



Politechnika Łódzka

Wydział Chemiczny

Instytut Chemii Ogólnej i Ekologicznej

prof. dr hab. inż. Małgorzata Iwona Szyrkowska-Jóźwik

RECENZJA

**o całokształcie dorobku naukowego, dydaktycznego,
organizacyjnego oraz rozprawie habilitacyjnej dr inż. Anny
Dzimitrowicz „Wykazanie przydatności zastosowania zimnych plazm
atmosferycznych w nanotechnologii, ochronie środowiska, chemii
żywności oraz medycynie”**

Recenzja została opracowana na zlecenie Przewodniczącego Rady Dyscypliny Naukowej Nauki Chemiczne Politechniki Wrocławskiej, nr 86/RDND10/2021 z dnia 30 listopada 2021 r. w oparciu o decyzję Radę Doskonałości Naukowej (pismo Z6.4000.72.2021.4.EW dnia 11 października 2021 r.).

Informacje ogólne

Pani dr inż. Anna Dzimitrowicz uzyskała dyplom inżyniera chemii w 2011 r., magistra inżyniera chemii na specjalności Analityka środowiskowa i żywności na Wydziale Chemicznym Politechniki Wrocławskiej w 2012 roku oraz dyplom inżyniera biotechnologii na tym samym wydziale w roku 2014. Rozprawę doktorską pt.: „*Application of atmospheric pressure glow discharge generated in contact with liquid for synthesis of metallic nanostructures*” wykonała pod opieką prof. dr hab. inż. Pawła Pohla, uzyskując w 2017 r. stopień doktora nauk chemicznych w dyscyplinie chemia. Praca doktorska uzyskała wyróżnienie.

Od 2016 roku zatrudniona jest w Zakładzie Chemii Analitycznej i Metalurgii Chemicznej, obecnie Katedrze Chemii Analitycznej i Metalurgii Chemicznej na Wydziale Chemicznym Politechniki Wrocławskiej, pracując kolejno na stanowiskach asystenta naukowego w latach 2016-2017,

asystenta naukowo-dydaktycznego w okresie 2017-2018, a następnie adiunkta naukowo – dydaktycznego (2018-2019) i adiunkta badawczo-dydaktycznego od 2020 r. do dnia dzisiejszego.

Przedmiotem recenzji jest przedstawiony przez Panią dr inż. Annę Dzimitrowicz monotematyczny zbiór 12 publikacji naukowych będących podstawą rozprawy habilitacyjnej, informacje o osiągnięciach dydaktycznych i organizacyjnych, współpracy naukowej oraz ocena całości dorobku naukowego.

Ocena pracy habilitacyjnej

Podstawą ubiegania się o nadanie stopnia naukowego doktora habilitowanego jest osiągnięcie naukowe pod tytułem: „Wykazanie przydatności zastosowania zimnych plazm atmosferycznych w nanotechnologii, ochronie środowiska, chemii żywności oraz medycynie” przedstawione przez dr inż. Annę Dzimitrowicz jako monotematyczny cykl 12 publikacji naukowych opublikowanych w czasopismach indeksowanych na liście *Thomson Reuters JCR* w latach 2018-2021. Łączny współczynnik wpływu publikacji (JCR) wynosi $IF = 45$. Średnia wartość IF na jedną publikację (JCR) Habilitantki wynosi 3,75, a liczba punktów tych publikacji wg MEiN (wcześniej MNiSzW) wynosi 1200 (wg punktacji z 2019 r.). Są to artykuły opublikowane w dobrych czasopismach o IF od 2,178 do 6,306, takich jak: *Materials* [H1], *Plasma Processes and Polymers* [H2, H9], *Nanomaterials* [H3, H6, H7], *Plasma Chemistry and Plasma Processing* [H4, H12], *Arabian Journal of Chemistry* [H5], *Polymers* [H8], *Food Chemistry* [H10], *Scientific Reports* [H11].

W wyżej wymienionych publikacjach dr inż. Anna Dzimitrowicz jest 10 razy pierwszym i 8 razy korespondencyjnym autorem. Habilitantka rzetelnie udokumentowała swój udział w realizacji prac wieloautorskich, o czym świadczą załączone oświadczenia Kandydatki i współautorów pokazujące Jej wiodącą rolę w opracowanych koncepcjach prac naukowych.

Problem naukowy jaki przedstawiła dr inż. Anna Dzimitrowicz w autoreferacie i spójnym tematycznie cyklu 12 publikacji jest bardzo istotny, aktualny i wartościowy, zarówno w aspektach poznawczych, jak i praktycznych. Dotyczy głównie wykazania przydatności zastosowania zimnej plazmy atmosferycznej (CAP, ang. *cold atmospheric plasma*) do syntezy funkcjonalnych nanomateriałów [H1-H8] o właściwościach przeciwdrobnoustrojowych [H1, H2, H8], przeciwnowotworowych [H3, H4], katalitycznych [H6, H8] lub przewodzących ciepło [H7], do rozkładu związków organicznych [H9], funkcjonalizacji soków warzywnych [H10] oraz soków owocowych [H11], jak również

aktywacji angiogenezy w prawidłowych ludzkich liniach komórek skóry [H12]. Habilitantka opracowała i wykazała możliwości zastosowania różnych rodzajów wyładowań elektrycznych (stałoprądowych wyładowań jarzeniowych generowanych pod ciśnieniem atmosferycznym w kontakcie z cieczą – dc-APGD; modulowanych za pomocą częstotliwości radiowej wyładowań jarzeniowych generowanych pod ciśnieniem atmosferycznym w kontakcie z cieczą – pm-rf-APGD; wyładowań barierowych – DBD) do wytwarzania CAPs.

Pierwsze zagadnienie badawcze dr inż. Anny Dzimitrowicz związane było z zastosowaniem zimnej plazmy atmosferycznej CAP do syntezy funkcjonalnych nanocząstek srebra, złota i platyny. Otrzymane nanocząstki srebra AgNPs, stabilizowane za pomocą pektyn - PEC-AgNPs lub dodecylsulfianu sodu SDS - SDS-AgNPs, z powodzeniem wykorzystane zostały do opracowania innowacyjnej i mającej potencjał do zastosowania w przyszłości metody ochrony roślin i zwalczania bakteryjnych fitopatogenów z rodzajów *Dickeya* oraz *Pectobacterium* [H1]. Zastosowanie alkanotolu TMA, jako stabilizatora, pozwoliło uzyskać nanostruktury Ag, TMA-AgNPs, o średnim rozmiarze ok. 1 nm, dedykowane do inaktywacji drobnoustrojów modelowych oraz patogennych względem ludzi i zwierząt, przynależących do gatunków *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus* i *Candida albicans* [H2]. Opracowanie unikatowej metody syntezy AgNPs, polegającej na wykorzystaniu modulowanego za pomocą częstotliwości radiowej wyładowania jarzeniowego, jako źródła CAP, pozwoliło na otrzymanie AgNPs o zdefiniowanych właściwościach optycznych, strukturalnych oraz cytotoksycznych, przeznaczonych do indukcji śmierci nekrotycznej linii komórek czerniaka (Hs 294T) [H3]. Kolejny etap badań zrealizowanych przez Habilitantkę obejmował opracowanie nowatorskiej metody syntezy nieopłaszczonych AuNPs z zastosowaniem systemu plazmowego z pm-rf-APGD jako źródła CAP i wykorzystaniem zaawansowanych metod statystycznych. W celu zwiększenia właściwości przeciwnowotworowych AuNPs przeprowadzono sfunkcjonalizowanie ich powierzchni za pomocą aktywnych składników olejku kumarynowego i sporządzenie nanoemulsji typu O/W z nieopłaszczonymi nanostrukturami Au. Uzyskana nanoemulsja wykazała właściwości cytotoksyczne względem linii komórkowych nowotworu piersi zarówno nieprzerzutujących, MCF7, jak i przerzutujących, MDA-MB-231 [H4].

Istotnym etapem badań było opracowanie „zielonej” metody syntezy AuNPs z użyciem wodnych roztworów ekstraktów roślinnych pięciu różnych gatunków roślin (tj. Szałwia lekarska, Mięta pieprzowa, Melisa lekarska [H5], Wszechlek żeń-szeń, Miłorząb japoński [H6]) poprzez zmieszanie przygotowanych wodnych roztworów

ekstraktów roślinnych z roztworem prekursora nanostruktur Au [H5] lub wprowadzenie do układu reakcyjno-wyładowczego z dc-APGD (stałoprądowych wyładowań jarzeniowych generowanych pod ciśnieniem atmosferycznym w kontakcie z cieczą) i traktowanie jego za pomocą CAP [H6]. Na podstawie przeprowadzonych prac stwierdzono, że mniejsze nanostruktury Au powstają z użyciem ekstraktów aktywowanych CAP, co wskazuje na udział zaawansowanych procesów plazmochemicznych, prowadzących do wytwarzania AuNPs o określonych właściwościach, z zastosowaniem wodnych roztworów ekstraktów roślinnych. Stwierdzono również możliwość zastosowania katalizatorów homogenicznych uzyskanych na bazie AuNPs do degradacji toksycznych związków organicznych ze ścieków, przykładowo w redukcji 4-nitrofenolu (4-NP) o mutagennym oraz toksycznym charakterze do 4-aminofenolu (4-AMP) [H6]. Mając na względzie rosnące zapotrzebowanie na nanokompozyty polimerowe z nanostrukturami Pt do ich zastosowań w systemach kontrolowanego gospodarowania ciepłem w pracy [H7], udowodniono przydatność zastosowania CAP w syntezie nanocząstek platyny (PtNPs) stabilizowanych za pomocą poliwinylpirolidonu (PVP-PtNPs).

W publikacji przeglądowej [H8] Habilitantka podsumowała możliwości wykorzystania CAP w syntezie nanomateriałów oraz potencjalne ich zastosowania w biomedycynie, katalizie oraz systemach gospodarowania ciepłem. Przedyskutowała rodzaj syntezowanych z zastosowaniem CAP nanostruktur metalicznych oraz omówiła wpływ związków o charakterze stabilizatorów na właściwości NPs wytwarzane metodą plazmową.

Drugi obszar badań Kandydatki w rozprawie habilitacyjnej dotyczy wykazania przydatności zastosowania zimnych plazm atmosferycznych w ochronie środowiska. Przedstawiono opracowane plazmowe metody oczyszczania ścieków z toksycznych związków, w tym substancji barwnych [H9] oraz zgłoszone do opatentowania sposoby degradacji antybiotyków z odpadów ciekłych z zastosowaniem dc-APGD oraz pm-rf-APGD generowanych w innowacyjnych systemach plazmowych. W zgłoszeniach wykazano utratę funkcji biobójczych antybiotyków pod wpływem działania CAP.

Kolejny nurt badawczy Habilitantki dotyczył wykazania przydatności zastosowania zimnych plazm atmosferycznych w chemii żywności. Opracowane systemy plazmowe wykorzystujące trzy rodzaje wyładowań elektrycznych do generowania CAP zostały zastosowane do ciągłej produkcji bezpiecznych do spożycia soków z buraka, o ulepszonych właściwościach fizykochemicznych i odżywczych [10]. Przedstawiono również optymalizację systemu plazmowego pozwalającą na wytwarzanie sposób ciągły soku jabłkowego o ulepszonych właściwościach odżywczych, a także o zwiększonym

czasie przydatności do spożycia, przy zachowaniu jego bezpieczeństwa do spożycia. Określono również właściwości fizykochemiczne analizowanych soków jabłkowych [12].

Następne zagadnienie badawcze dr inż. Anny Dzimitrowicz związane jest z wykazaniem przydatności zastosowania zimnych plazm atmosferycznych w medycynie. W ramach pracy opracowano konstrukcję i przeprowadzono wieloparametryczną optymalizację unikatowego pióra plazmowego z wyładowaniami barierowymi do aktywacji ludzkich normalnych komórek skóry. Wykonano analizę statystyczną uzyskanych wyników do określenia warunków optymalnych pracy przenośnego pióra plazmowego, aby uzyskać warunki generowania CAP o temperaturze rotacyjnej $T_{rot}(OH)$ mniejszej bądź równej $37^{\circ}C$. Określono zaawansowane procesy plazmochemiczne pozwalające na zastosowanie pióra plazmowego w dermatologii [12].

Podsumowując tę część recenzji stwierdzam, że osiągnięcie habilitacyjne dr inż. Anny Dzimitrowicz stanowiące cykl powiązanych tematycznie artykułów naukowych, w których wykazano przydatność zastosowania zimnych plazm atmosferycznych (CAPs) w nanotechnologii, ochronie środowiska, chemii żywności i medycynie jest wartościowe, ma istotny potencjał aplikacyjny oraz wnosi istotny wkład do wiedzy i literatury przedmiotu. Jest to obszerny wachlarz zagadnień, pokazujących wysoką aktywność i szerokie zainteresowania naukowe Habilitantki, Jej duże doświadczenie w prowadzeniu badań doświadczalnych różnymi technikami oraz dobrą umiejętność efektywnej współpracy w różnych zespołach.

Ocena pracy dydaktycznej i organizacyjnej

Dr inż. Anna Dzimitrowicz jest aktywnym nauczycielem akademickim, prowadzi laboratoria i ćwiczenia z szerokiej gamy przedmiotów, tj.: Chemia analityczna, Podstawy chemii analitycznej, Analiza próbek środowiskowych i przemysłowych, Analiza śladowa i instrumentalna, Chemia środowiska, Analiza środowiskowa, żywności i leków, Metody spektroskopowe w analizie chemicznej, Analiza i monitoring środowiska, Spektroskopia, Polimerowe materiały promienioczułe oraz kursy z obszaru: prac dyplomowych I i II stopnia, graduate laboratory I oraz graduate laboratory II.

Na podkreślenie zasługuje również wysoka aktywność w opiece naukowej nad realizowanymi pracami dyplomowymi na Wydziale Chemicznym Politechniki Wrocławskiej – 13 inżynierskich oraz 7 magisterskich. Ponadto, Habilitantka była recenzentem 13 prac dyplomowych inżynierskich oraz 5 prac dyplomowych magisterskich. Obecnie jest nieformalnym opiekunem naukowym w przewodzie doktorskim mgr inż. Dominika Terefinko zatytułowanym „Określenie aktywności

biologicznej różnych układów zimnej plazmy atmosferycznej na modelu ludzkich komórek nowotworowych”, który realizowany jest w ramach projektu Sonata 15, którego Kandydatka jest kierownikiem.

W roku 2018 brała udział w projekcie Program Wiedza Edukacja Rozwój (POWR) "Innowacyjna Uczelnia - Innowacyjny Nauczyciel".

Działalność i aktywność naukowa Habilitantki była wielokrotnie nagradzana, m.in. przez Fundację na Rzecz Nauki Polskiej (stypendium START), MNiSW (Stypendium dla Młodych Wybitnych Naukowców), Prezydenta Miasta Wrocław (stypendium im. Maxa Borna), JM Rektora Politechniki Wrocławskiej za wyróżniające osiągnięcia naukowe w latach 2018, 2017, 2016, 2015 oraz Dziekana Wydziału Chemicznego Politechniki Wrocławskiej za uznane osiągnięcia naukowe.

Habilitantka jest członkiem *International Plasma Chemistry Society* od 2019 r., *France Alumni Polska* od 2018 r.; *European Colloid & Interface Society* od 2016 r. oraz Polskiego Towarzystwa Chemicznego od 2013 r.

W latach 2014-2016 aktywnie uczestniczyła w pracach Ogólnouczelnianej Doktoranckiej Komisji Stypendialnej, Wydziałowej Komisji ds. Oceny i Zapewniania Jakości Kształcenia, Radzie Wydziału Chemicznego, Wydziałowej Komisji Wyborczej w Politechnice Wrocławskiej.

Ocena całości dorobku naukowego

W dniu składania wniosku całkowity dorobek naukowy dr inż. Anny Dzimitrowicz, obejmuje 46 publikacji o zasięgu międzynarodowym, 3 rozdziały w monografiach, 4 patenty oraz 4 zgłoszenia patentowe. Sumaryczny współczynnik wpływu wszystkich prac, wg roku publikacji (stan na dzień 08.04.2021), wynosił $IF = 191$. Prace (wg bazy *Web of Science*) cytowane były 264 razy (bez autocytowań), a indeks Hirscha wynosił $H = 12$.

Na koniec stycznia 2022 roku dane (wg bazy *Web of Science*) przedstawiają się następująco: 56 publikacji, 596 cytowań (456 bez autocytowań), Indeks Hirscha $H = 14$.

Chciałabym podkreślić, że po uzyskaniu stopnia naukowego doktora Kandydatka jest również współautorką 23 publikacji naukowych z listy JCR, które nie zostały włączone do cyklu artykułów naukowych będących podstawą o ubieganie się o stopień doktora habilitowanego i zostały opublikowane w latach 2018-2021. Tematyka badawcza tych publikacji dotyczy:

- zastosowania metod zielonej chemii w syntezie nanostruktur metalicznych,
- zastosowania zimnych plazm atmosferycznych w syntezie nieopłaszczonych nanocząstek nieorganicznych, immobilizowanych wewnątrz matryc polimerowych,
- efektywnych sposobów eradykacji bakteryjnych fitopatogenów,

- innowacyjnych sposobów wykorzystania zimnych plazm atmosferycznych w onkologii oraz chemii analitycznej,
- analizy wielopierwiastkowej produktów spożywczych z zastosowaniem spektrometrii atomowej lub/i spektrometrii mas.

Aktywność naukową, badawczą i publikacyjną oraz dane scjentometryczne Habilitantki, szczególnie po uzyskaniu stopnia doktora, można uznać za bardzo dobre, gdyż wyraźnie widać znaczne zwiększenie dorobku naukowego po doktoracie.

Dorobek uzupełnia udział w 12 konferencjach krajowych i międzynarodowych (w 4. udział aktywny - 2 postery, wystąpienie ustne, wykład plenarny; w 8. bierny) po uzyskaniu stopnia doktora oraz 10. konferencjach (w 4. udział aktywny - 2 postery, 4 wystąpienia ustne; w 6. bierny) przed uzyskaniem stopnia doktora. Aktywność tę można uznać za zadowalającą. Habilitantka wygłosiła również 3 wykłady na zaproszenie, w tym m.in. w CNRS *Centre for Molecular Biophysics* w 2018 r. w Orléans we Francji.

Chciałabym także podkreślić aktywny udział dr inż. Anny Dzimitrowicz w realizacji 6 projektów (3 po doktoracie, 1 przed uzyskaniem stopnia doktora, 2 aktualnie realizowane). Obecnie realizowane przez Habilitantkę dwa projekty dotyczą: „Zastosowania zimnych plazm atmosferycznych generowanych w kontakcie z przepływającym roztworem do bezpośredniej degradacji antybiotyków oraz obniżenia oporności wielolekowej w środowisku naturalnym”, (kierownik, projekt Sonata 15, Narodowe Centrum Nauki, UMO-2019/35/D/ST8/04107) oraz „Badania antybakteryjnych właściwości roztworów post-plazmowych uzyskiwanych za pomocą zimnych plazm atmosferycznych względem ekonomicznie istotnych fitopatogenów oraz wpływu tych cieczy na wzrost roślin uprawnych”, (kierownik po stronie Politechniki Wrocławskiej, projekt Opus 17, Narodowe Centrum Nauki, UMO-2019/33/B/NZ9/00940, Konsorcjum Politechniki Wrocławskiej-Partner oraz Uniwersytetu Gdańskiego-Lider).

Dr inż. Anna Dzimitrowicz wykonała 33 recenzje dla czasopism z listy JCR, m.in.: *Molecules, Materials, Arabian Journal of Chemistry, Nanomaterials, Applied Sciences, Water, Crystals, International Journal of Molecular Sciences, Cancers, Sensors, LWT Food Science and Technology, Colloids and Surfaces A-Physicochemical and Engineering Aspects, Scientific Reports, Plasma Sources Science and Technology*.

W latach 2015-2020 Habilitantka odbyła 9 krótkoterminowych staży w zagranicznych (Center for Molecular Biophysics CNRS, Orleans, Francja; 3 miesiące, 2018 r.; University of Florence, Department of Biology, Sesto Fiorentino, Włochy, 1 miesiąc, 2018 r.; University of Florence, Department of Chemistry „Ugo Schiff”, Sesto Fiorentino, Włochy, 2 miesiące, 2015 r.) i krajowych (Uniwersytet Gdański i Gdański

Uniwersytet Medyczny, 2015-2020; Politechnika Lubelska, 2018 r.) ośrodkach naukowych lub akademickich.

W 2021 roku była edytorką gościnną 3 numerów specjalnych w wydawnictwie MDPI: 1. „*Combination of Cold Atmospheric Plasma and Nanomaterials in Cancer Treatment*” czasopisma *Nanomaterials* (IF = 4,324), 2. „*Functional Polymer Composites for Environmental Protection*”, *Polymers* (IF = 3,426), 3. „*Synthesis and Application of Nanomaterials in Medicine and Related Sciences*”, *Nanomaterials* (IF = 4,324).

Na podkreślenie zasługuje również współautorstwo w 4 patentach i 4 zgłoszeniach patentowych, które wprowadzają silny aspekt aplikacyjny badań Kandydatki i pokazują wartościową formę transferu wiedzy z naukowych centrów akademickich do gospodarki i społeczeństwa.

Innowacyjność zaproponowanych sposobów inaktywacji drobnoustrojów chorobotwórczych względem roślin została doceniona w 2020 r. przez gremia naukowe oraz gospodarcze poprzez przyznanie nagrody specjalnej Pani Prezes Urzędu Patentowego RP w X edycji konkursu „Student-Wynalazca” oraz uzyskanie wyróżnienia w VIII edycji konkursu „Eureka! DGP – odkrywamy polskie wynalazki”.

Dr inż. Anna Dzimitrowicz spełnia warunki wymagane od samodzielnego pracownika nauki, gdyż posiada umiejętność zdefiniowania i rozwiązania problemu badawczego, owocnego i twórczego włączania się w nurty współczesnych badań naukowych, organizacji pracy zespołu badawczego, jak również uprawiania aktywnej i na wysokim poziomie działalności akademickiej, dydaktycznej oraz organizacyjnej. Potrafi prowadzić współpracę badawczą, także na poziomie międzynarodowym, oraz pozyskiwać projekty i środki finansowe na realizację badań naukowych. W ocenianym okresie wykazała się istotną aktywnością naukową, którą realizowała i nadal realizuje, w więcej niż jednej uczelni, zarówno w kraju jak i za granicą.

Wniosek końcowy

Stwierdzam, że przedstawiona do recenzji rozprawa habilitacyjna zatytułowana „Wykazanie przydatności zastosowania zimnych plazm atmosferycznych w nanotechnologii, ochronie środowiska, chemii żywności oraz medycynie”, jak również całokształt dorobku naukowego, dydaktycznego oraz innych osiągnięć dr inż. Anny Dzimitrowicz spełnia wymagania formalne stawiane kandydatom do stopnia naukowego doktora habilitowanego zgodnie z art. 219 Ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. Ustaw RP z dnia 30 sierpnia 2018, poz. 1668 wraz

późniejszymi zmianami) oraz Regulaminem nadawania stopni na Politechnice Wrocławskiej.

Biorąc pod uwagę ww. kryteria, stwierdzam, że dr inż. Anna Dzimitrowicz zasługuje na uzyskanie stopnia doktora habilitowanego i rekomenduję nadanie dr inż. Annie Dzimitrowicz stopnia doktora habilitowanego w dziedzinie nauk ścisłych i przyrodniczych, w dyscyplinie nauki chemiczne.



prof. dr hab. inż. Małgorzata Iwona Szynkowska-Jóźwik

Łódź, dn. 02 luty 2022 r.