



UNIWERSYTET
WARSZAWSKI

Wydział Chemii



prof. dr hab. Robert Koncki
(rkoncki@chem.uw.edu.pl)

Warszawa, 09.04.2024

Recenzja dorobku naukowego Pana doktora inżyniera Pawła Jankowskiego w związku z postępowaniem habilitacyjnym

Recenzja dotyczy wniosku złożonego w dniu 28.09.2023 w Instytucie Chemii Fizycznej PAN, w sprawie nadania stopnia naukowego doktora habilitowanego w dziedzinie nauk ścisłych i przyrodniczych, w dyscyplinie nauki chemiczne, na podstawie osiągnięcia naukowego pt. *„Podwójna rola reakcji chemicznych w mikrofluidyce - przystosowanie mikroukładów do różnorodnych zastosowań poprzez modyfikacje powierzchni mikrokanalów oraz konstruowanie systemów mikroprzepływowych do prowadzenia reakcji organicznych”*.

Życiorys naukowy habilitanta

W roku 1987 habilitant ukończył studia magisterskie w Wydziale Chemicznym Politechniki Warszawskiej, broniąc prace magisterską pt. *„Synteza oraz acylowanie 1,2-dipodstawionych alkenów. Badanie mechanizmu eliminacji N-nitrozo-N-metylohydroksyloamin z β -(N-nitrozo)-oksyaminometyloketonów”*, wykonaną pod kierunkiem dr S. Kwiatkowskiego, a następnie podjął pracę w Instytucie Chemii Organicznej PAN, gdzie w roku 1992 obronił pracę doktorską pt. *„Zastosowanie epoksyksylanów do syntez alkoholi allilowych i pochodnych cyklopropanu”*, wykonaną pod kierunkiem prof. J. Wichy.

W IChO PAN był zatrudniony do roku 2003, w międzyczasie (w roku 1993) odbywając roczny staż podoktorski w University of Southampton, w zespole naukowym prof. P.J.Kocieńskiego. Następnie, do roku 2008, realizował wieloletni kontrakt badawczy w firmie farmaceutycznej BioXell (USA). Od roku 2009 do chwili obecnej jest adiunktem w Instytucie Chemii Fizycznej PAN, w grupie badawczej prof. P. Garsteckiego. Ponadto, w tym czasie odbył podyplomowe studia dotyczące komercjalizacji rezultatów prac badawczych.

Omówienie osiągnięcia naukowego

Rozprawa habilitacyjna bazuje na jedenastu publikacjach [H1-H11] w czasopiśmie naukowym z listy *Journal Citation Report (JCR)*, przybliżonych w czterdziestostronicowym autoreferacie, przystępnie napisanym także dla czytelnika niebędącego ekspertem w dziedzinie. Według dołączonych do wniosku oświadczeń kandydata oraz pozostałych współautorów rola habilitanta w ich powstaniu w większości przypadków była dominująca. Współautorem wszystkich publikacji jest lider zespołu naukowego.

Pierwsze publikacje [H1-H6] w omawianym cyklu dotyczą chemicznych modyfikacji powierzchni mikrokanałów frezowanych w blokach poliwęglanowych, modyfikacji niezbędnych do wytwarzania stabilnych kropelek. Głównym celem była hydrofobizacja powierzchni by umożliwić stosowanie emulsji typu W/O [H1, H2] lub nadanie im charakteru hydrofilowego w przypadku systemów mikrofluidycznych dedykowanych do badań emulsji typu O/W [H3-H5]. W publikacji [H1] opisano użycie dodecyloaminy do wytworzenia hydrofobowej warstwy, co poskutkowało wzrostem kąta zwilżalności powierzchni z 84° do ok. 130° . Pozwoliło to na wytwarzanie w tak zmodyfikowanych mikrokanałach kropelek wody, a także wodnych roztworów polimerów o dużej lepkości, w olejowej fazie ciągłej. Tak zmodyfikowane chipy zostały z powodzeniem użyte do wytwarzania mikrokapsulek alginianowych. W drugiej metodzie [H2] do nadania hydrofobowego charakteru powierzchniom poliwęglanu zastosowano stężone roztwory amoniaku. W tym przypadku stwierdzono nie tylko bardzo dużą zmianę kąta zwilżania (do ponad 150°), pozwalającą na stosowanie różnego rodzaju olejów, ale także korzystny efekt usuwania chropowatości powierzchni powstałych w wyniku frezowania, powodując znaczące poprawienie przezroczystości optycznej mikrokanałów. Do wytwarzania powierzchni hydrofilowych zaproponowano użycie polielektrolitów [H3]. Powierzchnie poliwęglanu modyfikowano chemicznie polialliloaminą lub polialliloaminą a następnie sulfonianem polistyrenu. Po modyfikacji stwierdzono zmniejszenie kąta zwilżania dla kropli wody do ok. 32° i praktycznie brak zwilżania powierzchni przez różne fazy olejowe. Znacznie prostszą preparatywnie metodą modyfikacji powierzchni poliwęglanowych okazało się użycie etanolowego roztworu chlorku cyny (II) [H4]. Metodą rentgenowskiej spektrometrii fotoelektronów (XPS) stwierdzono, że powierzchnia poliwęglanu została pokryta warstwą tlenku cyny (II). Ta hydrofilowa warstwa zmniejszyła kąt zwilżania do ok. 30° i nie stwierdzono zwilżania tak modyfikowanej powierzchni przez fazy olejowe. Mankamentem obu tych

rozwiązań okazała się konieczność przechowywania tak otrzymanych chipów w stanie mokrym (z mikrokanalami wypełnionymi polarnym rozpuszczalnikiem). Rozwiązanie zaproponowane w publikacji [H5] jest wolne od tej niedogodności, ale znacznie bardziej złożone preparatywnie (czteroetapowa procedura z użyciem rozgałęzionej polietylenoiminy i poli(bezwodnika etylenowo-maleinowego). Jednakże, tak zmodyfikowane kanały zachowywały hydrofilowy charakter dłużej niż rok, mimo przechowywania „na sucho”. W publikacji [H6] zaproponowano nieco zmienioną procedurę, dodatkowo do modyfikacji powierzchni stosując chlorek kwasowy krytoksyli, co doprowadziło do wytworzenia warstwy perfluoropolimeru. Dzięki temu zabiegowi uzyskano odporność poliwęglanowego chipu na działanie agresywnych rozpuszczalników organicznych (m.in. takich jak benzen, toluen i dichloroetan), co zademonstrowano przeprowadzając w opracowanym mikrosystemie bromowanie styrenu w środowisku dichloroetanu.

Publikacje [H7-H10] nie dotyczą już kanałów wytwarzanych w poliwęglanie. Przedstawione w nich systemy mikrofluidyczne bazują na fluoropolimerach, w których frezowano mikrokanaly [H7, H8], bądź z których wykonane były wężyki pełniące funkcje kanałów mikrofluidycznych [H9, H10]. W pracy [H7] skupiono się na wytworzeniu szczelnego, zatraskowego mikroreaktora przepływowego (tzw. „*Click system*”) wykonanego z PTFE (poli(tetrafluoroetylenu)). Ponadto, na przykładzie dwuetapowej syntezy aldehydu 4-metoksybenzoesowego zademonstrowano, że reaktory tego typu można ze sobą łączyć w celu konstruowania systemów mikrofluidycznych do przeprowadzania wieloetapowych procesów chemicznych. W pracy [H8] zmodyfikowano ten reaktor częściowo zastępując teflon przezroczystym kopolimerem tetrafluoroetylen-perfluoropropylen (FEP) otrzymując tym sposobem urządzenie do syntez fotochemicznych. Użyteczność tego rozwiązania zilustrowano przeprowadzeniem w skali mikro fotochemicznej reakcji bromowania 1-indanonu oraz reakcji tiolenowej, stosując przy tym różne źródła promieniowania UV. Systemy mikrofluidyczne przedstawione w publikacjach [H9, H10] bazowały na komercyjnie dostępnych wężykach FEP, natomiast w ostatniej publikacji [H11] ponownie zmieniono materiał polimerowy wytwarzając elementy systemów mikrofluidycznych (do generacji mikroemulsji i detekcji kropelek) w matrycy z polimeru silikonowego - poli(dimetylosiloksanu) (PDMS). W przeciwieństwie do wcześniej wspomnianych badań dotyczących poliwęglanów [H1-H6], w przypadku użycia fluoropolimerów i silikopolimeru nie modyfikowano chemicznie ich powierzchni.

W pracach [H9-11] zaproponowano użycie kropelek generowanych w układach dwufazowych, jako niezależnych mikroreaktorów. System mikrofluidyczny przedstawiony w publikacji [H9] zastosowano do optymalizacji warunków procesu kondensacji o-nitrobenzaldehydu z fenyletyloaminą. W kolejnych mikroreaktorach kropelkowych zmieniano proporcje reagentów, ilość katalizatora, temperaturę i czas trwania reakcji. Cały proces optymalizacyjny, żmudny i kosztowny w warunkach klasycznej syntezy organicznej (154 eksperymenty trójrotnie powtarzane) był całkowicie zmechanizowany i pochłonął znikome ilości reagentów. Nie stwierdzono problemów z zmianą skali tak zoptymalizowanej procedury preparatywnej. Ten sam system mikrofluidyczny z detekcją fluorescencyjną może zostać zastosowany także do badania kinetyki procesów biochemicznych [H10], co potwierdzono stosując go do wyznaczenia parametrów V_{MAX} i K_M modelu Michaelisa-Menten dla trzech lipaz izolowanych z różnych materiałów biologicznych. Ponownie, zaletami takich mikroreaktorów kropelkowych jest całkowita mechanizacja procedury badawczej, minimalne zużycie bioreagentów oraz możliwość niemal ciągłego śledzenia postępu procesu biochemicznego w dobrze zdefiniowanych i odtwarzalnych warunkach. W toku tych badań zaobserwowano niekorzystne zjawisko migracji substancji między kolejnymi mikroreaktorami (które minimalizowano zwiększając odległość między nimi i dobierając odpowiedni rodzaj oddzielającego je oleju). Temu zjawisku transferu między mikrokropełkami poświęcono więcej uwagi w pracy [H11], ze względu m.in. na analityczne zastosowania systemów mikrofluidycznych w badaniach mikrobiologicznych (kropelkowe testy antybiotykowe). W tym celu w pierwszym układzie mikrofluidycznym wytworzono mikrokrople zawierające antybiotyk (znakowany fluorescencyjnie) oraz mikrokrople zawierające, także znakowane fluorescencyjnie, testowe bakterie *Escherichia coli*. Oba rodzaje mikrokropeł zmieszano i inkubowano przez kilkanaście godzin umożliwiając ewentualny transfer antybiotyku między kropelkami i w konsekwencji zahamowanie wzrostu mikrobiologicznego w kropelkach z bakteriami. Po tym czasie, stosując drugi układ mikrofluidyczny wytworzono z nich w komorze detekcyjnej monowarstwę, którą analizowano za pomocą mikroskopu konfokalnego. Badanie wykonano dla 15 różnych antybiotyków określając ich podatność na transfer między kropelkami, a następnie opracowano model tego zjawiska.

Ocena aktywności publikacyjnej

- Parametry bibliometryczne dotyczące całkowitego dorobku publikacyjnego przedstawionego we wniosku są zdecydowanie ponadprzeciętne dla tego etapu kariery naukowej. Habilitant jest współautorem 39 publikacji w czasopiśmie naukowych z listy *Journal Citation Report (JCR)*, w tym 34 po uzyskaniu stopnia doktora. 11 z nich to rezultat badań prowadzonych w IChO PAN (w tym jedna jest efektem stażu podoktorskiego), 5 - kontraktu badawczego w firmie farmaceutycznej, zaś pozostałe 18 przedstawia wyniki badań prowadzonych w IChF PAN.
- Sumaryczny *Impact Factor (IF)* wszystkich publikacji habilitanta wynosi 145.3. Według szybciej aktualizowanej bazy bibliometrycznej (Scopus) całkowita liczba cytowań wszystkich publikacji habilitanta we wrześniu roku 2023 wynosiła 754 (w tym ponad 700 tzw. cytowań obcych, czyli bez autocytowań), zaś tzw. indeks Hirscha wynosił 15. Do momentu powstania tej recenzji (kwiecień 2024) liczba cytowań wzrosła do blisko ośmiuset (790), zaś indeks Hirscha wzrósł do 16. Rozprawa habilitacyjna bazuje na 11 oryginalnych publikacjach z listy *JCR*, o sumarycznym *IF* = 59.3, które we wrześniu 2023 były cytowane 168 razy.
- Według danych zawartych we wniosku, rezultaty badań habilitanta były także prezentowane w postaci 15 wystąpień na krajowych i międzynarodowych konferencjach, z czego 8 dotyczyło tematyki przedstawionej w rozprawie habilitacyjnej. Ponadto projekty mikrofluidyczne realizowane przez habilitanta były ośmiokrotnie wyróżniane medalami i nagrodami.

Ocena innych aktywności

- Habilitant jest intensywnie zaangażowany we wdrażanie/komercjalizację rezultatów swoich badań naukowych. Odbił studia podyplomowe w tym zakresie i jest współautorem 15 patentów (w tym 8 polskich). Chronologicznie, trzy pierwsze dotyczą metod syntezy analogów witaminy D₃. Natomiast kolejne, powstałe w latach 2009-2021, związane są z metodami wytwarzania i praktycznymi zastosowaniami systemów mikrofluidycznych opracowanych w IChF PAN.
- Habilitant jest także zaangażowany w działalność popularyzującą naukę, promującą badania realizowane w IChF PAN. Był współorganizatorem kilku Pikników Naukowych Polskiego Radia i Centrum Nauki Kopernik, a także warsztatów naukowych dla uzdolnionej młodzieży (stypendystów Krajowego Funduszu na rzecz Dzieci).
- Od roku 2017 habilitant jest członkiem *Flow Chemistry Society*.

Mocne strony kandydatury/wniosku:

- Habilitant jest bardzo doświadczonym eksperymentatorem, specjalistą w dziedzinie chemii organicznej.
- Osiągnięcie naukowe przedstawione w rozprawie habilitacyjnej niewątpliwie jest nową, oryginalną tematyką, zdecydowanie niezwiązaną z badaniami realizowanymi w toku studiów magisterskich i doktoranckich, a także późniejszymi pracami badawczymi wykonanymi podczas zatrudnienia w IChO PAN oraz w BioXell. Natomiast zdobyte wówczas wieloletnie doświadczenie badawcze na pewno zapoczątkowało przy realizacjach projektów mikrofluidycznych, będących przedmiotem recenzowanej habilitacji.
- Całkowity dorobek bibliometryczny (liczba publikacji i ich cytowań) jest ponadstandardowy.
- Habilitant na pewno posiada cenne doświadczenie w prowadzeniu badań w różnorodnych, także międzynarodowych zespołach naukowych, zna specyfikę pracy w różnych, często bardzo odmiennych środowiskach naukowo-badawczych.
- Oryginalne publikacje [H1-H11] składające się na rozprawę habilitacyjną niewątpliwie są pracami monotematycznymi, ściśle ze sobą powiązanymi. Zostały one opublikowane w międzynarodowych czasopismach naukowych, w tym w bardzo renomowanych tytułach (cztery publikacje w *Lab on a Chip*, dwie w *Sensors&Actuators-B*, ostatnia w *Analytical Chemistry*). Poza pracami [H1-H11] należy odnotować niewłączone do opisu osiągnięcia naukowego publikacje [P22-P28], a podobnie dotyczące badań systemów mikrofluidycznych.
- Treść autoreferatu nie budzi zastrzeżeń, jest merytoryczna, napisana przystępnie i poprawnym językiem. Autoreferat i wspomniane wyżej publikacje jednoznacznie świadczą o tym, że habilitant jest ekspertem w dziedzinie szeroko rozumianej mikrofluidyki.
- Prace badawcze realizowane przez habilitanta zaowocowały licznymi patentami.

Słabe strony kandydatury/wniosku:

- Niejasności dotyczące indywidualnego wkładu habilitanta w kolejne publikacje [H1-H11] - deklaracje habilitanta i współautorów niespełniające zaleceń RDN (cytat: „*W przypadku prac dwu- lub wieloautorских zaleca się złożenie oświadczenia przez habilitanta oraz współautorów wskazujące na ich merytoryczny wkład w powstanie każdej pracy [..]. Omówienie to winno dotyczyć merytorycznego ujęcia*

przedmiotowych osiągnięć, jak i w sposób precyzyjny określać indywidualny wkład w ich powstanie, w przypadku, gdy dane osiągnięcie jest dziełem współautorskim [...] Określenie wkładu danego autora, w tym habilitanta, powinno być na tyle precyzyjne, aby umożliwić dokładną ocenę jego udziału i roli w powstaniu każdej pracy”). O ile w recenzowanym wniosku w przypadku lidera zespołu oraz „pomniejszych” współautorów, którzy zadeklarowali wykonanie ściśle wskazanych eksperymentów i interpretację otrzymanych rezultatów ocena poszczególnych udziałów jest jednoznaczna, to w niektórych przypadkach oświadczenia habilitanta i współautorów są nieprecyzyjne, sprawiające wrażenie, że „każdy zrobił wszystko i to samo”. W takiej sytuacji recenzent może mieć wątpliwości, czy ocenia wkład habilitanta, czy też całego zespołu naukowego. Część bardziej precyzyjnych informacji (*author contributions*) jest podana w niektórych publikacjach [H1-H11], ale nie we wszystkich.

- Podobnym, acz znacznie mniej istotnym uchybieniem jest brak informacji o współautorach wystąpień konferencyjnych i osobie prezentującej.
- W dorobku habilitanta brakuje choćby jednej publikacji monoautorskiej, stworzonej samodzielnie. Nie ma także prac przeglądowych. Być może wysiłek włożony w przygotowanie wniosku habilitacyjnego zaindukuje kandydata do napisania takiej publikacji przeglądowej.
- Mimo długoletniej aktywności naukowej habilitanta należy odnotować zaskakująco mało (dwie) wykonanych recenzji dla wydawnictw naukowych, co może świadczyć o niewielkiej rozpoznawalności kandydata w środowisku naukowym.
- Habilitant był wykonawcą licznych projektów naukowo-badawczych, ale (nie licząc grantu własnego sprzed ćwierć wieku) nie ma doświadczenia w zdobywaniu środków na badania naukowe, kierowaniu projektami i realizującymi je zespołami.
- Brak doświadczenia dydaktycznego (ze względu na specyfikę instytucji naukowo-badawczych, w których był zatrudniony habilitant). Ten brak w pewnym stopniu kompensowany jest znaczącą działalnością popularyzatorską kandydata.

Ocena formalna wniosku

Wniosek spełnia wymagania formalne sformułowane przez Radę Doskonałości Naukowej (<https://www.rdn.gov.pl/postepowanie-habilitacyjne.wymagania-dokumentacyjne-wnioskow-w-sprawie-nadania-stopnia-doktora-habilitowanego.html>). Wymagania te są spójne z kryteriami proponowanymi w ustawie z roku 2011, z których można skorzystać przy ocenie formalnej wniosku.

Ocena wg. kryteriów określonych w rozporządzeniu Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego (Dz. Ustaw nr 196 poz. 1165 z dn. 01 września 2011). Numeracja paragrafów i punktów jak w rozporządzeniu:

§ 3 (punkt 3) Kryteria oceny w zakresie osiągnięć naukowo-badawczych w obszarze nauk ścisłych: [...] autorstwo lub współautorstwo publikacji naukowych w czasopismach znajdujących się w bazie Journal Citation Reports;

- Kryterium spełnione.

§ 4. Kryteria oceny w zakresie osiągnięć naukowo-badawczych:

autorstwo lub współautorstwo monografii, publikacji naukowych w czasopismach międzynarodowych lub krajowych innych niż znajdujące się w bazach lub na liście, o których mowa w § 3, dla danego obszaru wiedzy;

- Kryterium spełnione.

autorstwo lub współautorstwo odpowiednio dla danego obszaru: opracowań zbiorowych, katalogów zbiorów, dokumentacji prac badawczych, ekspertyz, utworów i dzieł artystycznych;

- Kryterium spełnione.

sumaryczny impact factor publikacji naukowych;

- Kryterium spełnione.

liczbę cytowań publikacji według bazy Web of Science;

- Kryterium spełnione.

indeks Hirscha;

- Kryterium spełnione.

kierowanie międzynarodowymi lub krajowymi projektami badawczymi..;

- Kryterium spełnione w minimalnym stopniu.

międzynarodowe lub krajowe nagrody za działalność naukową;

- Kryterium spełnione.

wyłoszenie referatów na międzynarodowych lub krajowych konferencjach tematycznych;

- Kryterium spełnione.

§ 5. Kryteria oceny w zakresie dorobku dydaktycznego i popularyzatorskiego oraz współpracy międzynarodowej habilitanta obejmują:

uczestnictwo w programach europejskich i innych programach międzynarodowych lub krajowych;

- Kryterium spełnione.

*udział w międzynarodowych lub krajowych konferencjach naukowych
lub udział w komitetach organizacyjnych tych konferencji;*

- Kryterium spełnione.

otrzymane nagrody i wyróżnienia;

- Kryterium spełnione.

udział w konsorcjach i sieciach badawczych;

- Kryterium spełnione.

*kierowanie projektami realizowanymi we współpracy z naukowcami
z innych ośrodków polskich i zagranicznych ...;*

- Kryterium spełnione.

udział w komitetach redakcyjnych i radach naukowych czasopism;

- Kryterium niespełnione.

*członkostwo w międzynarodowych lub krajowych organizacjach i towarzystwach
naukowych;*

- Kryterium spełnione.

osiągnięcia dydaktyczne;

- Kryterium spełnione w minimalnym stopniu.

opiekę naukową nad studentami;

- Kryterium niespełnione.

opiekę naukową nad doktorantami w charakterze opiekuna naukowego;

- Kryterium niespełnione.

staże w zagranicznych lub krajowych ośrodkach naukowych lub akademickich;

- Kryterium spełnione.

*wykonanie ekspertyz lub innych opracowań na zamówienie organów władzy
publicznej;*

- Kryterium spełnione.

udział w zespołach eksperckich i konkursowych;

- - Kryterium niespełnione.

*recenzowanie projektów międzynarodowych lub krajowych oraz publikacji
w czasopismach międzynarodowych i krajowych*

- Kryterium spełnione w minimalnym stopniu.

Na podstawie materiałów zawartych we wniosku habilitacyjnym przedłożonym do recenzji można stwierdzić, że spełnione zostało podstawowe kryterium podane w § 3, wszystkie kryteria określone w § 4 oraz większość kryteriów sugerowanych do rozważenia w § 5 rozporządzenia. Wymienione wcześniej w recenzji liczne mocne strony wniosku zdecydowanie przeważają nad wytkniętymi niedociągnięciami.

Podsumowanie i wniosek końcowy

Przedłożona rozprawa habilitacyjna spełnia wymagania ustawowe. Dotychczasowe osiągnięcia habilitanta pozwalają jednoznacznie stwierdzić, że jest on doświadczonym naukowcem, specjalistą w dziedzinie chemii organicznej. Oryginalnym osiągnięciem naukowym stanowiącym znaczny wkład w rozwój określonej dyscypliny niewątpliwie jest opracowanie i dalsze udoskonalenia systemów mikrofluidycznych bazujących na materiałach polimerowych, a także ich różnorakie zastosowania. Osiągnięcie zostało przedstawione w postaci cyklu powiązanych tematycznie artykułów naukowych opublikowanych w renomowanych czasopismach naukowych.

Biorąc pod uwagę kryteria określone we wcześniejszych rozporządzeniach ministerialnych oraz wymagania aktualnie obowiązującej ustawy o stopniach naukowych i tytule naukowym (Dz. U. z dnia 20.07.2018, poz. 1668 z późniejszymi zmianami, art. 219 ust. 1 pkt. 2) stwierdzam, że recenzowany wniosek spełnia je w stopniu wystarczającym i w związku z tym wnoszę o dopuszczenie Pana doktora Pawła Jankowskiego do dalszych etapów postępowania habilitacyjnego.