

WYDZIAŁ NAUK BIOLOGICZNYCH

ZAKŁAD BIOLOGII, EWOLUCJI I OCHRONY BEZKRĘGOWCÓW

Pracownia Biologii i Entomologii Sądowej

ul. S. Przybyszewskiego 65

51-148 Wrocław

tel. +48 71 375 63 85

www.zbeob.uni.wroc.pl

**Recenzja rozprawy doktorskiej
lek. wet. Katarzyny KRASOŃ**

pt. „Badanie mikrobiomu i wiromu rodzimych gatunków *Culicoides* spp.”

**wykonanej pod kierunkiem
dr hab. Magdaleny LARSKIEJ, prof. PIWet-PIB (promotor rozprawy)
oraz
dra Wojciecha ROŻKA (promotor pomocniczy)**

**w Państwowym Instytucie Weterynaryjnym - Państwowym Instytucie Badawczym
w Puławach**

Podstawy formalne wydania opinii/recenzji:

- *art. 190, ust. 2-5 oraz art. 187, ust. 1-4 Ustawy z dnia 20 lipca 2018 roku Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. 2022 r., poz. 574 z późn. zm.).*
- *Uchwała Rady Naukowej nr 12/PIWet-PIB/2025 z dnia 24 kwietnia 2025 r.*
- *Rozprawa doktorska w postaci monografii naukowej (wersja papierowa).*

I. CHARAKTERYSTYKA ROZPRAWY I UWAGI SZCZEGÓŁOWE

Przedłożona do recenzji rozprawa doktorska Pani lek. wet. Katarzyny KRASOŃ stanowi jednorodne tematycznie opracowanie naukowe o charakterze monografii.

Praca, obejmująca łącznie 152 strony maszynopisu (wydruk dwustronny, twarda oprawa), składa się z siedmiu głównych rozdziałów.

Spis treści (str. 11–13) jest bardzo szczegółowy. Autorka wyodrębniła wszystkie poruszane zagadnienia, dzieląc tekst na siedem podstawowych rozdziałów z licznymi podrozdziałami – łącznie aż 84. Uwzględniła również wykaz stosowanych skrótów (str. 15). Takie rozwiązanie ułatwia czytelnikowi orientację w omawianych kwestiach i sprzyja lepszemu zrozumieniu treści. Zasadnym byłoby jednak uzupełnienie wykazu o wszystkie skróty występujące w tekście – w tym

m.in. skróty nazw czynników etiologicznych. W związku z tym warto rozważyć zmianę tytułu tego rozdziału na „**Wykaz wybranych skrótów**”.

W obszernym rozdziale pt. „**Wstęp**” autorka prezentuje materiał podzielony na 26 podrozdziałów. Część z nich poświęcono charakterystyce badanych muchówek z rodziny Ceratopogonidae, rodzaju *Culicoides* LATREILLE, 1809, podczas gdy pozostałe dotyczą m.in. kompetencji i pojemności wektorów, transmisji arbowirusów, metagenomiki oraz metataksonomiki. Treści są czytelne, zwarte i logicznie uporządkowane. Niemniej jednak struktura rozdziału budzi pewne zastrzeżenia. W obecnej postaci „Wstęp” przyjmuje formę bardzo rozbudowaną (łącznie 26 stron), co negatywnie wpływa na jego czytelność. Rekomenduję pozostawienie w tym rozdziale jedynie treści wprowadzających w zakres badań i uzasadniających ich celowość, natomiast pozostałe zagadnienia warto wydzielić do osobnych rozdziałów.

W rozdziale drugim, zatytułowanym „**Cel pracy**”, autorka wskazuje trzy główne kierunki działań wynikających z podjętych badań. Z uwagi na liczbę celów, zasadne byłoby przemianowanie tytułu tego rozdziału na „**Cele pracy**”. Ponadto w podpunkcie „c” należałoby doprecyzować, o jakiego wirusa chodzi – z dalszej części pracy można się domyślić, że mowa o wirusie Schmallenberg, jednak w tym miejscu brakuje jednoznacznego wskazania. W tym miejscu warto byłoby zaproponować hipotezy badawcze, rozumiane jako tymczasowe założenia mające na celu wyjaśnienie danego zjawiska lub zależności, które następnie zostaną poddane weryfikacji w toku badania. W mojej ocenie próbę takiego działania podjęto w podpunkcie c, jednak bez wyraźnego rozróżnienia między celami a hipotezami badawczymi.

W rozdziale trzecim „**Materiały i metody**” autorka szczegółowo opisuje kolejne etapy badań – od zebrania materiału po analizę danych – dzieląc treść na 22 podrozdziały. Takie rozbiecie sprzyja czytelności i umożliwia łatwe rozróżnienie poszczególnych sekcji. Należy jednak zwrócić uwagę na tytuł ostatniego podrozdziału: „**3.6. Wyposażenie wykorzystane do badań**”, który jest mylący. W treści tego fragmentu nie pojawia się bowiem opis sprzętu, a jedynie lista instytucji, firm i podmiotów zaangażowanych w badania. Sprzęt badawczy został już omówiony wcześniej. Rekomenduję zmianę tytułu tego podrozdziału na bardziej adekwatny, np. „**Podmioty zaangażowane w realizację badań**”.

Rozdział czwarty prezentuje wyniki badań prowadzonych na materiale entomologicznym zebrany w latach 2016–2019. Autorka podzieliła tę część na 26 podrozdziałów, w których przedstawia wyniki analiz z zakresu metataksonomiki, metagenomiki mikrobiomu bakteryjnego oraz wiromu, a także materiału genetycznego organizmów należących do Fungi, Protista i Archaea. Wyniki zostały bogato zilustrowane – liczne wykresy słupkowe, kołowe oraz pudełkowe ułatwiają odbiór treści. Dobrą praktyką było również użycie kolorowych tabel, co zwiększa przejrzystość danych.

Krytycznie jednak oceniam nazwy podrozdziałów 4.2.3.1, 4.2.3.2, 4.2.4.1, 4.2.4.2, 4.2.5.1, 4.2.5.2, w których autorka użyła zwrotu „składu grzybów”, „składu protista”, „skład archeonów”. W końcu badała mikrobiom. Jeśli tak, w przypadku tytułu np. podrozdziału 4.2.3.1, właściwsze byłyby następujące propozycje:

Zależność składu genomowego grzybów w mikrobiomie od gatunku *Culicoides*

Zróznicowanie genomu grzybów w mikrobiomie w zależności od gatunku *Culicoides*

Wpływ gatunku *Culicoides* na skład genomowy grzybów w mikrobiomie

Zmienność genomów grzybów w mikrobiomie związana z gatunkiem *Culicoides*

Analiza udziału genomu grzybów w mikrobiomie w kontekście różnych gatunków *Culicoides*

Podobną rewizję tytułu zalecam w przypadku tabeli 9 (Skład protista ...) i tabeli 10 (Skład archeonów ...). Ponadto nasuwa się pytanie, czy tabela 9 dotyczy składu bakterii (por. tytuł, str. 95)?

Rozdział piąty „**Dyskusja**” zawiera 10 podrozdziałów i odnosi się do wyników uzyskanych przez autorkę, zestawiając je z literaturą przedmiotu. Takie podejście stanowi istotny element wartościujący prowadzony dyskurs naukowy. Autorka w tej części rozprawy wykazała się umiejętnością krytycznej analizy źródeł oraz łączenia faktów, w tym dostrzegania związków przyczynowo-skutkowych. Ponadto wykazała krytycyzm wobec uzyskanych przez siebie wyników oraz zdolność do wyznaczania nowych kierunków badań. Warto podkreślić, że doktorantka w wielu fragmentach dyskusji trafnie uzasadniała znaczenie swoich badań, odnosząc się zarówno do ich wartości poznawczej (w ramach badań podstawowych), jak i potencjalnych zastosowań praktycznych — na przykład poprzez analizę roli poszczególnych gatunków grzybów w interakcjach owad–grzyb. Niemniej jednak podrozdział „**5.1. Omówienie uzyskanych wyników badań mikrobiomu**” zawiera treści o charakterze raczej podsumowującym niż analitycznym. W mojej ocenie lepiej byłoby wyłączyć tę część z rozdziału „Dyskusja” i umieścić ją jako odrębny rozdział kończący część wynikową. Niektóre treści zawarte w dyskusji, jak choćby fragment ze strony 114, w którym stwierdzono, że „(...) analiza metagenomiczna jest o wiele bardziej wydajnym podejściem niż metataksonomia genu 16S”, wydają się bardziej odpowiednie dla rozdziału „Wnioski”. Ponadto zaleca się unikanie ogólnych stwierdzeń, takich jak: „Uzyskane wyniki badań w niniejszej pracy są podobne do wcześniej przeprowadzonych badań wiromu *Culicoides* spp.”, jeśli nie są one poparte konkretnymi odniesieniami do literatury. Wskazanie źródeł zwiększyłoby wiarygodność pracy oraz podkreśliło jej naukowy charakter.

W rozdziale szóstym „**Wnioski**” autorka prezentuje dziewięć punktów. Część z nich nie spełnia jednak kryteriów wniosków naukowych i wymaga przeredagowania. Wniosek w nauce to twierdzenie wynikające z analizy danych lub obserwacji, a nie tylko podsumowanie wykonanych

działań. Spośród punktów **a-i**, w mojej opinii jedynie punkty **g i i** spełniają definicję wniosku naukowego. Pozostałe mają raczej charakter informacyjny – wskazują, co zrobiono, a nie co z tych działań wynika dla nauki. Sugeruję ich przekształcenie w sposób bardziej analityczny. Poza tym, w tym miejscu czytelnik powinien otrzymać jasny komunikat, czy i w jakim stopniu udało się osiągnąć założone cele badawcze. Niestety, nie udało mi się doszukać informacji np. na temat tego, w jaki sposób zoptymalizowano metody wykrywania, czy udało się wykryć nowe wirusy oraz jakie są ostateczne kompetencje gatunków-wektorów (por. 2. "Cel pracy", str. 45).

Ostatni rozdział, zatytułowany „**Piśmiennictwo**”, zawiera imponujący wykaz 334 pozycji źródłowych, zarówno polsko-, jak i obcojęzycznych. Świadczy to o bardzo szerokim przeglądzie literatury oraz rzetelności naukowej autorki.

Oryginalność badań, wartość merytoryczna i naukowa

Rozprawa doktorska Pani lek. wet. Katarzyny KRASOŃ stanowi przykład oryginalnego i nowatorskiego podejścia do zagadnienia mikrobiomu i wiromu wybranych krajowych gatunków kuczmanowatych (Insecta: Diptera: Ceratopogonidae) z rodzaju *Culicoides* LATREILLE, 1809. Autorka przebadła imponującą liczbę 31 810 osobników pozyskanych w latach 2016–2019 z terenów wybranych gospodarstw bydła w Polsce, co czyni pracę jedną z najobszerniejszych tego typu analiz prowadzonych dotychczas w kraju.

Badania mają charakter interdyscyplinarny i zostały oparte na zaawansowanych metodach biologii molekularnej oraz mikrobiologii, z wykorzystaniem narzędzi metagenomiki i metataksonomiki. Tak szeroko zakrojone podejście do analizy mikrobiomu i wiromu występującego u *Culicoides* spp. stanowi istotny wkład w rozwój wiedzy z zakresu entomologii medycznej i weterynaryjnej, a także epidemiologii chorób przenoszonych przez wektory.

Na szczególne podkreślenie zasługuje fakt, iż do tej pory nie prowadzono w Polsce badań obejmujących tak kompleksową analizę mikrobiomu i wiromu wybranych krajowych gatunków kuczmanowatych. Warto podkreślić, że uzyskane wyniki znacząco poszerzają nasze rozumienie roli kuczmanów jako wektorów. W przeciwieństwie do dobrze poznanych komarów (Culicidae), zakres patogenów związanych z muchówkami z rodziny Ceratopogonidae pozostawał dotąd słabo udokumentowany. Praca wypełnia zatem lukę w dotychczasowej literaturze przedmiotu i wnosi nową jakość do dyskusji naukowej, zwłaszcza w kontekście identyfikacji potencjalnych zagrożeń dla zdrowia zwierząt i ludzi.

Wartość merytoryczna rozprawy jest wysoka. Autorka nie tylko przeprowadziła szeroką analizę materiału badawczego, ale także poprawnie zinterpretowała uzyskane wyniki, odnosząc

je do aktualnego stanu wiedzy. Dodatkowo, praca zyskuje na znaczeniu w kontekście globalnych trendów – urbanizacji oraz zmian klimatycznych – które wpływają na zmiany w zasięgu i aktywności wektorów chorób zakaźnych. W tym kontekście poznanie pojemności i kompetencji wektorowej wybranych gatunków *Culicoides* nabiera wymiaru nie tylko naukowego, ale i praktycznego.

Podsumowując – rozprawa prezentuje wysoki poziom oryginalności oraz istotnej wartości poznawczej. Miejscami ma także charakter innowacyjny. Wyniki przedstawione w pracy mogą stanowić solidną podstawę do dalszych badań oraz mieć zastosowanie w praktyce weterynaryjnej i zdrowia publicznego.

Poprawność redakcyjna rozprawy

Układ pracy typowy dla tego rodzaju opracowań naukowych. Język zwięzły, prosty, a tym samym zrozumiały. Autorka starała się konsekwentnie utrzymać jeden, spójny format zapisu, czego dobrym przykładem jest np. sposób cytowania źródeł czy opisy pod rycinami. Miejscami drobne potknięcia językowe i edytorskie.

Ryciny oraz tabele zaprojektowane w przemyślany sposób, czytelne, co czyni z nich dodatkowo dobre wsparcie dla prezentowanych w rozprawie tez i treści.

Poniżej przedstawiam moje uwagi do rozprawy odnoszące się do warstwy redakcyjnej.

Uwagi redakcyjne i językowe

1. Z uwagi na fakt, że rodzaj *Culicoides* w Polsce obecnie liczy 52 gatunki sugerowałbym zmianę tytułu na „Badanie mikrobiomu i wiromu wybranych rodzimych gatunków *Culicoides* spp.”
2. Streszczenie, str. 7 – zamiast „jest *Ceratopogonidae*” powinno być „jest *Ceratopogonidae*” (nazwy rodzin i jednostek wyższych nie zapisuje się kursywą). Podobna zasada powinna być konsekwentnie stosowana w podrozdziale 1.1.3 Taksonomia, gdzie również nazwy jednostek wyższych od rodzaju zostały błędnie zapisane kursywą.
3. Streszczenie, str. 7 – zamiast „sylwaticznego” lepiej użyć prostszego i powszechniejszego określenia „leśnego”.
4. Streszczenie, str. 7 – znajduje się literówka w odmianie: jest „wirus” powinno być „wirusa”. Są jeszcze inne drobne błędy, ale z uwagi na fakt, że nie są one jednak przedmiotem oceny merytorycznej, nie zostały tutaj szczegółowo wykazane.

5. Przy pierwszym przywołaniu nazw taksonów niższego rzędu (np. rodzaju i gatunku) zaleca się podanie nazwiska autora oraz roku opisu – jest to standardowa praktyka w naukach biologicznych i jedna z podstawowych zasad taksonomii. W tym przypadku można jednak uwzględnić, że autorka reprezentuje nauki weterynaryjne, w których nie zawsze wymaga się aż tak szczegółowego cytowania taksonomicznego. Niemniej jednak, ponieważ rozprawa mieści się w zakresie entomologii, należy stosować rekomendacje obowiązujące przy stosowaniu nazw naukowych taksonów zwierząt, określone w Międzynarodowym Kodeksie Nomenklatury Zoologicznej (ICZN).
6. W całym tekście warto konsekwentnie stosować zasadę podawania pełnych nazw czynników etiologicznych. Przykładowo, na str. 20 zamiast „SBV” należałoby zapisać: „wirus ze Schmallebergu (SBV)”. Alternatywnie można zebrać wszystkie skróty w „Wykazie stosowanych skrótów”, by uniknąć nieczytelności.
7. Str. 20 – autorka używa określenia „gryzących aparatów gębowych”, co najpewniej jest omyłką „pisarską”. Samice kuczmanów (Ceratopogonidae) posiadają kłująco-ssący aparat gębowy¹, przystosowany do przebijania skóry i pobierania krwi (hematofagia). Samce zwykle nie pobierają krwi — ich aparat gębowy jest słabiej rozwinięty i zredukowany do funkcji ssących, służąc do pobierania np. nektaru.
8. Str. 21, podrozdział Taksonomia – autorka pisze: „*Gatunek ten podlega (...)*”, odnosząc się najwyraźniej do nazwy *Culicoides* spp. podanej wcześniej. Jeśli tak, należałoby użyć poprawnego sformułowania: „rodzaj ten” zamiast „gatunek ten”, albo też napisać „Gatunki zaliczone do rodzaju *Culicoides* spp.”.
9. Str. 24 – zamiast: „*form jaj, larw i poczwerek*” rekomenduję zapis: „postaci młodocianych, takich jak jaja, larwy i poczwarki”, który jest bardziej precyzyjny i zgodny z terminologią zoologiczną.
10. Str. 39 – słowa pochodzenia greckiego i łacińskiego, takie jak *mikros*, *bios*, zgodnie z zasadami edycji tekstów naukowych, powinny być pisane kursywą.
11. Str. 47 – zamiast „Próbki owadów” zalecam „Owady do badań”.
12. Str. 49 – na diagramie oraz w całym tekście rozprawy proponowałbym zamiast nazw zwyczajowych (np. bakterie, archeony) stosować nazwy naukowe, takie jak Bacteria i Archaea.
13. Str. 53 – autorka napisała “[...] przeprowadzona została liza ścian Gram-dodatnich bakterii.” W mojej ocenie powinno być liza ścian komórkowych Gram-dodatnich bakterii.
14. Str. 58 - doprecyzować podpis do ryciny 10. Obecnie jest tylko informacja nawiązująca do warstw glicerolu, a chyba nie tylko to przedstawia interpretując grafikę.

¹ BOGDANOWICZ i in. Fauna Polski, t. II, str. 28, 2007; SZADZIEWSKI i SONTAG. Kosmos, 71(3), 317-323, 2022.

15. Str. 126 – autorka niefortunnie sformułowała zdanie, cyt.: *„Brakuje badań owadów takich jak motyle, gąsienice, ćmy lub pająki (...)”*. Należy zwrócić uwagę, że ćmy należą do rzędu motyli (Lepidoptera), a gąsienice to nazwa zwyczajowa stadium larwalnego tych owadów, a nie odrębna grupa taksonomiczna. W związku z tym zapis powinien brzmieć np.: *„Brakuje badań owadów takich jak motyle (w tym ćmy oraz ich stadia larwalne, tj. gąsienice) lub pająków (Araneae) (...)”*.
16. Na stronie 130 komary i kleszcze zostały błędnie zaklasyfikowane jako gatunki, podczas gdy w rzeczywistości są to odpowiednio: rodzina muchówek (Culicidae) oraz rząd pajęczaków (Ixodida).
17. W wykazie piśmiennictwa (str. 133-152) konieczne jest ujednoczenie zapisów. Zauważalne są niekonsekwencje w sposobie cytowania, m.in.: raz podawane są skróty tytułów czasopism, innym razem ich pełne nazwy; nazwiska autorów są oddzielane raz średnikami, innym razem przecinkami; w niektórych pozycjach stosowany jest łącznik „&”, a w innych „and”. Zaleca się dostosowanie całego wykazu do wybranego stylu bibliograficznego i konsekwentne jego stosowanie.

II. PYTANIA

Czytając treść rozprawy, nasunęły mi się następujące pytania do doktorantki:

1. Jaki był udział doktorantki w poszczególnych etapach prowadzonych badań? Na czym dokładnie polegało jej zaangażowanie?
2. Jak często opróżniano pułapki z materiałem entomologicznym? Czy procedura ta była metodycznie spójna dla wszystkich pułapek i we wszystkich lokalizacjach?
3. Czym był podyktowany wybór lokalizacji, z których pozyskano materiał badawczy? Z treści rozprawy wynika, że były to stada bydła w siedmiu powiatach w Polsce, objęte programem monitorowania krajowych zakażeń BTV. Dla czytelnika niebędącego specjalistą nie jest jednak jasne, ile takich lokalizacji obejmuje wspomniany program i na jakiej podstawie wybrano właśnie te siedem.
4. Czy doktorantka dokonywała jakichkolwiek modyfikacji metod, np. ekstrakcji DNA, czy też bazowała wyłącznie na opublikowanych metodykach? Pytam, ponieważ w rozdziale dotyczącym metod (por. rozdz. 3.2.2 Ekstrakcja DNA) nie zostało to jasno określone.
5. Na str. 57 autorka napisała: *„obszar największej koncentracji (...)”*. Proszę doprecyzować, czego dotyczy ta koncentracja.

6. Na str. 67 autorka użyła terminu „mikroflora bakteryjna”. Proszę odnieść się do tego sformułowania w kontekście pojęć mikrobiom i mikrobiota.
7. Na str. 81 autorka napisała: „(...) materiał genetyczny wirusów z rodzaju i ich względna częstotliwość (...)”. Proszę wskazać, o jaki rodzaj wirusów chodzi.
8. Na str. 94 autorka napisała: „(...) materiał genetyczny rodzaju protista (...)”. Proszę doprecyzować, jaki rodzaj został tu uwzględniony.
9. To samo pytanie dotyczy str. 99 i zapisu „rodzajów archeonów” – proszę wskazać, jakie konkretnie rodzaje autorka ma na myśli.
10. Czy podczas badań *Culicoides* spp. zaobserwowano różnice w wynikach między owadami zebranymi w różnych regionach lub powiatach Polski?
11. Proszę krótko scharakteryzować kompleks *C. obsoletus/scoticus*. Jak ma się on do kompleksu *C. pulicarius/punctatus*?
12. Dla jakich innych owadów prowadzone były dotychczas badania o charakterze zbliżonym do tych przedstawionych w rozprawie? Które gatunki owadów, występujące np. w Polsce, mają potencjał do tego rodzaju analiz w przyszłości?

III. WNIOSKI

Kandydatka do stopnia naukowego doktora wykazała się umiejętnością:

- wprowadzenia w tematykę badawczą (patrz: „Wstęp”),
- uzasadnienia celowości podjętych badań (patrz: „Wstęp”, „Cel pracy”),
- właściwego doboru metod badawczych i narzędzi analitycznych (patrz: „Materiały i metody”),
- prezentowania wyników (patrz: „Wyniki”),
- a także ich krytycznej analizy oraz interpretacji w odniesieniu do literatury przedmiotu (patrz: „Dyskusja”).

Autorka wykazała się również znajomością ryzyka związanego z tego typu badaniami, jak i czynników mogących negatywnie wpływać na uzyskiwane wyniki. Potrafiła wskazać słabe strony własnego wnioskowania oraz zaprezentować kierunki dalszych badań.

Ponadto doktorantka zrealizowała założone cele badawcze, a uzyskane wyniki przedstawiła w sposób zgodny z obowiązującymi standardami naukowymi.

IV. OCENA KOŃCOWA – KONKLUZJA

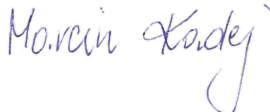
Stwierdzam, że przedstawiona do oceny rozprawa doktorska **spełnia ustawowe wymogi** (Dz. U. 2023 r., poz. 742). Po pierwsze prezentuje oryginalną wiedzę oraz stanowi oryginalne rozwiązanie problemu naukowego kandydatki w zakresie wybranej przez nią dyscypliny, po drugie dowodzi umiejętności realizowania przez doktorantkę pracy naukowej, po trzecie stanowi jednorodną tematycznie rozprawę w postaci monografii naukowej ze streszczeniem w języku polskim i angielskim.

W związku z powyższym **stwierdzam, że rozprawa doktorska** pt. „*Badanie mikrobiomu i wiromu rodzimych gatunków *Culicoides spp.**” **spełnia warunki** określone art. 187, ust. 1-4 **Ustawy** z dnia 20 lipca 2018 roku *Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce* (Dz. U. 2022 r., poz. 574 z późn. zm.) **i wnioskuję o dopuszczenie** lek. wet. Katarzyny KRASOŃ **do dalszych etapów przewodu doktorskiego**.

Pomimo pewnych niedociągnięć wskazanych powyżej, ze względu na interdyscyplinarny charakter rozprawy oraz nowatorski warsztat badawczy, **wnioskuję o przyznanie jej wyróżnienia**. Praca odznacza się wysoką wartością merytoryczną i naukową, a uzyskane wyniki – szczególnie w kontekście mikrobiologii i entomologii weterynaryjnej – stanowią istotną podstawę do dalszych badań nad powiązaniem mikrobiomu i wiromu ze środowiskiem oraz wnoszą nowe dane do badań podstawowych.

Analiza mikrobiomu/wiromu gospodarzy wnosi znaczący wkład w lepsze rozumienie mechanizmów oddziaływania czynników środowiskowych i ekologicznych, co zostało omówione w rozdziale dotyczącym oryginalności badań oraz ich wartości naukowej. Nowe podejście badawcze oraz głęboka analiza problemu uzasadniają nadanie rozprawie wyróżnienia.

Wrocław, 4 lipca 2025 r.


Prof. dr hab. inż. MARCIN KADEJ