

Toruń, 9.08.2021

dr hab. Marek Wiśniewski, prof. UMK

Katedra Chemii Materiałów Adsorpcji i Katalizy

Wydział Chemii

Uniwersytetu Mikołaja Kopernika w Toruniu

Recenzja rozprawy doktorskiej mgr. Wojciecha Pajerskiego pod tytułem

**„Interactions at nanoparticles-bacteria-solids biointerfaces:  
from fundamentals to applications”**

przygotowanej pod opieką prof. dr hab. Andrzeja Kotarby, na Wydziale Chemii w Grupie Chemii Powierzchni i Materiałów oraz dr hab. Moniki Brzywczy-Włoch, prof. UJ, na Wydziale Medycznym Uniwersytetu Jagiellońskiego.

Przedłożona mi do oceny rozprawa doktorska obejmuje wszechstronnie przeprowadzone badania interakcji nanocząstek i powierzchni ciał stałych z bakteriami.

Rozprawa doktorska mgr. Wojciecha Pajerskiego jest zbiorem 4 publikacji uzupełnionych o oświadczenia współautorów oraz obszerny przewodnik napisany w języku angielskim. Oświadczenia nie budzą żadnych wątpliwości co do wkładu pracy doktoranta w osiągnięcie naukowe. Doktorant jest pierwszym autorem w 3 pracach a w czwartej drugim, choć z równym udziałem procentowym. Ponadto, w 2-ch pracach był autorem korespondencyjnym. Publikacje ukazały się w dobrych i bardzo dobrych czasopismach o zasięgu międzynarodowym:

Journal of Nanoparticle Research, Materials Science and Engineering C, Applied Surface Science, Surfaces and Interfaces z IF od ok. 2 do 7.33.

Całkowity IF jest bliski 20 a 34 cytacje (w chwili pisania recenzji) wydają się być doskonałym punktem startowym przyszłej kariery naukowej Doktoranta.

Warto zwrócić uwagę na fakt, iż pierwsza chronologicznie praca ma już Field-Weighted citation impact równy 4.14!

Rozprawa doktorska jest jednolita tematycznie i porusza zagadnienia na styku chemii, chemii materiałów, biotechnologii i medycyny pod wspólnym mianownikiem: nanobio- bionanotechnologia. Ponieważ wyniki badań zostały już sprawdzone przez kilku (może nawet kilkunastu) niezależnych recenzentów nie mam wątpliwości, że dzieło spełnia wymogi stawiane rozprawom doktorskim. Dlatego stawiam wniosek o dopuszczenie mgr. Wojciecha Pajerskiego do dalszych etapów przewodu doktorskiego. Poniżej przedstawię uwagi dotyczące rozprawy.

Na pochwałę zasługuje bardzo dobry wstęp, który nawet laikowi potrafi przybliżyć bardzo złożone problemy biotechnologiczne.

Niewątpliwie prawdą jest, że „niewłaściwe, a przede wszystkim nadmierne stosowanie antybiotyków wywołuje oporność na środki przeciwdrobnoustrojowe, zdolność mikroorganizmów do opierania się terapiom”. Lekooporność jest ogromnym problemem globalnym, mającym bezpośredni poważny wpływ nie tylko na zdrowie człowieka, ale także na środowisko. Niestety, w konsekwencji liczba zgonów na całym świecie będzie rosła dramatycznie szybko i przewiduje się, że w ciągu najbliższych 30 lat antybiotykooporne infekcje spowodują więcej zgonów niż nowotwory. Oczywiście jest więc, że opracowanie nowych terapii i alternatywnych metod zwalczania infekcji bakteryjnych ma decydujące znaczenie dla współczesnego świata.

Recenzowana praca dotyczy głównych zagadnień dynamicznie rozwijającego się tematu bionano- i nanobiotechnologicznych oddziaływań na biologicznych granicach faz. Badania koncentrowały się na interakcjach nanocząstek z bakteriami oraz bakterii z powierzchniami stałymi. Celem było stworzenie

podstaw naukowych do racjonalnego projektowania i opracowywania nowych materiałów funkcjonalnych, które mogłyby być bezpośrednio stosowane w katalizie i biomedycynie. Ze względu na interdyscyplinarność podjętego problemu oraz złożony charakter prowadzonych badań konieczne było opanowanie i zastosowanie kilku metod badawczych z różnych dziedzin: od chemii fizycznej, przez fizykę, nanotechnologię, chemię powierzchni, katalizę, do nauk o biomateriałach i mikrobiologii.

Strategia badawcza opierała się na szczegółowych badaniach granicy faz nanocząstka-bakterie, obejmowała badania adhezji bakterii do powierzchni stałych; co w konsekwencji doprowadzi do przygotowania materiałów funkcjonalnych wykorzystywanych w katalizie i biomedycynie.

Za najważniejsze osiągnięcia doktoranta uważam:

- Opis oddziaływań nanocząstka-bakteria
- Skorelowanie potencjału zeta ze skutecznością adhezji nanocząstek do ściany komórkowej bakterii; oraz opis zjawiska tutaj w ramach teorii DLVO (model kula-sfera).
- opis interakcji między bakteriami a powierzchniami modelowymi stałymi. Jako powierzchnię modelową doktorant wybrał materiał grafenowy zmieniając jego heterogeniczność przez wprowadzenie tlenowych grup funkcyjnych, zmieniając w ten sposób właściwości elektrodonorowe materiału.
- Uzyskanie szeregu próbek materiału grafenowego oraz korelację stopniowo rosnącej wartości funkcji pracy wyjścia z adhezją bakterii.
- Udowodnienie, że praca wyjścia materiału węglowego jest decydującym czynnikiem bakteriostatycznym.
- przedstawienie nowych strategii otrzymywania katalizatorów strukturalnych z wykorzystaniem bakterii niepatogennych jako czynników przeciwagregacyjnych. Zaproponowana metodyka przygotowania katalizatora otwiera nową ścieżkę dla przyszłych zastosowań.

- Opracowanie syntezy materiałów węglowych o niskiej wartości pracy wyjścia i właściwościach przeciwbakteryjnych z wykorzystaniem innowacyjnej metody sonochemicznej osadzania nanocząstek Ag.
- Pokazanie, że dogłębne zrozumienie natury oddziaływań na granicach faz biologicznych może bezpośrednio przyczynić się do skutecznego projektowania funkcjonalnych materiałów do katalizy i biomedycyny.
- Przedstawione w niniejszej pracy wyniki, oprócz znaczenia naukowego, wykazują również potencjał praktyczny.

Niewdzięczną rolą recenzenta jest wyszukiwanie niedociągnięć. Poniżej lista zagadnień, które budzą pytania, jakie pojawiły się w trakcie lektury rozprawy:

- Definicja nanomateriału: czy te tajemnicze 100 nm jest dobrym parametrem określającym czy dany może/lub nie, być uważanym za nanomateriał? Na pochwałę zasługuje tu określanie „materiału grafenowego” zamiast „grafenu”
- Jaka jest chemiczna natura ładunku powierzchniowego bakterii?
- Str.21 „*Shewanella oneidensis*, and *Geobacter sulfurreducens* are well-known metal-reducing bacteria, which are utilized even for scaled-up magnetite (Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>) nanoparticles production”
  - Co to znaczy zredukować metal?
  - Z jakich indywiduów przez redukcję można otrzymać Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>?
- Według jakiego klucza doktorant wybrał metale (Au, Ag, Pt)? Dlaczego nie Cu?
- Podobnie bakterie; czy wybrano je wg. jakiegoś klucza?
- Jak za pomocą SEM i S/TEM opisać oddziaływanie nanocząstka-bakteria?
- Techniczne pytania:
  - Str.40: SONOCHEMICAL DEPOSITION, czy próbka nie rozpadła się podczas procesu depozycji?
  - Str. 43: dlaczego dla bakterii Gram-dodatnich wartości krytyczne są 2x większe?

Przytoczone powyżej uwagi nie mają w żadnej mierze negatywnego charakteru i nie podważają wartości dysertacji i mojej, pozytywnej oceny.

Podsumowując, uważam, że cel pracy został osiągnięty, a postawione przez doktoranta tezy znalazły potwierdzenie. Rozprawa mgr. Wojciecha Pajerskiego zawiera solidny, bogaty i wartościowy materiał badawczy, a doktorant ponadto wykazał się znajomością szerokiej gamy technik syntetycznych i analitycznych.

Rozprawa spełnia wymagania stawiane rozprawom doktorskim (w ustawie – prawo o szkolnictwie Wyższym i Nauce; Dz.U. z 2020 r poz 85 z późn. zm.), stawiam więc wniosek o dopuszczenie mgr. Wojciecha Pajerskiego do dalszych etapów przewodu doktorskiego.

Ponadto, mając na uwadze ponadprzeciętny dorobek kandydata, dotychczasową aktywność naukową oraz interdyscyplinarność dzieła, zwracam się do Wysokiej Rady z wnioskiem o wyróżnienie tej rozprawy.

*Marek Winiarski*