



Do Pana Dyrektora
Prof. dr. hab. Dariusza Kaczorowskiego
Instytut Niskich Temperatur
i Badan Strukturalnych
Ul. Okólna 2
50-422 Wrocław

Prof. Dr. hab. Michael Giersig
Foreign member of Polish Academy of Sciences
Head of Department:
Theory of Continuous Media and Nanostructures
Institute of Fundamental Technological Research
Polish Academy of Science
Pawińskiego St. 5B; 02-106 Warsaw, Poland
e-mail: mgiersig@ippt.pan.pl
phone: (+48) 22 826 12 81 ext. 410
mobile: +49 15754999168
<https://www.ippt.pan.pl>

Recenzja rozprawy doktorskiej Pani mgr Nicole Nowak

**pt. „Otrzymywanie oraz badanie kompozytów na bazie nanokrystalicznych apatytów
domieszkowanych biologicznie aktywnymi jonami przeznaczonych do wypełnień
ubytków tkankowych oraz regeneracji tkanek.”**

Przedłożona do recenzji rozprawa doktorska mgr Nicole Nowak, której promotorem jest **prof. dr hab. Rafała J. Wiglusza**, powstała w Instytucie Niskich Temperatur i Badań Strukturalnych im. Włodzimierza Trzebiatowskiego, Polskiej Akademii Nauk we Wrocławiu i została przygotowana w języku polskim.

Rozprawa doktorska mgr Nowak składa się z 7-miu rozdziałów, zaczynając od życiorysu naukowego kandydatki rozdział 1; celu pracy i teoretycznych podstaw regeneracji tkanki kostnej, charakterystyki nanomateriałów, właściwości biologicznych i fizyko-chemicznych stosowanych materiałów jak również metody ich charakteryzacji poczynając od strukturalnych i kończąc na toksyczności w rozdziale drugim. Rozdział trzeci, zawierający krótki wstęp w kontekście interpretacji wyników badań w załączonych tematycznie się zająbiających i uzupełniających artykułów opublikowanych w czasopismach naukowych (załączone publikacje w języku angielskim). W rozdziale czwartym przedstawione są wnioski wynikające z przeprowadzonych badań w formie krótkich zwięzłych podsumowań zawartych w 7 podpunktach. Rozdział 5-ty zawiera jedno stronicowe streszczenie. Rozdział 6 zawiera angielskie tłumaczenie rozdziału 5. Pracę kończy spis literatury, rozdział 7.

Celowość podjęcia tematu badawczego

Przedmiot badań recenzowanej pracy doktorskiej jest nowatorski a tematyka badawcza wchodzi w istotny obszar tworzenia i badania nowych nanomateriałów i nanokompozytów posiadających potencjał do zastosowań w medycynie regeneracyjnej i inżynierii tkankowej. Proponowane i wytworzone do badań nanomateriały na bazie apatytu posiadające właściwości pretendujące je do zastosowań w nowoczesnej medycynie regeneracyjnej stanowiły główny cel niemniejszej pracy doktorskiej. Nowatorska synteza oraz modyfikacja matrycy apatytu przez wprowadzenie biologicznie aktywnych pierwiastków, jak: stront wanad i rubid mających na celu poprawienie i wzmocnienie biokompatybilności, wsparta wynikami z zaawansowanych metod ich charakteryzacji strukturalnej, fizykochemicznej i biologicznej były ambitnym i innowacyjnym wezwaniem przedłożonego doktoratu.

YTB

Ocena merytoryczna pracy

Stanowiące meritum pracy i opublikowane w czasopiśmie *Nanomaterials* (ISSN: 2079-4991; IF: 5,4) trzy publikacje, wykazują bardzo dobry poziom naukowy i mimo obecnie prowadzonej akademickiej dyskusji na temat wydawnictwa MDPI, jego wybór zawłaszcza w kontekście tematycznym uważam za prawidłowy.

Pierwsza z cyklu prac wchodzących w skład rozprawy doktorskiej zatytułowana "A study of vanadate group substitution into nanosized hydroxyapatite doped with Eu^{3+} ion as a potential tissue replacement material" autorstwa Nicole Nowak oraz Rafała Jakuba Wiglusza opublikowana została w 2021 r. Głównym celem tej pracy było zastąpienie grupy fosforanowej grupą wanadanową w strukturze hydroksyapatytu, mającą bezpośredni wpływ na poprawę biokompatybilności materiałów. Przedstawione zaawansowane badania fizykochemiczne i biologiczne umożliwiły wyjaśnić wpływ grup wanadanowych na strukturę krystaliczną hydroksyapatytu, i korelacje z właściwościami luminescencyjnymi jonów Eu^{3+} w utworzonej strukturze i inspirują ich potencjalne zastosowania w technikach obrazowania biomateriałów. Przedstawione innowacyjne podejście do syntezy nowych związków z komplementarnymi badaniami biokompatybilności są nie tylko nowością, ale wskazują ewidentnie na ich możliwe zastosowania jako wypełniacze tkanki kostnej w medycynie regeneracyjnej.

Druga z załączonych prac zatytułowana "Synthesis and investigation of physicochemical properties and biocompatibility of Tb^{3+} and Sr^{2+} ions co-doped phosphate-vanadate hydroxyapatite" opublikowana w 2023 roku skupia się na syntezie oraz charakterystyce nowych materiałów o strukturze hydroksyapatytu, domieszkowanych jonami Tb^{3+} i Sr^{2+} w integracji z grupami wanadu, do potencjalnych zastosowania w jako biomateriałów. Zakończona sukcesem wymiana grupy fosforanowej alternatywnymi grupami wanadanowymi oraz wprowadzenie jonów Tb^{3+} i Sr^{2+} wpłynęła korzystnie na regenerację i biozgodność tkanki kostnej. W ramach przeprowadzonych studiów zastosowano hydrotermalną metodę syntezy kontrolującą wzrost krystaliczności oraz przeprowadzono analizę strukturalną i luminescencyjną. Przeprowadzone testy biologiczne potwierdziły biokompatybilność materiałów z żywymi komórkami wykazując i potwierdzając ich potencjalne zastosowania w medycynie regeneracyjnej. Również ta publikacja zawiera innowacyjne podejście do modyfikacji struktury hydroksyapatytu z wykorzystaniem jonów Tb^{3+} i Sr^{2+} , domieszkowanych grupami wanadu wykazuje i posiada udokumentowany potencjał do zastosowań w bio-obrazowaniu i medycynie regeneracyjnej.

Trzecia załączona publikacja zatytułowana "Structural, spectroscopic, and biological characterization of novel rubidium(I) and europium(III) co-doped nano-hydroxyapatite materials and their potential use in regenerative medicine" autorstwa Nicole Nowak, Dominiki Czekanowskiej, John M. Reeks'a oraz Rafała Jakuba Wiglusza opublikowana w 2022 roku, przedstawia wyniki studiów związane z syntezą oraz charakterystyką nanomateriałów opartych na strukturze hydroksyapatytu, domieszkowanych jonami Eu^{3+} oraz współdomieszkowanych jonami Rb^{+} . Biorąc pod uwagę poprzednie publikacje wybór tematu badań jest spójny, uzasadniony oraz komplementarny pod względem potencjalnych zastosowania tych materiałów do obrazowania obiektów biologicznych i aplikacji w medycynie regeneracyjnej i inżynierii tkankowej.

Przedstawione publikacje są spójne i komplementarne, otrzymane rezultaty potwierdzającą osiągnięcie założonych celów w badaniach naukowych które skupiły się na modyfikowanej strukturze hydroksyapatytu o nowych dotąd niepublikowanych właściwościach i potwierdziły ich wysoką biozgodność z fibroblastami ludzkimi, jak również z fibroblastami mysimi. Aktywność metaboliczna badanych linii komórkowych osiągała najwyższe wyniki w wysokich stężeniach, przy uwzględnieniu również wysokiej biozgodności badanych nanomateriałów wobec linii osteoblastów jak i erytrocytów, potwierdzono ich wysoki potencjał do zaawansowanych badań biologicznych, włączając testy *in vivo*.



Załączone oświadczenia doktorantki potwierdzają jej istotny i kierowniczy wkład w badaniach i udział w powstaniu artykułów.

W rozdziale czwartym przedstawione są wnioski wynikające z przeprowadzonych badań w formie krótkich zwięzłych podsumowań zawartych w 7 podpunktach, wartość podsumowań i ich znaczenie należałoby rozszerzyć opisując krótko i jednoznacznie ich pozytywne i negatywne właściwości.

Do poprawy są drobne błędy edytorskie, niestaranność edytorska (błędna numeracja rozdziału 6, jako że jest to tylko angielskie tłumaczenie streszczenia rozdział 5). Przytoczone błędy edytorskie i stylistyczne nie pomniejszają wartości merytorycznej doktoratu.

Ocena całego dorobku naukowego i zawodowego

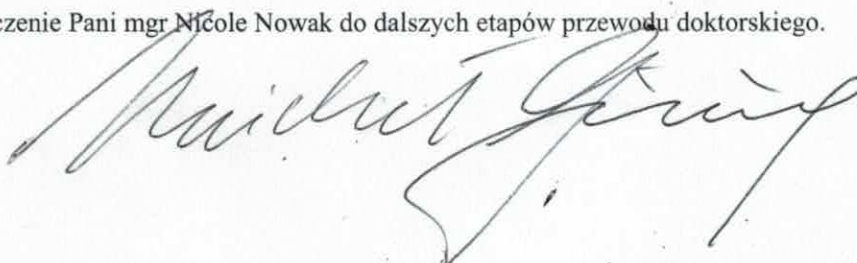
Z załączonych dokumentów wynika, że Pani mgr. Nicole Nowak jest również współautorką 7 prac, nie wchodzących w skład przedłożonej pracy doktorskiej oraz 1 zgłoszenia patentowego. Brała udział jako doktorantka w konferencjach, w sesjach plakatowych oraz jako prelegent. Swój edukacyjny dorobek poszerzała na szkoleniach i brała aktywny udział w innych grantach badawczych. Podjęta w doktoracie nowatorska tematyka badawcza jest innowacyjna, rezultaty badań przedstawione są w sposób prawidłowy. Autorka badań wykazała się bardzo dobrą znajomością metodyki syntezy oraz badań materiałów luminescencyjnych. Zarówno opis teoretyczny jak i eksperymentalny zawarty w załączonych artykułach naukowych jest poprawnie opisany i opracowany. Badania prowadzone są spójnie, zastosowane techniki badawcze zostały poprawnie dobrane i umożliwiły realizację zakładanych celów. Źródła literaturowe z czasopism z listy filadelfijskiej są dobrze dobrane z zgodne z tematem doktoratu. Recenzowana praca stanowi oryginalne rozwiązanie problemu badawczego, jakim jest synteza i badania materiałów o wysokim potencjale aplikacyjnym w medycynie regeneracyjnej oraz jednoznacznie wskazuje na zaawansowaną wiedzę teoretyczną autorki badań potwierdzoną wynikami w zakresie samodzielnego prowadzenia eksperymentalnej pracy naukowej. Profesjonalny opis badań potwierdza dojrzałość naukową kandydatki. Rozprawa doktorska mgr Nicole Nowak jest zredagowana logicznie i przejrzyste nie zawiera błędów merytorycznych, interpretacja wyników jest poprawna.

Ocena końcowa

Przedłożona praca stanowi oryginalne rozwiązanie problemów naukowych dotyczących poznania procesów tworzenia i stosowania nanomateriałów na bazie apatytu do dalszych badań i ich potencjalnego zastosowania w medycynie regeneracyjnej. Uważam, że przedłożona praca doktorska jest wkładem naukowym na bardzo dobrym międzynarodowym poziomie. Postawione cele badawcze zostały przekonująco osiągnięte. W niniejszej pracy doktorantka zaprezentowała, umiejętność samodzielnego prowadzenia pracy naukowej i wykazała się profesjonalnym zaangażowaniem w prace eksperymentalne. Praca doktorska przygotowana przez mgr Nicole Nowak spełnia warunki stawiane pracom doktorskim określone w art. 187 Ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. z 2018 r. poz. 1668 z poz.zm.).

Zatem, wnoszę o dopuszczenie Pani mgr Nicole Nowak do dalszych etapów przewodu doktorskiego.

Warszawa, 27.11.2023



916