

Prof. dr hab. inż. Janusz Kasperczyk

Zabrze, 15.06.2021

Ocena

merytoryczna i metodologiczna osiągnięcia naukowego przedstawionego w formie monotematycznego cyklu publikacji wraz z dwoma zgłoszeniami patentowymi pod wspólnym tytułem „*Polihydroksyalkaniany, bakteryjnie syntetyzowane polimery, jako źródło związków chemicznych do syntezy bioaktywnych cząsteczek i zaawansowanych materiałów*” oraz całokształtu dorobku naukowego, dydaktycznego i organizacyjnego **dr Macieja Wojciecha Guzika** w związku z postępowaniem w sprawie nadania stopnia doktora habilitowanego w dziedzinie nauk ścisłych i przyrodniczych, w dyscyplinie nauk chemicznych.

Charakterystyka ogólna

Dr Maciej Guzik ukończył studia dzienne na Wydziale Chemicznym Uniwersytetu Jagiellońskiego w roku 2008 i uzyskała tytuł zawodowy magistra ochrony środowiska. We wrześniu 2008 roku rozpoczął studia doktoranckie w School of Biomolecular & Biomedical Science, University College Dublin w obszarze tematycznym mikrobiologia. Od września 2011 roku do września 2012 roku pracował na w/w Uczelni na stanowisku adiunkta, gdzie zajmował się oprócz prowadzenia zajęć dydaktycznych, pracą naukową polegającą m.in. na klonowaniu i ekspresji rekombinowanych enzymów bakteryjnych i projektowaniu testów biochemicznych dla wybranych enzymów. W październiku 2012 roku uzyskał stopień doktora na podstawie rozprawy „Chemo-biotechnological conversion of polyethylene to the biodegradable polymer polyhydroxyalkanoate”, której promotorem był Profesor Kevin O'Connor. Od września 2012 do czerwca 2014 pracował w Bioplastech Ltd. w Dublinie na stanowisku specjalisty rozwoju bioproduktu i zajmował się m.in. fermentacją bakteryjną prowadzącą do otrzymywania polihydroksyalkanianów i w konsekwencji bioplastiku. Od czerwca 2014 roku do maja 2015 roku pracował na stanowisku adiunkta na Uniwersytecie College Dublin jako „post-doctoral researcher”. W tym samym czasie pracował w przedsiębiorstwie Glanbia Ingredients Limited

Ireland i zajmował się optymalizacją procesu fermentacji kwasu mlekowego na dużą skalę. Od czerwca 2015 roku pracuje w Instytucie Katalizy i Fizykochemii Powierzchni im. Jerzego Habera Polskiej Akademii Nauk w Krakowie, w latach 2015-2017 na stanowisku asystenta i od 2017 roku na stanowisku adiunkta.

Ocena osiągnięcia naukowego „Polihydroksyalkaniany, bakteryjnie syntetyzowane polimery, jako źródło związków chemicznych do syntezy bioaktywnych cząsteczek i zaawansowanych materiałów”

Habilitant udokumentował osiągnięcie naukowe cyklem 11 publikacji w czasopismach z listy filadelfijskiej o wysokich współczynnikach IF pomiędzy 1,8 do 9,5. Dokumentacja osiągnięcia zawiera również dwa zgłoszenia patentowe, w których dr Guzik jest współtwórcą. W cyklu publikacji 2 prace są przeglądowe, pozostałe 9 to prace oryginalne. W jednej pracy dr Guzik jest pierwszym autorem publikacji tj. w pracy przeglądowej, natomiast we wszystkich pozostałych jest senior autorem i jednocześnie autorem korespondencyjnym. Oświadczenia współautorów prac potwierdzają, że dr Guzik jest autorem wiodącym 9 publikacji. We wszystkich publikacjach opracował koncepcję pracy, organizował prace badawcze, dokonał całościowej analizy wyników, stworzył draft publikacji, koordynował dyskusję wyników i korespondował z redakcją i recenzentami. Dla większości publikacji zdobył finansowanie na realizację zamierzonych badań. Wszyscy współautorzy wszystkich prac wyrazili zgodę na ich wykorzystanie w przewodzie habilitacyjnym dr Macieja Guzika.

Osiągnięcie naukowe dotyczy oceny możliwości zastosowania bakteryjnie syntetyzowanych polimerów- polihydroksyalkanianów do otrzymania nowych materiałów i bioaktywnych cząstek o specjalnych właściwościach. Habilitant w publikacjach załączonych do udokumentowania osiągnięcia przedstawia metodologię syntezy polimerów PHA pod kątem wykorzystania naturalnych substratów pochodzenia roślinnego w połączeniu z odpowiednim doбором szczepu produkcyjnego, co pozwala na otrzymanie różnorodnych PHA o szerokim wachlarzu właściwości fizykochemicznych. Stworzone przez habilitanta bioproceny pozwoliły na opracowanie efektywnej metody syntezy trzech rodzajów polimerów: twardego i kruchej P(3HB), elastomerycznego P(3HO) oraz półpłynnego polimeru o średnich długościach łańcucha tzw. mcl-PHA. Opracowane procesy fermentacji pozwalają na efektywną konwersję substratów do wysokich stężeń bakteryjnych, które zawierają znaczne ilości PHA w materiale biologicznym. W celu poznania wpływu opracowanych technologii syntezy biopolimerów PHA na środowisko

naturalne dokonał analizy cyklu życia tychże procesów. Analiza na poziomie laboratoryjnym pokazała środowiskową przewagę procesów wykorzystujących strumienie odpadowe jako substraty do syntezy polimerów PHA.

Jednym z wielu PHA jest polihydroksyoktenian P(3HO) elastomer biozgodny, którego właściwości nie były jeszcze w pełni scharakteryzowane. Do opisu właściwości fizykochemicznych P(3HO) habilitant wykorzystał szereg metod takich jak NMR wysokiej rozdzielczości, chromatografię żelową, spektroskopię anihilacji pozytonowej (PALS), spektroskopię w podczerwieni, mikroskopię sił atomowych, mikroskopię w świetle spolaryzowanym, a do wyznaczenia parametrów nanomechanicznych takich jak twardość współczynnik tarcia nanoindentacji. Tym samym habilitant potwierdził, że do opisu właściwości fizykochemicznych sięga po wszystkie możliwe techniki instrumentalne mogące pomóc w uzyskaniu optymalnej charakterystyki materiału zwłaszcza lokalnych wartości w nanoskali, co jest istotne do poznania zachowania komórek w badanym materiale. Dobrze scharakteryzowany polimer P(3HO) wykorzystano do wytworzenia trójwymiarowych podłoży do hodowli komórkowych na bazie kompozytu z trifosforanem wapnia. Prace te prowadzono we współpracy z AGH z Wydziałem Inżynierii Materiałowej i Ceramiki, wiodącą jednostką zajmującą się badaniami nad podłożami dla inżynierii tkankowej. Do analizy właściwości fizykochemicznych jak również procesów degradacyjnych podłoża kompozytowego zastosowano szereg technik takich jak SEM, mikrotomografia komputerowa, HPLC(MS/MS). Dzięki zastosowaniu mikroskopii konfokalnej ukazano architekturę cytoszkieletu fibroblastów hodowanych na filmach wykonanych z P(3HO). Niezależnie od rodzaju podłoża nie stwierdzono różnic w kierunkowości poruszania się komórek w stymulacji procesu zablźniania się sztucznej rany. Przeprowadzone eksperymenty pokazały wyższość P(3HO) nad standardowym materiałem jakim jest PLA. Potwierdziły również brak cytotoksyczności i bardzo dobrą biokompatybilność wytworzonych kompozytowych materiałów ceramiczno-polimerowych. Przeprowadzone próby zastosowania P(3HO) w projektowaniu materiałów dla medycyny metodą odlewu matrycy z roztworu polimeru na ziarnach porogenu oraz metodą elektroprzędzenia do postaci mikrowłóknin moim zdaniem nie mogą być brane pod uwagę przy ocenie osiągnięcia habilitacyjnego, gdyż są udokumentowane jedynie zgłoszeniami patentowymi, a jak wiadomo do czasu uzyskania patentu nie mamy potwierdzonej oryginalności wynalazku.

Na uwagę zasługują również rezultaty badań produktów depolimeryzacji PHA i ich zastosowanie do syntezy związków biologicznie czynnych. Opracowano wydajną metodę otrzymywania estrów cukrowych kwasów tłuszczowych (ECKT). Ponadto przeprowadzono prace modyfikacji strukturalnej monomerów PHA poprzez wprowadzenie w strukturę cząsteczki

ugrupowania zawierającego fluor w miejsce grupy hydroksylowej. W ten sposób z sukcesem zsyntetyzowano nowe pochodne monomerów wywodzących się z polihydroksynonanianu (PHN) i polihydroksyfenylowalerianu (PHPV) zawierające grupę trifluoroetoksyłową, które wykorzystano do otrzymania estrów cukrowych kwasów tłuszczowych. Otrzymane fluoro pochodne ECTK poddano testom pod względem działania przeciw mikrobiologicznego i przeciwnowotworowego.

Istotny wkład do osiągnięcia habilitacyjnego stanowią prace dotyczące syntezy i charakterystyki fizykochemicznej na bazie monomerów PHA, mieszanin głęboko eutektycznych (DES), które jako zamiennik dla konwencjonalnych produktów opartych na przetwórstwie ropy naftowej mogą być stosowane jako zielone” plastyfikatory i rozpuszczalniki. W badaniach wykorzystano pochodne polihydroksynonanianu i mclPHA syntetyzowanego z kwasów oleju rzepakowego. Badania wykazały ogólną zasadę, że obecność dodatkowych grup hydroksylowych umożliwia syntezę cieczy typu DES, gdy łańcuch alifatyczny kwasu karboksylowego jest dłuższy niż 9 węgli. Wykorzystując spektroskopie NMR i FTIR stwierdzono, że produkty DES z monomerów PHA z testowanymi akceptorami były mieszaninami czysto fizycznymi. Ponadto wykazano, że zsyntetyzowane mieszaniny eutektyczne w pewnym stopniu mieszają się z takimi rozpuszczalnikami jak metanol, chloroform, jednakże nie mieszają się z wysoce polarnymi jak woda i niepolarnymi jak np. n-heksan.

Badania biodegradacji otrzymanych DES na bazie chlorku choline i monomerów PHA wykazały ich przyjazność dla środowiska. Należy zgodzić się ze stwierdzeniem habilitanta, że różnorodność bakteryjnych monomerów w połączeniu z naturalnymi akceptorami wiązań wodorowych stwarza możliwość syntezy „szytych na miarę” nowych biodegradowalnych i nietoksycznych DES, o konkretnych właściwościach fizykochemicznych.

Wszystkie rezultaty badań, pomiary i analizy są doskonale udokumentowane i przedstawione w cyklu powiązanych tematycznie 9 oryginalnych artykułów naukowych oraz w 2 pracach przeglądowych, w których habilitant dowiódł doskonałą znajomość zagadnień, którymi się zajmował. Sumaryczny IF prac wchodzących w skład osiągnięcia zgłoszonego do postępowania habilitacyjnego jest bardzo wysoki i wynosi 52.002. Należy zauważyć, że wszystkie prace opublikowane zostały w ostatnich 3 latach.

Habilitant nakreślił również przyszłe kierunki swoich badań, które są kontynuacją rezultatów badań przedstawionych w osiągnięciu habilitacyjnym. Między innymi zamierza skonstruować prototypowy modułu biorafinerii umożliwiającą przetworzenie wsadów z biomasy

do biodegradowalnych PHA co pozwoli na testowanie szerokiej gamy substratów fermentacyjnych w skali półtechnicznej. Z zakresu aplikacji medycznych planuje stworzenia platformy na bazie polimerów PHA i ich pochodnych do tworzenia systemów kontrolowanego uwalniania leków, opartej m.in. na koniugacji substancji czynnych farmaceutycznie. Planuje również dalszy rozwój technologii syntezy mieszanin głęboko eutektycznych na bazie monomerów PHA do zastosowań w procesach separacji i frakcjonowania biomasy, jako medium w procesach katalitycznych oraz możliwości aplikacji związanych z energetyką.

Ocena działalności naukowej i dorobku naukowego

Od początku swojej działalności naukowej habilitant zajmował się zagadnieniami związanymi z polihydroksyalkanianami. Sumarycznie wraz z publikacjami ujętymi w osiągnięciu habilitacyjnym jest autorem 28 prac, 27 zostało opublikowanych w czasopismach z listy filadelfijskiej o sumarycznej wartości $IF = 114.975$, $HI = 8$, cytowane 296 razy. Jest współautorem 2 rozdziałów w monografiach. Wielokrotnie występował na krajowych i międzynarodowych konferencjach naukowych. 9-krotnie przed uzyskaniem stopnia doktora, w tym 3 wystąpienia ustne i 20-krotnie po uzyskaniu stopnia doktora, w tym 11-krotnie wystąpienia ustne, w tym 3 na zaproszenie.

Habilitant może pochwalić dużą aktywnością w zdobywaniu środków na badania naukowe i prace rozwojowe. Był głównym wykonawcą 2 projektów zakończonych, których źródłem finansowania były Environmental Protection Agency w Dublinie i Enterprise Ireland w Dublinie. Ponadto był kierownikiem projektu w konkursie Sonata finansowanym przez NCN: *Biosynteza nowych estrów laktozy za pośrednictwem lipaz. Charakterystyka ich właściwości fizykochemicznych i przeciwrakowych.*

Uczestniczył również w projekcie europejskim finansowanym z unijnego programu badań i innowacji „Horyzont 2020” projekt Bloom pt. *Zwiększenie wiedzy i świadomości obywateli Europy, odnośnie badań i innowacji w dziedzinie Biogospodarki* oraz w projekcie BioApp *Transregional technological platform for transfer of advanced bio-polymers from lab to market* w ramach współpracy regionów Inicjatywy Awangarda –Małopolska/Słowenia.

Obecnie jest kierownikiem projektu w konkursie LIDER finansowanym przez NCBiR *Nowe sfunkcjonalizowane biopolimery do zastosowań medycznych* oraz kierownikiem konsorcjum utworzonego do realizacji projektu *Technologia biorafinacji olejów roślinnych do wytwarzania*

zaawansowanych materiałów kompozytowych w ramach konkursu TECHMATSTRATEG finansowanego przez NCBiR.

Ponadto był/jest kierownikiem 5 projektów badawczych lub B&R finansowanych z innych źródeł np. finansowanych przez ORLEN lub Grupę Azoty Zakłady Azotowe „Puławy” S.A. lub Bioplastech Ltd. w Dublinie. Dane te potwierdzają aktywną współpracę habilitanta z otoczeniem społecznym i gospodarczym.

Jest członkiem międzynarodowych i krajowych towarzystw naukowych: Microbiology Society w Londynie i Polskiego Towarzystwa Mikrobiologów. Odbił 2 staże naukowe w instytucjach zagranicznych w ramach Erasmus Plus, w Westfälische Wilhelms-Universität Münster w Niemczech i na Uniwersytecie Belgradzkim w Serbii.

Jego wiedza i doświadczenie są doceniane przez środowiska naukowe zarówno w kraju jak i zagranicą. Odzwierciedleniem tego są liczne recenzje artykułów naukowych w 16 różnych czasopismach.

Jest ekspertem w zespołach oceniających wnioski o finansowanie badań: projektów B+R w konkursach Szybkiej Ścieżki NCBiR, projektów naukowych w konkursach ogłaszanych przez National Centre of Science and Technology Evaluation w Kazachstanie i projektów naukowych w konkursach ogłaszanych przez The Science Fund w Serbii.

Ocena osiągnięć dydaktycznych, organizacyjnych oraz popularyzujących naukę

Dr Maciej Guzik udokumentował również swoje osiągnięcia dydaktyczne. Pracując na University College Dublin prowadził kursy dla studentów z zakresu mikrobiologii ogólnej, rolniczej i żywieniowej. Był opiekunem jednej pracy magisterskiej. W Instytucie Katalizy i Fizykochemii Powierzchni PAN prowadził wykłady dla doktorantów z zakresu fermentacji mikrobiologicznych. Jest opiekunem staży studenckich. Był promotorem lub promotorem pomocniczym czterech prac magisterskich, jednej inżynierskiej i jednej pracy doktorskiej. Jest popularyzatorem wiedzy. M.in. w ramach projektu Bloom (Horyzont 2000) zorganizował 3 dniowe warsztaty w języku angielskim dla międzynarodowych grup studentów i pracowników naukowych Uniwersytetu Rolniczego. Co roku uczestniczy w dniach otwartych Instytutu i prowadzi wykłady popularnonaukowe w tematyce bioplastików produkowanych przez bakterie.

Nawiązał współpracę z wieloma jednostkami badawczymi i instytucjami w kraju i zagranicą. Współpracuje z naukowcami i przedsiębiorcami z Irlandii (Bioplastech/UCD, Glanbia Plc, Henkel), z Niemiec (Uniwersytet Münster), z Serbii (Uniwersytet Belgradzki), Słowenii (Instytut

Chemiczny), a na terenie Polski z Uniwersytetem Jagiellońskim, Politechniką Krakowską, Akademią Górniczo-Hutniczą, Warszawskim Uniwersytetem Medycznym.

Podsumowanie

Przedstawiona powyżej ocena osiągnięcia naukowego pod wspólnym tytułem „**Polihydroksyalkaniany, bakteryjnie syntetyzowane polimery, jako źródło związków chemicznych do syntezy bioaktywnych cząsteczek i zaawansowanych materiałów**” dowodzi, że Pan dr Maciej Guzik dokonał istotnego postępu w badaniach nad syntezą, charakterystyką struktury i własności fizykochemicznych bakteryjnych polimerów, z grupy polihydroksyalkanianów oraz metod otrzymywania niskocząsteczkowych produktów degradacji z w/w polimerów o dużym potencjale aplikacyjnych. Analiza cyklu publikacji przedłożonego do oceny wykazała oryginalność zaproponowanych rozwiązań i stanowią istotny wkład w rozwój nauk chemicznych. Dobrze udokumentowane rezultaty nowatorskich badań zaprezentowane w oryginalnych publikacjach w najlepszych czasopismach specjalistycznych potwierdzają duże możliwości aplikacyjne uzyskanych rozwiązań. Już obecnie jest znanym i cenionym w świecie specjalistą w dyscyplinie chemii, mikrobiologii i biotechnologii. Rozwinął efektywną międzynarodową i krajową współpracę naukowo-przemysłową.

Potwierdzają to liczne recenzje oryginalnych prac badawczych dla uznanych czasopism z listy filadelfijskiej jak i zaproszenia do udziału w międzynarodowych konferencjach i sympozjach naukowych. Całokształt dokonań habilitanta dowodzi, że jest w pełni samodzielnym pracownikiem naukowym z dużą wiedzą i doświadczeniem potrafiącym sprecyzować problem badawczy i zaplanować eksperyment umożliwiający jego rozwiązanie. Doskonale radzi sobie zarówno w pracy naukowej jak w badaniach przemysłowych i rozwojowych. Potrafi stworzyć zespół badawczy i nim zarządzać.

Biorąc pod uwagę całkowity dorobek naukowy habilitanta, na który składa się dobrze udokumentowane osiągnięcie naukowe będące przedmiotem rozprawy habilitacyjnej oraz szereg bardzo dobrych prac spoza cyklu publikacji osiągnięcia naukowego oraz wyróżniający się dorobek dydaktyczny i organizacyjny stwierdzam, że dr Maciej Guzik spełnił wszystkie wymogi merytoryczne i formalne stawiane rozprawom habilitacyjnym określone w art. 219 ust.1 ustawy Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce z dnia 20 lipca 2018 roku. Dlatego z pełnym przekonaniem przedstawiam Komisji oraz Wysokiej Radzie Naukowej Instytutu Katalizy i Fizykochemii

Powierzchni im. Jerzego Habera Polskiej Akademii Nauk wniosek o dopuszczenie Pana dr Macieja Guzika do dalszych etapów przewodu habilitacyjnego.

