



KATEDRA
BIOFIZYKI

Lublin, 27 kwietnia 2026 r.

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

**Ocena rozprawy doktorskiej mgr inż. Beaty Tim
pt. „Organizacja nanocząstek złota na granicy faz i ich oddziaływanie
z wybranymi związkami organicznymi”**

Pojawienie się, jako efekt postępu technologicznego, możliwości syntezy oraz badania z rozdzielczością submikroskopową obiektów w nanoskali (w tym również formowanych z jonów metali, jak srebro i złoto) otworzyło nowy obszar aktywności naukowej zwany nanotechnologią. Bardzo szybko okazało się, że nanotechnologia może mieć nie tylko kluczowe znaczenie w analizie chemicznej oraz medycznej poprzez plazmonowe wzmacnianie sygnałów w detekcji pojedynczych molekuł, ale również w projektowaniu celowanego oddziaływania obiektów w nanoskali z biomolekułami o kluczowym znaczeniu w terapii i diagnostyce medycznej. Tematyki tej dotyczy bezpośrednio projekt doktorski pani mgr inż. Beaty Tim, co pozwala wnioskować, iż jest on nie tylko nowoczesny i interesujący, ale również bardzo ważny w kontekście możliwych aplikacji biomedycznych.

Praca doktorska zrealizowana została w Zakładzie Fizyki Molekularnej Instytutu Fizyki na Wydziale Inżynierii Materiałowej i Fizyki Technicznej Politechniki Poznańskiej pod kierunkiem prof. Aliny Dudkowiak, ze wsparciem pani dr inż. Pauliny Błaszkievicz pełniącej rolę promotora pomocniczego. Praca doktorska opiera się na wynikach oryginalnych prac eksperymentalnych kandydatki zawartych w czterech współautorskich artykułach opublikowanych w latach 2022–2025 w czasopiśmie cieszącym się bardzo dobrą reputacją w międzynarodowym środowisku specjalistów. Analiza opisów doktorantki zamieszczonych w ramach rozprawy oraz oświadczeń współautorów, stanowiących integralną jej część, prowadzi do wniosku, iż dzieło określone tytułem rozprawy stanowi własność intelektualną pani mgr inż. Beaty Tim oraz może być prezentowane jako jej rozprawa doktorska. Oceniając formę edytorską pracy doktorskiej, stwierdzić można, iż jest ona zwarta i logiczna. Po spisie treści, wykazie skrótów i oznaczeń oraz streszczeniach opracowanych w języku polskim oraz angielskim, autorka zamieściła „Wstęp” jako rozdział o numerze I, stanowiący cenne wprowadzenie czytelnika w lekturę rozprawy. Rozdziały o kolejnych numerach zawierają treści wyjaśniające strukturę rozprawy (numer II), prezentację materiałów oraz zastosowanych technik pomiarowych (numer III), opisy przeprowadzonych badań, odwołujące się do poszczególnych artykułów stanowiących kanwę cyklu (numer IV) oraz zestawienie najważniejszych rezultatów w formie „Podsumowania” (numer V). Rozprawę zamyka zestawienie pozycji cytowanego piśmiennictwa w ramach rozdziału zatytułowanego Literatura oraz zestawienie dorobku naukowego doktorantki. W dalszej części rozprawy prezentowane są wspomniane już przeze mnie powyżej oświadczenia współautorów oraz przedruki publikacji stanowiących podstawę pracy doktorskiej. Wśród szczególnej rangi rezultatów naukowych, będących efektem realizacji projektu doktorskiego pani mgr inż. Beaty Tim dostrzegam:

1. Upowszechnienie szeregu szczegółowych danych dotyczących parametrów termodynamicznych warstw powierzchniowych formowanych na granicy faz woda-powietrze z nanocząstek syntezowanych z jonów złota w formie nanosfer oraz nanoprętów, funkcjonalizowanych wieloma związkami

istotnymi z perspektywy zastosowań biologicznych (między innymi DDT oraz PEG-SH o różnej długości).

2. Uzyskanie informacji na poziomie molekularnym dotyczących oddziaływania nanocząstek syntezowanych z jonów złota z modelowymi błonami biologicznymi w formie warstw jednocząsteczkowych: jednoskładnikowych tworzonych z nasyconych oraz nienasyconych lipidów (DPPC oraz DOPC) oraz modyfikowanych cholesterolem. Informacje te są w mojej opinii szczególnie cenne w kontekście toczącej się od wielu już lat burzliwej dyskusji dotyczącej wpływu bądź braku negatywnych efektów nanocząstek metalicznych na żywe komórki, w szczególności na błony komórkowe.

Praca doktorska pani mgr inż. Beaty Tim prezentuje wiele ważnych wyników, otwierając jednocześnie nowe interesujące problemy natury poznawczej. Wyrazem tego mogą być sformułowane poniżej pytania:

1. Bardzo interesującym i ważnym efektem raportowanym w pracy doktorskiej jest wzmocnienie powierzchniowe rozpraszania Ramana na strukturach nanocząstek złota uformowanych na granicy faz woda-powietrze i naniesionych na podłoże stałe techniką Langmuir-Blodgett. Mikroskopowy obraz powierzchni ujawnia obecność dwuwymiarowych struktur o morfologii dendrytycznej (str. 87, Fig. 4). Ciekaw jestem, czy różne fragmenty tych struktur prezentują odmienny potencjał efektu SERS? Można spekulować, że wzmocnienie w punktach zakończeń struktur dendrytycznych jest o rzędy wielkości większe niż w sąsiednich (mam tu na myśli „pnie drzewek”). Czy analiza powierzchni z zastosowaniem obrazowania ramanowskiego w skali submikroskopowej mogłaby przybliżyć odpowiedź na tak postawione pytanie?

2. Izotermi sprężania warstw powierzchniowych formowanych na granicy faz woda-powietrze prezentowane są w obrębie całej rozprawy jako zależności ciśnienia powierzchniowego od powierzchni waniarki wyrażonej w jednostkach [cm^2]. Jest to zabieg w pełni zrozumiały, biorąc pod uwagę różnorodność rozmiarów oraz morfologii struktur nanocząstek złota. Z drugiej strony, znając dobrze z danych literaturowych kształt izoterm sprężania jednoskładnikowych warstw jednocząsteczkowych czystych lipidów DPPC oraz POPC oraz powierzchnie właściwe cząsteczek w takich monowarstwach wydaje się możliwe przecechowanie izoterm sprężania warstw wieloskładnikowych na powierzchnię lipidu (na przykład str. 111, Fig. 2). Analizy sprężania warstw mieszanych lipidów z nanocząstkami wydają się zaskakujące oraz bardzo interesujące. Wynika z nich, między innymi, że dla DPPC w warstwach powierzchniowych sprężonych do ciśnień poniżej 10 mNm^{-1} powierzchnia molekularna w układach mieszanych jest niższa niż dla czystego lipidu. Przy ciśnieniach wyższych efekt przesunięcia odwraca się. Ciekaw jestem, jaki mógłby być mechanizm molekularny tego typu zachowań? Dodatkową zagadkę stanowi fakt, iż w przypadku lipidu nienasyconego (POPC) podobny efekt nie jest obserwowany. Ciekaw jestem zdania doktorantki na ten temat.

Konkluzja

Przechodząc do konkluzji chciałbym stwierdzić, iż pani mgr inż. Beata Tim przedstawiła wartościową rozprawę doktorską, opierającą się na wynikach swoich prac eksperymentalnych, których wyniki ogłoszone zostały równolegle w czterech wieloautorskich oryginalnych artykułach badawczych opublikowanych w czasopismach specjalistycznych o międzynarodowym zasięgu. Przeprowadzona

przeze mnie analiza pozwala na jednoznaczne przypisanie doktorantce autorstwa dzieła określonego tytułem rozprawy. Jak wynika z zestawienia osiągnięć przedstawionego przez doktorantkę, jest ona również autorką szeregu innych wyników badawczych stanowiących podstawę pięciu artykułów naukowych, które nie zostały włączone bezpośrednio do cyklu prezentowanego jako praca doktorska. Zaangażowanie w te projekty badawcze z pewnością wpłynęło pozytywnie na warsztat naukowy oraz erudycję doktorantki.

Moim zdaniem, praca doktorska przedstawiona przez panią mgr inż. Beatę Tim zawiera rozwiązania ważnych oraz aktualnych problemów naukowych, wnosi do nauki światowej istotny postęp, spełniając tym samym wymagania stawiane w postępowaniach doktorskich, czyniąc zadość warunkom określonym w Ustawie „Prawo o Szkolnictwie Wyższym i Nauce” z dnia 20 lipca 2018 r. (tekst jednolity Dz. U. z 2024 r., poz. 1571 z późniejszymi zmianami). W związku z powyższym wnoszę o dopuszczenie pani mgr inż. Beaty Tim do kolejnych etapów postępowania o nadanie stopnia naukowego doktora, w szczególności do publicznej obrony.

A blacked-out signature, likely of the author or reviewer, located at the end of the text.