

OPINIA

o dorobku dr inż. Justyny SZULC w związku z postępowaniem o nadanie stopnia naukowego doktora habilitowanego w dziedzinie nauk technicznych, dyscyplinie inżynieria chemiczna

PODSTAWA OPRACOWANIA

Niniejsza opinia dotyczy cyklu 7 artykułów naukowych powiązanych tematycznie, wskazanych przez dr inż. Justynę SZULC jako osiągnięcie naukowe pt. „Metody *omiczne* w badaniach różnorodności, ekologii i funkcji mikroorganizmów bytujących na materiałach technicznych”, a także całego Jej dorobku naukowego, dydaktycznego oraz organizacyjnego. Opinię opracowałam na zlecenie dr hab. inż. Grzegorza Wielgosińskiego, prof. PŁ, Dziekana Wydziału Inżynierii Procesowej i Ochrony Środowiska Politechniki Łódzkiej z 20.10.2021 r. w związku z Uchwałą Nr 98/2021 Rady do spraw Stopni Naukowych PŁ w dyscyplinach nauki chemiczne, inżynieria chemiczna, technologia żywności i żywienia z dn. 19.10.2021 r. w sprawie postępowania habilitacyjnego dr inż. Justyny SZULC.

Podstawę opracowania opinii stanowią dostarczone mi materiały dokumentujące dorobek Kandydatki.

PODSTAWOWE INFORMACJE O KANDYDATCE

Dr inż. Justyna SZULC jest absolwentką Wydziału Biotechnologii i Nauk o Żywności (WBiNoŻ) Politechniki Łódzkiej, gdzie w 2009 roku uzyskała tytuł zawodowy inżyniera ochrony środowiska, a w roku 2010 ukończyła studia magisterskie w zakresie biotechnologii środowiska. W 2015 r. uzyskała stopień naukowy doktora nauk technicznych w dyscyplinie biotechnologia na podstawie rozprawy doktorskiej „Wskaźniki zanieczyszczenia mikrobiologicznego środowisk pracy” (promotor: prof. dr hab. Beata Gutarowska). W tym samym roku została zatrudniona na stanowisku adiunkta w Instytucie Technologii Fermentacji i Mikrobiologii WBiNoŻ. Od roku 2019 kontynuuje pracę na tym wydziale jako adiunkt w Katedrze Biotechnologii Środowiskowej.

OCENA OSIĄGNIĘCIA NAUKOWEGO

Osiągnięciem naukowym wskazanym przez dr inż. Justynę SZULC jako podstawa ubiegania się o stopień naukowy doktora habilitowanego jest cykl siedmiu artykułów naukowych wieloautorskich, objętych wspólnym tytułem „Metody *omiczne* w badaniach różnorodności, ekologii i funkcji mikroorganizmów bytujących na materiałach technicznych”. Zostały one opublikowane w latach 2017-2021 w trzech wysoko notowanych czasopismach z listy JCR: International Biodeterioration & Biodegradation (4 publikacje), Toxins (2) oraz Journal of Cultural Heritage (1). W publikacjach tych Kandydatka jest pierwszym autorem, a Jej udział w każdej pracy został dokładnie opisany i potwierdzony w oświadczeniach wszystkich współautorów, którzy określili swój udział we wspólnych publikacjach. Na podstawie posiadanych dokumentów stwierdzam, że Pani J. SZULC pełniła wiodącą rolę w opracowaniu koncepcji i prowadzeniu podjętych badań, interpretacji wyników i powstaniu publikacji tworzących oceniany cykl monotematycznych prac naukowych.

Publikacje składające się na osiągnięcie w postępowaniu habilitacyjnym dr J. SZULC dotyczą wykorzystania różnych metod stosowanych w grupie nauk zaliczanych do *omicznych* (m.in. genomiki, metabolomiki, proteomiki, materiomiki), co uzasadnia przyjęcie ogólnego tytułu osiągnięcia. Sumaryczny współczynnik wpływu IF obliczony przez Kandydatkę dla cyklu publikacji wchodzących w skład ocenianego osiągnięcia naukowego wynosi 25,149, natomiast sumaryczna ilość punktów MEiN wynosi 640.

Nie mam żadnych uwag ani zastrzeżeń co do zasadności realizacji przeprowadzonych badań czy też treści prac naukowych stanowiących oceniane osiągnięcie naukowe. Przedstawiony w Autoreferacie „Abstrakt graficzny osiągnięcia naukowego” w sposób skondensowany i komunikatywny wskazuje na znaczenie badań prowadzonych przez Kandydatkę w ocenie mechanizmów biodeterioracji różnych materiałów zabytkowych, budowlanych i roślinnych oraz zagrożeń toksykologicznych związanych z analizowanymi procesami – w kontekście różnorodności czynników biologicznych (mikroorganizmów oraz ich metabolitów), które mają na nie różnoraki wpływ – zarówno bezpośredni, jak i pośredni.

Wyniki prezentowane w publikacjach składających się na oceniane osiągnięcie naukowe zostały uzyskane w efekcie prac badawczych prowadzonych przez dr inż. Justynę SZULC i współautorów z użyciem nowoczesnych technik analitycznych wykorzystywanych w metodach *omics*, w tym wysokoprzepustowego sekwencjonowania na platformie Illumina MiSeq, obrazowania metodą laserowej desorpcji/ionizacji ze spektrometrią mas oraz obrazowania metodą spektrometrii mas ze zdalną laserową jonizacją ablacją i elektrorozpylaniem. Poza

wymienionymi, Habilitantka wykorzystywała także klasyczne metody analizy konserwatorskiej takie jak barwienie ninhydriną i czernią amidową.

Badania procesów biodeterioracji obejmowały różne materiały organiczne (zabytkowe papiery wykazujące foxing, zabytkowe fotografie srebrowo-żelatynowe na papierze barytowym, jedwabie archeologiczne, zabytkowe pieczęcie z wosku pszczelego, ziarna arkiżu), a także płyty kartonowo-gipsowe oraz wybrane podłoża/pożywki mikrobiologiczne.

Wyniki przeprowadzonych eksperymentów wykazały, że wykorzystanie wybranych przez Kandydatkę i zespół metod omicznych może przyczyniać się zarówno do poszerzenia wiedzy w zakresie nieznanych dotąd mechanizmów niszczenia materiałów wskutek aktywności metabolicznej mikroorganizmów (bakterii, grzybów, pleśni) uczestniczących w tych procesach, jak i zagrożeń toksykologicznych oraz niespodziewanych zależności będących rezultatem rozwoju mikroorganizmów na poszczególnych materiałach oraz wytwarzaniem przez nie metabolitów pierwotnych i wtórnych, a także powstawaniem różnych związków chemicznych w efekcie biologicznego rozkładu materiałów. Zrealizowane prace badawcze w istotnej mierze przyczyniły się do wyjaśnienia wielu niewiadomych i wątpliwości w tym zakresie. Istotne znaczenie mają przy tym badania dotyczące interakcji między gatunkami drobnoustrojów tworzących poszczególne biocenozy oraz ich roli w determinacji ilościowych i jakościowych profili metabolicznych, jak również rozpoznania potencjału patogennego mikroorganizmów.

Uważam, że całość ocenianego osiągnięcia wskazuje na kompetencje dr inż. Justyny SZULC w zakresie badań nad metabolomem mikroorganizmów tworzących złożone biocenozy na próbkach materiałów technicznych i obiektów zabytkowych. Jej wiedza i doświadczenie przyczyniają się do pogłębienia wiedzy o mechanizmach procesów biodeterioracji, a także zagrożeniach zdrowotnych, jakie mogą one stwarzać dla osób przebywających w zainfekowanym otoczeniu. Trzeba tu też uwzględnić fakt obecności na powierzchni i w strukturze materiałów technicznych i obiektów zabytkowych wielu mikroorganizmów niehodowlanych. Z tego względu wykonane badania prowadzone *in situ* mają szczególną wartość naukową. Ponadto – ograniczenie konieczności ingerencji w materię badanych obiektów oraz modyfikacji próbek przed badaniami lub też w trakcie ich trwania przesądza o atrakcyjności zastosowanych metod omicznych także w kontekście ochrony zabytków. Wszystko to powoduje, że wyniki prac badawczych Kandydatki mają znaczenie zarówno poznawcze, jak również aplikacyjne.

Na szczególną uwagę zasługują dokonane przez Kandydatkę adaptacje metod omicznych do badania przestrzennej lokalizacji mikotoksyn, dla których wyznaczono też granicę wykrywalności oraz dolną granicę oznaczalności. Ich znajomość jest istotna i powinna być uwzględniana przy wyborze metod(y) ekstrakcji mikotoksyn, jak też sposobów dekontaminacji materiałów technicznych. Efektem takiego podejścia mogłoby być ograniczenie strat finansowych

przedsiębiorstw (np. produkujących żywność) oraz zwiększenie bezpieczeństwa ludzi (np. pracowników prowadzących prace konserwatorskie i remontowe obiektów technicznych oraz maszyn i urządzeń technicznych ulegających skażeniom mikrobiologicznym i biodeterioracji, konserwatorów obiektów zabytkowych, mieszkańców budynków z objawami zagrzybienia).

Biorąc pod uwagę powyższe – uznaję, że **osiągnięcie naukowe dr inż. Justyny SZULC** stanowiące cykl siedmiu publikacji naukowych objętych wspólnym tytułem „*Metody omiczne w badaniach różnorodności, ekologii i funkcji mikroorganizmów bytujących na materiałach technicznych*” spełnia wymagania ustawowe stawiane kandydatom do stopnia naukowego doktora habilitowanego. Publikacje są spójne tematycznie i stanowią cenne uzupełnienie wiedzy na temat przebiegu i mechanizmów procesów biodeterioracji rozmaitych materiałów pod wpływem licznych mikroorganizmów (bakterii, grzybów, pleśni), które tworzą na nich złożone biocenozy, a także pod wpływem bezpośrednich oraz pośrednich produktów ich aktywności metabolicznej. **Przeprowadzone badania mają istotne znaczenie dla rozwoju biotechnologii środowiskowej i przemysłowej, szczególnie w aspekcie mikrobiologii przemysłowej i środowiskowej.**

Należy tu podkreślić, że prace Kandydatki mają charakter pionierski, gdyż do tej pory jeszcze nigdzie nie stosowano metod laserowej spektrometrii mas wykorzystujących nanocząstki złota i srebra ($^{109}\text{AgNPs}$, AgNPs i AuNPs SALDI-ToF-MS) ani też metod obrazowania LARESI MSI w badaniach profili metabolicznych mikroorganizmów zasiedlających różne materiały, w tym mikroorganizmów dotychczas nie wykrywanych w próbkach badanych materiałów, np. archeologicznego jedwabiu. Z kolei identyfikacja związków chemicznych wykorzystanych do konserwacji, a także barwników i ich pochodnych wykrytych w próbkach jedwabiu umożliwia uzyskanie ważnych informacji dla konserwatorów sztuki.

Do szczególnie ciekawych i cennych zaliczam także odkrycie, że foxing jest wynikiem synergistycznego efektu działania mikroorganizmów, ich aktywności przyczyniającej się do degradacji papieru, produkcji barwników, a także różnych przemian chemicznych zachodzących w papierze wskutek biochemicznego utleniania celulozy.

Uważam, że osiągnięcie naukowe dr inż. Justyny SZULC stanowi znaczący wkład w rozwój dyscypliny naukowej inżynieria chemiczna.

OCENA DOROBKU NAUKOWEGO

W aktywności naukowej dr inż. Justyny SZULC można wyodrębnić pięć zasadniczych trendów badań, które były ukierunkowane na ocenę zagrożeń mikrobiologicznych oraz toksykologicznych w środowiskach pracy, ocenę przeżywalności mikroorganizmów na włókninach, ocenę właściwości przeciwdrobnoustrojowych włóknin, interdyscyplinarne

badania w zakresie biodeterioracji i ochrony obiektów zabytkowych, a w ostatnich latach – także na analizę metabolitów wytwarzanych przez mikroorganizmy tworzące złożone biocenozy na materiałach technicznych. Badania te były prowadzone w ramach projektów krajowych i zagranicznych, realizowanych we współpracy z uznanymi naukowcami z różnych jednostek naukowych – wielu krajowych oraz czterech zagranicznych. Ponadto niektóre projekty zostały zrealizowane we współpracy z przemysłem. **Analiza dorobku naukowego dr inż. J. SZULC pokazuje, że Kandydatka wykazywała się istotną aktywnością naukową realizowaną w niejednej uczelni, instytucji naukowej oraz instytucji kultury, w tym także w ośrodkach zagranicznych.**

O randze i znaczeniu badań prowadzonych przez dr inż. Justynę SZULC świadczy fakt umożliwienia Jej przedstawienia znacznej części wyników badań w 40 artykułach naukowych opublikowanych w 18 czasopismach z listy JCR, w tym 8 czasopismach wysoko notowanych także przez MEiN (100 i 140 punktów), jak również ich cytowanie przez innych badaczy (ponad 300 cytowań z wyłączeniem autocytowań; Indeks Hirscha 11). W tym kontekście istotny jest także udział Kandydatki we współpracy naukowej, która była realizowana wraz ze specjalistami z kilku ośrodków naukowych krajowych i czterech ośrodków zagranicznych: w Austrii (gdzie odbyła 2 miesięczny staż naukowy), USA, Słowacji i Włoszech. Liczne badania były prowadzone w ramach 9 projektów krajowych (w tym 1 finansowanego przez NCN oraz 2 finansowanych przez NCBiR) oraz jednego projektu zagranicznego (Canaletto). J. SZULC kierowała dwoma projektami krajowymi, a dwukrotnie była głównym wykonawcą. Kandydatka 55 razy prezentowała wyniki swoich badań na konferencjach naukowych krajowych i międzynarodowych (głównie w Polsce), na których wygłosiła 14 wykładów /referatów i przedstawiła liczne postery. Ponadto dr SZULC wraz ze współautorami wykryła i zdeponowała w GenBank National Center for Biotechnology Information 95 sekwencji nukleotydowych różnych mikroorganizmów i 6 sekwencji aminokwasowych białek różnych grzybów mikroskopijnych, co także stanowi bardzo istotny wkład do nauki.

Szeroki zakres badań prowadzonych przez dr inż. Justynę SZULC ma odzwierciedlenie w Jej całkowitym dorobku naukowym, który obejmuje:

- 40 artykułów w czasopismach z listy JCR (27 po doktoracie);
- 14 artykułów w czasopismach spoza listy JCR (3 po doktoracie);
- 2 monografie (po doktoracie), w tym 1 w języku angielskim;
- 12 rozdziałów w monografii, w tym 1 po doktoracie (w języku angielskim);
- 54 doniesienia konferencyjne (29 przed / 25 po doktoracie), w tym 14 wykładów (8/6);
- 9 projektów (3/6), w tym 2 jako kierownik (po doktoracie);

- 101 depozytów sekwencji nukleotydowych i aminokwasowych mikroorganizmów (82/19);
- 13 recenzji artykułów i monografii naukowych (wszystkie po doktoracie).

Analiza bibliometryczna dorobku naukowego dr inż. Justyny SZULC (ORCID: 0000-0002-6601-2376) pokazuje, że sumaryczny IF opublikowanych artykułów wynosi ponad 93,2 (ponad 75,6 po doktoracie), a punktacja MEiN – 2325 (1976 po doktoracie). Liczba cytowań prac Kandydatki według bazy Web of Science wynosi 357 (286 bez autocytowań), natomiast baza SCOPUS uwzględnia 382 cytowania Jej prac (312 bez autocytowań). Habilitantka podaje (na podstawie analizy bibliometrycznej wykonanej przez Bibliotekę PŁ w dniu 2.02.2021 r.), że Jej indeks Hirscha wynosi 11 według obu baz (wg WS – aktualnie 12).

Dr inż. Justyna SZULC została 6-krotnie uhonorowana nagrodą Rektora Politechniki Łódzkiej za osiągnięcia w działalności naukowej (w tym 1 raz „i dydaktycznej” oraz 1 raz „i organizacyjnej”. Ponadto 4-krotnie uzyskała Stypendium Funduszu Młodych Liderów Nauki na Wydziale Biotechnologii i Nauk o Żywności Politechniki Łódzkiej, a 1 raz – Stypendium naukowe Rektora Politechniki Łódzkiej z Własnego Funduszu Stypendialnego PŁ.

Przytoczone dane pokazują, że dorobek naukowy dr inż. Justyny SZULC spełnia w zupełności wszystkie wymagania stawiane Kandydatom do stopnia naukowego doktora habilitowanego.

OCENA DZIAŁALNOŚCI DYDAKTYCZNEJ I ORGANIZACYJNEJ

Dr inż. Justyna SZULC ma na swoim koncie również znaczące osiągnięcia w zakresie działalności dydaktycznej i organizacyjnej. Zajęcia dydaktyczne prowadziła na kilku wydziałach PŁ (Biotechnologii i Nauk o Żywności, Zarządzania i Inżynierii Produkcji, Technologii Materiałowych i Wzornictwa Tekstyliów, International Faculty of Engineering – Biotechnology) oraz na Wydziale Farmaceutycznym Uniwersytetu Medycznego w Łodzi. Obejmowały one wykłady z przedmiotów „Zagrożenia biologiczne w biogospodarce” i „Metody oceny zanieczyszczenia mikrobiologicznego powietrza”, a także laboratoria z 16 przedmiotów, w tym mikrobiologii (ogólnej, przemysłowej, środowiska, żywności oraz Modern Food Microbiology), hydrobiologii, biotechnologii środowiska, biofilmów bakterii mlekowych i korozji materiałów technicznych. Kandydatka opracowała 3 nowe programy nauczania dla przedmiotów obieralnych: *Zagrożenia biologiczne w biogospodarce*, *Czynniki biologiczne na stanowiskach pracy* oraz *Analiza obrazu w biotechnologii i ocenie żywności*. Jest współautorką skryptu dla studentów „*Mikrobiologia środowiska. Instrukcje do zajęć laboratoryjnych dla studentów kierunku Biotechnologia środowiska*”. Była opiekunką 5 prac dyplomowych i recenzentką 4 prac dyplomowych. Jest też stale zaangażowana w realizację

programów edukacyjnych dla grup osób w różnym wieku: dzieci w wieku przedszkolnym, uczniów szkół podstawowych i średnich, studentów, osób starszych (Uniwersytet III wieku).

Zaangażowanie Kandydatki w działalność dydaktyczną zostało dostrzeżone i w roku 2019 otrzymała nagrodę Rektora PŁ za osiągnięcia w działalności naukowej i dydaktycznej.

W zakresie działalności organizacyjnej, dr inż. Justyna SZULC była członkiem i aktywnie uczestniczyła w pracach komitetów organizacyjnych 2 konferencji naukowych międzynarodowych oraz 3 szkoleń i seminariów, a także brała udział w pracach organizacyjnych przygotowawczych przed dwoma innymi wydarzeniami naukowymi o charakterze międzynarodowym (konferencja i workshop).

Kandydatka nie stroniła też od aktywności na rzecz upowszechnienia wiedzy, realizując projekt finansowany ze środków MNiSW przeznaczonych na działalność upowszechniającą naukę. W ramach tego projektu brała udział w opracowaniu materiałów multimedialnych w postaci newslettera oraz filmu krótkometrażowego. Ponadto uczestniczyła w XVII Festiwalu Nauki, Techniki i Sztuki oraz pikniku naukowym zorganizowanym na Rynku w Łódzkiej Manufakturze. Ponadto dr J. SZULC jest współautorką bloga Politechniki Łódzkiej, na którym zamieściła 4 teksty dotyczące problematyki biologicznego niszczenia książek i problemów związanych ze stosowaniem półmasek do ochrony dróg oddechowych. Temat ten został poruszony także w Jej wywiadzie obejmującym tekst i film „Badacze z Łodzi opracowali bezpieczniejsze półmaski ochronne”, zamieszczonym na stronie internetowej Nauka w Polsce Fundacji PAP. Dr J. Szulc brała również udział w organizacji i realizacji nagrań 3 filmów promujących Politechnikę Łódzką wśród uczniów szkół średnich (Mikroorganizmy środowisk naturalnych, Żywność fermentowana, Świat komórki), które zostały opublikowane na stronie internetowej uczelni.

Działalność organizacyjna Kandydatki została uhonorowana w roku 2017 nagrodą Rektora PŁ za osiągnięcia w działalności naukowej i organizacyjnej.

W punkcie 7 Autoreferatu zatytułowanym „Inne informacje dotyczące kariery zawodowej” znajduje się informacja o dwóch przerwach w pracy zawodowej dr J. SZULC, spowodowanych urlopami macierzyńskim i rodzicielskim, trwającymi w sumie ok. 1,5 roku.

Na podstawie całości posiadanych i przytoczonych powyżej informacji uznaję, że działalność dydaktyczna i organizacyjna dr inż. Justyny SZULC oraz Jej aktywność na rzecz upowszechnienia wiedzy spełniają w zupełności wymagania stawiane Kandydatom do stopnia naukowego doktora habilitowanego.

WNIOSEK KOŃCOWY

W podsumowaniu mojej opinii o osiągnięciu naukowym dr inż. Justyny SZULC, stanowiącym cykl siedmiu publikacji naukowych objętych wspólnym tytułem „Metody *omiczne* w badaniach różnorodności, ekologii i funkcji mikroorganizmów bytujących na materiałach technicznych”, a także o Jej całym dorobku naukowym oraz osiągnięciach dydaktycznych i organizacyjnych stwierdzam, że:

- przedłożone osiągnięcie naukowe zawiera elementy nowości naukowej, wnoszące istotne wartości poznawcze w rozwój problematyki wykorzystania rozkładu przestrzennego metabolitów mikroorganizmów kolonizujących różne materiały do oceny stopnia ich biodeterioracji, zagrożenia toksykologicznego, jak również skuteczności dekontaminacji materiałów, także technicznych;
- wybrane przez Habilitantkę i zastosowane w prowadzonych badaniach metody *omiczne*, w tym metoda wysokoprzepustowego sekwencjonowania na platformie Illumina MiSeq, obrazowanie metodą laserowej desorpcji/ionizacji ze spektrometrią mas oraz obrazowanie metodą spektrometrii mas ze zdalną laserową jonizacją ablacją i elektrorozpylaniem mogą być z powodzeniem wykorzystywane do pozyskiwania informacji na temat rodzajów mikroorganizmów i wytwarzanych przez nie metabolitów oraz związków pochodzących z rozkładu materiałów, co umożliwia poznanie mechanizmów biodeterioracji oraz zagrożenia toksykologicznego materiałów technicznych;
- **wyniki badań prowadzonych przez Kandydatkę mają bardzo duży potencjał aplikacyjny w zakresie badań mikrobiologicznych oraz biotechnologicznych, ważnych dla rozwoju dyscypliny inżynieria chemiczna;**
- dorobek naukowy Kandydatki jest wartościowy i znaczący, opublikowany w dużej części w czasopiśmie o wysokiej randze, zweryfikowany pozytywnie w środowisku naukowym;
- znaczące są również osiągnięcia dydaktyczne i organizacyjne Kandydatki.

Uważam, że pod względem formalnym i merytorycznym dr inż. Justyna SZULC spełnia wymagania stawiane kandydatom do stopnia naukowego doktora habilitowanego przez ustawę z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. z 2021 r., poz. 478). Habilitantka jest samodzielnym i dojrzałym pracownikiem naukowym – badaczem o rozległej wiedzy i wyraźnie sprecyzowanych zainteresowaniach naukowych, a Jej dorobek naukowy stanowi istotny wkład w rozwój nauki. Dlatego z pełnym przekonaniem **uznają, że zostały spełnione wszystkie przesłanki warunkujące nadanie dr inż. Justynie SZULC stopnia naukowego doktora habilitowanego w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych, dyscyplinie inżynieria chemiczna** i wnioskuję do Komisji habilitacyjnej o podjęcie uchwały wyrażającej pozytywną opinię w tej sprawie.

B. Anliwa