



UNIwersytet KAZIMIERZA WIELKIEGO  
W BYDGOSZCZY

WYDZIAŁ NAUK PRZYRODNICZYCH

Instytut Biologii Eksperymentalnej, Zakład Immunobiologii  
Al. Powstańców Wielkopolskich 10, 85-090 Bydgoszcz



Bydgoszcz, dn. 18. 11. 2019 r.

**dr hab. Wiesław Krumrych, prof. uczelni**  
Uniwersytet Kazimierza Wielkiego  
Wydział Nauk Biologicznych  
Katedra Mikrobiologii i Immunobiologii  
Al. Powstańców Wlkp. 10, 85-090 Bydgoszcz

Recenzja rozprawy doktorskiej pani mgr **Żanety Lewandowskiej**

**pt. „Powierzchniowa modyfikacja podłoży tytanowych metodą elektrochemicznego utleniania oraz badania nad zastosowaniem wytwarzanych powłok w medycynie”**

wykonanej w Katedrze Chemii Nieorganicznej i Koordynacyjnej, Wydział Chemii oraz Zakładzie Immunologii, Wydział Biologii i Ochrony Środowiska, Uniwersytet Mikołaja Kopernika w Toruniu

pod kierunkiem dr. hab. Piotra Piszczka, prof. UMK oraz prof. dr. hab. Wiesława Kozaka

Ocenę pracy przeprowadzono na zlecenie, i zgodnie z uchwałą, Rady Wydziału Chemii Uniwersytetu Mikołaja Kopernika w Toruniu, na podstawie materiałów przekazanych przez Pana prof. dr. hab. Edwarda Szłyka, Dziekana Wydziału.

Przedstawiona do oceny rozprawa doktorska mgr Żanety Lewandowskiej znakomicie wpisuje się w aktualny, ważny i intensywnie badany nurt badań, zmierzających do lepszego poznania procesów wytwarzania nowych biomateriałów oraz oceny ich biokompatybilności. Doktorantka w swoich badaniach skoncentrowała się na optymalizacji procesu wytwarzania nanopowłok tytanowych (TNT), a także na ocenie ich właściwości fizykochemicznych oraz biologicznych.

W mojej ocenie, wybór tematu jest w pełni uzasadniony nie tylko w aspekcie poznawczym, ale również, a może przede wszystkim, implikacji praktycznych, zmierzających do opracowania konstrukcji nowoczesnych i bezpiecznych biomateriałów wykorzystywanych w implantologii.

## FORMALNA CHARAKTERYSTYKA ROZPRAWY

Rozprawę stanowi przygotowane w języku polskim opracowanie liczące 195 stron maszynopisu. Układ pracy jest typowy dla dysertacji doktorskich z zakresu nauk eksperymentalnych. W pracy wydzielono następujące rozdziały: *Część teoretyczna* (45 stron) złożoną z 4 podrozdziałów, *Cel i zakres pracy* (1 strona), *Część doświadczalna* (15 stron), zawierająca opis chemicznych i biologicznych procedur badawczych, *Otrzymane wyniki wraz z ich dyskusją* (102 strony), *Podsumowanie i wnioski* (5 stron). Dopelnieniem pracy jest *Spis tabel* (1 strona), *Spis rysunków* (5 stron), *Streszczenie* (2 strony), *Abstract* (2 strony) oraz *Literatura* (11 stron). Całość poprzedzona została *Spisem treści*, *Indeksem skrótów stosowanych w pracy* oraz krótkim *Wprowadzeniem*.

W pracy zamieszczono 10 tabel oraz 67 rysunków dokumentujących w większości wyniki badań własnych. *Literatura* obejmuje 301 pozycji piśmienniczych, wśród których zdecydowanie dominują źródła anglojęzyczne (ok. 98%).

Zarówno kompozycję pracy, jak i zawartość poszczególnych jej części uważam za prawidłowe i przejrzyste. Układ pracy jest logiczny, co dowodzi umiejętności Doktorantki do właściwego przedstawienia problemu naukowego i sposobu jego rozwiązania.

Pod względem edytorskim pracę przygotowano bardzo starannie. Dobrze oracowano tabele i ryciny, zaś tekst został napisany poprawną polszczyzną. Jakkolwiek Autorka nie ustrzegła się drobnych niezręczności stylistycznych, podkreślić należy, że są one bardzo nieliczne, zważywszy na znaczną objętość przedłożonej dysertacji.

## OCENA MERYTORYCZNA

*Część teoretyczna*, to obszerny rozdział, stanowiący wstęp rozprawy doktorskiej. Autorka charakteryzuje w nim biomateriały, ich właściwości oraz zastosowania. Kolejne podrozdziały, nawiązujące do pierwszej części, dotyczą procesów oddziaływania komórek z powierzchnią metalu oraz technologii modyfikacji powierzchni podłoży tytanowych z uwzględnieniem ich własności przeciwdrobnoustrojowych. Przedstawione w sposób logiczny, kompetentny i przejrzysty treści, wzbogacone licznymi rycinami, stanowią interesującą lekturę pomimo hermetyczności tematu. Są one oparte na przeglądzie licznych i aktualnych prac oryginalnych oraz przeglądowych, zamieszczonych w uznanych czasopismach naukowych. Zawartość tego rozdziału dowodzi wiedzy Autorki oraz umiejętności analizowania i prawidłowego cytowania piśmiennictwa. Obszerna podbudowa teoretyczna stanowi niewątpliwie właściwe wprowadzenie do celu zaplanowanych badań.

Przy okazji lektury tego rozdziału zwróciło moją uwagę pierwsze zdanie podrozdziału 2. (str. 23), które brzmi: „Tkanka kostna jest żyjącym narządem, ...”. Sugeruję zmianę tego niefortunnego stwierdzenia, np. na: „Tkanka kostna jest funkcjonalną (ew. żywą) strukturą...”

**Cel i zakres pracy.** Doktorantka jasno sprecyzowała cel badań, wyraźnie korespondujący z tematem dysertacji, po czym pokrótce scharakteryzowała zakres i etapy badań zmierzających do jego realizacji. Taką konstrukcję tej krótkiej części pracy uważam za prawidłową i zasadną. Jedyna, drobna uwaga dotyczy raczej natury typograficznej. Sprowadza się ona do lepszego, graficznego wyeksponowania celu badań, bowiem ten istotny element pracy przedstawiono w ramach jednego akapitu, wraz z treściami dotyczącymi istoty i zakresu badań.

**Część doświadczalna.** W tym rozdziale pracy Doktorantka przedstawiła metodykę swoich badań. Jego zawartość dostarcza wielu szczegółowych informacji, dotyczących nie tylko układu poszczególnych doświadczeń, ale także stosowanych procedur, aparatury, odczynników i innych materiałów. W tym miejscu pragnę podkreślić bardzo szeroki zakres badań. Obejmuje on w *Części chemicznej* wytwarzanie powłok nanorurek ditlenku tytanu (TNT) i wzbogacanie ich nanocząsteczkami srebra oraz szereg badań właściwości fizykochemicznych uzyskanych materiałów. Z kolei *Część biologiczna*, to metodyka badań immunologicznych (m.in. złożonych procedur przygotowawczych, oceny żywotności fibroblastów oraz oznaczania poziomów prostaglandyny PGE<sub>2</sub> i TNF- $\alpha$ ) oraz mikrobiologicznych. Wszystko to, w kontekście wykorzystania różnorodnych i właściwie dobranych, nowoczesnych technik laboratoryjnych, świadczy o doskonałym przygotowaniu mgr Żanety Lewandowskiej do prowadzenia tego typu prac badawczych.

Niezależnie od zdecydowanie pozytywnej oceny tego rozdziału, pragnę zwrócić uwagę na brak informacji o stosowanych metodach i narzędziach (programach) statystycznych, które na ogół przedstawiane są w części poświęconej metodologii badań.

**Otrzymane wyniki wraz z ich dyskusją.** Z racji szerokiego wachlarza badań, pula wyników uzyskanych w przebiegu realizacji tematu jest znaczna. Autorka przedstawiła je w formie 24 wykresów, 8 tabel oraz bardzo bogatej dokumentacji fotograficznej uzyskanej z wykorzystaniem skaningowej oraz transmisyjnej mikroskopii elektronowej (ok. 150 zdjęć). W tym miejscu pragnę podkreślić profesjonalizm i staranność z jaką przygotowano dokumentację. Wykresy są przejrzyste i czytelne, podobnie jak tabele, które nie zostały obciążone nadmiarem, często niepotrzebnych, wierszy i kolumn. Rezultaty badań

przystawiono w układzie zgodnym z opisanym wyżej w *Części doświadczalnej*. Taki sposób uważam za bardzo dobry, bowiem umożliwia Czytelnikowi przejrzystą ocenę efektów realizacji poszczególnych etapów badań. Wykorzystanie bogatego warsztatu badawczego pozwoliło Doktorantce na uzyskanie wielu cennych wyników, wśród których za najbardziej wartościowe uważam:

- A. Ustalenie optymalnych warunków utleniania anodowego w procesie wytwarzania nanopowłok tytanowych.
- B. Opracowanie warunków chemicznego osadzania nanocząstek srebra z fazy gazowej na powierzchni nanorurek ditlenku tytanu.
- C. Wykazanie dobrych właściwości biointegracyjnych i przeciwbakteryjnych, przy jednoczesnym braku oznak cytotoksyczności, opracowanych powłok tytanowych.

Wyniki swoich badań Doktorantka w sposób rzetelny i ciekawy skonfrontowała z najnowszymi oraz nieco starszymi, ale ciągle aktualnymi, danymi piśmiennictwa. Odnosi się to do wszystkich aspektów prowadzonych badań. Tę część pracy czyta się bardzo dobrze. Wskazuje ona na dużą wiedzę i swobodne poruszanie mgr Żanety Lewandowskiej w obszarze związanym z tematem dysertacji.

*Drobne uwagi:*

1. Sugeruję zmianę wyrazu „Rysunek” w tytułach fotograficznej dokumentacji wyników badań, na słowo „Rycina”, jako lepiej korespondującego z ich formą.
2. W opisie mechanizmów uwalniania jonów  $Ag^+$  (str. 120, pierwszy akapit) brak odniesienia do pozycji źródłowych zamieszczonych w *Literaturze*.

**Podsumowanie i wnioski.** To część pracy, w której Doktorantka przedstawiła najważniejsze efekty swoich badań. Taka forma jest w moim przekonaniu bardzo zasadna, zwłaszcza wobec ogromu informacji, których dostarczyła realizacja zadania. Syntetyczne ujęcie rezultatów badań w 14 punktach, niewątpliwie ułatwia ich percepcję. Dodatkowym ułatwieniem jest pogrupowanie ich w części odpowiadające kolejnym realizowanym procedurom badawczym. Jakkolwiek Autorka nie sformułowała jasno wniosków stanowiących bezpośrednią odpowiedź na założony cel badań, za takowe można niewątpliwie uznać wspomniane wyżej najważniejsze efekty pracy. Omawiany rozdział (i całość pracy) kończy dobrze napisana część, w której Doktorantka wskazuje kierunki dalszych badań, zmierzających do opracowania nowych biomateriałów implantacyjnych.

### ***Inne drobne uwagi:***

1. W *Spisie treści* występuje niezgodność numeracji stron rozdziałów i podrozdziałów (począwszy od strony 54) z ich numeracją w tekście pracy.
2. *Streszczenie*. Pierwsze i kończące zdanie ostatniego akapitu (str. 181) zawierają w zasadzie te same treści. Sugeruję zatem zrezygnowanie z ostatniego zdania *Streszczenia*, podobnie jak to ma miejsce w wersji anglojęzycznej.
3. *Literatura*:
  - należy ujednoczyć pisownię nazw czasopism źródłowych, bowiem podawane są zarówno skróty, jak również (często) pełne ich nazwy ,
  - w przypadku pozycji źródłowej nr 254 brakuje pełnych danych bibliograficznych (tom, strony),

Pomimo uwag i sugestii, które zamieściłem, z racji obowiązku, w niniejszej recenzji, pragnę w tym miejscu mocno podkreślić, że te, na ogół drobne i łatwe do usunięcia, niedoskonałości językowe i redakcyjne nie zakłócają percepcji tekstu oraz nie mają istotnego wpływu na zdecydowanie pozytywną ocenę całości pracy.

### **PODSUMOWANIE I WNIOSEK KOŃCOWY**

Po analizie przedłożonej pracy doktorskiej stwierdzam, że stanowi ona istotny wkład w poznanie przebiegu procesów wytwarzania nanorurek  $\text{TiO}_2$  oraz ich wzbogacania nanocząstkami srebra, a także zrozumienie wpływu ich morfologii na właściwości fizykochemiczne i biologiczne. Podkreślić należy przy tym, że praca może stanowić pomocną wskazówkę aplikacyjną w opracowywaniu nowoczesnych biomateriałów, mogących znaleźć zastosowanie w konstruowaniu nowej generacji implantów.

Pani mgr Żaneta Lewandowska w swojej pracy wykazała się znajomością teoretyczną w zakresie omawianego zagadnienia, umiejętnością konstrukcji metodyki i realizacji badań z wykorzystaniem wielu różnorodnych i zaawansowanych metod badawczych oraz trafnością interpretacji uzyskanych wyników z zachowaniem analitycznego dystansu podczas ich oceny. Wszystko to świadczy o znacznej wiedzy Doktorantki, a także Jej dojrzałości naukowej w planowaniu i realizacji zadań badawczych.

W mojej opinii rozprawa doktorska mgr Żanety Lewandowskiej pt. „Powierzchniowa modyfikacja podłoży tytanowych metodą elektrochemicznego utleniania oraz badania nad zastosowaniem wytwarzanych powłok w medycynie” jest bardzo dobra i spełnia z naddatkiem wymogi stawiane rozprawom doktorskim określone w art. 13 Ustawy o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki (z dnia

14.03.2003, Dz. U. Nr 65, poz. 595, z późn. zmianami). W związku z powyższym zwracam się z wnioskiem do Pana Dziekana i Wysokiej Rady Wydziału Chemii UMK w Toruniu o dopuszczenie Kandydatki do dalszych etapów przewodu doktorskiego.

Biorąc pod uwagę szeroki, wieloobszarowy zakres oraz wysoki poziom merytoryczny przeprowadzonych badań, a także potencjalnie aplikacyjny charakter uzyskanych wyników, wyrażam niniejszym uznanie dla Pani mgr Żanety Lewandowskiej i wnioskuję o stosowne wyróżnienie Jej rozprawy doktorskiej.



*dr hab. Wiesław Krumrych, prof. uczelni*