



dr hab. Dorota Juchno, prof. UWM
Katedra Zoologii
Wydział Biologii i Biotechnologii
Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie

Olsztyn, 31.08.2026

RECENZJA

rozprawy doktorskiej Pani mgr Hanny Gorol

pod tytułem: „Ocen zmian wybranych parametrów cytotoksyczności w nabłonku
jelita środkowego *Neocaridina davidi* (Crustacea, Malacostraca)
wywołanych obecnością bisfenolu A”

Przedstawiona do recenzji rozprawa doktorska mgr Hanny Gorol została wykonana pod kierunkiem prof. dr hab. Magdaleny Rost-Roszkowskiej w Instytucie Biologii, Biotechnologii i Ochrony Środowiska Uniwersytetu Śląskiego w Katowicach. Rozprawa składa się z dwóch spójnych tematycznie prac opublikowanych w latach 2025-2026 w czasopiśmie *The European Zoological Journal*. Łączny współczynnik oddziaływania (IF) obu publikacji wynosi 2,8, a łączna liczba punktów MNiSW - 280. Prace zostały opatrzone przez Doktorantkę streszczeniami w języku polskim i angielskim oraz autoreferatem. Do każdej z opublikowanych prac dołączono oświadczenia współautorów dotyczące ich wkładu w powstanie poszczególnych publikacji. Z oświadczeń tych wynika, że wkład autorski Pani mgr Gorol w obydwu publikacjach polegał na przygotowaniu i przeprowadzeniu eksperymentu, wykonaniu analiz laboratoryjnych, interpretacji wyników oraz napisaniu pierwszej i ostatniej wersji manuskryptu. Udział pozostałych autorów publikacji polegał na pomocy w przeprowadzeniu poszczególnych analiz, natomiast przygotowanie koncepcji badań zadeklarowała Promotorka rozprawy.

Na podstawie całokształtu deklarowanych czynności oceniam, że Doktorantka była osobą samodzielnie prowadzącą zasadniczą część badań oraz posiada umiejętność naukowego uzasadnienia przebiegu badań, analizy uzyskanych wyników i formułowania na ich podstawie wniosków. Jednakże, mając na uwadze wymaganie dotyczące wykazania umiejętności samodzielnego prowadzenia pracy naukowej, proszę Doktorantkę o ustosunkowanie się



podczas publicznej obrony do następującego pytania: Które elementy koncepcji badawczej rozwinęła Pani samodzielnie w trakcie realizacji doktoratu, mimo że ogólna koncepcja badań została opracowana przez Promotorkę?

Problematyka pracy doktorskiej dotyczy opisanie i przeanalizowania wybranych parametrów cytotoksyczności aktywowanych w organizmie pod wpływem szkodliwego działania bisfenolu A (BPA). Jako model badawczy wybrano słodkowodną krewetkę *Neocaridina davidi*. Zarówno problem badawczy, jak i wybór modelu do badań oceniam bardzo dobrze. Bisfenol A jest związkiem chemicznym powszechnie wykorzystywanym m.in. do produkcji tworzyw sztucznych i opakowań, a jego obecność w środowisku stanowi istotny problem związany z zanieczyszczeniem antropogenicznym. Związek ten może wykazywać niekorzystny wpływ na organizmy żywe, a jego obecność w środowisku wodnym jest szczególnie istotna z punktu widzenia organizmów wodnych.

Krewetka *Neocaridina davidi* jest gatunkiem szeroko wykorzystywanym zarówno w badaniach biologicznych, jak i hodowli akwarystycznej, charakteryzującym się dużą tolerancją środowiskową i występowaniem licznych odmian barwnych. Doktorantka słusznie założyła, że gatunek ten, będąc jednym z ogniw łańcucha pokarmowego, może stanowić potencjalne ogniwo w przepływie i akumulacji zanieczyszczeń w ekosystemach wodnych. Do analizy i porównania zmian na różnych poziomach organizacji ciała zwierząt wybrane zostały dwa elementy przewodu pokarmowego - jelito środkowe oraz wątrobotrzustka. Wybór właśnie tych struktur do przeprowadzenia analiz parametrów cytotoksyczności pod wpływem bisfenolu A uważam za uzasadniony, ponieważ przewód pokarmowy jest jednym z miejsc bezpośredniego kontaktu organizmu z substancjami toksycznymi obecnymi w pokarmie i wodzie, a wątrobotrzustka pełni również istotne funkcje metaboliczne i detoksykacyjne.

Zaletą rozpatrywanej rozprawy doktorskiej jest wyraźnie widoczna konsekwencja w realizacji kolejnych etapów badań, konstruowanych w oparciu o uzyskane wcześniej wyniki i prowadzących do coraz bardziej szczegółowej analizy badanych zjawisk. Szczególnie pozytywnie oceniam fakt, że druga publikacja stanowi rozwinięcie badań przedstawionych w pierwszej pracy. Takie podejście świadczy o umiejętności wykorzystania wcześniej uzyskanych wyników do formułowania kolejnych pytań badawczych i pogłębiania analizy badanego problemu.

W pierwszej publikacji Doktorantka miała na celu ustalenie czy ekspozycja na BPA powoduje jedynie zmiany degeneracyjne w nabłonku jelita środkowego czy też procesy ochrony komórek i tkanek (np. proliferacja komórek macierzystych) będą widoczne na poziomie ultrastrukturalnym. Autorzy analizowali również zależność efektów od stężenia BPA i czasu ekspozycji oraz różnice w odpowiedzi obu analizowanych narządów.

W drugiej publikacji Autorzy, wykorzystując ten sam eksperyment przedstawiony w pierwszej pracy, określili, jakie procesy cytotoksyczne są aktywowane po ekspozycji na BPA, ze szczególnym uwzględnieniem poziomu reaktywnych form tlenu (ROS), uszkodzeń DNA oraz zmian dotyczących mitochondriów i jąder komórkowych. Uzyskane wyniki pozwoliły stwierdzić, że zaburzenie równowagi oksydacyjno-antyoksydacyjnej wywołane przez BPA może prowadzić do zaburzenia homeostazy nabłonka, upośledzając zdolności regeneracyjne układu pokarmowego krewetki.

Na uwagę zasługuje wielowątkowość badań oraz szeroki wachlarz zastosowanych technik i metod badawczych, których wykorzystanie, a przede wszystkim właściwa interpretacja uzyskiwanych za ich pomocą wyników, wymaga dobrej znajomości wielu zagadnień z zakresu nauk biologicznych.

Autoreferat rozprawy doktorskiej mgr H. Gorol jest dość obszerny - na 43 stronach zawiera wprowadzenie, cele i hipotezy badawcze, materiał i metody, wyniki i dyskusję, wnioski oraz spis literatury. Został napisany w sposób ciekawy i przystępny, ułatwiający zrozumienie przedstawionego problemu badawczego.

We Wprowadzeniu Doktorantka porusza najważniejsze zagadnienia związane z tematyką rozprawy, które pojawiają się w obu publikacjach, czyli występowanie i rolę bisfenolu A w środowisku. Następnie krótko i zrozumiale wyjaśnia pojęcia cytotoksyczności, śmierci komórkowej i stresu oksydacyjnego, omawia budowę i charakterystykę jelita środkowego skorupiaków oraz przedstawia model badawczy, czyli krewetkę *Neocaridina davidi*. W tym miejscu zauważyłam pewną drobną niezgodność. W autoreferacie, w tabeli 1, opisane są rodzaje komórek występujących w układzie pokarmowym skorupiaków. Również w pierwszej publikacji (Gorol i in. 2025) wymienione i opisane są poszczególne typy komórek. Jednak w tabeli 1 autoreferatu brakuje opisywanych w publikacji komórek D (trawiennych), natomiast wymienione są komórki M, odpowiedzialne za gromadzenie lipidów

i polisacharydów, których nie opisywano w ocenianych publikacjach. Wydaje się, że może to wynikać z różnic w opisie poszczególnych typów komórek w literaturze dotyczącej przewodu pokarmowego skorupiaków. Proszę Doktorantkę o wyjaśnienie tej rozbieżności podczas obrony.

W rozdziale poświęconym celom badań Doktorantka przedstawiła jeden główny i pięć szczegółowych celów badawczych. Wszystkie cele są zrozumiałe i zasadne. Ponadto Doktorantka postawiła osiem hipotez badawczych, które następnie zweryfikowała i do których odniosła się we wnioskach. Osiem hipotez może wydawać się nadmiernym rozdrobnieniem problemu badawczego, jednak po przeczytaniu rozprawy, a w szczególności po analizie przedstawionych wniosków, można uznać taki podział za uzasadniony.

Na szczególne uznanie zasługuje szeroki zakres zastosowanych metod badawczych. W rozdziale tym Doktorantka najpierw szczegółowo opisuje warunki hodowli krewetek oraz warunki przeprowadzonego eksperymentu, przedstawiając najważniejsze informacje w czytelny sposób w tabeli 3 i na rysunku 3. Następnie szczegółowo opisuje metody wykorzystane do analiz jakościowych, w tym mikroskopię świetlną, transmisyjną mikroskopię elektronową oraz mikroskopię konfokalną z zastosowaniem LysoTracker Red i BODIPY. W badaniach Pani mgr Gorol wykorzystywała także analizy ilościowe prowadzone przy pomocy cytometru lub analizatora komórek, obejmujące m.in. ocenę ROS, apoptozy, nekrozy, aktywności kaspaz, Bcl-2 oraz uszkodzeń DNA. Tak szeroki zakres zastosowanych metod pozwolił na analizę badanego problemu na różnych poziomach organizacji komórkowej.

W rozdziale Wyniki i dyskusja Doktorantka przedstawia uzyskane wyniki, a następnie dyskutuje je w odniesieniu do dobrze dobranej literatury, osobno dla każdej z publikacji. Tym samym rozdział ten stanowi syntetyczne omówienie wyników badań będących podstawą rozprawy doktorskiej. Przeczytałam go z zainteresowaniem; został napisany w sposób zrozumiały i wskazuje najważniejsze wyniki uzyskane w ramach realizacji doktoratu.

Autoreferat kończy się siedmioma wnioskami, które w mojej ocenie są prawidłowe i dobrze odzwierciedlają uzyskane wyniki. Za najważniejsze z nich uznaję wykazanie, że wątrobotrzustka skorupiaków jest narządem mniej wrażliwym na działanie BPA niż jelito, a nekroza jest dominującym rodzajem śmierci komórkowej. Natomiast mechanizmem

ochronnym tkanek, uaktywnianym w odpowiedzi na ekspozycję na BPA w jelicie, jest autofagia. Wykazano również, że zastosowane dawki BPA spowodowały uszkodzenia mitochondriów w jelicie, co wiązało się ze zwiększeniem syntezy ROS oraz zmianami w aktywności systemu antyoksydacyjnego. Interesującym wynikiem jest również wykazanie, że w zależności od stężenia BPA i czasu ekspozycji obserwowano zarówno zahamowanie proliferacji komórek, jak i cechy sugerujące aktywację procesów proliferacyjnych. Autorzy pierwszej publikacji interpretują to jako wynik współwystępowania procesów uszkodzenia i regeneracji nabłonka.

Po przeczytaniu autoreferatu, jak również obu publikacji, mam kilka pytań do Doktorantki, na które prosiłabym o odpowiedź podczas publicznej obrony:

1. Jakie było uzasadnienie wyboru 24-, 48- i 72-godzinnych okresów ekspozycji na BPA? Z czego wynikało zakończenie eksperymentu po 72 godzinach, szczególnie w kontekście obserwowanych istotnych zmian między 48. a 72. godziną ekspozycji? Czy rozważano zastosowanie dłuższego okresu ekspozycji, który pozwoliłby określić, czy obserwowane zmiany nadal się nasilają, stabilizują, czy też ulegają odwróceniu?
2. Jakie inne parametry cytotoksyczności chciałaby Pani zbadać w ewentualnych przyszłych badaniach, aby pełniej scharakteryzować mechanizmy działania BPA oraz odpowiedź obronną organizmu?
3. I pytanie może bardziej futurystyczne niż realistyczne: gdyby miała Pani możliwość podjęcia takiej decyzji, czy zakazałaby Pani stosowania bisfenolu A w produkcji produktów wykorzystywanych przez człowieka? Jeśli tak, czy zna Pani związki, które mogłyby być stosowane jako jego zamienniki i które wydają się mniej szkodliwe dla organizmów żywych i środowiska?

Podsumowując, stwierdzam, że Doktorantka, Pani mgr Hanna Gorol, przedstawiła oryginalne rozwiązanie problemu badawczego i tym samym spełnia podstawowy warunek stawiany rozprawom doktorskim. Przedstawiony w dwóch publikacjach spójny tematycznie cykl badań wpisuje się w aktualną dyskusję dotyczącą wpływu bisfenolu A na organizmy żywe oraz znaczenia tego związku jako zanieczyszczenia środowiska.



Obie publikacje wskazują na dobrą umiejętność interpretowania wyników w kontekście aktualnego stanu wiedzy, a uzyskane wyniki mogą stanowić dobrą podstawę do dalszych badań nad wpływem BPA na inne organizmy i inne tkanki.

Na podstawie deklarowanego udziału w realizacji badań, obejmującego przygotowanie i przeprowadzenie eksperymentów, wykonanie analiz, interpretację wyników oraz przygotowanie manuskryptów, uważam, że Doktorantka wykazała się znaczącym udziałem w realizacji badań oraz kompetencjami niezbędnymi do prowadzenia pracy naukowej.

Podsumowując, uważam, że recenzowana rozprawa doktorska spełnia warunki określone w art. 187 ustawy z dnia 18 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. 2024 poz. 1571). Na tej podstawie składam wniosek do Rady Naukowej Instytutu Biologii, Biotechnologii i Ochrony Środowiska Uniwersytetu Śląskiego w Katowicach o dopuszczenie mgr Hanny Gorol do dalszych etapów postępowania o nadanie stopnia naukowego doktora w dziedzinie nauk ścisłych i przyrodniczych, w dyscyplinie nauki biologiczne.

Ze względu na wysoką wartość naukową uzyskanych wyników oraz opublikowanie ich w recenzowanych czasopismach naukowych wnioskuję do Rady Naukowej Instytutu Biologii, Biotechnologii i Ochrony Środowiska Uniwersytetu Śląskiego w Katowicach o wyróżnienie ocenianej przeze mnie rozprawy doktorskiej.

Donata Juchno

