



Warszawa, 08.08.2025 r.

Dr hab. Magdalena Stobiecka, prof. SGGW
e-mail: magdalena_stobiecka@sggw.edu.pl
tel.: +48 22 59 38614

RECENZJA

rozprawy doktorskiej Pani mgr inż. Anny Szymczyk-Drozd
pt. „Projektowanie narzędzi (bio)analitycznych wykorzystujących kwasy
nukleinowe - od oddziaływań molekularnych do zastosowań praktycznych”
wykonanej w Katedrze Biotechnologii Medycznej,
Wydziału Chemicznego Politechniki Warszawskiej,
pod kierunkiem dr. hab. inż. Roberta Ziółkowskiego, prof. uczelni

Szkoła Główna Gospodarstwa
Wiejskiego w Warszawie

Instytut Biologii
Katedra Fizyki i Biofizyki

ul. Nowoursynowska 159
02-776 Warszawa
+48 22 59 38611
kfb@sggw.edu.pl
www.sggw.pl
www.kf.sggw.pl

Przedstawiona do recenzji rozprawa doktorska oparta jest na zbiorze pięciu współautorskich publikacji z lat 2022-2025, powiązanych ze sobą tematycznie. We wszystkich artykułach Pani mgr inż. Anna Szymczyk-Drozd jest pierwszym autorem. W dysertacji dołączono oświadczenia współautorów opisujące ich udział w opublikowanych pracach. Wynika z nich, że praca wykonana przez Doktorantkę stanowi istotny wkład w powstanie publikacji, które prezentują wyłącznie oryginalne wyniki eksperymentalne. Wszystkie artykuły opublikowane są w renomowanych czasopismach z listy filadelfijskiej tj. *Sensors and Actuators: B. Chemical*, *Measurements*, *Microchimica Acta* oraz *International Journal of Molecular Sciences* (dwa artykuły). Sumaryczny współczynnik wpływu (IF) opublikowanych prac jest bardzo wysoki i wynosi 30,2. Według wykazu czasopism naukowych i recenzowanych materiałów z konferencji międzynarodowych Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego (MNiSW), daje to sumaryczną liczbę punktów MNiSW - 760, co świadczy o bardzo

wysokim poziomie merytorycznym opublikowanych prac. Badania Pani mgr inż. Anny Szymczyk-Drozd wpisują się w cykl badań prowadzonych w laboratorium Pana dr. hab. inż. Roberta Ziółkowskiego, prof. uczelni, w którym Doktorantka wykonywała swoją pracę eksperymentalną przedstawioną w opublikowanych artykułach wchodzących w skład rozprawy doktorskiej. Udział Doktorantki w powstaniu artykułów polegał m.in., na współudziale w zaplanowaniu koncepcji badawczej i metodyki badań, dokonaniu przeglądu literatury dotyczącej tematyki badawczej, wykonaniu doświadczeń, opracowaniu i interpretacji wyników, przygotowaniu grafik oraz przygotowaniu, pisaniu i edycji manuskryptów. Doktorantka przeprowadziła szereg eksperymentów mających na celu charakterystykę biosensorów DNA opracowanych na bazie elektrod złotych i przygotowanych technologią cienkowarstwową (metoda fizycznego osadzania z fazy gazowej, PVD), obejmujących wykonanie pomiarów elektrochemicznych i przy użyciu mikrowagi kwarcowej, obrazowanie przetworników miniaturowych za pomocą skaningowego mikroskopu elektronowego i mikroskopu konfokalnego, a także charakterystyki nanocząstek za pomocą technik optycznych. Głównymi analitami były markery genetyczne zakażenia bakteryjnego - fragment DNA służący do wykrywania genu szczepu mączugowca błonicy, markery genetyczne zakażenia wirusem SARS-CoV-2 - fragmenty genów kodujące białko E (otoczka), białko N (nukleokapsyd) i RdRp (polimeraza RNA zależna od RNA) i małe cząsteczki nieorganiczne tj. jony rtęci(II) i selenianowe(VI).

Tematyka ocenianej pracy doktorskiej jest zgodna z głównymi trendami badawczymi prac realizowanych w obszarze konstrukcji i modyfikacji warstw receptorowych biosensorów. Przeprowadzone w ramach pracy doktorskiej badania, w szczególności poszerzają stan wiedzy w zakresie poznania mechanizmów oddziaływań międzycząsteczkowych odpowiedzialnych za proces wykrywania i rozpoznania badanych analitów oraz generowanie sygnału analitycznego, co ma kluczowe znaczenie w poprawie parametrów działania elektrochemicznych bioczuJNIKÓW DNA.

Ocena formalno-redakcyjna pracy

Przedstawiona do recenzji rozprawa doktorska liczy łącznie 214 stron, 14 rysunków (poza załączonymi artykułami) oraz 2 tabele (poza załączonymi artykułami) i obejmuje w kolejności: **Podziękowania**, **Streszczenia** w języku polskim oraz w języku angielskim, **Spis treści**, **Listę artykułów naukowych będących podstawą rozprawy doktorskiej** wraz ze wskaźnikami bibliometrycznymi publikacji (2 strony), **Wykaz skrótów** (2 strony), **Wprowadzenie w problematykę podjętych badań**



(28 stron, część podzielona na 3 rozdziały i 11 podrozdziałów), **Cel i zakres pracy doktorskiej** (2 strony), **Komentarz do cyklu artykułów naukowych będących podstawą rozprawy doktorskiej** (24 strony, część podzielona na 5 rozdziałów), **Podsumowanie** (5 stron), **Bibliografię** (9 stron), **Oświadczenia współautorów publikacji** (16 stron), **Publikacje** stanowiące rozprawę doktorską (102 strony) oraz **Życiorys naukowy** Autorki rozprawy doktorskiej (8 stron).

Praca wyróżnia się jasnym i zrozumiałym stylem, a w tekście zdarzają się tylko nieliczne literówki i błędy, np. str. 12, linia 10 od dołu: łacińska nazwa bakterii maczugowca błonicy *Corynebacterium diphtheriae* powinna być napisana kursywą; str. 19, linia 11 od dołu: „ioupled ilasma” zamiast „coupled plasma”; str. 20, linia 19 od dołu: „systematyczna ewolucja ligandów poprzez wzbogacenie” zamiast „systematyczna ewolucja ligandów przez wykładnicze wzbogacenie”; str. 35, linia 5 od dołu: „...omówione zostaną najważniejsze mechanizmy stojące za oddziaływaniami...” można byłoby zastąpić „...omówione zostaną najważniejsze mechanizmy odpowiedzialne za oddziaływanie istotne dla...”; str. 39, linia 18 od dołu: „substancji powierzchniowoczynnych” powinno być „substancji powierzchniowo czynnych”; str. 49, linia 7: „Szczególny nacisk położono na poznanie mechanizmów oddziaływań w odpowiedzialnych za proces...” powinno być bez „w”; str. 207, linia 6 od dołu: nieprawidłowo sformatowany wzór tlenku żelaza(II).

Podsumowując, chciałabym stwierdzić, że ocenianą pracę doktorską cechuje niezwykle wysoki poziom naukowy, a przytoczone powyżej drobne błędy redakcyjne nie wpływają na ocenę rozprawy jako całości. Przedłożona do recenzji rozprawa doktorska od strony formalnej nie budzi moich zastrzeżeń.

Ocena merytoryczna

Część zatytułowana „**Wprowadzenie w problematykę podjętych badań**” ma charakter teoretyczny i została w niej podkreślona możliwość wykorzystania biosensorów DNA w analityce środowiskowej i diagnostyce medycznej. Doktorantka podkreśliła słuszność wyboru tematyki swojej pracy, a następnie przedstawiła aktualny stan wiedzy dotyczący zastosowania genosensorów i aptasensorów, omówiła właściwości technik elektrochemicznych, mechanizmy generowania sygnałów analitycznych i metody poprawiające czułość i selektywność biosensorów DNA, jak również korzyści z miniaturyzacji tych urządzeń. Pani mgr inż. Anna Szymczyk-Drozd podała także przykłady oddziaływań zachodzących na granicy faz elektroda-roztwór i mechanizmy za nie odpowiedzialne.

W kolejnej części Doktorantka przedstawiła jasno i precyzyjnie sformułowany cel pracy,

którym było opracowanie metod prowadzących do poprawy parametrów funkcjonowania wybranych biosensorów. Doktorantka konsekwentnie realizowała cel poprzez odpowiednią modyfikację warstw receptorowych, projektowanie i wybór sekwencji oraz długości sond oligonukleotydowych i aptamerowych, badanie składu roztworów, badanie oddziaływań między cząsteczkami DNA a nanocząstkami magnetycznymi, a także miniaturyzację bioczuJNIKÓW.

W następnej części rozprawy zatytułowanej „**Komentarz do cyklu artykułów naukowych będących podstawą rozprawy doktorskiej**”, Doktorantka szczegółowo opisała badania wykonywane w poszczególnych publikacjach wchodzących w skład rozprawy doktorskiej oraz przedstawiła wyniki wraz z dyskusją i wnioskami.

Według recenzenta, włączenie w „Komentarzu do cyklu artykułów...” porównania i analizy uzyskanych wyników z wynikami dostępnymi w literaturze, umożliwiłoby czytelnikowi pełniejsze zrozumienie innowacyjności i znaczenia prowadzonych badań. W związku z powyższym, proszę Doktorantkę o szersze omówienie i ocenę opracowanych bioczuJNIKÓW w odniesieniu do istniejących apta-, genoczuJNIKÓW, w tym optycznych, w trakcie publicznej obrony rozprawy doktorskiej. Ponadto, interesuje mnie czy Doktorantka widzi ewentualne zagrożenia lub ograniczenia proponowanych biosensorów w kontekście praktycznych zastosowań diagnostycznych, np. wykonywaniu testów diagnostycznych poza tradycyjnym laboratorium.

Powyższe uwagi mają charakter dyskusyjny i nie umniejszają mojej oceny recenzowanej pracy.

W części **Podsumowanie**, Pani mgr inż. Anna Szymczyk-Drozd podsumowuje wyniki swoich doświadczeń, wymienia kluczowe osiągnięcia naukowe uzyskane w ramach realizowanej rozprawy doktorskiej oraz nakreśla potencjalne kierunki przyszłych badań.

Bibliografia, obejmuje 136 pozycji dobrze dobranych i odpowiadających zagadnieniom poruszonym w poszczególnych rozdziałach i podrozdziałach rozprawy doktorskiej artykuły naukowe.

Na końcu rozprawy doktorskiej Doktorantka załączyła swój **Życiorys naukowy**. Pani mgr inż. Anna Szymczyk-Drozd jest współautorem łącznie 7 publikacji o sumarycznym współczynniku wpływu (IF) 38,2 i 1000 punktach MNiSW, 3 publikacji opublikowanych w materiałach recenzowanych i jednego patentu. Jest/była wykonawcą 6 projektów badawczych i jest kierownikiem grantu Preludium 23 przyznanego przez Narodowe Centrum Nauki w Krakowie. Doktorantka jest także beneficjentem 4 nagród Rektora PW za wyjątkowe zaangażowanie na rzecz Uczelni oraz uzyskała II miejsce w konkursie MedTech-Athon – inżynierowie dla medycyny. Uczestniczyła w 15 krajowych i zagranicznych konferencjach naukowych i była współautorem 7 wystąpień konferencyjnych.

Pani mgr inż. Anna Szymczyk-Drozd w roku 2024 opiekowała się 2 dyplomantkami. W 2023 roku brała udział w trzymiesięcznym, a w 2024 roku miesięcznym stażu naukowym w grupie badawczej prof. Giovanni Marrazza we Włoszech.

Podsumowując, bardzo wysoko oceniam wartość merytoryczną recenzowanej rozprawy doktorskiej i poziom naukowy uzyskanych wyników. Główny nacisk w badaniach był położony na badanie mechanizmu oddziaływań kwasów nukleinowych z innymi komponentami warstwy receptorowej, składnikami roztworów oraz analitami w celu uzyskania poprawy parametrów działania elektrochemicznych bioczuJNIKÓW DNA. Pozwoliło to na osiągnięcie celu. Badania realizowane przez Panią mgr inż. Annę Szymczyk-Drozd w ramach pracy doktorskiej mają charakter nowatorski. Poszerzają wiedzę w obszarze konstrukcji warstw receptorowych elektrochemicznych biosensorów DNA i charakterystyki mechanizmu rozpoznania molekularnego zachodzącego w przestrzeni międzyfazowej. Zrozumienie tych zależności jest istotne dla uzyskania lepszej odpowiedzi bioczuJNIKA, otrzymania niższej granicy wykrywalności analitów oraz wyższej czułości prowadzonych analiz.

Wniosek końcowy

Biorąc pod uwagę wartość merytoryczną rozprawy doktorskiej Pani mgr inż. Anny Szymczyk-Drozd stwierdzam, że oceniana rozprawa doktorska **spełnia kryteria stawiane kandydatom ubiegającym się o stopień naukowy doktora określone w Ustawie**. Z całokształtu przedstawionej do oceny pracy doktorskiej, wyłania się postać Doktorantki jako osoby prezentującej szeroką wiedzę teoretyczną w dyscyplinie i posiadającej umiejętność samodzielnego prowadzenia pracy naukowej, od zaplanowania badań i wykonania eksperymentów, po analizę wyników i wyciąganie wniosków. Doktorantka jest we wszystkich pracach pierwszym autorem, co świadczy o bardzo dużym poziomie zaangażowania w eksperymenty opisane w publikacjach. Praca doktorska Pani mgr inż. Anny Szymczyk-Drozd stanowi oryginalne rozwiązanie problemu w zakresie badania oddziaływań międzycząsteczkowych zachodzących na granicy faz, których znajomość i zrozumienie jest niezbędne do projektowania efektywnych i prawidłowo działających elektrochemicznych biosensorów DNA. Wyniki otrzymane przez Doktorantkę mają więc duży potencjał poznawczy. Na podkreślenie zasługuje zakres przeprowadzonych badań nad charakterystyką bioczuJNIKÓW DNA. Wykonanie pomiarów elektrochemicznych, spektroskopowych czy obrazowanie w skaningowym mikroskopie elektronowym



lub mikroskopie konfokalnym, potwierdza wysoki poziom kompetencji Doktorantki w zakresie nowoczesnych metod badawczych.

W świetle powyższej opinii i bardzo pozytywnej oceny całej pracy doktorskiej **wnoszę do Rady Naukowej Dyscypliny Nauki Chemiczne Politechniki Warszawskiej o dopuszczenie Pani mgr inż. Anny Szymczyk-Drozd do dalszych etapów przewodu doktorskiego.**

Magdalena Stobeczko