

dr hab. Krzysztof Mazurek, prof. UMK
Katedra Technologii Chemicznej
Wydział Chemii
Uniwersytet Mikołaja Kopernika w Toruniu
ul. Gagarina 7, 87-100 Toruń

Toruń, 11.03.2024 r.

RECENZJA

całości kształtu dorobku naukowego oraz organizacyjno-dydaktycznego

dr. Romana Zagrodnika,

w szczególności osiągnięcia naukowego nt.

„Fermentacyjna produkcja wodoru i średniołańcuchowych kwasów tłuszczowych z udziałem substratów złożonych”,

będących podstawą o ubieganie się o nadanie stopnia naukowego doktora habilitowanego, w dziedzinie nauk ścisłych i przyrodniczych w dyscyplinie nauki chemiczne

1. DANE FORMALNE

Podstawą formalną do przygotowania recenzji jest uchwała nr 48/2023/2024 Rady Naukowej Dyscypliny Nauki Chemiczne Uniwersytetu im. Adama Mickiewicza w Poznaniu z dnia 15 grudnia 2023 r. w sprawie powołania komisji do przeprowadzenia postępowania habilitacyjnego dr. Romana Zagrodnika, zatrudnionego na etacie adiunkta na Wydziale Chemii Uniwersytetu im. Adama Mickiewicza w Poznaniu.

Dokumentację, której głównym elementem jest osiągnięcie naukowe zaprezentowane w formie cyklu powiązanych tematycznie ośmiu artykułów naukowych nt. „Fermentacyjna produkcja wodoru i średniołańcuchowych kwasów tłuszczowych z udziałem substratów złożonych”, została oceniona zgodnie z wymogami określonymi w art. 219 ust. 1 punkt 2 ustawy „Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce” z dnia 20 lipca 2018 r. (Dz. U. z dnia 10 marca 2023 r., poz. 742 z późn. zm.).

Całość dostarczonej dokumentacji z formalnego punktu widzenia nie budzi zastrzeżeń. Dokumentacja spełnia wszystkie wymogi ustawowe oraz zwyczajowe stawiane kandydatom do stopnia doktora habilitowanego i zawiera: wniosek do Rady Doskonałości Naukowej z dnia 21 sierpnia 2023 roku o przeprowadzenie postępowania w sprawie nadania stopnia doktora habilitowanego; pismo Przewodniczącego Rady Naukowej Dyscypliny Nauki Chemiczne Uniwersytetu im. Adama Mickiewicza

w Poznaniu do Przewodniczącego Rady Doskonałości Naukowej z dnia 28 września 2023 roku informujące o wszczęciu postępowania; odpis dyplomu doktorskiego; duplikaty manuskryptów wchodzących w skład osiągnięcia (H1 – H8); oświadczenia współautorów artykułów określające indywidualny wkład każdego z nich w ich powstanie; autoreferat z wykazem osiągnięć naukowo-badawczych wraz z określeniem wkładu Habilitanta w prace naukowe wchodzące w skład głównego osiągnięcia naukowego; wykaz osiągnięć naukowych albo artystycznych Habilitanta stanowiący znaczny wkład w rozwój określonej dyscypliny; poświadczenie aktywności Habilitanta w innych ośrodkach naukowych. Wymienione dokumenty zostały przygotowane zarówno w języku polskim jak i angielskim.

2. DANE OGÓLNE I CHARAKTERYSTYKA DOROBKU NAUKOWEGO KANDYDATA

Pan dr Roman Zagrodnik jest absolwentem Uniwersytetu im. Adama Mickiewicza w Poznaniu, na którym w 2011 roku uzyskał tytuł zawodowy magistra chemii oraz magistra biotechnologii. Stopień naukowy doktora nauk chemicznych został nadany Kandydatowi uchwałą Rady Wydziału Chemii Uniwersytetu im. Adama Mickiewicza w Poznaniu 18 grudnia 2015 r. na podstawie rozprawy doktorskiej zatytułowanej „Immobilizowane kultury bakteryjne do produkcji wodoru w fermentacyjnych procesach ciągłych”. Promotorem pracy doktorskiej był prof. dr hab. Marek Łaniecki, a recenzentami dr hab. inż. Piotr Oleśkiewicz – Popiel i dr hab. Marcin Hoffmann, prof. UAM. Rozprawa doktorska została wyróżniona przez Radę Wydziału Chemii UAM podczas posiedzenia w dniu 15 stycznia 2016 roku.

Kandydat w latach 2011 – 2015 odbywał studia doktoranckie na Wydziale Chemii Uniwersytetu im. Adama Mickiewicza w Poznaniu, a od 2017 roku jest zatrudniony na tym Wydziale na stanowisku adiunkta. W okresie od stycznia 2017 roku do czerwca 2018 roku oraz od lutego 2022 roku do czerwca 2023 roku był również zatrudniony na Wydziale Inżynierii Środowiska i Energetyki Politechniki Poznańskiej w ramach projektów POLNOR oraz LIDER finansowanych przez Narodowe Centrum Badań i Rozwoju.

W dniu 21.08.2023 dr Roman Zagrodnik złożył wniosek do Rady Doskonałości Naukowej o przeprowadzenie postępowania w sprawie nadania stopnia doktora habilitowanego w dziedzinie nauk ścisłych i przyrodniczych w dyscyplinie nauki chemiczne, którego podstawą jest cykl ośmiu powiązanych tematycznie artykułów naukowych opublikowanych w czasopiśmie naukowych, któremu nadano tytuł „Fermentacyjna produkcja wodoru i średniołańcuchowych kwasów tłuszczowych z udziałem substratów złożonych”.

Według załączonej do wniosku dokumentacji, Kandydat odbył również jeden 3-miesięczny staż naukowy w Department of Chemistry and Bioengineering w Tampere University of Technology w Finlandii.

Zgodnie z danymi zawartymi we wniosku, sumaryczny dorobek Kandydata obejmuje 31 oryginalnych prac naukowych – 22 artykuły opublikowano w czasopiśmie indeksowanych przez *Thomson Reuters Journal Citation Reports*, 8 publikacji wydanych w recenzowanych czasopiśmie spoza listy JCR. W dorobku Kandydata znajduje się również współautorstwo w jednym rozdziale monografii. Spośród wymienionych prac, 12 artykułów i 1 rozdział zostały opublikowane przed uzyskaniem stopnia naukowego doktora. Wynika z tego, iż 18 prac (w tym 17 indeksowanych w JCR) zostało wydanych po uzyskaniu stopnia

naukowego doktora. Biorąc pod uwagę okres ośmiu lat od obrony rozprawy doktorskiej dowodzi to wysokiej aktywności naukowej Kandydata.

Kandydat jest również wnioskodawcą zgłoszenia patentowego do Europejskiego Urzędu Patentowego pt. „Sposób jednostopniowego współwytwarzania kwasu kapronowego i wodoru” („Method for one-pot co-production of caproic acid and hydrogen”) – numer zgłoszenia patentowego EP 3 581 659 A1.

Sumaryczny IF prac opublikowanych po uzyskaniu przez Kandydata stopnia naukowego doktora wynosi 142.9, co daje średnio na publikację (indeksowaną przez JCR) IF równy 8.4. Natomiast łączna liczba punktów MNiSW przyznana za te publikacje wynosi 2290.

Sumaryczne wskaźniki naukometryczne obejmujące całokształt dorobku naukowego Kandydata prezentują się następująco: IF = 187.3, średni IF = 8.5, punkty MNiSW = 2990, średnia wartość punktów MNiSW na monografię = 136.

Prace naukowe dr. Romana Zagrodnika zgodnie z przedstawioną dokumentacją były cytowane 486 razy zgodnie z bazą Web of Science, a związany z tym indeks Hirscha wynosił 11. Na dzień sporządzania recenzji liczba cytowani wg bazy Scopus wynosi 654, a indeks Hirscha Kandydata wzrósł do 13.

Oprócz bardzo dobrej aktywności publikacyjnej, na podkreślenie zasługuje również wysoka aktywność Habilitanta w konferencjach naukowych krajowych oraz międzynarodowych. Z załączonej dokumentacji wynika, że rezultaty badań naukowych, w których uczestniczył dr Roman Zagrodnik były aktywnie prezentowane na konferencjach naukowych – 48 łącznych wystąpień, w tym 27 po uzyskaniu stopnia doktora.

Dorobek dr. Romana Zagrodnika został doceniony przez gremia naukowe i komitety redakcyjne wielu czasopism naukowych. Pan dr Roman Zagrodnik został zaproszony do wykonania łącznie 31 recenzji publikacji (28 po uzyskaniu stopnia doktora) dla takich czasopism jak: International Journal of Hydrogen Energy, Bioresource Technology, Applied Biochemistry and Biotechnology. Kandydat został również powołany w skład Zespołu Ekspertów oceniających wnioski w trzech edycjach konkursu Miniatura organizowanego przez Narodowe Centrum Nauki oraz przygotował recenzję w konkursie Narodowego Centrum Nauki – projekt OPUS.

Podczas swojej pracy naukowej dr Roman Zagrodnik aktywnie uczestniczył w projektach naukowych finansowanych ze środków zewnętrznych zarówno jako kierownik (2), jak i wykonawca (3). Po uzyskaniu stopnia doktora, był kierownikiem badań naukowych realizowanych w ramach projektu SONATA przyznanego na podstawie decyzji numer DEC-2017/26/D/ST8/00149; grant pt. "Integracja ciemnej fermentacji i fotofermentacji w ciągłych procesach biologicznej produkcji wodoru z udziałem substratów wielkocząsteczkowych" przyznany na okres 2018 – 2021. Był również wykonawcą w projekcie "Anaerobic biorefinery for resource recovery from waste feedstock (WasteValue)" – program POLNOR (projekty polsko-norweskie) - Narodowe Centrum Badań i Rozwoju (NOR/POLNOR/WasteValue/0002/2019-00); 02.2022 – 06.2023 oraz w projekcie "Produkcja kwasu kapronowego za pomocą mikrobiomu (Caprobiome)" – program LIDER - Narodowe Centrum Badań i Rozwoju (LIDER/013/261/L-5/13/NCBR/2014); 01.2017 – 06.2018. To wskazuje, że dr Roman Zagrodnik ma duży potencjał do pozyskiwania funduszy na badania naukowe.

Za zaangażowanie i efekty działalności naukowej Pan dr Roman Zagrodnik był nagradzany i wyróżniany. Habilitant został doceniony między innymi przez JM Rektora UAM, który w latach 2018 i 2019 uhonorował nagrodą zespół naukowy, w skład którego wchodził dr Roman Zagrodnik. Ponadto w roku 2020 oraz 2022 Kandydat został laureatem konkursu „Wsparcie najbardziej produktywnej naukowo młodej kadry” organizowanego w ramach prowadzonego w Uniwersytecie im. Adama Mickiewicza w Poznaniu projektu „Inicjatywa Doskonałości – Uczelnia Badawcza” (IDUB). Praca naukowa Pana dr. Romana Zagrodnika została także doceniona przyznaniem prestiżowego stypendium dla młodych naukowców (MNiSW) w roku 2017, a także stypendium dla młodego badacza z poznańskiego środowiska naukowego w roku 2017.

3. OCENA OSIĄGNIĘCIA NAUKOWEGO

Osiągnięcie naukowe dr. Romana Zagrodnika nt. „Fermentacyjna produkcja wodoru i średniołańcuchowych kwasów tłuszczowych z udziałem substratów złożonych” oparte jest na cyklu ośmiu oryginalnych prac naukowych (oznaczonych jako H1 – H8) w międzynarodowych czasopismach z dziedziny nauk ścisłych i przyrodniczych, co jest zgodne z zapisami art. 219 ust. 1 punkt 2 ustawy *Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce*” z dnia 20 lipca 2018 r. (Dz. U. z dnia 10 marca 2023 r., poz. 742 z późn. zm.). Publikacje te ukazały się w latach 2017 – 2024. Prace opublikowano w takich czasopismach jak: *Bioresource Technology* (2), *Polish Journal of Microbiology*, *Journal of Cleaner Production*, *Environmental Science & Technology*, *Science of the Total Environment*, *International Journal of Hydrogen Energy* (2). Sumaryczny wskaźnik oddziaływania publikacji (IF) podany zgodnie z rokiem opublikowania publikacji wynosi 71.6, a sumaryczny wskaźnik punktowy wg klasyfikacji MNiSW to 1110 pkt. W przeliczeniu na jedną pracę wskaźnik IF z roku opublikowania jest równy 9.0. Jest to wartość stosunkowo wysoka, ale trzeba uwzględnić specyfikę obszaru zainteresowań naukowych Habilitanta, która charakteryzuje się relatywnie wysokimi współczynnikami oddziaływania.

Artykuły naukowe H1 – H8, z wyjątkiem jednej H7, są pracami zbiorowymi. W sumie w pracach H1 – H8 pojawia się ośmioro współautorów. Praca monoautorska H7 jest jedyną tego typu pracą w dorobku Kandydata, co nie jest wynikiem znaczącym, mogącym w sposób jednoznacznie przekonujący dowodzić samodzielności naukowej Habilitanta. Jednakże zapewne wynika to w dużej mierze ze specyfiki badań i ich interdyscyplinarnego charakteru.

Warto jednak podkreślić, że w siedmiu z tych ośmiu prac Habilitant był pierwszym autorem, natomiast w sześciu autorem do korespondencji.

Według oświadczenia Kandydata, jego rola w pracach H1 – H4 i H6 – H8 była wiodąca, a we wszystkich pracach H1 – H8 polegała na opracowaniu koncepcji i planu badań, przeprowadzeniu prac eksperymentalnych, interpretacji i dyskusji uzyskanych wyników oraz przygotowaniu i korekcie manuskryptu. Oświadczenia pozostałych autorów potwierdzają, że koncepcja badań w pracach będących podstawą osiągnięcia była w głównej mierze określona przez dr. Romana Zagrodnika.

Tematyka badawcza zaprezentowana przez dr. Romana Zagrodnika skoncentrowana jest na zagadnieniach dotyczących produkcji biopaliw i biochemikaliów z biomasy i odpadów organicznych, a w szczególności na procesach fermentacji anaerobowej, które są obiecującą technologią w ramach koncepcji biogospodarki. Kandydat w ramach przedstawionego osiągnięcia stanowiącego podstawę habilitacyjną swoje działania skupił na zagadnieniach mikrobiologicznego wytwarzania wodoru i średniołańcuchowych kwasów tłuszczowych. Problem naukowy jaki przedstawił w autoreferacie dr Roman Zagrodnik jest bardzo istotny, aktualny oraz trafny, a co najistotniejsze wartościowy zarówno w aspektach poznawczych i użytkowych. Prace składające się na cykl publikacji osiągnięcia habilitacyjnego Kandydata dotyczą wykorzystania w procesach fermentacyjnych różnych złożonych substratów takich jak: skrobia i celuloza, syntetyczny i rzeczywisty odpad w postaci serwatki kwaśnej oraz syntetyczny hydrolizat lignocelulozowy. Celem zaprezentowanych w pracach H1 – H8 badań było poznanie podstawowych mechanizmów i parametrów wpływających na procesy fermentacji w bardziej złożonych układach, które nie były do tej pory badane. Istotną częścią badań była także charakterystyka wpływu parametrów procesu na jego wydajność i skład kultury bakteryjnej.

Pierwsze zagadnienie badawcze dr. Romana Zagrodnika związane było z wykorzystaniem skrobi i celulozy jako substratu procesu fermentacyjnego. Skrobia jest związkem dość powszechnie występującym w materiałach odpadowych, takich jak odpady pochodzące z przemysłu tekstylnego oraz z przetwórstwa manioku czy sago. Celuloza stanowi główny składnik trudno biodegradowalnej biomasy lignocelulozowej. Oba te związki są biopolimerami glukozy i mogą być efektywnie wykorzystywane przez wiele bakterii fermentacyjnych do produkcji wodoru. W przypadku skrobi Kandydat skupił się na określeniu możliwości integracji procesów fermentacji ciemnej i fotofermentacji w celu osiągnięcia wydajnej produkcji wodoru z zastosowaniem bakterii *C. acetobutylicum* oraz *R. sphaeroides*. Wyniki wskazały na skuteczną współpracę między bakteriami na początku procesów. Wydajności H₂ w początkowych dniach procesów były znacznie wyższe niż w przypadku ciemnej fermentacji. Jednak współpraca między bakteriami stawała się mniej efektywna wraz z upływem czasu, co skutkowało niższymi wartościami HPR. Przeprowadzone badania wskazały również, że współpraca między bakteriami prowadzącymi ciemną i jasną fermentację w reaktorze półciągłym jest silnie uzależniona od warunków prowadzenia procesu, takich jak chociażby pH.

Efektywne wykorzystanie skrobi w procesie ciemnej fermentacji skłoniło Kandydata do przeprowadzenia badań nad wykorzystaniem jako substratu celulozy. Odpadowa biomasa lignocelulozowa ma złożoną strukturę i trudno jest uwolnić z niej składniki węglowodanowe, które mogłyby być wykorzystane przez mikroorganizmy fermentujące. Złożone substraty mogą być hydrolizowane z udziałem mieszanych konsorcjów anaerobowych. Są one naturalnym źródłem mikroorganizmów o szerokim zakresie hydrolitycznych i katabolicznych aktywności enzymatycznych. Często wymagają one jednak obróbki wstępnej celem zahamowania aktywności niepożądanych mikroorganizmów, która powinna być przeprowadzona w 100°C. Przeprowadzone badania udowodniły również, że na wydajność procesu z wykorzystaniem celulozy jako substratu duży wpływ ma pH środowiska czy obecność siarczanów w pożywce. Dalsza optymalizacja omawianego procesu dotyczyła takich parametrów jak: stężenie celulozy, temperatura prowadzenia procesu oraz stężenie buforu fosforanowego, łagodzącego zmiany pH. Badania przeprowadzono, stosując metodologię powierzchni odpowiedzi (RSM) z planem Boxa-Behnkena. Istotnym

zagadnieniem było również uzyskanie stabilnej mieszanej kultury bakteryjnej degradującej celulozę z jednoczesną produkcją wodoru oraz zidentyfikowanie mikroorganizmów biorących udział w procesie. Badania wykazały, że największy wpływ na efektywność procesu miało stężenie celulozy i stężenie buforu. Fermentacja przy niskim stężeniu celulozy prowadziła głównie do otrzymywania kwasu octowego i mniejszych ilości etanolu. W konsekwencji uzyskane wydajności H_2 w tych eksperymentach wynosiły do $2.64 \text{ mol } H_2/\text{mol}_{\text{heksozy}}$. Wyższe stężenia celulozy zwiększało CHP, ale zmniejszały wydajność H_2 , ponieważ mikroorganizmy przekierowywały swój metabolizm na inne ścieżki metaboliczne związane z produkcją kwasu masłowego, etanolu czy kwasu kapronowego. Analiza składu kultury bakteryjnej wykazała, że *Ruminiclostridium papyrosolvens* i *Paraclostridium bifermentans* były prawdopodobnie odpowiedzialne za hydrolizę celulozy. *Lachnoclostridium sp.* było pozytywnie skorelowane z produkcją etanolu przy wysokim stężeniu buforu, podczas gdy *Caproiciproducens sp.* z produkcją kwasu kapronowego przy niskim stężeniu buforu.

Drugi obszar badań Habilitanta dotyczył badań nad procesami fermentacyjnymi z wykorzystaniem syntetycznego odpadu oraz serwatki kwaśnej. Kwaśna serwatka zawiera wysokie stężenie laktozy i kwasu mlekowego, dlatego jest atrakcyjnym substratem dla procesów fermentacyjnych. Obecne w niej bakterie mogą spontanicznie fermentować albo do kwasu mlekowego albo do kwasu mlekowego, etanolu lub octanu, dostarczając tym samym związków będących donorami elektronów w procesie wydłużania łańcucha. W związku z tym Kandydat przeprowadził badania z wykorzystaniem odpadu syntetycznego składającego się z laktozy, etanolu oraz kwasu mlekowego i octowego jako substratów oraz z wykorzystaniem rzeczywistego odpadu w postaci serwatki kwaśnej.

W przypadku odpadu syntetycznego badania Habilitanta potwierdziły korzystny wpływ termicznej obróbki wstępnej osadu fermentacyjnego na efektywność produkcji wodoru i kwasu kapronowego. Przeprowadzone badania miały również na celu określenie wpływu bioagumentacji osadu na wydajność i mechanizm badanego procesu. Na podstawie przeprowadzonych badań Kandydat stwierdził, iż stabilność bioagumentowanych kultur w przeprowadzonych przez Niego testach była ograniczona. Natomiast wysokie stężenie kwasu kapronowego i wydajną produkcję wodoru można osiągnąć bez bioagumentacji osadu z użyciem *C. kluyveri*, a wyłącznie stosując termiczną obróbkę wstępną. Co interesujące, wcześniej opublikowane wyniki badań przez innych autorów wskazywały, że bioagumentacja bakteriami produkującymi kwas kapronowy korzystnie wpływa na wydajność produkcji MCFA.

Badania z wykorzystaniem rzeczywistego odpadu w postaci serwatki kwaśnej posłużyły Kandydatowi do wyjaśnienia wpływu składu mieszaniny na mechanizm w procesie długookresowym, z pominięciem obróbki wstępnej osadu. Przeprowadzone przez Habilitanta badania eksperymentalne wykazały, że powstawanie kwasu kapronowego zachodzi głównie przez szlak metaboliczny oparty o kwas mlekowy, pomimo obecności etanolu dostarczanego do układu z substratem. Stwierdził On również, że na proces produkcji kwasu kapronowego korzystnie wpływa niskie stężenia etanolu oraz wysokie stężenie laktozy oraz kwasu mlekowego w substracie.

Kolejny nurt badawczy Kandydata dotyczył badań nad procesami fermentacyjnymi z wykorzystaniem hydrolizatów lignocelulozowych, a dokładnie rzecz ujmując wykorzystaniem mieszanin cukrów, które

odzwierciedlałyby rzeczywiste hydrolizaty lignocelulozowe. Pierwszy etap dotyczył określenie zmiennych warunków HRT oraz pH na proces fermentacji mieszaniny celbiozy, arabinozy i ksylozy oraz skład mikrobiomu. Badania wykazały między innymi, że zmiana HRT nieznacznie wpływa na zawartość mikroorganizmów, które były już obecne w bioreaktorze, natomiast nie prowadziła do wzbogacenia kultury w inne mikroorganizmy. Wykazano natomiast, że pH znacząco wpływa na skład mikrobiomu, a w konsekwencji na wydajność otrzymywania wodoru.

Na podstawie tych obserwacji Habilitant rozszerzył zakres swoich badań nad wpływem pH środowiska na efektywność rozpatrywanego procesu. Było to o tyle istotne, iż większość wcześniejszych prac nad optymalizacją warunków pH prowadzono w bioreaktorach okresowych bez kontroli pH, natomiast w praktyce przemysłowej dąży się do stosowania procesów ciągłych. Uzyskane przez Kandydata wyniki badań w tym zakresie wskazały na złożony wpływ warunków pH na proces ciemnej fermentacji. Największą wydajność produkcji wodoru uzyskano w zakresie pH 6 – 7. Poniżej i powyżej tych wartości efektywność procesu znacząco maleje. Podobną zależnością charakteryzowała się efektywność wykorzystania substratu. Przy czym, celbioza ulegała całkowitej konwersji niemal w całym zakresie badanego przez Kandydata pH, natomiast zużycie ksylozy i arabinozy wykazywało maksimum w zakresie pH 6 – 7. pH środowiska wywiera również istotny wpływ na strukturę mikrobiomu. W zakresie pH od 4 do 7 w strukturze dominowały bakterie należące do rodzaju *Clostridium*. Powyżej tej wartości znacznie wzrosła względna ilość rodzaju *Bacillus*. W zakresie pH 5 – 7 zaobserwowano drastyczną zmianę składu mikrobiomu, jednak nie zaobserwowano znaczącego wpływu tej zmiany na efektywność produkcji wodoru. Świadczy to o nadmiarowości kultury bakteryjnej i zastępowaniu funkcji niektórych mikroorganizmów przez inne. Natomiast przy pH powyżej 7 zaobserwowano spadek wydajności produkcji wodoru spowodowany przekierowaniem metabolizmu bakterii w kierunku tworzenia niepożądanych produktów, takich jak kwas mrówkowy, mlekowy, propionowy i etanol.

Kandydat przeprowadził również badania nad określeniem wpływu składu mieszanek hydrolizatów na efektywność produkcji wodoru. Badania prowadził dla dwóch mieszanin: ksyloza, arabinoza i celbioza oraz ksyloza, arabinoza i glukoza. Mieszanka z glukozą wykazywała nieco wyższą szybkość produkcji wodoru w porównaniu do mieszanki z celbiozą. Wyniki wykazały jednak, że rzeczywista produkcja wodoru uzyskana z mieszanek cukrów była niższa niż wartości oczekiwane, a więc kofermentacja pogorszyła ten wskaźnik. Nie zaobserwowano znaczących różnic w składzie kultury bakteryjnej w zależności od stosowanej mieszanki wyjściowej.

Do zrealizowania ambitnych zadań dr Roman Zagrodnik zastosował niezbędne metody i techniki (m.in. chromatografię gazową (GC) do analizy składu wytworzonych gazów; spektrofotometrię UV-VIS oraz metody wagowe do pomiaru ilości biomasy bakteryjnej; wysokosprawną chromatografię cieczową (HPLC) do pomiaru ilości związków organicznych (cukrów, kwasów i alkoholi) w trakcie procesów fermentacyjnych; wysokoprzepustowe sekwencjonowanie materiału genetycznego oparte o technologię Illumina® wraz z analizą bioinformatyczną).

Za najważniejsze osiągnięcia Habilitanta uznaję:

- ✓ Określenie możliwości oraz wpływu warunków na przeprowadzenie i wydajność procesu fermentacji w jednoetapowym systemem hybrydowym łączącym proces ciemnej fermentacji oraz fotofermentacji z wykorzystaniem skrobi jako substratu.
- ✓ Opracowanie warunków skutecznej inhibicji procesów konkurencyjnych do produkcji wodoru poprzez dobór odpowiednich warunków procesu fermentacji lub obróbkę termiczną substratu.
- ✓ Optymalizację procesu produkcji wodoru z celulozy poprzez dobór odpowiednich warunków i mieszanki kultur bakteryjnych.
- ✓ Opracowanie warunków i zbadanie mechanizmu konwersji ścieków bogatych w laktozę oraz mleczan do kwasu kapronowego oraz wodoru.
- ✓ Określenie wpływu składu mieszanek cukrowych oraz warunków prowadzenia procesu fermentacji na efektywność produkcji wodoru.

Wyżej wymienione osiągnięcie uznaję za znaczące z punktu widzenia rozwoju nauk chemicznych. Na podkreślenie zasługuje również fakt umiejętności kreowania przez Kandydata ciekawych i ważnych obszarów badawczych. W tym również kompleksowe i profesjonalne podejście do rozwiązywania złożonych problemów naukowych, jakich podjął się dr Roman Zagrodnik.

4. OCENA ISTOTNEJ AKTYWNOŚCI NAUKOWEJ REALIZOWANEJ W WIĘCEJ NIŻ JEDNEJ UCZELNI, INSTYTUCJI NAUKOWEJ, W SZCZEGÓLNOŚCI ZAGRANICZNEJ

W trakcie swojej kariery naukowej dr Roman Zagrodnik współpracował z instytucjami działającymi na terenie RP, jak i za granicą.

Kandydat odbył trzymiesięczny staż w Tampere University of Technology, Department of Chemistry and Bioengineering (TUT, Finlandia) w terminie 14 stycznia - 17 kwietnia 2015 r., realizowany w ramach stypendium ETIUDA przyznanego przez Narodowe Centrum Nauki. Badania w trakcie stażu skupiały się na biologicznej produkcji wodoru, metanu i elektryczności (wykorzystując mikrobiologiczne ogniwa paliwowe (MFC)) ze skrobi i ścieków. Były one połączeniem tematyki badań realizowanych na Wydziale Chemii UAM z tematyką realizowaną w grupie badawczej prof. Jakko Puhakki.

Habilitant współpracuje również z grupą Pana prof. Piotra Oleśkowicz-Popiela z Zakładu Zaopatrzenia w Wodę i Biogospodarki, Instytutu Inżynierii Środowiska i Instalacji Budowlanych, Wydziału Inżynierii Środowiska i Energetyki Politechniki Poznańskiej. W ramach tej współpracy brał udział w realizacji dwóch projektów badawczych. W okresie 01.2017 – 06.2018 był wykonawcą w projekcie "Produkcja kwasu kapronowego za pomocą mikrobiomu (Caprobiome)". Badania te były finansowane przez Narodowe Centrum Badań i Rozwoju (NCBR) w ramach programu LIDER (LIDER/013/261/L-5/13/NCBR/2014). Aktywność naukowa związana była z wykorzystaniem mieszanych kultur bakteryjnych do produkcji średniołańcuchowych kwasów tłuszczowych z substratów odpadowych. W okresie 02.2022 – 06.2023 był wykonawcą w projekcie "Anaerobic biorefinery for resource recovery from waste feedstock (WasteValue)". Badania były finansowane przez Narodowe Centrum Badań i Rozwoju (NCBR) w ramach Polsko-Norweskiej

współpracy badawczej (NOR/POLNOR/WasteValue/0002/2019-00). Praca skupiała się na przeprowadzeniu badań mających ocenić wpływ temperatury i warunków pH na ciągły proces wydłużania łańcucha węglowego w procesach fermentacji.

Współpraca Habilitanta z innymi jednostkami naukowymi jest mało spektakularna, wyłączając staż, praktycznie ogranicza się do Zakładu Zaopatrzenia w Wodę i Biogospodarki, Instytutu Inżynierii Środowiska i Instalacji Budowlanych, Wydziału Inżynierii Środowiska i Energetyki Politechniki Poznańskiej.

5. OCENA POZOSTAŁYCH OSIĄGNIĘĆ NAUKOWYCH, W TYM WSPÓLPRACY Z OTOCZENIEM SPOŁECZNO-GOSPODARCZYM, DYDAKTYCZNYCH, ORGANIZACYJNYCH I POPULARYZUJĄCYCH NAUKĘ

Poza przedstawionymi w ramach osiągnięcia habilitacyjnego badaniami dr Roman Zagrodnik w swojej karierze naukowej zajmował się badaniami nad wykorzystaniem zeolitów modyfikowanych jonami miedzi i niklu do wytwarzania wodoru w procesie reformingu metanolu z parą wodną. Prowadził również badania nad syntezą i charakterystyką kserożeli krzemionkowych, które były następnie wykorzystane w procesie immobilizacji bakterii. Brał również udział w badaniach nad wykorzystaniem i zagospodarowaniem odpadów i ścieków pochodzących z przemysłu spożywczego, między innymi ścieków browarnianych, gorzelnianych czy odpadów w produkcji gumy do żucia, w procesach fermentacyjnych do produkcji wodoru.

Habilitant aktywnie uczestniczył w pozyskiwaniu środków zewnętrznych na prowadzenie badań naukowych. W okresie studiów doktoranckich był kierownikiem grantu PRELUDIUM przyznanego przez Narodowe Centrum Nauki. Po uzyskaniu stopnia doktora był kierownikiem projektu SONATA finansowanego również przez Narodowe Centrum Nauki. Łącznie brał udział w realizacji pięciu projektów finansowanych ze źródeł zewnętrznych.

Pan dr Roman Zagrodnik prowadzi szereg zajęć dydaktycznych na różnych stopniach i kierunkach studiów, co dobitnie wskazuje na jego interdyscyplinarne przygotowanie do kształcenia studentów. Brakuje jednak w dorobku Kandydata wykładów autorskich. Habilitant brał udział w opracowaniu skryptu do ćwiczeń laboratoryjnych z „chemii procesów biotechnologicznych. Niezbyt imponująco wygląda również zaangażowanie Pana dr. Romana Zagrodnika w kształcenie młodej kadry. Był On bowiem promotorem zaledwie trzech prac licencjackich, a obecnie jest promotorem pomocniczym rozprawy doktorskiej mgr. Dariusza Sobocińskiego dotyczącej „Wykorzystania odpadów lignocelulozowych do bioprodukcji wodoru i kwasu kapronowego w procesach fermentacyjnych”.

Działalność organizacyjna Habilitanta jest dobra, co wskazuje, że aktywnie włącza się On w życie codzienne i działalność macierzystego Wydziału. Jest obecnie członkiem Rady Naukowej Dyscypliny Nauki Chemiczne, a wcześniej aktywnie włączał się w różne gremia obejmujące doktorantów na Wydziale Chemii.

Habilitant aktywnie uczestniczy w działalności uczelni w zakresie współpracy z otoczeniem społeczno-gospodarczym. Jest członkiem Zespołu ds. wodoru w Uniwersytecie im. Adama Mickiewicza w Poznaniu. Celem zespołu są wspólne działania z samorządem lokalnym i przemysłem mające na celu wpisanie się UAM w trwającą transformację energetyczną opartą o ogólnopolskie i regionalne „Strategie Wodorowe”.

Niestety w autoreferacie trudno znaleźć informacje odnośnie działalności Kandydata na polu ogólnouczeniowym i popularyzującym naukę. Jest to sfera działalności, nad którą Habilitant powinien popracować.

Podsumowując, kompetencje dydaktyczne, organizacyjne oraz popularyzujące naukę oceniam na poziomie zadawalającym.

6. WNIOSEK KOŃCOWY

Na podstawie przedstawionych mi do recenzji materiałów, pozytywnie oceniam działalność naukową, dydaktyczną i organizacyjną Pana dr. Romana Zagrodnika. W mojej opinii, prace stanowiące osiągnięcie naukowe reprezentują dobry poziom naukowy, zostały opublikowane w wysokiej jakości wydawnictwach o uznanej renomie, a wyniki zawarte w nich charakteryzują się elementami nowości naukowej i stanowią wartościowy wkład w rozwój dyscypliny.

Zgodnie z powyższym uważam, że Pan dr Roman Zagrodnik spełnia wymogi formalne i ustawowe stawiane Kandydatom do stopnia doktora habilitowanego zawarte w art. 219 ust. 1 punkt 2 ustawy „Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce” z dnia 20 lipca 2018 r. (Dz. U. z dnia 10 marca 2023 r., poz. 742 z późn. zm.).

Popieram zatem wniosek o nadanie stopnia doktora habilitowanego Panu dr. Romanowi Zagrodnikowi w dziedzinie nauk ścisłych i przyrodniczych w dyscyplinie nauk chemicznych i wnioskuję o dopuszczenie Habilitanta do dalszych etapów przewodu habilitacyjnego.

