



KATEDRA  
BIOFIZYKI

|  |            |      |
|--|------------|------|
| POLITECHNIKA POZNAŃSKA<br>WYDZIAŁ INŻYNIERII MATERIAŁOWEJ I FIZYKI TECHNICZNEJ |            |      |
| DNIA   | 05-12-2022 | DNIA |
| WPLYNĘŁO   |            |      |

DF-63/85/2022

Lublin, 10 listopada 2022 r.

Prof. dr hab. Wiesław I. Gruszecki  
Katedra Biofizyki, Instytut Fizyki  
Uniwersytet Marii Curie-Skłodowskiej  
w Lublinie

**Ocena rozprawy doktorskiej mgr inż. Pauliny Błaszkiwicz  
pt. „Optymalizacja procesu syntezy i funkcjonalizacji nanocząstek złota oraz  
określenie istotnych do zastosowania biomedycznych parametrów  
fotofizycznych nanocząstek i ich układów hybrydowych z wybranymi  
barwnikami”**

Ewolucja procesu projektowania oraz syntezy układów dostarczających w sposób specyficzny oraz wydajny substancje o znaczeniu farmakologicznym do organizmu pacjentów doprowadziła do wyłonienia się obszaru zainteresowania naukowców, który określić można mianem nanomedycyny. W praktyce farmakologicznej, wiele z tego typu układów bazuje na nanocząstkach, włączając nanocząstki metaliczne. Ostatnie lata przyniosły wiele osiągnięć w tym zakresie, w tym dotyczących syntezy układów hybrydowych zawierających barwniki do terapii fotodynamicznej nowotworów. Dzięki efektowi synergii pomiędzy aktywnością fotouczulaczy sprzężonych z nanocząstkami metalicznymi możliwym stało się

wprowadzenie do arsenału metod terapii antynowotworowej nowoczesnych, nietoksycznych i skutecznych układów stosowanych nie tylko w tradycyjnej terapii fotodynamicznej, ale również nanocząstek eliminujących komórki rakowe na drodze degradacji termicznej. W ten nurt badawczy wpisuje się centralnie praca doktorska pani mgr inż. Pauliny Błaszkiwicz, co sprawia, iż w mojej opinii jest ona nie tylko interesująca, ale również bardzo ważna.

Praca doktorska pani mgr. inż. Pauliny Błaszkiwicz wykonana została w Zakładzie Fizyki Molekularnej Instytutu Fizyki, na Wydziale Inżynierii Materiałowej i Fizyki Technicznej Politechniki Poznańskiej, pod kolektywnym kierunkiem pani prof. dr hab. Aliny Dudkowiak, jako promotora, oraz pana dr. inż. Michała Kotkowiaka, w roli promotora pomocniczego. Praca doktorska opiera się na wynikach badań Kandydatki ogłoszonych w 4 oryginalnych artykułach badawczych opublikowanych w latach 2017-2022. Kopie tych artykułów stanowią integralną część przedłożonej rozprawy doktorskiej. Analiza opisów przygotowanych przez doktorantkę oraz załączonych oświadczeń złożonych przez współautorów artykułów pozwala na jednoznaczne wyodrębnienie wkładu Kandydatki, mogącego stanowić podstawę osiągnięcia naukowego przekładającego się na uzyskanie stopnia naukowego doktora. Rozprawa doktorska zredagowana została w oparciu o podstrukturę, której elementami są: streszczenia w języku polskim oraz angielskim, czyniące zadość wymaganiom formalnym, wstęp wprowadzający w tematykę badawczą, jako rozdział pierwszy, opis formy rozprawy oraz indywidualnego wkładu doktorantki, jako rozdział drugi, opis zastosowanych materiałów oraz procedur eksperymentalnych, w ramach rozdziału trzeciego, krótki opis zrealizowanych zadań badawczych, zamieszczony jako rozdział czwarty, podsumowanie wyników stanowiące rozdział piąty, oraz zestawienie pozycji cytowanego piśmiennictwa, jako rozdział zatytułowany „Literatura”, po którym doktorantka prezentuje również zestawienie swojego całościowego dorobku naukowego. Bardzo istotną część pracy doktorskiej, mającą swoje odbicie zarówno w części wstępnej rozprawy jak i w opublikowanych artykułach, stanowi twórczy wkład w optymalizację procesu syntezy nanocząstek złota o różnej geometrii oraz ich

funkcjonalizacji. Wszelkie dotyczące tego procesu opisy, wspomagane są pomysłowymi i doskonałej jakości grafikami, stanowią cenny wkład do międzynarodowej wymiany myśli i doświadczenia, przyczyniając się do postępu w obszarze nanotechnologii układów istotnych z punktu widzenia medycyny i farmakologii.

W zupełności zgadzam się z wnioskami z przeprowadzonych badań, wyartykułowanymi przez Doktorantkę w ramach „Podsumowania”. Szczególnie interesujące oraz ważne z perspektywy poznawczej są w mojej opinii rezultaty dotyczące wskazania możliwości wykorzystania techniki LIOAS do analizy wydajności konwersji energii świetlnej na termiczną w układach nanocząstek o potencjalnym znaczeniu w terapii fototermicznej oraz opracowanie metod funkcjonalizacji nanocząstek metalicznych zapewniającej wzmocnienie właściwości fotofizycznych barwników będących aktywnym składnikiem tych układów hybrydowych, wpływających na ich wysoką aktywność w terapii fotodynamicznej.

Praca doktorska pani mgr inż. Pauliny Błaszkievicz, jako opracowanie bardzo interesujące i wieloaspektowe, rodzi również pytania natury poznawczej. Niektóre z nich formułuję poniżej.

1. Jak pokazano w ramach pracy doktorskiej, technika LIOAS oferuje doskonałe możliwości do badania konwersji energii świetlnej na termiczną w układach syntezy pod kontem terapii fototermicznej. Z drugiej strony, technika ta jest w stanie mierzyć wydzielanie ciepła w oknie czasowym do 200 ns po wzbudzeniu impulsem laserowym. Ciekaw jestem czy możliwe jest, iż pewna frakcja energii termicznej, na przykład pochodząca z dezaktywacji stanów trypletowych, emitowana jest po dłuższym czasie i wobec tego nie jest możliwa detekcja tej frakcji z zastosowaniem techniki LIOAS?

2. Obecność nanocząstek syntezowanych ze złota w formie nanoprętów (Au-NRs) w warstwach jednocząsteczkowych formowanych na granicy faz woda-powietrze z lipidu DPPC łączy się z pojawieniem bardzo wielu interesujących efektów. Wśród nich są, między innymi, te związane z przebiegiem zależności modułu ściśliwości od ciśnienia powierzchniowego (Fig. 2, praca nr IV). Ciekaw jestem z czego może wynikać pojawianie się lokalnych minimów obserwowanych w układach mieszanych przy ciśnieniach ok. 20 oraz 40 mNm<sup>-1</sup>?
3. Bardzo interesujące są, w mojej ocenie, efekty fototermiczne na właściwości membran lipidowych zawierających wbudowane nanopręty złota (praca nr IV). W pełni zgadzam się z konkluzją, iż efekty tego typu prowadzić mogą do zaburzenia właściwości strukturalnych i dynamicznych naturalnych błon biologicznych. Z drugiej strony, w eksperymentach prowadzonych w ramach pracy doktorskiej monowarstwy badane były w temperaturze 21 °C, czyli znacznie poniżej temperatury przejścia fazowego do fazy płynnej (L<sub>α</sub>) dla błon formowanych z DPPC (~41 °C). Zastanawiam się czy podobnych efektów można oczekiwać również w stanie płynnym membran, które stanowią bardziej odpowiedni model błon biologicznych?

### **Konkluzja**

Formułując konkluzję chciałbym stwierdzić, iż pani mgr inż. Paulina Błaszkiwicz przedstawiła bardzo wartościową rozprawę doktorską, opierającą się na wynikach precyzyjnie zaprojektowanych oraz starannie przeprowadzonych przez nią prac eksperymentalnych. Prowadzone w ramach projektu doktorskiego prace wymagały przygotowania zarówno w zakresie preparatyki nanocząstek jak i wiedzy

oraz umiejętności w zakresie technik spektroskopii molekularnej. Uzyskane wyniki ogłoszone zostały w renomowanych międzynarodowych czasopismach specjalistycznych. Doktorantka doskonała swój warsztat badawczy w trakcie realizacji licznych projektów, których efektem są publikacje naukowe nie stanowiące bezpośrednio podstawy pracy doktorskiej.

Moim zdaniem, przedstawiona przez panią mgr inż. Paulinę Błaszkiwicz rozprawa doktorska zawiera rozwiązania aktualnych, interesujących oraz ważnych problemów naukowych, wnosi do nauki światowej znaczący postęp, spełniając tym samym wymagania stawiane w postępowaniach doktorskich, 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. Pauliny Błaszkiwicz do dalszych etapów postępowania doktorskiego, w szczególności do publicznej obrony.

Mr. Lema.

