

prof. dr hab. Tomasz Grzyb

Zakład Ziem Rzadkich, Wydział Chemii

Uniwersytet im. Adama Mickiewicza w Poznaniu

5 października 2023 roku

## RECENZJA

**Rozprawy doktorskiej mgr inż. Magdaleny Kulpy-Greszty zatytułowanej:  
„Synergia konwersji zmiennego pola magnetycznego i promieniowania elektromagnetycznego  
na energię cieplną wybranych nanocząstek spineli magnetycznych do zastosowań w terapii  
fotomagneto-termicznej”**

Pani mgr inż. Magdalena Kulpa-Greszta swoją rozprawę doktorską, będącą podstawą do ubiegania się o nadanie stopnia naukowego doktora w dyscyplinie nauki chemiczne, przedstawiła do recenzji w postaci cyklu sześciu artykułów naukowych o zbliżonej tematyce. Artykuły te są autorskim osiągnięciem Doktorantki. Praca została przygotowana w języku polskim i ma charakter autoreferatu, w którym kopie artykułów naukowych poprzedzone są wstępem zawierającym informacje o celu i założeniach pracy, streszczeniem, sporą podstawą teoretyczną pozwalającą na pełne zrozumienie istoty rozprawy doktorskiej oraz życiorysem naukowym Autorki.

Na dorobek naukowy Doktorantki składają się aż 22 publikacje, które ukazały się w renomowanych czasopismach takich jak *Dalton Transactions*, *RSC Advances*, *The Journal of Physical Chemistry B (lub C)*, *Journal of Alloys and Compounds*. Jest to ponadprzeciętne osiągnięcie biorąc pod uwagę staż naukowy Pani Kulpy-Greszty. Prace te były cytowane 186 razy (151 nie licząc autocytowań) co jest potwierdzeniem dużego zainteresowania ze strony innych naukowców. Doktorantka jest także współautorką jednego przyznanego patentu i jednego zgłoszenia patentowego. Ponadto, Pani mgr inż. Magdalena Kulpa-Greszta brała aktywny udział w łącznie w siedmiu konferencjach naukowych, w tym czterech międzynarodowych, a w 2021 roku odbyła miesięczny staż naukowy na Uniwersytecie Clermont Auvergne w grupie prof. Jeana-Marie Nedelec'a. To wszystko świadczy o dużym zaangażowaniu Doktorantki w realizowane studia.

Przedstawiona praca doktorska została wykonana pod opieką Pana dra hab. Roberta Pązika, prof. UR, w Instytucie Biotechnologii Uniwersytetu Rzeszowskiego, przy czym Doktorantka swoje studia trzeciego stopnia jednocześnie realizowała na Wydziale Chemicznym Politechniki Rzeszowskiej

na kierunku Technologia Chemiczna. Rozprawa doktorska powstała w ramach realizacji projektu OPUS 13 Narodowego Centrum Nauki nr 2017/25/B/ST5/00497, w którym Pani Kulpa-Greszta była zatrudniona na stanowisku stypendysta-doktorat, a którym kierował Promotor pracy doktorskiej.

Całość przedstawionej rozprawy podzielona jest w logiczny i jasny sposób, strona za stroną, wciągając czytelnika w zagadnienia z zakresu mechanizmów konwersji pola magnetycznego i promieniowania elektromagnetycznego na energię cieplną, nanomateriałów wykorzystywanych w hipertermii oraz wpływu stymulacji temperaturowej na układy biologiczne. Część teoretyczna zawiera także obszernie rozdziały opisujące badane materiały – ferryty, sposoby ich otrzymywania oraz modyfikacji, a także metody badania otrzymanych produktów. Autorka wyjaśniła w tej części na czym polega badane przez Nią zjawisko generowania ciepła w otrzymanych układach oraz od czego jest zależne. Czytając, nie można oprzeć się wrażeniu, że Doktorantka doskonale wie z czym ma do czynienia, umie połączyć wiele różnych obszarów badawczych tak aby w pełni zrozumieć obiekty swoich badań, a co za tym idzie – że jest ekspertką w swojej dziedzinie. Całość części teoretycznej podparta jest obszerną literaturą, na którą składa się aż 189 pozycji, głównie publikacji naukowych.

W dalszej części rozprawy Doktorantka zawarła kopie sześciu publikacji naukowych, w których przedstawione są wyniki badań będące podstawą ubiegania się o stopień doktora. Publikacje poprzedzone są rozdziałem zawierającym streszczenia każdej pracy z osobna, podsumowujące najważniejsze informacje zawarte w artykułach.

Celem pracy doktorskiej było zbadanie synergicznego wpływu konwersji zmiennego pola magnetycznego i promieniowania elektromagnetycznego z zakresu bliskiej podczerwieni na wytwarzanie energii cieplnej w wybranych nanomateriałach z rodziny ferrytów ( $MFe_2O_4$ ), ich heterostrukturach i kompozytach, jako układów mogących zostać wykorzystane w biomedycynie. Pani mgr inż. Magdalena Kulpa-Greszta skupiła się w swoich badaniach na opracowaniu i doskonaleniu różnych metod syntezy nanomateriałów o kontrolowanym rozmiarze, kształcie i składzie chemicznym, a także na zbadaniu interakcji tych materiałów z wybranymi komórkami nowotworowymi w celu oceny ich potencjału do zastosowania w magnetofototerapii. Tematyka badawcza bez cienia wątpliwości wpisuje się w światowe trendy dotyczące poszukiwania „oręża” do walki z chorobami nowotworowymi.

Do najważniejszych wyników uzyskanych przez Doktorantkę z pewnością można zaliczyć:

- opracowanie i optymalizacja metody syntezy ferrytów za pomocą techniki szybkiego nastrzyku z użyciem rozpuszczalnika pomocniczego, co pozwoliło na kontrolowane tworzenie ferrytów o zróżnicowanych kształtach, w tym sześciątów, wielościanów foremnych i gwiazd.

- Opracowanie i zoptymalizowanie metody syntezy nanomateriałów ferrytowych o strukturze rdzeń-otoczka (core-shell) z wykorzystaniem techniki wzrostu na rdzeniach, co umożliwiło tworzenie homo- i heterostruktur wielowarstwowych.
- Skonstruowanie efektywnej metody syntezy heterostruktur, łączących ferryty z wytrąceniami metalicznymi (Ag, Au), co pozwoliło na uzyskanie nanoplatform o wielofunkcyjnych właściwościach, takich jak bezkontaktowa indukcja ciepła, właściwości antybakteryjne i efekt SERS.
- Otrzymanie hybryd ferrytów z syntetycznym polimerem PMMA, które mogą znaleźć zastosowanie w cementach kostnych i materiałach filtrujących pole magnetyczne.
- Wykazanie, że równoczesna, bezkontaktowa konwersja zmiennego pola magnetycznego i światła laserowego jest bardzo efektywna w przypadku różnych materiałów ferrytowych, ich heterostruktur oraz hybryd, a parametr SAR przekroczył wartość 1000 W/g, a nawet 3000 W/g w przypadku najlepszych materiałów.
- Zrozumienie wpływu kształtu nanocząstek na efektywność indukcji ciepła, zwłaszcza w przypadku działania zmiennego pola magnetycznego, gdzie cząstki o morfologii gwiazd okazały się najbardziej efektywne.

Cele pracy doktorskiej, które według mojej oceny były bardzo ambitne i wymagały dużego nakładu pracy Doktorantki, zostały osiągnięte z sukcesem. Nie mam również wątpliwości, że znaczący wkład w to osiągnięcie ma Promotor, który jest uznanym specjalistą w dziedzinie projektowania nanomateriałów, nie tylko do celów związanych z hipertermią i stworzył doskonałe warunki dla rozwoju naukowego Doktorantki. Wyniki badań przeprowadzonych przez Doktorantkę zostały opublikowane w bardzo dobrych czasopismach. Na podkreślenie zasługuje także fakt, że we wszystkich sześciu pracach Doktorantka jest pierwszą na liście autorów co świadczy o wysokich kompetencjach i opanowaniu wielu umiejętności związanych z prowadzonymi badaniami oraz pisanem prac naukowych.

Ponieważ artykuły, które stanowią główną część rozprawy doktorskiej, zostały poddane recenzji w procesie publikacji, trudno jest znaleźć istotne niedociągnięcia czy błędy merytoryczne na etapie, na którym mam przyjemność się z nimi zapoznać. Po przeczytaniu treści rozprawy, można jedynie wyrazić apetyt na więcej, zwłaszcza w kontekście badań biologicznych materiałów opracowanych przez Doktorantkę. W tym kontekście, a także biorąc pod uwagę, konieczność uwzględnienia stężenia oraz morfologii nanomateriałów i ich interakcji z komórkami biologicznymi, które to aspekty zostały podkreślone jako istotne przy ocenie biokompatybilności, i skuteczności terapeutycznej badanych układów, nasuwa się pytanie: co mogłoby wnieść poszerzenie zakresu stosowanych technik badawczych o pomiar dynamicznego rozpraszania światła (DLS) oraz określenie potencjału zeta nanocząstek? Ponadto, czy układy otrzymane przez Doktorantkę można poddać

procesom takim jak oczyszczenie z aglomeratów nanocząstek, poprawa (zawężenie) dystrybucji ich rozmiarów? Jeśli tak to jakie to mogłyby być metody?

Podsumowując, przedstawiona do recenzji rozprawa doktorska niewątpliwie spełnia wymogi stawiane tego typu pracom, czyniąc zadość warunkom określonym w art. 187 Ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. z 2021 r., poz. 478 z późniejszymi zmianami). W związku z powyższym, uprzejmie wnoszę o dopuszczenie Pani mgr inż. Magdaleny Kulpy-Greszty do dalszych etapów przewodu doktorskiego. Ponadto, wnioskuję o wyróżnienie rozprawy, która moim zdaniem jest wyjątkowa zarówno pod względem znaczenia, jak i innowacyjności przedstawionych wyników, a także ze względu na wysoką jakość publikacji, które stanowią integralną część tej pracy.

Z poważaniem,