Dr hab. Prof. UAM Łukasz Kaczmarek
Zakład Taksonomii i Ekologii Zwierząt, Wydział Biologii,
Uniwersytet im. Adama Mickiewicza w Poznaniu

Poznań, 22.10.2026

Recenzja rozprawy doktorskiej Pani mgr Aleksandry Miernik pt. „Wpływ ibuprofenu na biologię niesporczaka Paramacrobiotus experimentalis Kaczmarek, Mioduchowska, Poprawa, Roszkowska 2020 (Tardigrada, Eutardigrada)"

Leki, ich pochodne oraz efekty ich rozpadu, które dostają się do środowiska, głównie za pośrednictwem ścieków komunalnych czy szpitalnych, mogą potencjalnie stanowić ogromne zagrożenie dla różnych organizmów żywych. Jednakże wpływ jaki one wywierają na organizmy wodne i lądowe pozostaje w dużej mierze słabo poznany lub zupełnie niezbadany. Wiadomo jednak, że substancje te, nawet w niewielkich stężeniach, mogą negatywnie wpływać na fizjologię, rozwój i reprodukcję różnych organizmów, zarówno jedno jak i wielokomórkowych.

Jednym ze związków który, coraz powszechniej pojawia się w środowisku jest ibuprofen oraz jego pochodne. Substancja ta jest szeroko stosowana w leczeniu bólu oraz stanów zapalnych, a do tego jest ona łatwo dostępna i często stosowana bez należytej kontroli lekarskiej. Z tego też względu znaczne ilości ibuprofenu dostają się do środowiska naturalnego wraz z różnego rodzaju ściakami. Na podstawie przeprowadzonych do tej pory badań wykazano znaczną szkodliwość ibuprofenu dla co najmniej kilku organizmów, głównie wodnych. Jednak, jak dotąd nie prowadzono badań dotyczących wpływu ibuprofenu na niesporczaki. Wydaje się że, niesporczaki są w tym kontekście grupą bardzo interesującą jako, że są one dobrze znane są ze swojej wysokiej tolerancji na różnego rodzaju stresory, wliczając w to także substancje toksyczne dla większości organizmów jak np. cyjanek. Co więcej przedstawiciele tej grupy organizmów należą do jednych z najpowszedniej występujących bezkręgowców zarówno w środowiskach lądowych jak i wodnych. I to właśnie zbadania wpływu ibuprofenu na niesporczaki podjęła się doktorantka w swojej rozprawie.

Praca doktorska Pani **Aleksandry Miernik** została wykonana w Instytucie Biologii, Biotechnologii i Ochrony Środowiska Wydziału Nauk Przyrodniczych Uniwersytetu Śląskiego

w Katowicach pod opieką Pani Profesor Izabeli Poprawy, która jest wybitną specjalistką w zakresie badań ultrastruktury oraz fizjologii niesporczaków.

W skład rozprawy doktorskiej wchodzą trzy tematycznie połączone anglojęzyczne artykuły, opublikowane w dobrych czasopismach o zasięgu międzynarodowym: Diversity (IF= 2,3; MNSW= 70 pkt.), *European Zoological Journal* (IF= 2,0; MNSW= 140 pkt.), *Zoological Journal of the Linnean Society* (IF= 3,0; MNSW= 140 pkt.). Co bardzo ważne, we wszystkich tych publikacjach Doktorantka jest pierwszą autorką. Na podstawie oświadczeń, o wkładzie w poszczególne publikacje, można śmiało stwierdzić, że Doktorantka pełniła we wszystkich tych publikacjach wiodącą rolę i odpowiadała za każdy etap badań, późniejszych analiz i wreszcie przygotowanie manuskryptów do publikacji.

Głównym celem rozprawy doktorskiej Pani **Aleksandry Miernik** było przeanalizowanie odpowiedzi komórkowej jelita środkowego, jajnika oraz ciałek spichrzowych, u niesporczaka z gatunku *Paramacrobiotus experimantalis* (Eutardigrada; Macrobiotidae), na różne stężenia ibuprofenu. Stężenia te obejmowały zarówno poziomy obserwowane w środowisku naturalnym jak i stężenia wyraźnie wyższe od tych stwierdzonych do tej pory w siedliskach wodnych. Tak więc zastosowane stężenia są jak najbardziej odpowiednie z punktu widzenia tego co Doktorantka planowała zbadać. Zastosowane czasy ekspozycji na działanie leku wynosiły odpowiednio 7 lub 28 dni. Czasy te wydają się być odpowiednie do przetestowania krótkotrwałej i długotrwałej ekspozycji na ibuprofen chociaż zdają się być wybrane dość arbitralnie. Ponadto biorąc pod uwagę długość życia niesporczaków z gatunku *Paramacrobiotus experimantalis*, która maże wynosić nawet ponad rok to być może należałoby wybrać dłuższe czasy ekspozycji lub zaproponować więcej przedziałów czasowych. Nie są jest to jednak błąd a jedynie przemyślenia recenzenta, które mogą być sugestiami jeśli chodzi o potencjalne przyszłe badania w tym temacie.

W swoich badaniach Doktorantka zastosowała poprawne metody badawcze takie jak mikroskopia konfokalna, skaningowa i transmisyjna oraz różne rodzaje analiz w zależności od potrzeb. Wszystkie te techniki pozwoliły przenalizować jej dane w każdym najdrobniejszym szczególe i uzyskać możliwie kompleksowe odpowiedzi na postawione pytania badawcze. Doktorantka pokazała też że, "„żadnych metod się nie boi" i umie się szybko nauczyć wszystkich niezbędnych metod analitycznych, które są wykorzystywane w badania ekotoksykologicznych.

Podjęte przez Panią **Aleksandrę Miernik** badania znajdują się w głównym nurcie badań ekotoksykologicznych realizowanych na świecie. Badanie wpływu różnych farmaceutyków na zróżnicowane grupy organizmów lądowych i wodnych staje się coraz bardziej palące w dobie

gdy wraz ze ściekami do środowiska dostają się coraz większe ilości różnych substancji przyczyniając się do zmian w środowisku naturalnym. Tak więc, zbadanie interakcji tych substancji ze środowiskiem staje się jednym z najważniejszych zadań.

Najważniejsze wnioski płynące z przeprowadzonych badań to:

- Nie zaobserwowano istotnego wpływu ibuprofenu na zwiększenie śmiertelności, ograniczenie rozrodczości badanego gatunku oraz na zmniejszenie jego zdolności do anhydrobiozy.
- U części badanych niesporczaków zaobserwowano zmiany w strukturze organelli komórkowych, obejmujące utratę grzebieni mitochondrialnych wynikającą z uszkodzenia błony wewnętrznej mitochondriów oraz poszerzenie cystern szorstkiej siateczki śródplazmatycznej.
- Zaobserwowano aktywację procesów autofagicznych oraz wyraźny wzrost stresu oksydacyjnego w niektórych komórkach, czyli w przypadku niewystarczającej skuteczności mechanizmów naprawczych dochodziło do indukcji procesów prowadzących do śmierci komórkowej, będącej konsekwencją postępujących uszkodzeń tejże komórki.
- Odpowiedź poszczególnych komórek jest dodatnio skorelowana ze stężeniem ibuprofenu oraz czasem ekspozycji.
- Poszczególne typy komórek różniły się wrażliwością na działanie ibuprofenu.

Jak w każdej pracy, również w rozprawie Pani **Aleksandry** można znaleźć pewne drobne błędy i niedociągnięcia takie jak brak wyjaśnienia niektórych skrótów, brak wyjaśnienia użytych skrótów w legendach do tabel, brak objaśnienia niektórych terminów, które dla nieobeznanego czytelnika nie muszą być wcale oczywiste, czy brak czcionki *italic* w odniesieniu do słów z języka łacińskiego. Nie zmienia to jednak faktu że sama rozprawa jest przygotowana w pełni profesjonalnie i nie ulega wątpliwości, że Pani **Aleksandra Miernik** włożyła w nią mnóstwo pracy.

Pytania do Doktorantki

1. Dlaczego wybrała Pani akurat ten gatunek niesporczaka skoro zanieczyszczenie ibuprofenem występuje głównie w środowisku wodnym, a wybrany gatunek jest gatunkiem lądowym?

2. Dlaczego nie uznała Pani za stosowne przetestować wpływu ibuprofenu także na inne gatunki niesporczaków aby sprawdzić czy wyniki dla innych gatunków będą podobne?
3. Czy mimo użycia w badaniach tylko jednego gatunku niesporczaka, możemy uogólnić Pani wyniki na cały typ Tardigrada?
4. Jak Pani wyjaśnia brak negatywnego wpływu ibuprofenu na historię życiową badanego niesporczaka, pomimo obserwowanych zmian na poziomie komórkowym.
5. Na jakiej podstawie wybrano czas ekspozycji niesporczaków na badany związek? Dlaczego, generalnie, ten czas był stosunkowo krótki w stosunku do długości życia badanego gatunku.
6. Czy ibuprofen, z czasem, ulega rozkładowi w środowisku wodnym i czy badano zmiany jego stężenia (o ile występowały) w trakcie eksperymentów?

Rozprawa doktorska Pani **Aleksandry Miernik** jest bardzo interesująca i wskazuje na dojrzałość naukową doktorantki. Badania zostały przeprowadzone bardzo profesjonalnie i opublikowane w dobrych czasopismach. Doktorantka użyła wielu zaawansowanych metod badawczych żeby zweryfikować postawione hipotezy. Badania te mogą stanowić podstawę do kolejnych badań podobnego typu prowadzonych na innych grupach bezkręgowców dla których obecność farmaceutyków w środowisku może stanowić zagrożenie. Dlatego uważam, że praca doktorska Pani **Aleksandry Miernik** zasługuje na wyróżnienie i uhonorowanie stosowną nagrodą.

Podsumowując, stwierdzam, że rozprawa doktorska Pani mgr **Aleksandry Miernik** pt. „Wpływ ibuprofenu na biologię niesporczaka *Paramacrobiotus experimentalis* Kaczmarek, Mioduchowska, Poprawa, Roszkowska 2020 (Tardigrada, Eutardigrada)" spełnia wymogi stawiane pracom doktorskim określone w art. 187 ustawy z dnia 18 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (t. j. Dz. U. z 2024 roku, poz. 1571 ze zm.). Na tej podstawie wnoszę do Rady Naukowej Instytutu Biologii, Biotechnologii i Ochrony Środowiska Uniwersytetu Śląskiego w Katowicach, o dopuszczenie mgr Aleksandry Miernik do dalszych etapów postępowania o nadanie stopnia doktora w dziedzinie nauk ścisłych i przyrodniczych, w dyscyplinie nauki biologiczne.

Z poważaniem

Dr hab. Prof. UAM Łukasz Kaczmarek