

Prof. dr hab. Katarzyna Hrynkiewicz
Katedra Mikrobiologii, Instytut Biologii
Wydział Nauk Biologicznych i Weterynaryjnych
Uniwersytet Mikołaja Kopernika w Toruniu
Lwowska 1, 87-100 Toruń
Tel. +48 (56) 611-25-40
E-mail: hrynk@umk.pl

Toruń 03.04.2026

Podstawa formalna opinii

Opinia została sporządzona dla Komisji Uniwersytetu Łódzkiego do spraw stopni Naukowych w dyscyplinie nauki biologiczne, zgodnie z decyzją podjętą na posiedzeniu w dniu 11 grudnia 2025 r.

RECENZJA ROZPRAWY DOKTORSKIEJ

mgr Aleksandry Tończyk

p.t. „Aktywność biologiczna i toksyczność nanocząstek srebra pozyskanych na drodze mikrobiologicznej przy udziale grzyba strzępkowego *Gloeophyllum striatum*”

w postępowaniu doktorskim w dziedzinie nauk ścisłych i przyrodniczych
w dyscyplinie nauki biologiczne

Recenzja została przygotowana w oparciu o przepisy ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o Szkolnictwie Wyższym i Nauce oraz w oparciu o opinię i stanowisko recenzenta w sprawie dopuszczenia mgr Aleksandry Tończyk do dalszych etapów postępowania o nadanie stopnia doktora.

Rozprawa została przygotowana pod kierunkiem prof. dr hab. Katarzyny Lisowskiej, przy udziale promotora pomocniczego dr Katarzyny Niedziałkowskiej, na Wydziale Biologii i Ochrony Środowiska Uniwersytetu Łódzkiego.

1. Ocena układu rozprawy doktorskiej, w tym informacja o jej częściach składowych

Rozprawa ma przejrzysty i logiczny układ. Struktura pracy jest zgodna z ogólnymi zasadami i wymogami stawianymi rozprawom doktorskim i składa się z czterech spójnych tematycznie prac naukowych opublikowanych w renomowanych czasopismach naukowych, o łącznym IF 17,5 i 560 punktach MEiN, które ukazały się w latach 2023-2025:

(A1) Tończyk i in. (2023) *Scientific Reports* (<https://doi.org/10.1038/s41598-023-48414-9>) [IF2023 = 3,8; IF5-letni = 4,3; MEiN = 140],

(A2) Tończyk i in. (2025) *International Journal of Molecular Sciences* (<https://doi.org/10.3390/ijms26146639>) [IF2025 = 4,9; IF5-letni = 5,7; MEiN = 140],

(A3) Tończyk i in. (2025) *Scientific Reports* (<https://doi.org/10.1038/s41598-025-95485-x>) [IF2025 = 3,9; IF5-letni = 4,3; MEiN = 140].

(A4) Tończyk i in. (2025) *International Journal of Molecular Sciences* (<https://doi.org/10.3390/ijms26083529>) [IF2025 = 4,9; IF5-letni = 5,7; MEiN = 140].

We wszystkich publikacjach Doktorantka jest pierwszą autorką i jak wynika ze złożonych oświadczeń, we wszystkich tych pracach pełniła wiodącą rolę (70-80%), uczestnicząc m.in. w opracowaniu koncepcji badań, planowaniu i realizacji doświadczeń, analizie statystycznej uzyskanych wyników, opracowaniu manuskryptów, zebraniu danych literaturowych oraz przygotowaniu odpowiedzi do recenzentów. Stosowne oświadczenia Doktorantki i pozostałych współautorów publikacji zostały przygotowane dla każdej z czterech publikacji i stanowią część rozprawy doktorskiej (str. 121-130). Zawarte w oświadczeniach opisy zadań, w których Doktorantka uczestniczyła potwierdzają jej duży wkład na wszystkich etapach współtworzenia publikacji. Liczba prac stanowiących podstawę rozprawy doktorskiej w temacie naukowym potwierdza istotny wkład Doktorantki w rozwój dyscypliny naukowej. W skład rozprawy doktorskiej, poza wymienionymi powyżej publikacjami naukowymi, wchodzi dodatkowo takie rozdziały jak: Omówienie celu naukowego i uzyskanych wyników, Wnioski i stwierdzenia końcowe, Streszczenie (w języku polskim i angielskim), Dorobek naukowy, Literatura uzupełniająca.

2. Ocena zastosowanego piśmiennictwa

Piśmiennictwo wykorzystane w autoreferacie jest aktualne, obszerne i adekwatne do problematyki rozprawy. Obejmuje przeglądy dotyczące biosyntezy nanocząstek srebra (AgNPs), ich właściwości przeciwdrobnoustrojowych, toksyczności wobec komórek eukariotycznych oraz ekotoksykologii. Literatura została dobrana właściwie i wspiera zarówno część wprowadzającą, jak i dyskusję wyników. Na uwagę zasługuje wykorzystanie publikacji najnowszych, także z lat 2024–2025, co świadczy o dobrej orientacji Doktorantki w aktualnym stanie wiedzy.

3. Wskazanie oraz ocena celu pracy

Cel pracy został sformułowany jasno i ambitnie. Obejmował:

- (i) opracowanie wydajnej mikrobiologicznej metody syntezy AgNPs z wykorzystaniem *Gloeophyllum striatum* oraz charakterystykę fizykochemiczną uzyskanych nanomateriałów,

- (ii) ocenę ich aktywności przeciwdrobnoustrojowej wobec bakterii i grzybów,
- (iii) ocenę potencjału cytotoksycznego wobec komórek ludzkich,
- (iv) kompleksową ocenę ekotoksyczności,
- (v) określenie potencjalnej aktywności synergistycznej z antybiotykami.

Cel ten należy uznać za dobrze postawiony i naukowo istotny. Autorka trafnie rozpoznała lukę badawczą: *Gloeophyllum striatum* jako źródle AgNPs poświęcono dotąd niewiele uwagi, a jednocześnie większość badań nad biogenicznymi nanocząstkami kończy się na wykazaniu aktywności przeciwdrobnoustrojowej, bez dostatecznej oceny toksyczności i bezpieczeństwa środowiskowego. W pracy postawiono trzy prawidłowo sformułowane hipotezy badawcze. W tym sensie koncepcja pracy jest dojrzała, aktualna i wartościowa.

4. Wskazanie oraz ocena zastosowanych metod badawczych

W rozprawie wykorzystano szeroki zestaw metod: SEM, FTIR, NTA, spektrofotometrię, mikroskopię konfokalną, LC-MS/MS, GC-MS, spektrofluorymetrię oraz zestawy testów toksykologicznych typu Toxkit. Zakres metod odpowiada wieloaspektowemu charakterowi rozprawy. Metody zastosowane w poszczególnych publikacjach były dobrze dobrane do stawianych pytań badawczych.

5. Ocena części rozprawy dotyczącej omówienia wyników badań

Omówienie wyników w autoreferacie zostało przygotowane starannie i w sposób logiczny. Doktorantka w bardzo jasny sposób przedstawiła tok własnych badań, zachowując spójność między publikacjami.

Publikacja A1

Pierwsza publikacja stanowi bardzo dobry punkt wyjścia dla całej rozprawy. Autorka wykazała, że *Gloeophyllum striatum* DSM 9592 jest zdolny do zewnątrzkomórkowej biosyntezy AgNPs w czterech wariantach warunków procesu. Stwierdzono, że warunki syntezy wpływają na wydajność procesu oraz na cechy uzyskanych nanocząstek, w tym ich rozmiar i potencjał zeta. Wykazano aktywność przeciwbakteryjną wobec licznych szczepów, większą wobec bakterii Gram-ujemnych, a za najbardziej wrażliwy model uznano *P. aeruginosa* (MIC 1,56 µg/ml). Szczególnie cennym wynikiem było pokazanie, że przy stężeniu subinhibicyjnym AgNPs mogą stymulować biofilm, co ma istotne znaczenie praktyczne i świadczy o krytycznym podejściu do uzyskanych rezultatów. Ważnym elementem było również wykazanie istotnej cytotoksyczności i hemolizy przy wyższych stężeniach, przy czym wariant 4ns AgNPs charakteryzował się słabszym efektem toksycznym.

Publikacja A2

Druga publikacja jest wartościowym rozszerzeniem doktoratu. Najważniejszym wynikiem tej pracy było wykazanie wysokiej wrażliwości *Malassezia furfur* na badane AgNPs oraz stwierdzenie, że aktywność wobec grzybów ma charakter fungistatyczny, a nie fungobójczy. Za mocną stroną tej publikacji uważam próbę wejścia w mechanizm działania poprzez analizę zmian właściwości błony komórkowej. Wyniki te zwiększają dojrzałość naukową rozprawy. Jednocześnie należy zaznaczyć, że mechanistyczne wnioski pozostają częściowo pośrednie, a

zakres badanych modeli jest ograniczony. Zatem uogólnienia na szerokie spektrum grzybów powinny być formułowane ostrożnie.

Publikacja A3

Trzecia publikacja ma duże znaczenie dla całego doktoratu. Autorka wykazała, że badane nanocząstki mogą być silnie toksyczne dla organizmów środowiskowych, szczególnie dla *Daphnia magna*. To wynik bardzo ważny, ponieważ zwraca uwagę na możliwe ograniczenia w zastosowaniu aplikacyjnym AgNPs. Dużą wartością tej pracy jest szeroki dobór organizmów testowych. Badania te mają charakter raczej przesiewowy. Mimo to publikacja ta znacząco podnosi wartość rozprawy.

Publikacja A4

Czwarta publikacja jest zwieńczeniem cyklu publikacyjnego. Odpowiada na pytania, czy skuteczne dawki AgNPs można obniżyć przez zastosowanie ich razem z antybiotykami. Najważniejszym rezultatem tej pracy było wykazanie korzystnego efektu szczególnie dla *Staphylococcus aureus*, zwłaszcza w połączeniu z gentamycyną. Jednocześnie Autorka uczciwie wykazała, że dla *Pseudomonas aeruginosa* efekty są znacznie mniej jednoznaczne, a w części układów pojawia się nasilenie biofilmu. To bardzo wartościowy wynik, pokazujący granice podejścia. Publikacja ta jest dobra koncepcyjnie i wartościowa poznawczo.

Autoreferat jest zgodny z przedstawionymi artykułami, choć w części interpretacyjnej miejscami zbyt mocno akcentuje potencjał aplikacyjny wariantu 4ns AgNPs. Bardzo doceniam natomiast przygotowany przez Doktorantkę rozdział rozprawy doktorskiej stanowiący weryfikację postawianych w rozprawie hipotez naukowych. Potwierdza on bardzo wysoką dojrzałość naukową Kandydatki.

6. Informacje dotyczące ewentualnego praktycznego zastosowania uzyskanych wyników

Wyniki mają potencjalne znaczenie praktyczne. Najbardziej obiecujący wariant 4ns AgNPs może stanowić punkt wyjścia do dalszych badań nad materiałami o aktywności przeciwbakteryjnej i przeciwgrzybowej, zwłaszcza w kontekście zastosowań zewnętrznych. Z kolei wykazanie synergii z wybranymi antybiotykami może mieć znaczenie dla poszukiwania sposobów ograniczenia dawek aktywnych AgNPs i redukcji ryzyka toksycznego. Jednakże praktyczne zastosowanie uzyskanych wyników powinno być poprzedzone pogłębionymi badaniami, ze względu np. na wykazaną w pracy cytotoksyczność wobec fibroblastów lub silną wrażliwość *Daphnia magna*, które mogą sugerować ich toksyczność w układach biologicznych i środowiskowych.

7. Uwagi

Rozprawa jest przygotowana bardzo starannie, a udział Doktorantki w pracach współautorskich został jasno udokumentowany w załączonych oświadczeniach.

Należy jednak wskazać drobne ograniczenia metodologiczne: (i) analiza statystyczna w całym cyklu prac oparta była na Excelu i prostych modelach one/two-way ANOVA ($n = 4$), co na poziomie doktoratu stanowi nieco słabszy element warsztatu badawczego; (ii) charakterystyka fizykochemiczna AgNPs poprawna i wystarczająca dla ich wstępnej

identyfikacji, ale niepełna w kontekście aplikacyjnym; (iii) badania ekotoksyczności mają głównie charakter przesiewowy.

8. Ocena końcowa

Rozprawę doktorską mgr Aleksandry Tończyk oceniam **wyróżniająco**. Jest to praca wartościowa, oryginalna i spójna, poruszająca aktualny problem naukowy i przedstawiająca wyniki o istotnej wartości poznawczej. Rozprawa doktorska stanowi nowe i oryginalne rozwiązanie problemu naukowego. Niezwykle cenne jest to, że Doktorantka nie ogranicza się do wskazania potencjału przeciwdrobnoustrojowego, lecz pokazuje również także ograniczenia bezpieczeństwa, co czyni rozprawę bardzo dojrzałą. Rozprawa doktorska potwierdza bardzo dobrą ogólną wiedzę teoretyczną Doktorantki w dyscyplinie nauki biologiczne, szczególnie w zakresie mikrobiologii, toksykologii, nanobiotechnologii i biologii oddziaływań między nanomateriałami a komórkami oraz zdolność do samodzielnego prowadzenia pracy naukowej. Autorka potrafi wykazać znaczenie wyników w szerszym kontekście oraz wskazać ich potencjał aplikacyjny.

Stwierdzam, że rozprawa doktorska mgr Aleksandry Tończyk pt. „Aktywność biologiczna i toksyczność nanocząstek srebra pozyskanych na drodze mikrobiologicznej przy udziale grzyba strzępkowego *Gloeophyllum striatum*” spełnia wymagania stawiane rozprawom doktorskim określone w obowiązujących przepisach i wnoszę o dopuszczenie Kandydatki do dalszych etapów postępowania w sprawie nadania stopnia doktora w dyscyplinie nauki biologiczne.

Wniosek o wyróżnienie rozprawy doktorskiej

Biorąc pod uwagę wysoki poziom naukowy rozprawy, jej spójność koncepcyjną, aktualność i znaczenie podjętej problematyki badawczej oraz wyraźnie ponadprzeciętny dorobek publikacyjny Kandydatki, **wnoszę o wyróżnienie rozprawy doktorskiej mgr Aleksandry Tończyk**. Podstawą wniosku jest: oryginalność przeprowadzonych badań, kompleksowe ujęcie problemu obejmujące zarówno aktywność biologiczną, jak i cytotoksyczność oraz ekotoksyczność badanych nanocząstek srebra, a także wysoka wartość poznawcza uzyskanych wyników. Ponadto, na uznanie zasługuje również fakt, że rozprawa została oparta na czterech opublikowanych pracach w dobrych czasopismach międzynarodowych, tworzących spójny i logicznie rozwijany cykl badawczy, przy dominującym wkładzie własnym Doktorantki.

Na podkreślenie zasługuje również całkowity dorobek naukowy mgr Aleksandry Tończyk, który obejmuje: 5 publikacji o łącznym IF 22,4 i 700 punktach MEiN, 8 doniesień konferencyjnych, 12 kursów i szkoleń, udział w organizacji 5 konferencji naukowych oraz aktywność popularyzatorską. Dorobek ten świadczy o dużej aktywności naukowej Doktorantki, konsekwentnym rozwoju warsztatu badawczego oraz bardzo dobrym przygotowaniu do samodzielnej pracy naukowej.

Prof. dr hab. Katarzyna Hrynkiewicz