

Prof. dr hab. inż. Krzysztof Pielichowski
Wydział Inżynierii i Technologii Chemicznej
Politechnika Krakowska

Recenzja

w postępowaniu habilitacyjnym dr inż. Magdaleny Zdanowicz
w oparciu o cykl publikacji powiązanych tematycznie stanowiących osiągnięcie naukowe pt.
„Materiały skrobiowe modyfikowane cieczami głęboko eutektycznymi:
otrzymywanie i charakteryzacja”

Podstawa opracowania recenzji: pismo nr WNoŻiR/D/179/2023 z dnia 24.04.2023r.
Prorektora ds. nauki Zachodniopomorskiego Uniwersytetu Technologicznego w Szczecinie
prof. dr hab. Jacka Przepiórskiego wraz z załącznikami.

Dr inż. Magdalena Zdanowicz uzyskała tytuł zawodowy magistra inżyniera po ukończeniu w 2011r. studiów na Wydziale Technologii i Inżynierii Chemicznej Zachodniopomorskiego Uniwersytetu Technologicznego w Szczecinie, kierunek ochrona środowiska, specjalność technologia polimerów. Stopień naukowy doktora nauk technicznych w zakresie technologii chemicznej otrzymała w 2014r. na podstawie pracy doktorskiej pt. „Karboksymetyloskrobia: Badania nad otrzymywaniem, właściwościami oraz materiałami z jej udziałem”, która została wykonana pod opieką naukową uznanego specjalisty w obszarze technologii polimerów prof. dr hab. inż. Tadeusza Spychaja. Od 2015r. Habilitantka jest zatrudniona w Zachodniopomorskim Uniwersytecie Technologicznym w Szczecinie, początkowo przez okres kilku miesięcy na stanowisku samodzielnego referenta technicznego, następnie do 2019r. na stanowisku adiunkta naukowego w Instytucie Polimerów na Wydziale Technologii i Inżynierii Chemicznej. Od 2019r. dr Zdanowicz pracuje w Centrum Bioimmobilizacji i Innowacyjnych Materiałów Opakowaniowych na Wydziale Nauk o Żywności i Rybactwa – do 2021r. na stanowisku asystenta, następnie adiunkta naukowo-dydaktycznego.

Ocena osiągnięcia naukowego

Osiągnięcie naukowe dr inż. Magdaleny Zdanowicz obejmuje cykl 11 powiązanych tematycznie publikacji pt. „Materiały skrobiowe modyfikowane cieczami głęboko eutektycznymi: otrzymywanie i charakteryzacja”. Artykuły naukowe stanowiące cykl zostały opublikowane w czasopismach naukowych „ACS Sustainable Chemistry and Engineering” (IF=9,224), „International Journal of Biological Macromolecules” (dwie prace, (IF=4,784; 6,593), „Carbohydrate Polymers” (trzy prace, (IF=6,04; 9,381), „Polymers” (IF=3,426), „Starch” (dwie prace, (IF=2,173; 2,226), „Composites Part A” (IF=6,44) oraz “Industrial Crops and Products” (IF=4,191). Są to w większości uznane periodyki o znacznym wskaźniku cytowań. W dziewięciu pracach Habilitantka jest pierwszym autorem; we wszystkich artykułach naukowych (zgodnie z oświadczeniami o współautorstwie publikacji) wkład procentowy dr Zdanowicz jest największy (35%) lub dominujący (>50%). Można zatem wnioskować o wiodącym udziale Habilitantki w przygotowanie wymienionych publikacji.

Ogólnie, dorobek dr inż. Magdaleny Zdanowicz obejmuje 24 publikacje, sześć patentów, trzy zgłoszenia patentowe, sumaryczna ilość cytowań wg bazy Scopus/Web of Science (bez autocytowań) wynosi odpowiednio 743 i 667, sumaryczny IF liczony wg roku publikacji 101,064, indeks Hirscha wg bazy Scopus/Web of Science (bez autocytowań) odp. 14 i 14. Wartości parametrów naukometrycznych są na bardzo dobrym poziomie dla dyscypliny inżynieria materiałowa.

Tematyka osiągnięcia naukowego dr Zdanowicz dotyczy otrzymywania i charakteryzowania materiałów skrobiowych modyfikowanych cieczami głęboko eutektycznymi (j. ang. Deep eutectic solvents, DES). Układy DES stanowią interesującą alternatywę dla związków powszechnie wykorzystywanych do termoplastyfikacji skrobi, m.in. glicerolu i glikoli oraz cieczy jonowych, głównie fosfoniowych i imidazoliowych. Zalety DES, takie jak brak toksyczności, łatwość przygotowania, także z surowców pochodzenia naturalnego, oraz korzystna cena istotnie przyczyniają się do coraz szerszego wykorzystania takich układów do plastyfikacji skrobi.

W toku prowadzonych prac badawczych Kandydatka przygotowała dwu- i trójkomponentowe DES w oparciu o chlorek choliny, cytrynian choliny, mocznik, glicerol i sorbitol, które następnie zostały użyte jako zmiękczacze natywnej skrobi ziemniaczanej, jak również hydroksypropyloowanej skrobi utlenionej. Otrzymane filmy po procesie kondycjonowania zostały poddane m.in. badaniom właściwości termicznych; na ich

podstawie wytypowane zostały układy o największej stabilności termicznej. Z uwagi na fakt, że wiązania wodorowe w DES po rozcieńczeniu wodą ulegają zerwaniu, Habilitantka opracowała metodę wprowadzania układu plastyfikującego (układy chlorek choliny-mocznik oraz cytrynian choliny-mocznik-glicerol) do matrycy polisacharydowej – spośród trzech zastosowanych sposobów (plastyfikator dodawany jako mieszanina eutektyczna przed rozklejeniem polisacharydu, plastyfikator dodawany jako mieszanina eutektyczna po rozklejeniu polisacharydu, komponenty DES wprowadzane oddzielnie), ten ostatni prowadził do otrzymania materiałów w postaci filmu, charakteryzujących się najlepszymi właściwościami barierowymi i mechanicznymi.

Przedmiotem zainteresowania badawczego dr Zdanowskiej było również określenie wpływu wybranych napełniaczy organicznych i nieorganicznych na właściwości termoplastycznej skrobi modyfikowanej DES. Stwierdzono, że zastosowanie napełniaczy organicznych, takich jak włókna celulozowe i lignina, powoduje większą poprawę właściwości mechanicznych (maksymalnej wytrzymałości na zerwanie) w porównaniu do poprawy uzyskanej dla układów zawierających napełniacz nieorganiczny – glinokrzemian warstwowy. Habilitantka wskazała, że przyczyną obserwowanego efektu może być adsorbowanie cytrynianu choliny na powierzchni płytek montmorylonitu i w konsekwencji mniejszy jego udział w procesie sieciowania skrobi.

Interesującym aspektem zastosowania DES jest ich wykorzystanie jako plastyfikatorów i rozpuszczalników skrobi; Habilitantka przygotowała szereg DES w oparciu o imidazol, chlorek choliny, glicerol, kwas cytrynowy i kwas jabłkowy. Przeprowadzone metodą DSC badania właściwości termicznych wskazują na zróżnicowane wartości temperatury topnienia oraz temperatury maksimum piku pierwszej pochodnej krzywej termogravimetrycznej (DTG), zależne od składu DES i rodzaju skrobi. Proces rozpuszczania skrobi w DES analizowano wspomnianą uprzednio metodą DSC oraz metodą skaningowej mikroskopii laserowej (LSM), wskazując na często towarzyszące procesom rozpuszczania efekty żelowania polisacharydu. Istotną rolę procesu kondycjonowania przedmieszki skrobi z DES potwierdziły wyniki badań reologicznych, natomiast analiza WAXD ukazała zwiększenie stopnia amorfizacji układu skrobia/DES podczas ogrzewania na skutek zjawiska plastyfikacji. Dr Zdanowska przeprowadziła szeroko zakrojone badania mające na celu porównanie wpływu „klasycznego” plastyfikatora (glicerolu), molekularnych cieczy jonowych oraz DES na skrobię. Stosując odpowiednio dobrane metody badawcze, m.in. IR, WAXD, TG i DMA, Kandydatka wykazała, że układy DES, w szczególności zawierające mocznik, działają na skrobię jako plastyfikatory i rozpuszczalniki w podobny sposób, jak molekularne ciecze jonowe.

Ciekawym wątkiem pracy jest otrzymanie i ocena właściwości układów soli choliny z anionami polikwasów karboksylowych – badania rezystywności powierzchniowej wskazują na występowanie efektów dyssypacyjnych lub elektrostatycznych, w zależności od rodzaju użytego kwasu karboksylowego.

Habilitantka znaczną uwagę poświęciła kwestiom wytwarzania termoplastycznej skrobi modyfikowanej DES typu poliolo/poliol, chlorek choliny/poliol i betaina/poliol metodami termoformowania oraz wytłaczania. Ta druga metoda przetwarzania polimerów prowadzi, po ustaleniu korzystnych warunków procesu, do skuteczniejszego zmiękczenia polisacharydu z uwagi na efektywniejsze mieszanie składników w warunkach działania sił ścinających, i w efekcie polepszenie właściwości mechanicznych otrzymanej plastyfikowanej skrobi. Sposób przetwarzania skrobi wpływa również na stopień jej amorfizacji, przy czym w wyniku wytłaczania tworzy się kompleks frakcji amylozowej z plastyfikatorem, którego występowanie potwierdzono metodą dyfrakcji rentgenowskiej. Obie metody wytwarzania TPS - termoprasowanie i wytłaczanie, zostały zastosowane dla układów skrobi modyfikowanej mieszaninami cukru (glukoza, fruktoza, sacharoza) i glicerolu, nazwanymi mieszaninami o niskotemperaturowej przemianie (nie wykazującymi efektu topnienia, jedynie przejście szkliste). Metoda termoformowania okazała się skuteczna do wytwarzania transparentnych i jednorodnych filmów TPS, jednakże układy otrzymane na drodze wytłaczania charakteryzowały się generalnie wyższymi wartościami wydłużenia przy zerwaniu.

Kontynuując prace w zakresie kompozytów TPS z różnego rodzaju napelniającami, dr Zdanowicz podjęła się wyzwania badawczego, mającego na celu wytworzenie kompozytu TPS/DES/włókno drzewne w taki sposób, aby lignina była ekstrahowana z włókna drzewnego do osnowy polimerowej „in situ” w trakcie procesu termoplastyfikacji. Przeprowadzona analiza IR wskazała, że oprócz ligniny usuwana jest również frakcja hemicelulozy; o zajściu procesu rozwłóknienia świadczą również obrazy SEM. Dla układów kompozytowych wytworzonych metodą prasowania na gorąco przedmieszek na bazie skrobi stwierdzono zwiększenie adhezji włókna do osnowy, powodujące zwiększenie maksymalnego naprężenia i modułu Younga, jak również zwiększenie stopnia zhydrofobizowania powierzchni. Stosując DES w postaci mieszaniny mocznika, rezorcyny i chlorku choliny, Kandydatka przeprowadziła metodą wytłaczania termoplastyfikację skrobi w obecności ligniny – otrzymane filmy poddano badaniom palności techniką kalorymetrii stożkowej. Dla układu TPS/DES wartość maksymalna szybkości wydzielania ciepła była o ok. 30% niższa aniżeli dla układów zawierających ligninę. Układy TPS plastyfikowane DES, zawierające montmorylonit interkalowany mocznikiem, charakteryzowały się dużymi wartościami

wydłużenia przy zerwaniu oraz niskimi wartościami maksymalnego naprężenia i modułu Younga; wprowadzenie nanonapełniacza mineralnego powodowało zmniejszenie lepkości stopu.

Podsumowując ocenę osiągnięcia naukowego dr inż. Magdaleny Zdanowicz pt. „Materiały skrobiowe modyfikowane cieczami głęboko eutektycznymi: otrzymywanie i charakteryzacja” stwierdzam, że mojej opinii stanowi ono znaczny wkład w rozwój dyscypliny inżynieria materiałowa. Kandydatka prawidłowo zaplanowała i przeprowadziła prace badawcze w zakresie otrzymywania i charakteryzowania skrobi i jej kompozytów modyfikowanych cieczami głęboko eutektycznymi. Dr Zdanowicz przedstawiła poprawnie omówione i spójnie zestawione wyniki swych prac oraz zaprezentowała zależności typu struktura-właściwości. Uzyskane wyniki badań mają charakter zarówno poznawczy, jak i aplikacyjny, w tym w odniesieniu do nowych produktów opakowaniowych i agrotechnicznych.

Ocena istotnej aktywności naukowej

W okresie 2015/16 dr inż. Magdalena Zdanowicz odbyła półroczny staż badawczy na Uniwersytecie w Karlstadt w Szwecji, gdzie zajmowała się tematyką otrzymywania i badania filmów skrobiowych. W macierzystej jednostce – Centrum Bioimmobilizacji i Innowacyjnych Materiałów Opakowaniowych na Wydziale Nauk o Żywności i Rybactwa ZUT w Szczecinie, prowadzi prace związane z przetwórstwem tworzyw sztucznych i materiałów kompozytowych metodami wytlaczania, wytlaczania z wylewaniem typu cast, wytlaczania z rozdmuchiwaniem i termoformowania próżniowego, oceną właściwości mechanicznych i barierowych materiałów polimerowych oraz określaniem wpływu promieniowania UV na właściwości folii polimerowych i wybranych produktów spożywczych. Habilitantka określa również zdolności antyoksydacyjne związków metodą DPHH i zawartość polifenoli. Współpracuje z jednostkami innymi niż jednostka macierzysta – Politechniką Warszawską, Politechniką Bydgoską, Instytutem Fizyki Molekularnej PAN w Poznaniu, Politechniką Poznańską (w zakresie charakteryzowania folii PP) i Akademią Górniczo-Hutniczą w Krakowie (otrzymywanie karboksymetyloskrobi jako spoiwa piasku formierskiego).

Ocena istotnej aktywności naukowej dr inż. Magdaleny Zdanowicz jest w pozytywna.

Ocena działalności dydaktycznej, organizacyjnej i popularyzującej naukę

Kandydatka prowadzi zajęcia laboratoryjne dla studentów kierunku „Technologia żywności i żywienia człowieka” w ramach przedmiotów „Opakowania do żywności i systemy pakujące”, „Nowoczesne opakowania do żywności”, „Chemia żywności”, „Enzymologia” i „Nowoczesne technologie i techniki produkcji dodatków funkcjonalnych do żywności”, dla kierunku „Mikrobiologia stosowana” w ramach przedmiotu „Procesy biodegradacji w przemyśle” oraz dla kierunku „Uprawa Winorośli i Winiarstwo” ćwiczenia audytoryjne i laboratoryjne „Chemia Wina”. Pełniła rolę promotora jednej pracy inżynierskiej oraz recenzenta trzech prac dyplomowych. Prowadziła dodatkowe kursy i zajęcia: kurs dla GA Polyolefines dotyczący przetwarzania polipropylenu, testów starzeniowych oraz charakteryzowania (2021), wykłady na temat polimerów biodegradowalnych dla słuchaczy studiów podyplomowych na Politechnice Poznańskiej (2020) oraz zajęcia dla licealistów, w tym pt. „Skrobia nie tylko do pieczenia” (2018).

Dr Zdanowicz podejmowała działania popularyzujące naukę, m.in. poprzez udział w Noccy Naukowców (recykling PET i segregacja odpadów, 2013), prowadzenie warsztatów dla dzieci „DUTEK - Dziecięcy Uniwersytet Techniczny (2010, 2011) oraz udzielała wywiadów dla mediów prasowych i radiowych. Była członkiem komitetu organizacyjnego krajowych konferencji naukowych „Materiały Polimerowe – Pomerania Plast” (2010, 2013, 2016 i 2019), jak również członkiem komitetu organizacyjnego Seminarium Naukowego „Aktualne trendy w rozwoju technologii materiałów polimerowych” (2011).

Habilitantka uzyskała szereg wyróżnień i nagród; nagrody Rektora ZUT za działalność naukową (2020, 2022), stypendium dla młodych naukowców Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego (2020), umieszczenie na liście 100 kobiet roku 2020 magazynu Forbes oraz liście TOP 2% Elsevier, nagrodę czasopisma „Biomacromolecules” za plakat prezentowany na konferencji MoDeSt2018 (Tokio, Japonia) oraz wyróżnienie w konkursie Eureka! DGP (2015).

Dr Zdanowska pełniła rolę kierownika projektu TANGO finansowanego przez NCBiR (2022-2023) oraz wykonawcy w sześciu projektach, m.in. projektach Horyzont 2020 MSCA RISE, LIDER i Sonata. Jest współtwórcą sześciu patentów i trzech zgłoszeń patentowych. Aktywnie współpracuje z partnerami przemysłowymi, m.in. w zakresie przetwórstwa polilaktydu, analizy materiałów polimerowych z wykorzystaniem metody spektroskopii w podczerwieni, badań wytrzymałościowych oraz barierowych tworzyw oraz oceny stopnia kurczliwości oraz zgrzewalności folii polimerowych. Dr Zdanowicz przygotowała kilkadziesiąt recenzji prac naukowych zgłoszonych do czasopism naukowych, m.in. „Carbohydrate Polymers”,

„International Journal of Biological Macromolecules”, „Journal of Molecular Liquids”, „Starch” oraz „ACS Sustainable Chemistry and Engineering”.

Ocena działalności dydaktycznej, organizacyjnej i popularyzującej naukę dr inż. Magdaleny Zdanowicz jest pozytywna.

Ocena działalności zawodowej dr inż. Magdaleny Zdanowicz w zakresie działalności naukowej, dydaktycznej i organizacyjnej jest pozytywna. Wyniki przedstawione w cyklu publikacji pt. „Materiały skrobiowe modyfikowane cieczami głęboko eutektycznymi: otrzymywanie i charakteryzacja” stanowią oryginalny i znaczny wkład w rozwój dyscypliny inżynieria materiałowa. Habilitantka m.in. otrzymała i scharakteryzowała nowe mieszaniny DES, wytworzyła termoplastyczne skrobie plastyfikowane DES o polepszonych właściwościach mechanicznych w odniesieniu do układów modyfikowanych konwencjonalnymi plastyfikatorami, jak również otrzymała i określiła właściwości kompozytów biodegradowalnych skrobi z napełniaczami mineralnymi i organicznymi, w tym z włóknem drzewnym zawierających DES, który działa jako plastyfikator, modyfikator powierzchni włókna oraz czynnik pro-adhezyjny. Dla otrzymanych materiałów skrobiowych przedstawiła szereg zależności typu struktura-właściwości.

Habilitantka jest autorką i współautorką szeregu publikacji naukowych, w tym w uznanych czasopismach, współtwórcą patentów oraz aktywnie uczestniczy w krajowych i międzynarodowych konferencjach naukowych. Osiągnięcia naukowe Habilitantki odpowiadają wymaganiom określonym w art. 219 ust. 1 pkt 2 Ustawy z dnia 20 lipca 2018r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce - wnoszę zatem do Komisji Habilitacyjnej o pozytywne rozpatrzenie i dalsze procedowanie wniosku o nadanie dr inż. Magdaleny Zdanowicz stopnia naukowego doktora habilitowanego w dziedzinie nauk inżynierijno-technicznych, w dyscyplinie inżynieria materiałowa.

Kraków, 5.06.2023r.

