



Warszawa, 20.04.2023

Prof. dr hab. inż. Joanna Ryszkowska
Wydział Inżynierii Materiałowej
Politechniki Warszawskiej

R E C E N Z J A

w postępowaniu o nadanie stopnia doktora habilitowanego dr inż. Magdalenie Zdanowicz w oparciu o cykl powiązanych tematycznie publikacji osiągnięcia naukowego
pt. „Materiały skrobiowe modyfikowane cieczami głęboko eutektycznymi: otrzymywanie i charakteryzacja”
prowadzonym przez Radę Dyscypliny Inżynieria Materiałowa Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie

Podstawą opracowania niniejszej recenzji jest decyzja Senatu Zachodniopomorskiego Uniwersytetu Technologicznego w Szczecinie podjęta w dniu 13.03.2023r. oraz pisma Prorektora ds. Nauki, prof. dr hab. inż. Jacka Przepiórskiego o numerze WNoŻiR/D/128/2023 z dnia 16.03.2023r. zlecające ocenę, czy osiągnięcie naukowe dr inż. Magdaleny Zdanowicz ubiegającej się o stopień doktora habilitowanego odpowiada wymogom określonym w ustawie Prawo o szkolnictwie wyższymi nauce (tekst. jedn. Dz.U. z 2021 poz. 478, z późn. zm.).

Recenzję wykonano na podstawie dokumentacji dołączonej do pisma, opracowanej przez Kandydatkę do stopnia doktora habilitowanego w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych, w dyscyplinie inżynieria materiałowa.

1. Ogólna charakterystyka Kandydatki

Dr inż. Magdalena Zdanowicz w 2011 roku ukończyła studia magisterskie na kierunku Ochrona Środowiska, na Wydziale Technologii i Inżynierii Chemicznej Zachodniopomorskiego Uniwersytetu Technologicznego (ZUT), Instytut Polimerów w Szczecinie. Obroniła pracę dyplomową pt.: „Charakterystyka fizyko-chemiczna anionowych kopolimerów skrobiowych”, której Promotorem była dr hab. inż. Beata Schmidt. Po ukończeniu studiów magisterskich



rozpoczęła studia doktoranckie w Zachodniopomorskim Uniwersytecie Technologicznym w Szczecinie na Wydziale Technologii i Inżynierii Chemicznej w Instytucie Polimerów na specjalności: Technologia polimerów, które zakończyła w 2014 roku obroną pracy doktorskiej pt.: „Karboksymetylo-skrobia: Badania nad otrzymywaniem, właściwościami oraz materiałami z jej udziałem”. Promotorem rozprawy doktorskiej był prof. dr hab. inż. Tadeusz Spychaj, a recenzentami prof. dr hab. Maria Mucha (Politechnika Łódzka, Wydział Inżynierii Procesowej i Ochrony Środowiska); oraz prof. dr hab. inż. Artur Bartkowiak, (Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie, Wydział Nauk o Żywności i Rybactwa).

W 2015 roku przez 5 miesięcy Habilitantka pracowała na stanowisku samodzielnego referenta technicznego w ZUT, Wydział Technologii i Inżynierii Chemicznej, Instytut Polimerów; następnie w tej samej jednostce naukowej w latach 2016-2019 pracowała na stanowisku adiunkta naukowego. W 2019 r. zmieniła miejsce zatrudnienia na Wydział Nauk o Żywności i Rybactwa, Centrum Bioimmobilizacji i Innowacyjnych Materiałów Opakowaniowych ZUT, gdzie pracowała do 2021 r. na stanowisku asystenta, a od kwietnia 2021 r. pracuje na stanowisku adiunkta naukowo-dydaktycznego.

2. Ocena osiągnięcia naukowego będącego podstawą do nadania stopnia doktora habilitowanego

Kandydatka do stopnia naukowego doktora habilitowanego przedstawiła do oceny osiągnięcie naukowe, obejmujące cykl 11 publikacji naukowych pt. „Materiały skrobiowe modyfikowane cieczami głęboko eutektycznymi: otrzymywanie i charakteryzacja”. Publikacje te opublikowano w czasopismach naukowych o zasięgu międzynarodowym z listy JCR (część A wykazu czasopism naukowych wg listy MEiN) tj.: ACS Sustainable Chemistry and Engineering, International Journal of Biological Macromolecules, Carbohydrate Polymers, Polymers, Starch, Composites Part A, International Journal of Biological Macromolecules, Industrial Crops and Products. Wskaźnik IF tych czasopism jest zróżnicowany i wynosi 2,173 - 9,381, łączny IF tego zbioru wynosi 60,518, a sumaryczna ilość punktów MNiSW wynosi 935. Są to publikacje wieloautorskie, a dr M. Zdanowicz jest pierwszym autorem 9 z tych publikacji. W zdecydowanej większości artykułów Jej wkład w poszczególne publikacje jest wiodący i waha się od 35 do 70%, co potwierdzają oświadczenia współautorów. O wartości opublikowanych prac świadczy ilość cytowań bez autocytowań: 216 na dzień 13.09.2022. Co więcej, prace te już znalazły szeroki oddźwięk w środowisku, na co wskazuje ilość cytowań pracy **A11** opublikowanej w 2016 r, która ma już 52 cytowania.

Motywnym przewodnim jednotematycznego cyklu publikacji naukowych pt.: „Materiały skrobiowe modyfikowane cieczami głęboko eutektycznymi: otrzymywanie i charakteryza-



cja”, jest modyfikacja wybranych materiałów skrobiowych poprzez zastosowanie cieczy głęboko eutektycznych oraz charakterystyka otrzymanych materiałów.

Przedstawiony zbiór publikacji jest spójny tematycznie, a działania Habilitantki ukierunkowane były na opracowanie metod wytwarzania i ocenę struktury oraz właściwości materiałów skrobiowych otrzymanych z udziałem modyfikatorów w postaci mieszanin głęboko eutektycznych (DES). W ramach prac prowadzonych przez Habilitantkę powstawały dwa rodzaje materiałów skrobiowych: TPS (termoplastyczna skrobia) i HOPS (hydroksypropylowana skrobia utleniona).

Wyniki swoich prac stanowiących osiągnięcie naukowe Habilitantka pogrupowała na grupy w zależności od rodzaju zastosowanych do modyfikacji skrobi układów DES.

Mieszaniny DES utworzone z chlorku choliny (CC), cytrynianu choliny (CCit) mocznika (U), glicerolu (G) sorbitolu (S): dwukomponentowe tj.: CC:S, CCit:U, CCit:G, CC:G i trójkomponentowy tj.: CCit::U:G opisała w pracach [A4, A7 i A10].

W pracy [A9] przedstawiono wyniki badań TPS z DES (CC:G, CCit:U:G), do których dodatkowo wprowadzono wypełniacze: mikrokryształiczną celulozę, taniny, glinokrzemiany warstwowe (montmoryllonit sodowy i wapniowy).

Praca [A11] zawiera wyniki badań materiałów skrobiowych modyfikowanych DES na bazie imidazolu (IM) z chlorkiem choliny, glicerolem lub kwasami karboksylowymi (cytrynowym (CA) i jabłkowym (MA)) tj.:IM:CC, G:IM.

Badania TPS uzyskanego w wyniku modyfikacji skrobi z użyciem trzech różnych mediów: klasycznego plastyfikatora, molekularnej cieczy jonowej oraz DES przedstawiono w pracy [A3]. W tej pracy przedstawiono też badania układów z DES rozszerzone o badanie wpływu anionu soli choliny (chlorkowego, octanowego, mleczanowego) w układzie z mocznikiem oraz porównania rodzaju związku amoniowego (chlorku choliny i betainy) w układzie z glicerolem.

W pracy [A2] przedstawiono wyniki badań TPS uzyskanego w procesie modyfikacji skrobi z użyciem dwu- i trójkomponentowych DES na bazie mocznika z polioli (sorbitolem i glicerolem) oraz cukrami prostymi (glukozą - Glu i fruktozą - Fru).

Praca [A7] dotyczyła badań nad DES stosowanym zarówno jako plastyfikator, ale też jako środek sieciujący (mieszanina soli choliny z anionami polikwasów karboksylowych: winianowym lub cytrynianym z glicerolem). Otrzymane materiały skrobiowe przetwarzano metodami termoformowania z użyciem prasy hydraulicznej. Podobny układ dodatków do modyfikacji skrobi wykorzystano do otrzymywania TPS otrzymanych metodami wylewania z roztworu [A10]. W pracach [A1, A4, A5, A8] przedstawiono wyniki badań materiałów skrobiowych przetwarzanych metodą wyłaczania na wyłaczarce dwuślimakowej współbieżnej.



Dla oceny właściwości i mikrostruktury wytwarzanych materiałów skrobiowych Habilitantka stosowała szereg narzędzi badawczych, powszechnie używanych w inżynierii materiałowej, takich jak mikroskopia świetlna, analiza termiczna termogravimetria (TGA) i skaningowa kalorymetria różnicowa (DSC), spektroskopia w podczerwieni (FT-IR) oraz analiza termomechaniczna (DMA), badania mechaniczne w statycznej próbie rozciągania, analiza palności, analiza kąta zwilżania, chłonności wody i wiele innych.

Realizacja zadań badawczych wymagało od Habilitantki wykorzystania szerokiej wiedzy z zakresu inżynierii materiałowej dla opisu zjawisk zachodzących w procesie modyfikacji skrobi oraz do charakterystyki powstających materiałów skrobiowych. Ponadto w swoich badaniach Habilitantka zastosowała podejście typowe dla inżynierii materiałowej polegające na poszukiwaniu zależności pomiędzy technologią a strukturą i właściwościami materiałów. Bez wątpienia prowadzone przez dr inż. M. Zdanowicz mieszczą się w dyscyplinie Inżynieria Materiałowa.

Oryginalnym wkładem dr inż. Magdaleny Zdanowicz w rozwój inżynierii materiałowej jest otrzymanie i scharakteryzowanie mieszanin głęboko eutektycznych (DES), z których część dotychczas nie była opisana w literaturze oraz po raz pierwszy zastosowano je jako modyfikatory skrobi.

Osiągnięciem habilitantki jest otrzymanie DES pełniących rolę efektywnych rozpuszczalników i/lub plastyfikatorów skrobi oraz otrzymanie DES pełniącego jednocześnie rolę plastyfikatora i środka sieciującego ten polisacharyd.

Istotnym wkładem Habilitantki jest stwierdzenie, że układy DES na bazie mocznika wykazują podobne działanie wobec skrobi jak molekularne ciecze jonowe, a uzyskane materiały na bazie skrobi i plastyfikatora z tymi układami DES wykazują znacznie wyższą stabilność termiczną. Habilitantka zaobserwowała też, że DES dzielą się na dwie grupy: rozpuszczające (r-DES) i nierozpuszczające (nr-DES) skrobię, a w zależności od ich rodzajów zmienia się przebieg procesu plastyfikacji i końcowe właściwości TPS. **Obserwacje te stanowią oryginalny wkład Habilitantki w ogólną wiedzę o właściwościach DES.**

Wkładem Habilitantki w wiedzę o przemianach zachodzących w skrobi jest interpretacja porównawcza termogramów DSC i obrazów z mikroskopii świetlnej pozwalająca na opis jej procesu rozpuszczania i procesu żelowania.

Ponadto oryginalnym wkładem dr inż. Magdaleny Zdanowicz w rozwój inżynierii materiałowej jest otrzymanie i scharakteryzowanie materiałów skrobiowych. W tym był opis otrzymania: TPS plastyfikowanej układem nr-DES charakteryzująca się polepszonymi właściwościami mechanicznymi w porównaniu z konwencjonalnymi plastyfikatorami (np. glicerolem); TPS o zmniejszonej lub wyeliminowanej tendencji do retrogradacji; kompozyty TPS/DES zawierające do ok. 40% włókna drzewnego; kompozyty biodegradowalne skrobia/włókno drzewne, w którym DES pełnił jednocześnie rolę plastyfikatora, modyfikatora włókna



oraz środka zwiększającego adhezję wypełniacza z osnową skrobiową; kompozytów skrobiowych o ograniczonej palności; kompozytów TPS z rozpuszczoną ligniną o korzystnych cechach przetwórczych; kompozytów TPS/DES z MMT o dobrych właściwościach przetwórczych.

Uzyskane wyniki badań są oryginalne i poszerzają wiedzę na temat możliwości zastosowania DES do wytwarzania materiałów skrobiowych, które mogą być przetwarzane różnymi technikami przetwórstwa tj. termoformowanie, wyłaczanie i wylewanie z roztworu. Habilitantka przeprowadziła analizę bardzo dużej ilości układów DES stosowanych do modyfikacji skrobi dzięki temu wytworzyła materiały skrobiowe o szerokim spektrum właściwości, co umożliwia ich zastosowanie w wielu gałęziach przemysłu, np. w spożywczym, rolniczym, ogrodnictwie. Uzyskiwane materiały można też dodatkowo modyfikować i uzyskiwać ich nowe cechy np. zabarwienie, barierę wobec UV, czy zdolność do uwalniania substancji aktywnych.

Można zatem stwierdzić, że prowadzone przez Habilitantkę prace badawcze opisane w jednotematycznym zbiorze 11 publikacji prowadzone były w szerokim zakresie a ich wspólną osią była modyfikacja skrobi układami, których podstawą były ciecze głęboko eutektyczne.

Stwierdzam, że Pani dr inż. Magdalena Zdanowicz wykazała się znaczną wiedzą z zakresu inżynierii materiałowej materiałów skrobiowych służącą powiązaniu cech dodatków modyfikujących, procesów zachodzących w skrobi oraz struktury i właściwości materiałów skrobiowych i ich kompozytów, co niewątpliwie stanowi jej wkład w rozwój wiedzy o tego typu materiałach, wskazując na ich możliwości jako materiałów przyszłości do przetwarzania różnymi technikami. Podjęte badania są oryginalne, wartościowe i wnoszą znaczący wkład w zakresie rozwijania nowych materiałów skrobiowych.

Na szczególną uwagę zasługuje również fakt, że Habilitantka uzyskała przedstawione wyniki dzięki przygotowaniu własnego projektu realizowanego w ramach programu SONATA finansowanego przez NCN oraz stypendium w ramach programu typu Post-Doc realizowanego na Uniwersytecie w Karlstad w Szwecji.

Uwzględniając informacje zawarte w przedstawionej dokumentacji stwierdzam, że przedstawione do oceny osiągnięcie naukowe dr inż. Magdaleny Zdanowicz stanowi istotny wkład w rozwój dyscypliny inżynieria materiałowa i spełnia wymogi ubiegania się o stopień doktora habilitowanego w tej dyscyplinie.



3. Ocena dorobku naukowego Habilitantki

Habilitantka swoją działalność naukową rozpoczęła w 2011 roku, po zakończeniu studiów na Wydziale Technologii i Inżynierii Chemicznej ZUT, rozpoczęła studia doktoranckie w trakcie, których zajmowała się tematyką badania karboksymetylacji skrobi, jej charakteryzacji oraz modyfikacji. W wyniku tych badań powstało 5 publikacji w czasopismach naukowych z IF o zasięgu międzynarodowym i prezentacje wyników na kilku konferencjach międzynarodowych i krajowych. W trakcie studiów doktoranckich dr inż. Magdalena Zdanowicz rozpoczęła też badania nad semihydrofilowymi solami amoniowymi jako środkami organofilizującymi glinokrzemiany, nad cieczami jonowymi oraz mieszaninami głęboko eutektycznymi w kontekście plastyfikowania skrobi.

Po ukończeniu studiów doktoranckich habilitantka prowadziła badania nad:

- mieszaninami eutektycznymi (kontynuacja badań),
- kationizacją skrobi (we współpracy ze studentami),
- otrzymaniem i charakterystką filmów skrobiowych otrzymanych metodą wylewania, plastyfikowanych mieszaninami głęboko eutektycznymi realizowanymi w ramach własnego projektu badawczego,
- mieszaninami głęboko eutektycznymi stosowanymi jako nowe "zielone" plastyfikatory i rozpuszczalniki skrobi, które realizowała w ramach własnego projektu naukowego finansowanego przez NCN w ramach konkursu SONATA 9 (w ich wyniku powstało 8 publikacji oraz 3 prezentacje na 2 konferencjach naukowych o zasięgu międzynarodowym oraz na jednej konferencji krajowej),
- modyfikacją materiałów polimerowych przetwarzanych metodami wytlączania, wytlączania z wylewaniem typu CAST, wytlączania z rozdmuchiowaniem, termoformowania próżniowego.
- charakterystyką materiałów polimerowych z zastosowaniem testów wytrzymałościowych (rozciąganie, przebicie, zginanie, twardość), wyznaczeniem współczynnika tarcia, wyznaczeniem MFI, analizą UV-Vis zarówno do oceny transparentności/właściwości barierowych wobec UV-Vis, jak i do analizy ilościowej roztworów (testy migracji), analizy FTIR i Ramana, badaniami właściwości barierowych (OTR, WVTR), badaniami wpływu promieniowania UV na właściwości zarówno folii, jak i innych materiałów (np. produktów spożywczych),
- oceną właściwości antyoksydacyjnych metodą DPPH oraz wyznaczeniem zawartości polifenoli.



Zaprezentowana tematyka badawcza świadczy o dużej aktywności naukowej Habilitantki i jej wszechstronnym przygotowaniu do prowadzenia badań naukowych. Swoje doświadczenia zawodowe po ukończeniu studiów zdobywała nie tylko w laboratoriach różnych Wydziałów ZUT, ale także w ramach realizacji stypendium naukowego w laboratoriach Uniwersytetu w Karlstad w Szwecji. Habilitantka posługuje się bardzo szerokim zakresem metod przetwarzania polimerów oraz wyjątkowo szerokim zakresem technik badawczych w tym wielu metod, które zalicza się do obszaru zaawansowanych technologii.

Za osiągnięcia naukowe w roku 2019 i w roku 2022 dr inż. Magdalena Zdanowicz została wyróżniona nagrodami Rektora ZUT za wybitne osiągnięcia naukowe i za ponadprzeciętną aktywność naukową. Była też w 2020 roku stypendystą MNiSW. W 2020 r. znalazła się wśród 100 kobiet roku magazynu Forbes. Znalazła się na liście TOP 2% Elsevier (zawierającej m.in. nazwiska naukowców, których publikacje są najczęściej cytowane przez innych autorów) za rok 2020. Habilitantka otrzymała też nagrodę czasopisma Biomacromolecules za plakat pt. Simultaneous processing of thermoplastic starch/wood biocomposite and in-situ fiber modification with deep eutectic solvent na konferencji MoDeSt2018, 10th International Conference of Modification, Degradation & Stabilization of Polymers, Tokio, Japonia. Była też współautorem pracy wyróżnionej w konkursie Eureka! DGP: pt. Sposób otrzymywania biodegradowalnej folii na bazie karboksymetylocelulozy, biodegradowalna folia na bazie karboksymetylocelulozy oraz zastosowanie biodegradowalnej folii na bazie karboksymetylocelulozy PL 228749 (2015).

Dr Zdanowicz jest autorką lub współautorką 24 publikacji w bazie JCR z listy A MNiSW. Habilitantka w wielu publikacjach jest pierwszym autorem. Jest współautorką 6 patentów i 3 zgłoszeń patentowych, z których tylko 1 patent powstał przed doktoratem, a pozostałe po doktoracie.

Wyniki prac badawczych zaprezentowała na 24 krajowych i międzynarodowych konferencjach, odbywających się między innymi w Polsce, Niemczech, Japonii, we Francji i na Słowacji. Łączny IF opublikowanych prac wynosi 101,063, 1775 punktów wg. MEiN. Na dzień 13.09.2022 roku Indeks Hirsha wynosił 14 wg WoS i 15 wg Scopus, zaś liczba cytowań odpowiednio 743/667 (bez autocytowań). Na dzień 20.04.2023 w bazie Scopus indeks H wzrósł do 17, zaś liczba cytowań do 756. Świadczy to o znaczącym wzroście zainteresowania pracami dr Zdanowicz, co przekłada się na Jej rozpoznawalność w świecie nauki. Wszystkie dane bibliometryczne wskazują też na wyraźny rozwój naukowy dr Zdanowicz po uzyskaniu stopnia doktora.

Habilitantka zrealizowała wiele badań dla 12-tu przedsiębiorstw. Pani dr inż. Magdalena Zdanowicz po doktoracie brała udział w realizacji 8 projektów badawczych, z których była kierownikiem dwóch projektów. Projekty te były finansowane przez NCBiR,



PARP i NCN, Urząd Marszałkowski Województwa Zachodniopomorskiego. Była też wykonawcą projektu UE Horyzont 2020 MSCA RISE.

Warto podkreślić szeroki zakres tematyki projektów i w konsekwencji tematyki prac badawczych, które habilitantka realizowała w ich zakresie.

Dr inż. Magdalena Zdanowicz wykonała liczne recenzje (59) artykułów naukowych na zamówienie czasopism zagranicznych o dużym współczynniku wpływu, jak np. Carbohydrate Polymers, International, Journal of Biological Macromolecules, Journal of Molecular Liquids, Starch, Food, Hydrocolloids, LWT, ACS Omega, ACS Sustainable Chemistry and Engineering, Journal of Applied Polymer Science, Polymer, BioResources, IJMS, Polymers, Molecules, Materials, Foods, Chemical Engineering, Gels.

Biorąc pod uwagę informacje zawarte w przedstawionej dokumentacji jednoznacznie pozytywnie oceniam działalność naukową dr inż. Magdaleny Zdanowicz i uznaję ją, za wystarczającą dla osoby ubiegającej się o stopień doktora habilitowanego.

4. Ocena dorobku dydaktycznego i organizacyjnego Habilitantki

Pani dr inż. Magdalena Zdanowicz bierze czynny udział w procesie dydaktycznym w CBIMO ZUT. Prowadzi zajęcia w formie laboratoriów z sześciu przedmiotów dla kierunku Technologia Żywności i Żywnienie Człowieka, prowadziła też zajęcia laboratoryjne dla kierunku Mikrobiologia oraz na kierunku Uprawa Winorośli i Winiarstwo. Była też promotorem pracy inżynierskiej, recenzowała 3 prace dyplomowe zrealizowane na Wydziale Technologii i Inżynierii Chemicznej ZUT.

Poza zajęciami dla studentów Habilitantka prowadziła dodatkowe kursy i zajęcia, były to m.in. kurs z zakresu przetwarzania polipropylenu, testów starzeniowych oraz jego charakterystyki; wykład z zakresu polimerów biodegradowalnych dla studentów studiów podyplomowych na Politechnice Poznańskiej, zajęcia dla licealistów dwóch szkół pt. „Skrobia nie tylko do pieczenia; zajęcia laboratoryjne z buforów pH dla licealistów.

Poza aktywnością dydaktyczną Habilitantka prowadziła działalność organizacyjną. Pani dr inż. M. Zdanowicz była członkiem komitetu organizacyjnego serii konferencji naukowych „Materiały Polimerowe - Pomerania Plast” oraz seminarium Naukowego „Aktualne trendy w rozwoju technologii materiałów polimerowych”. Uczestniczyła w działaniach promujących Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie oraz popularyzujących naukę.

Biorąc pod uwagę informacje zawarte w przedstawionej dokumentacji jednoznacznie pozytywnie oceniam działalność dydaktyczną, organizacyjną oraz popularyzującą naukę dr inż.



Magdaleny Zdanowicz i uznaję ją, za wystarczającą dla osoby ubiegającej się o stopień doktora habilitowanego.

5. Wniosek końcowy

Na podstawie przedłożonej dokumentacji stwierdzam, że przedstawione do oceny osiągnięcie naukowe dr inż. Magdaleny Zdanowicz pt.: „Materiały skrobiowe modyfikowane cieciami głęboko eutektycznymi: otrzymywanie i charakteryzacja” oraz dorobek dr inż. Magdaleny Zdanowicz stanowi istotny i oryginalny wkład do dyscypliny naukowej inżynieria materiałowa, a także spełnia warunki konieczne do uzyskania stopnia naukowego doktora habilitowanego, określone w Ustawie z dnia 20 lipca 2018r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz. U. 218 poz. 1668 z dnia 20 lipca 2018 art. 219).

Uwzględniając pozytywną ocenę osiągnięcia naukowego oraz pozytywną ocenę dorobku naukowego, dydaktycznego i organizacyjnego wnioskuję o nadanie dr inż. Magdalenie Zdanowicz stopnia doktora habilitowanego w dziedzinie nauk technicznych w dyscyplinie inżynieria materiałowa.