsteczkowej 17900 g/mol, natomiast dla kolumny monolitycznej, PolyDADMAC o masie cząsteczkowej 16500 g/mol okazał się bardziej efektywną substancją rugującą. Osobiście uważam, że te badania miały duży wpływ na postęp w dziedzinie analizy i separacji substancji białkowych.

Zostały jeszcze do omówienia, ostatnio opublikowane, artykuły H-M-16 i H-M17. Badania dotyczące wytwarzania hydrofilowych folii, Kandydatka przedstawiła w pracy H-M16. Zaproponowany sposób polegał na sieciowaniu, rozpuszczalnej w wodzie mieszaniny karboksymetyloskrobi (CMS) i karboksymetylocelulozy (CMC) za pomocą kwasu cytrynowego w obecności glicerolu jako plastyfikatora. Najbardziej obiecujące właściwości, spośród folii otrzymanych przy różnym stosunku wagowym komponentów SMS:CMC, posiadały folie 50:50. Wykazywały najmniejszą absorpcję wilgoci i posiadały lepsze właściwości mechaniczne (wytrzymałość na rozciąganie i moduł Younga). Zdaniem Autorów ten typ materiałów ma szansę na zastosowanie w produkcji plastrów medycznych.

Natomiast praca H-M17 odbiega tematycznie od pozostałych. Tym razem Autorzy zajęli się immobilizacją ditlenku tytanu na powierzchni chitozanów, sieciowanych głównie aldehydem glutarowym, celem otrzymania materiałów o właściwościach fotokatalitycznych. Sprawdzili ich przydatność do fotokatalitycznego rozkładu modelowych zanieczyszczeń wody: leku – sertraliny i barwnika azowego – Acid Red 18. Stwierdzili, że w tych samych warunkach rozkład sertraliny przebiegał wydajniej niż rozkład Acid Red 18. Warto podkreślić, że otrzymane kompozytowe materiały wykazywały właściwości fotokatalityczne porównywalne z TiO_2 .

Podsumowując, należy stwierdzić, że zdecydowana większość artykułów, wchodzących w skład osiągnięcia naukowego Kandydatki jest powiązana tematycznie. Zaprezentowana problematyka jest aktualna.

III. Ocena działalności dydaktycznej i organizacyjnej

Wprawdzie o nadaniu stopnia naukowego decydują osiągnięcia naukowe a nie działalność dydaktyczna czy popularyzatorska ale dla dopełnienia obrazu aktywności zawodowej należy odnieść się do innych typów działalności Kandydatki. Dr inż. Beata Schmidt posiada liczne osiągnięcia na gruncie dydaktycznym. Prowadziła i nadal prowadzi wykłady na temat polimerów np.: *Polimery a środowisko II, Sorbenty polimerowe, Flokulanty w gospodarce wodnej i ściekowej, Technologia tworzyw sztucznych, Podstawy technologii i tworzyw sztucznych, Chemia polimerów, Wstęp do chemii*

polimerów, przygotowała i prowadziła różnego typu zajęcia audytoryjne i projektowe, prowadziła także ćwiczenia laboratoryjne. Jest współautorką skryptu dla studentów. Była promotorem 24 prac inżynierskich i 24 magisterskich. Była opiekunem praktykanta z Turcji, uczestniczącego w programie IAESTE.

Posiada także bogaty dorobek na polu organizacyjnym. W 2007 r. była jednym z organizatorów obchodów 60-lecia Wydziału Technologii i Inżynierii Chemicznej Politechniki Szczecińskiej, była współorganizatorem konferencji *Materiały polimerowe – Pomerania Plast* w latach 2007, 2013, 2016 i 2019. Była także współorganizatorem i prowadzącą zajęcia w ramach *Nocy Naukowców* w 2008, 2012 i 2017 r. a także współorganizatorem I edycji *Dziecięcego Uniwersytetu Technologicznego „Dutek”* w 2009/2010.

IV. Ocena końcowa

Podsumowując, należy stwierdzić, że Kandydatka posiada dorobek naukowy, uprawniający do ubiegania się o nadanie stopnia doktora habilitowanego w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych. Dr inż. Beata Schmidt jest specjalistką w swojej dziedzinie. Uważam, że prowadzi badania na dobrym poziomie a uzyskane przez Nią wyniki znacząco wpływają na rozwój dyscypliny.

Na podstawie oceny zarówno cyklu artykułów naukowych jak i pozostałego dorobku naukowego, uważam że dr inż. Beata Schmidt spełnia wymagania Uchwały Senatu Zachodniopomorskiego Uniwersytetu Technologicznego w Szczecinie z dnia 23 września 2019 r. w sprawie określenia sposobu postępowania w sprawie nadania stopnia doktora habilitowanego i wnioskuję do Senatu ZUT o nadanie dr inż. Beacie Schmidt stopnia naukowego doktora habilitowanego w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych, w dyscyplinie inżynieria chemiczna.

