AKADEMIA GÓRNICZO-HUTNICZA
IM. STANISŁAWA STASZICA W KRAKOWIE

Wydział Inżynierii Materiałowej i Ceramiki
KATEDRA BIOMATERIAŁÓW I KOMPOZYTÓW

Prof. dr hab. inż. Elżbieta PAMUŁA
Prodziekan ds. Nauki

Kraków, 17 grudnia 2021

Recenzja osiągnięcia naukowego, aktywności naukowej, dydaktycznej i organizacyjnej
Pani dr inż. Justyny Szulc
opracowana w związku z postępowaniem o nadanie stopnia naukowego doktora habilitowanego w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych
w dyscyplinie inżynieria chemiczna

Podstawą opracowania niniejszej recenzji była decyzja Rady ds. Stopni Politechniki Łódzkiej i zlecenie Dziekana Wydziału Inżynierii Procesowej i Ochrony Środowiska Politechniki Łódzkiej Pana Dr. hab. inż. Grzegorza Wielgosińskiego, prof. uczelni z dnia 12 października 2021 r., oraz dołączona do niego dokumentacja przewodu habilitacyjnego kandydatki.

1. Podstawowe informacje o kandydatce

Dr inż. Justyna Szulc w 2009 r. uzyskała tytuł zawodowy inż. ochrony środowiska, zaś w 2010 r. tytuł zawodowy mgr. inż. biotechnologii środowiska – oba tytuły otrzymała na Wydziale Biotechnologii i Nauk o Żywności Politechniki Łódzkiej, a dotyczyły one odpowiednio m.in. dezodoryzacji i fermentacji odchodów zwierząt hodowlanych. W 2015 r Kandydatka uzyskała stopień doktora

Akademia Górniczo–Hutnicza | Wydział Inżynierii Materiałowej i Ceramiki
Katedra Biomateriałów i Kompozytów
al. A. Mickiewicza 30, 30–059 Kraków, tel. +48 12 617 44 48, fax. +48 12 617 33 71
e–mail: epamula@agh.edu.pl, www.ceramika.agh.edu.pl
Regon: 000001577, NIP: 675 000 19 23

n. techn. w dyscyplinie biotechnologia broniąc pracy doktorskiej pt. *„Wskaźniki zanieczyszczenia mikrobiologicznego środowisk pracy"* przygotowanej pod opieką Pani promotor – Prof. dr hab. Beaty Gutarowskiej. W tym samym roku została zatrudniona na stanowisku adiunkta na macierzystym wydziale, z tym, że najpierw pracowała w Instytucie Technologii Fermentacji i Mikrobiologii a od 2019 roku pracuje w Katedrze Biotechnologii Środowiskowej.

2. Ocena osiągnięcia naukowego

Jako osiągnięcie naukowe wskazujące na znaczący wkład w rozwój dyscypliny inżynieria chemiczna stanowiące podstawę ubiegania się o uzyskanie stopnia naukowego doktora habilitowanego zgodnie z art. 219 ust. 1 pkt. 2 Ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. 2018 poz. 1668 ze zm.) dr inż. Justyna Szulc wskazała cykl 7 powiązanych tematycznie artykułów naukowych opublikowanych w czasopismach naukowych, ujętych w obowiązującym wykazie pt. *„Metody omiczne w badaniach różnorodności, ekologii i funkcji mikroorganizmów bytujących na materiałach technicznych"*.

W skład cyklu wchodzą publikacje z lat 2017-2021; wszystkie ukazały się w czasopismach notowanych w bazie JCR takich jak *Toxins* (2 prace; IF_{2019}=3,531; $MEiN_{2021}$=100), *International Biodeterioration & Biodegradation* (4 prace; IF_{2019}= 4,074; $MEiN_{2021}$=140) i *Journal of Cultural Heritage* (1 praca; IF_{2019}= 2,553; $MEiN_{2021}$=100). Wszystkie prace są wieloautorskie, w każdym z artykułów habilitantka jest pierwszą autorką a w 6 autorką korespondencyjną; jej udział został oszacowany w zakresie od 50% do 70%. Łączna wartość współczynnika oddziaływania tych 7 publikacji wynosi IF=25,149 (640 pkt. MEiN, w tym 60 pkt. MEiN za lata 2017-2018). Zgodnie z oświadczeniami współautorów oraz habilitantki, jej wkład w powstanie omawianych prac był dominujący w zakresie opracowania koncepcji pracy, zaplanowania badań, przygotowania próbek, opracowania i interpretacji wyników,

przygotowania publikacji i korespondencji z zespołami redakcyjnymi czasopism.

Autorka podjęła się w swoich pracach trudnego zadania poszerzenia wiedzy na temat zjawisk biodegradacji i biodeterioracji różnych materiałów wywoływanych przez różne mikroorganizmy, głównie pleśnie. Wykazała, że brak jest dostępnych metod, które pozwalałyby na ocenę rozkładu przestrzennego drobnoustrojów i ich metabolitów na i w materiałach, co pozwoliłoby np. na późniejsze monitorowanie procesu ich dekontaminacji. Postawiła więc oryginalną hipotezę, że do oceny wtórnych metabolitów mikroorganizmów przydatne mogą być metody metagenomiczne i metabolomiczne. Skupiła się na ocenie różnorodności mikroorganizmów raz ich metabolitów w tym niebezpiecznych dla zdrowia człowieka mykotoksyn bytujących na różnych rodzajach materiałów, np. stosowanych w budownictwie (płyty gipsowo-kartonowe), na obiektach dziedzictwa kulturowego (stare fotografie, papier, tkaniny jedwabne, pieczęcie woskowe) czy też na materiale roślinnym (ziarna zbóż). Wykorzystała w tym celu dwie techniki omniczne: wysokoprzepustowe sekwencjonowanie na platformie Illumina MiSeq oraz laserową spektrometrię mas (109AgNPs, AgNPs i AuNPs SALDI-ToF-MS oraz LARESI MSI).

Oprócz celów poznawczych ma to duże znaczenie z punktu widzenia ochrony zabytków i dóbr kultury, ale również zminimalizowania wpływu mykotoksyn na zdrowie ludzi np. kontaktujących się z takimi materiałami czy przebywających w zagrzybionych pomieszczeniach.

Z pełnym przekonaniem stwierdzam, że prace prowadzone przez habilitantkę są interdyscyplinarne, ale osadzone w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych i bardzo dobrze wpisują się w dyscyplinę inżynierii chemicznej, która według obowiązującej klasyfikacji dziedzin i dyscyplin, swoim zakresem obejmuje też biotechnologię.

W osiągnięciu naukowym można wyróżnić trzy główne obszary badawcze dotyczące obiektów muzealnych (prace H6, H4, H2 i H5), materiałów budowlanych (prace H1 i H7) i materiałów roślinnych (praca H3). W każdym obszarze zastosowane zostało podobne podejście i techniki badawcze.

W pracy H6 (Szulc J. *i wsp.* (2018) *Analysis of paper foxing by newly available omics techniques*. International Biodeterioration & Biodegradation 132:157-165.) autorka wykazała, że za zjawisko tzw. foxingu (pojawiających się na papierze brązowych plamek o właściwościach fluorescencyjnych) odpowiadają mikroorganizmy takie jak bakterie *Gluconobacter* i *Ralstonia* i pleśnie *Phoma* sp., *Cladonia* sp., *Aspergillus* i *Penicillium* a także ich metabolity związane z metabolizmem cukrów i białek. Wykazano, że zjawisko to nie wynika z obecności związków żelaza lub miedzi (jak to było postulowane w literaturze), ale związków np. z grupy fitochinoli i tokoferoli.

W pracy H4 (Szulc J. *i wsp.* (2020) *Analyses of microorganisms and metabolites diversity on historic photographs using innovative methods.* Journal of Cultural Heritage 45:101-113.) autorka zidentyfikowała znacznie więcej gatunków mikroorganizmów na zabytkowych fotografiach niż było to dotąd opisane w literaturze. Co szczególnie ważne, niektóre z nich uważane są za potencjalnie chorobotwórcze. Za szczególne osiągnięcie tej pracy można uznać wykazanie, w którym miejscu na fotografiach znajdują się kolonie pleśni i wydzielenia metabolitów wtórnych, które będąc kwasami wpływają na biokorozję i biodegradację starych fotografii.

W pracy H2 (Szulc J. *i wsp.* (2021) *Metabolomics and metagenomics analysis of 18th century archaeological silk*. International Biodeterioration & Biodegradation 156 2021, 105120) badano jedwabie z XVIII w. z krypt grobowych i wykazano na nich obecność bakterii, w tym halofilnych oraz pleśni dotychczas niestwierdzonych na tego typu obiektach. Na podkreślenie zasługuje czytelna analiza statystyczna ogromnej ilości uzyskanych danych oraz wykazanie, że za mechanizm degradacji jedwabiu odpowiada nie tylko enzymatyczna degradacja fibroiny i serycyny, ale powstawanie wtórnych metabolitów w postaci mocznika i kwasów organicznych.

W pracy H5 (Szulc J. *i wsp.* (2020) *Metabolomics and metagenomics characteristic of historic beeswax seals*. International Biodeterioration & Biodegradation 152:105012) habilitantka badała mikroorganizmy zasiedlające średniowieczne pieczęcie wykonane

z wosku pszczelego i wykazała, że występują w nich mikroorganizmy wydzielające różne enzymy odpowiadające za ich degradację. Ponadto stwierdziła, że zidentyfikowane kwasy i inne metabolity należą do 20 szlaków metabolicznych i mogą być uznane za indykatory procesu degradacji mikrobiologicznej wosku z pieczęci.

W zakresie badań degradacji mikrobiologicznej materiałów budowlanych kandydatka do stopnia doktora habilitowanego zastosowała oryginalne podejście polegające na ocenie metabolomu 6 rodzajów pleśni zarówno w warunkach modelowych (podłoże mikrobiologiczne MEA) jak i na płycie kartonowo-gipsowej.

W pracy H7 (Szulc J. *i wsp.* (2017) *Metabolome profiles of moulds on carton-gypsum board and malt extract agar medium obtained using an AuNPET SALDI-ToF-MS method*. International Biodeterioration & Biodegradation. 125:13-23) wykazała, że rodzaj i liczba metabolitów zależą istotnie od rodzaju podłoża oraz od tego czy szczepiono na obu podłożach kultury pojedyncze czy mieszane. W pracy zidentyfikowano 89 metabolitów należących do 48 szlaków metabolicznych. W czasie hodowli mikroorganizmów na pożywce MEA dominowały metabolity związane m.in. z cyklem kwasu cytrynowego, zaś na płytach kartonowo-gipsowych metabolizm zmienił się w kierunku biosyntezy steroidów, terpenoidów i chinonów.

W pracy H1 (Szulc, J. *i wsp.* (2021) *Silver-109/silver/gold nanoparticle-enhanced target surface-assisted laser desorption/ionisation mass spectrometry—the new methods for an assessment of mycotoxin concentration on building materials*. Toxins 13, 45) autorka skupiła się na aspektach metodologicznych oznaczania ilościowego mykotoksyn na płytach kartonowo-gipsowych. Dowiodła, że metoda SALDI oparta na nanocząstkach srebra (109AgNPs) jest znacznie bardziej dokładna niż klasycznie stosowana metoda LC-MS/MS.

Do cyklu publikacji stanowiących osiągnięcie naukowe włączono również pracę H3 (Szulc J. i Ruman T. (2020) *Laser ablation remote-electrospray ionisation mass spectrometry (LARESI MSI) imaging – new method for detection and spatial localization of metabolites and mycotoxins produced by moulds.* Toxins 12(11), 720), której celem było

opracowanie metody detekcji przestrzennego rozmieszczenia mykotoksyn na powierzchni i w głębszych warstwach ziaren zbóż. Autorka tym razem wykorzystała spektrometrię mas ze zdalną laserową jonizacją, ablacją i elektrorozpylaniem (LARESI MSI) do oceny metabolitów typowych dla tkanek roślinnych oraz powstających podczas metabolizmu pleśni. Obrazowanie to wykazało, że niektóre metabolity typowe dla pleśni, np. fumigaklawina C, znajdowały się głównie w zarodku, brevianamid F w okrywie nasiennej zaś fumagilina w bielmie. Metoda LARESI MSI może być w przyszłości stosowana do analizy metabolomicznej różnych roślin, produktów rolnych i innych materiałów.

Cykl publikacji powiązanych tematycznie pt. *„Metody omiczne w badaniach różnorodności, ekologii i funkcji mikroorganizmów bytujących na materiałach technicznych”* łączy wątki naukowe i aplikacyjne. Habilitantka wykazała, że stosowane przez nią metody omiczne pozwalają na detekcję mikroorganizmów, ich metabolitów, oraz produktów degradacji materiałów a dzięki temu można je z powodzeniem stosować np. do oceny biodegradacji mikrobiologicznej różnych materiałów, dóbr kultury, a także oceny zagrożenia toksykologicznego oraz oceny skuteczności dekontaminacji. Wyniki uzyskane przez habilitantkę niewątpliwie poszerzają wiedzę na temat mikroorganizmów bytujących na materiałach oraz wskazują, że oryginalne podejście polegające na zastosowaniu różnych metod omicznych dostarcza komplementarnych danych, niezbędnych do lepszego zrozumienia, a następnie przewidywania kierunku zmian właściwości materiałów pod wpływem mikroorganizmów.

Należy podkreślić, że dorobek naukowy dr inż. Justyny Szulc stanowiący podstawę rozprawy habilitacyjnej został poddany weryfikacji środowiska naukowego i opublikowany w bardzo dobrych, recenzowanych czasopismach z zakresu inżynierii chemicznej, analizy chemicznej, biotechnologii i toksykologii.

Z pełnym przekonaniem stwierdzam, że wartość naukowa wyników zawartych w cyklu publikacji stanowi podstawę do poparcia wniosku o przyjęcie rozprawy habilitacyjnej.

3. Ocena aktywności naukowej

Dorobek naukowy dr inż. Justyny Szulc obejmuje 40 artykułów opublikowanych w czasopismach z listy JCR (w tym 27 po uzyskaniu stopnia doktora wliczając w to 7 będących podstawą o ubieganie się o stopień dr. hab.), 14 artykułów spoza listy JCR, 2 monografie, 12 rozdziałów w monografiach. Kandydatka jest współautorką 54 doniesień konferencyjnych, w tym 14 wystąpień ustnych. Sumaryczny współczynnik wpływu IF wszystkich prac zgodnie z rokiem opublikowania wynosi 93,232, zaś sumaryczna liczba punktów MNiSzW wynosi 2325 (w tym za lata 2011-2018: 815 pkt MEiN, 2019-2020: 1510 pkt MEiN). Należy podkreślić istotny wzrost dorobku kandydatki po uzyskaniu stopnia doktora, co dowodzi jej dużej aktywności naukowej, szczególnie w ostatnich latach jej kariery naukowej.

Habilitantka ma w swoim dorobku prace w czasopismach naukowych o wysokim współczynniku oddziaływania (m.in. International Biodeterioration & Biodegradation, Materials, Toxins, Polymers, Molecules, Journal of Cultural Heritage). Prace te cytowane były 357 razy (286 razy bez autocytowań) wg WoS i 383 (312 bez autocytowań) wg Scopus, a indeks Hirscha wynosi 11. Świadczy to o zainteresowaniu środowiska naukowego pracami kandydatki do stopnia doktora habilitowanego.

Habilitantce 13 razy powierzano rolę recenzentki artykułów w 9 czasopismach naukowych. Habilitantka odbyła dwa staże naukowe w Instytucie Immunologii i Terapii Doświadczalnej Polskiej Akademii Nauk we Wrocławiu (1 miesiąc) i w Institute of Bioanalytics and Agro-Metabolomics w University of Natural Resources and Life Sciences Vienna w Austrii (2 miesiące).

Na podkreślenie zasługuje aktywność naukowa dr inż. Justyny Szulc realizowana we współpracy z jednostkami i instytucjami naukowymi w kraju (UAM w Poznaniu, UMK w Toruniu, Politechnika Rzeszowska, ASP w Warszawie, PAN w Poznaniu i we Wrocławiu,

Centralny Instytut Ochrony Pracy – Państwowy Instytut Badawczy, Państwowe Muzeum Auschwitz-Birkenau w Oświęcimiu) i zagranicą (ośrodki z Austrii, USA, Słowacji) w ramach projektów naukowych i badawczo-rozwojowych. Współpraca ta zaowocowała imponującą liczbą zarówno wspólnych publikacji jak i wdrożeń. Kandydatka po uzyskaniu stopnia doktora kierowała 2 projektami badawczymi (w tym projektem NCN *Miniatura*), a w 4 projektach pełniła funkcję wykonawcy.

Podsumowując, należy stwierdzić, że Habilitantka posiada wartościowy dorobek naukowy spełniający wymogi do starania się o stopień naukowy doktora habilitowanego.

4. Ocena aktywności dydaktycznej, organizacyjnej i popularyzującej naukę

Dr inż. Justyna Szulc ma duże doświadczenie w pracy dydaktycznej, prowadząc wykłady i laboratoria dla studentów Politechniki Łódzkiej na wydziałach: Biotechnologii i Nauk o Żywności, Zarządzania i Inżynierii Produkcji, Technologii Materiałowych i Wzornictwa Tekstyliów oraz International Faculty of Engineering (Biotechnology) a także zajęcia dla studentów Wydziału Farmaceutycznego na Uniwersytecie Medycznym w Łodzi. Habilitantka pełniła funkcję opiekuna 5 prac dyplomowych magisterskich i 4 prac dyplomowych inżynierskich, jest współautorką skryptu, opracowała programy nauczania 3 przedmiotów obieralnych. Jej praca dydaktyczna jest bardzo dobrze oceniana przez studentów oraz została doceniona przez Rektora PŁ, który przyznał jej nagrodę w 2019 r. za osiągnięcia w działalności naukowej i dydaktycznej.

W zakresie działalności organizacyjnej habilitantka była członkiem komitetu organizacyjnego 2 międzynarodowych konferencji naukowych, organizowała szkolenia, seminaria i warsztaty.

W zakresie upowszechniania nauki kandydatka brała udział w Festiwalu Nauki, jest współautorką bloga Politechniki Łódzkiej,

angażuje się w promocję swojej uczelni realizując filmy i udzielając wywiadów.

Kandydatka otrzymała 6 razy Nagrody Rektora za osiągnięcia naukowe, dydaktyczne i organizacyjne a także 4 razy Stypendia z Funduszu Młodych Liderów Nauki na Wydziale Biotechnologii i Nauk o Żywności Politechniki Łódzkiej.

Aktywność Habilitantki w powyższym zakresie oceniam bardzo wysoko, jako spełniającą wymagania zwyczajowe dla osób starających się o stopień naukowy doktora habilitowanego.

5. Podsumowanie i wniosek końcowy

Stwierdzam, że dr inż. Justyna Szulc posiada w swoim dorobku osiągniecia naukowe stanowiące istotny i oryginalny wkład w rozwój dyscypliny naukowej inżynieria chemiczna. Ponadto wykazuje się istotną aktywnością naukową realizowaną w swojej macierzystej jednostce, ale również w innych ośrodkach, w tym zagranicznych. Kandydatka spełnia warunki do uzyskania stopnia naukowego doktora habilitowanego, określone w Ustawie z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym (Dz. U. z dnia 30 sierpnia 2018 r., art. 219). Chciałabym w tym miejscu podkreślić, że dokumentacja dostarczona przez habilitantkę została przygotowana bardzo starannie i skrupulatnie.

Uwzględniając pozytywną ocenę osiągnięcia naukowego, aktywności naukowej, dydaktycznej i organizacyjnej wnioskuję o nadanie dr inż. Justynie Szulc stopnia doktora habilitowanego w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych w dyscyplinie inżynieria chemiczna.

E. Pamuła