



UNIWERSYTET ROLNICZY
im. Hugona Kołłątaja w Krakowie

Wydział Rolniczo-Ekonomiczny
Katedra Mikrobiologii i Biomonitoringu

Dr hab. Iwona Beata Paśmionka
Katedra Mikrobiologii i Biomonitoringu
Wydział Rolniczo - Ekonomiczny
Uniwersytet Rolniczy im. Hugona Kołłątaja
w Krakowie
al. Mickiewicza 21, 31-120 Kraków

Kraków, 15 lipca 2025 r.

RECENZJA

pracy doktorskiej Pani mgr inż. Martyny Godzieby pt. **„Wykorzystanie sieci społecznych do badania wzorców współwystępowania bakterii przekształcających związki azotu w układach oczyszczania ścieków”**,

wykonanej pod kierunkiem promotora Pana prof. dr hab. inż. Sławomira Ciesielskiego,
w Katedrze Biotechnologii w Ochronie Środowiska,
Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie

1. Podstawa prawna

Podstawę formalno-prawną recenzji stanowi pismo Przewodniczącego Rady Naukowej Dyscypliny Inżynieria Środowiska, Górnictwo i Energetyka, Pana prof. dr hab. inż. Marcina Dębowskiego, z dnia 9 czerwca 2025 r. (znak pisma: 29.400-000.5201.1.2025).

Niniejsza recenzja została opracowana na podstawie wymagań zawartych w Art. 187 Ustawy z dnia 20 lipca 2018 r., *Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce* (Dz. U. 2024 poz. 1571). Kierując się kryteriami ustawowymi, za merytoryczną podstawę sporządzenia recenzji posłużyła mi doręczona dysertacja Pani mgr inż. Martyny Godzieby oraz cykl powiązanych tematycznie artykułów, składających się na rozprawę doktorską.

2. Ogólna charakterystyka i ocena formalna recenzowanej rozprawy doktorskiej

Recenzowana praca doktorska pt.: „Wykorzystanie sieci społecznych do badania wzorców współwystępowania bakterii przekształcających związki azotu w układach oczyszczania ścieków” została przygotowana w oparciu o tekst jednolity w języku polskim oraz 4 artykuły naukowe w języku angielskim, opublikowane w czasopiśmie o zasięgu międzynarodowym. Do rozprawy dołączono streszczenia w językach polskim i angielskim, spełniając tym samym ustawowe wymagania. Całość opracowania liczy 131 stron i składa się z 7 głównych rozdziałów obejmujących: Wstęp, Cel i zakres badań, Hipotezy badawcze, Materiały i metody, Wyniki, Weryfikację hipotez oraz Podsumowanie i wnioski. Układ pracy jest logiczny, Autorka zachowała odpowiednie proporcje między rozdziałami, spełniając tym samym wymagania stawiane rozprawom doktorskim. Poszczególne rozdziały pracy ściśle się zazębiają i stanowią szczegółowe opracowanie dotyczące metod i narzędzi badawczych umożliwiających wieloaspektowe analizowanie mikrobiomu uczestniczącego w przemianach związków azotu, w procesach oczyszczania wody i ścieków. Pani mgr inż. Martyna Godzieba potwierdziła



umiejętność samodzielnego prowadzenia pracy naukowej poprzez prawidłowo zrealizowaną triangulacyjną procedurę badawczą, rozpoczynając od teoretycznego przygotowania, poprzez wykorzystanie wielu narzędzi i badań empirycznych, popartych następnie prawidłowo zastosowaną analizą statystyczną i kończąc całe postępowanie podsumowaniem oraz sformułowaniem wiarygodnych wniosków. Badania empiryczne obejmowały bardzo szeroki zakres analiz i oznaczeń o charakterze ilościowym i jakościowym. Doktorantka po rozpoznaniu potrzeby rozwijania nowych metod i narzędzi badawczych, dotyczących mikroorganizmów w układach oczyszczania ścieków i wody, sprecyzowała cel i zakres badań oraz sformułowała hipotezy badawcze, proponując oryginalne rozwiązanie badanego zagadnienia polegające na wykorzystaniu sieci społecznych w badaniu zależności ekologicznych i powiązań między bakteriami przekształcającymi związki azotowe. Doktorantka osiągnęła zakładany cel rozprawy, co znalazło odzwierciedlenie w podsumowaniu uzyskanych wyników badań, jak również w zaprezentowanych wnioskach. Pani mgr inż. Martyna Godzieba w swojej dysertacji wykorzystowała 87 pozycji literatury, w tym 86 obcojęzycznych oraz 58 opublikowanych w roku 2020 i później. Uwzględnione źródła zostały dobrane prawidłowo i dobrze reprezentują omawianą problematykę badawczą. W dalszej części rozprawy doktorskiej znajdują się 4 artykuły naukowe, będące odzwierciedleniem treści zawartych w dysertacji przygotowanej w języku polskim. Łączny współczynnik oddziaływania (IF) tych publikacji wynosi 21,3, a sumaryczna liczba punktów MNiSW to 440. W każdym artykule Doktorantka jest pierwszym autorem, w jednym jest również autorem korespondencyjnym. Przed publikacjami, które są pracami wieloautorskimi, znajdują się niezbędne oświadczenia Doktorantki i współautorów, dotyczące wkładu wniesionego w każdą z prac. Wkład Pani mgr inż. Martyny Godzieby, w powstanie każdej z przedstawionych do oceny publikacji, wyniósł 55%.

3. Ocena merytoryczna recenzowanej rozprawy doktorskiej

Tytuł rozprawy został sformułowany prawidłowo i w pełni prezentuje treści zawarte w pracy. W streszczeniu Autorka w sposób zwięzły i rzeczowy wprowadza czytelnika w zagadnienia związane z koniecznością prowadzenia i udoskonalania badań potencjalnych relacji występujących między różnymi społecznościami bakteryjnymi. Następnie zaprezentowaną problematykę obszernie omawia w poszczególnych rozdziałach dysertacji i dołączonych publikacjach.

We Wstępie Autorka przedstawiła uzasadnienie potrzeby podjęcia badań mikrobiomów funkcjonujących w różnych ekosystemach, w tym wykorzystywanych w procesach technologicznych związanych m.in. z ochroną środowiska. Doktorantka zwróciła uwagę na strukturę mikrobiomów, zróżnicowane mechanizmy ekologicznych interakcji w społecznościach bakteryjnych oraz konieczność ich poznania i zrozumienia, w kontekście właściwego zarządzania procesami opartymi na aktywności mikroorganizmów. W 4 podrozdziałach Wstępu, stanowiących przegląd aktualnej literatury, Pani mgr inż. Martyna Godzieba kontynuuje rozpoczęte wątki i rozwija informacje na temat zależności ekologicznych panujących wśród drobnoustrojów, zwracając uwagę na kluczową rolę mikroorganizmów



uczestniczących w procesach technologicznych. Do takich mikroorganizmów należą m. in. bakterie przekształcające związki azotowe w układach oczyszczania ścieków i wody, w tym nityfikatory i denityfikatory. W kolejnych podrozdziałach Wstępu Autorka koncentruje się na znaczącym wzroście zainteresowania technologiami sekwencjonowania w badaniach złożonych społeczności mikroorganizmów. Sekwencjonowanie nowej generacji oraz rozwój metod mapowania sieci ekologicznych konsorcjów mikrobiologicznych, mogą być pomocne w przewidywaniu skutków różnych zmian i zaburzeń w ekosystemach oraz umożliwić projektowanie i sterowanie złożonymi społecznościami drobnoustrojów, co zostało słusznie podkreślone przez Doktorantkę. Obejmujący 11 stron Wstęp, będący przeglądem piśmiennictwa, w kilku aspektach wprowadza czytelnika w problematykę badawczą podjętą w dysertacji. Rozdział ten dostarcza wielu ciekawych informacji i stanowi dobre tło dla podjętych w rozprawie badań. Jest to bardzo dobrze przygotowane kompendium wiedzy, przybliżające czytelnikowi informacje o konsorcjach mikroorganizmów oraz nowoczesnych możliwościach ich analizowania. Dobór wykorzystanej literatury oceniam pozytywnie. Cytowane artykuły stanowią udaną syntezę prac fundamentalnych dla tematyki badań oraz prac najnowszych, przedstawiających ostatnie odkrycia naukowe. Rola rozdziału pracy doktorskiej, obejmującego przegląd piśmiennictwa, z jednej strony polega na bezpośrednim zapoznaniu czytelnika z przedmiotem badań, a z drugiej strony jest źródłem informacji o wiedzy i stopniu przygotowania Autora do prowadzenia eksperymentów w danym kierunku. W mojej ocenie Doktorantka wywiązała się z tych zadań w stopniu bardzo dobrym. Zaprezentowany przegląd literaturowy jest przemyślany i w syntetyczny sposób omawia istotne aspekty, stanowiąc dobre wprowadzenie w badane zagadnienia, omawiane przez Doktorantkę w części eksperymentalnej. Ponadto rozdział ten został bezpośrednio powiązany z celem badań, który Autorka dysertacji zdefiniowała jako „określenie możliwości zastosowania analizy sieci współwystępowania mikroorganizmów do badania zależności ekologicznych i powiązań pomiędzy bakteriami przekształcającymi związki azotowe w bioreaktorach wykorzystywanych do oczyszczania wody i ścieków”. Tak sformułowany cel wiązał się z doprecyzowaniem zakresu analiz oraz weryfikacją przedstawionych hipotez badawczych. Przyjęty kierunek badań należy uznać za uzasadniony.

Rozdział Materiały i metody przedstawiony został na 4 stronach dysertacji i stanowi ogólny opis użytych w doświadczeniach metod, które Pani mgr inż. Martyna Godzieba szczegółowo opisała w publikacjach dołączonych do rozprawy doktorskiej (P1-P4). Aby osiągnąć założony cel i zweryfikować postawione hipotezy, Doktorantka przeprowadziła szereg badań laboratoryjnych obejmujących analizy mikrobiomu reaktorów SBR zasilanych ściekami syntetycznymi oraz biofiltrów oczyszczających wodę w recyrkulacyjnych systemach hodowli ryb. W pierwszym etapie badań Pani mgr inż. Martyna Godzieba analizowała mikrobiomy osadu czynnego i biofilmu, rozwijające się w reaktorze hybrydowym ze złożem ruchomym IFAS- MBSBBR. Następnie Doktorantka badała mikrobiom reaktora, w którym prowadziła proces deamonifikacji w zmiennych warunkach termicznych. Biomase tego reaktora wcześniej wzbogaciła materiałem inokulacyjnym, zawierającym bakterie anammox. W drugim etapie badań Autorka dysertacji analizowała zespoły mikroorganizmów tworzących błonę biologiczną



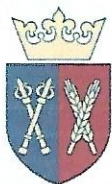
na filtrach wykorzystywanych w hodowli ryb. Izolację kwasów nukleinowych, z szeregu próbek pobranego materiału, Doktorantka prowadziła zgodnie z procedurą i zaleceniami producentów odpowiednich zestawów analitycznych, a sekwencjonowanie kwasów nukleinowych zleciła firmom zewnętrznym, stosującym technologię Illumina. Technologia ta, jako sekwencjonowanie nowej generacji, cechuje się bardzo wysoką przepustowością, precyzją i skalowalnością, co uważam za trafny wybór. Rozdział Materiały i metody kończy podrozdział dotyczący konstrukcji sieci współwystępowania poszczególnych bakterii. W tym celu Pani mgr inż. Martyna Godzieba zastosowała korelację rang Spearmana, analizując bakterie, które najliczniej występowały w metagenomach. Otrzymane macierze korelacji wykorzystwała następnie do konstrukcji sieci. Na tym etapie badań Doktorantka korzystała z programu Statistica 13.1, a w celu wizualizacji i przeprowadzenia analizy sieci użyła oprogramowanie Gephi 0.10.1. Metodyka zaprezentowana przez Panią mgr inż. Martynę Godziebę odzwierciedla złożoność zaplanowanych prac badawczych. Uważam, że dobór zastosowanych przez Doktorantkę metod analitycznych i statystycznych był właściwy, pozwolił zrealizować postawiony cel badań oraz zweryfikować założone hipotezy.

Wyniki przeprowadzonych doświadczeń Pani mgr inż. Martyna Godzieba zaprezentowała na 13 stronach rozprawy (łącznie z rycinami) oraz w czterech dołączonych publikacjach (P1-P4). Układ tego rozdziału odpowiada układowi zastosowanemu w rozdziale Materiały i metody badawcze, co pozwala łatwo powiązać wyniki z przeprowadzonymi analizami. Uzyskane przez Doktorantkę rezultaty badań zostały w sposób przejrzysty i komunikatywny opisane w oparciu o analizy statystyczne i przedstawione w dysertacji za pomocą 5 rycin. W dołączonych do rozprawy doktorskiej publikacjach wyniki zostały przedstawione bardziej szczegółowo i udokumentowane na kolejnych 22 rycinach i w 4 tabelach. Ten rozdział rozprawy doktorskiej Pani mgr inż. Martyna Godzieba podzieliła na cztery części, odpowiadające czterem afiliowanym artykułom. Część pierwsza dotyczy badań mikrobiomów biofilmu i osadu czynnego w reaktorze hybrydowym. Doktorantka zauważyła, że zarówno w biofilmie, jak i w osadzie czynnym, najliczniejszymi typami bakterii były *Pseudomonadota* oraz *Bacteroidota*, a podstawowym parametrem kształtującym w czasie liczebność bakterii w tych konsorcjach, były zmiany sposobu natleniania i stężenia tlenu. Autorka dysertacji zaobserwowała, że układem bardziej wrażliwym na zmienne parametry jest osad czynny, w którym liczebność poszczególnych rodzajów bakterii zmieniała się intensywniej niż w biofilmie. Zjawisko to prawdopodobnie może być związane z obecnością macierzy pozakomórkowej, będącej substancją chroniącą komórki biofilmu przed zewnętrznymi czynnikami środowiskowymi. Sieci współwystępowania bakterii w biofilmie i osadzie czynnym, do których skonstruowania Pani mgr inż. Martyna Godzieba wykorzystwała również dane o stopniu redukcji związków organicznych i fosforowych oraz wydajności amonifikacji, nityfikacji i denityfikacji, miały taką samą ilość węzłów, ale większa ilość krawędzi w sieci biofilmu może wskazywać na większą ilość powiązań ekologicznych bakterii tworzących ten układ biologiczny. W drugiej części tego rozdziału Doktorantka zaprezentowała wyniki dotyczące wpływu niskiej temperatury na dynamikę społeczności bakteryjnej oraz wydajności procesu beztlenowego usuwania amoniaku w reaktorze SBR. W tym celu zastosowała metodę sekwencjonowania



DNA, w której genom (lub inny duży fragment DNA) jest losowo rozbijany na mniejsze fragmenty, poddawane następnie sekwencjonowaniu. Pozwoliło to zarówno na zbadanie składu populacji, jak i jej metabolicznego potencjału. Uzyskane rezultaty wskazują, że temperatura silniej wpływa na zmiany w społeczności bakteryjnej reaktora, w porównaniu do innych czynników ekologicznych, takich jak np. konkurencja. Ponadto Autorka stwierdziła, że niższe temperatury (12-15°C) obniżają liczebność bakterii z rodzaju *Nitrospira*, podczas gdy ilość bakterii z rodzaju *Nitrosomonas* i „*Candidatus Brocadia*” pozostaje stabilna, ale ich aktywność maleje. Przeprowadzona przez Doktorantkę analiza sieciowa danych metagenomicznych sugeruje również, że bakterie o niskiej liczebności mogą odgrywać ważniejszą rolę w mikrobiomie niż wcześniej przypuszczano. Trzecia część rozdziału Wyniki przedstawia rezultaty badań dotyczących sieci bakterii nityfikacyjnych w biofiltrach akwariowych. Pani mgr inż. Martyna Godzieba badając społeczność bakteryjną zewnętrznego filtra kanistrowego EHEIM Professionel 3, zaobserwowała, że rola klasycznych bakterii utleniających amoniak, w przypadku testowanego biofiltra, jest nieistotna. Uzyskane przez Doktorantkę wyniki badań wskazują, że ze względu na wysokie powinowactwo do amoniaku, bakterie comammox w tym typie biofiltra, rozwijają się znacznie lepiej niż tradycyjne nityfikatory, utleniające amoniak dwuetapowo. Przedstawione przez Doktorantkę rezultaty wykazały również, że archeony utleniające amoniak znacząco wpływają na proces nityfikacji w biofiltrze, chociaż występują w mniejszej ilości. Zaprezentowane wyniki wskazały, że mikrobiom biofiltra kształtuje się pod wpływem wahań w dostępności substratów pokarmowych, a sieć obrazująca badaną społeczność ujawnia istnienie dwóch konkurujących subpopulacji. Przedstawiając rezultaty tych badań Pani mgr inż. Martyna Godzieba podkreśla rolę bakterii comammox w akwariach, w których usuwanie amoniaku jest kluczowe w utrzymaniu zdrowego środowiska dla ryb. Bakterie te pomagają bowiem niwelować toksyczne związki azotu, a ich obecność w filtrach i podłożu zapewnia stabilność biologiczną akwarium. W ostatniej części rozdziału Wyniki Doktorantka wyjaśniła mechanizmy konwersji azotu w przenośnym filtrze podczas naprzemiennego trybu karmienia ryb. Rezultaty, uzyskane przez Autorkę dysertacji wykazały, że bakterie comammox z rodzaju *Nitrospira* były dominującymi nityfikatorami w analizowanym systemie, prawdopodobnie z uwagi na ograniczoną dostępność amoniaku. Skonstruowanie sieci społeczności mikrobiologicznej analizowanego biofiltra pozwoliło Doktorantce wyodrębnić dwie konkurujące populacje. Główną konkurencję dla bakterii comammox z rodzaju *Nitrospira* stanowiły bakterie heterotroficzne z rodzaju *Pseudomonas*, których populacja zwiększała się po karmieniu ryb. Bakterie te w swoim metabolizmie wykorzystują amoniak w procesie asymilacji, co skutkuje wydajniejszym usuwaniem związków azotu w porównaniu do nityfikacji.

Wyniki uzyskane przez Doktorantkę w trakcie prowadzonych badań, uznają za bardzo interesujące i ważne, zarówno z punktu widzenia poznawczego, jak i praktycznego. Zastosowana przez Autorkę dysertacji analiza sieci społecznych, skupia się na relacjach i powiązaniach między mikroorganizmami w sieci, a nie tylko na cechach poszczególnych bakterii. Takie podejście pozwala połączyć w jednej analizie ilość mikroorganizmów z parametrami środowiskowymi, co znacząco wpływa na rozwój matematycznych i



statystycznych narzędzi służących do przewidywania wyników, na podstawie zgromadzonych danych. Przedstawione wyniki badań pozwoliły również zweryfikować hipotezy założone przez Doktorantkę. Pani mgr inż. Martyna Godzieba potwierdziła, że:

- błona biologiczna posiada bardziej zróżnicowany mikrobiom niż osad czynny,
- stężenie związków azotowych wpływa na skład populacji nityfikatorów,
- dostępność substratów pokarmowych wpływa na zależności ekologiczne między mikroorganizmami,
- w procesach oczyszczania wody i ścieków bakterie nityfikacyjne stanowią kluczowe węzły sieci,
- konstruowanie sieci współzależności dostarcza przydatne informacje na temat interakcji między członkami społeczności bakteryjnych.

Uzyskane wyniki badań Autorka zinterpretowała i przedyskutowała z dostępną literaturą w czterech przedstawionych do oceny publikacjach, w których szczegółowo zaprezentowała tło prowadzonych badań, odniosła je do aktualnych światowych trendów badawczych i podkreśliła nowatorskie aspekty prowadzonej pracy (P1-P4). Doktorantka wyjaśniła procesy i mechanizmy stojące za uzyskanymi wynikami oraz pokazała możliwości ich przeniesienia na grunt praktyczny. Powiązanie uzyskanych wyników z możliwością ich wykorzystania w praktyce uważam za dużą wartość recenzowanej pracy doktorskiej.

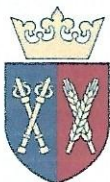
Rezultaty swojej pracy Pani mgr inż. Martyna Godzieba podsumowała w ostatnim rozdziale dysertacji, zatytułowanym Podsumowanie i wnioski. Rozdział ten jest syntezą uzyskanych obserwacji z jasno sformułowaną konkluzją w postaci 8 prawidłowo wyciągniętych wniosków, co dowodzi, że Doktorantka dobrze rozumie i interpretuje uzyskane wyniki. Przedstawione przez Autorkę wnioski końcowe odpowiadają założonemu celowi i przyjętym hipotezom.

Bibliografia w ocenianej rozprawie doktorskiej liczy 87 pozycji. Cytowane przez Autorkę publikacje są dobrze wytypowanym i w większości bardzo aktualnym źródłem wiedzy.

Treści przedstawione w ocenianej dysertacji i dołączonych publikacjach potwierdzają wysoki poziom ogólnej oraz profesjonalnej wiedzy teoretycznej Doktorantki, umiejętność samodzielnego prowadzenia pracy naukowej oraz oryginalnego rozwiązywania problemów naukowych w Dyscyplinie Inżynieria Środowiska, Górnictwo i Energetyka. W związku z powyższym stwierdzam, że recenzowana dysertacja spełnia obowiązujące wymagania ustawowe dla rozpraw doktorskich, ujęte w Art. 187 Ustawy z dnia 20 lipca 2018 r., *Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce* (Dz. U. 2024 poz. 1571).

4. Ocena redakcyjna dysertacji

Ogólna ocena przedstawionej rozprawy doktorskiej pod kątem redakcyjnym jest pozytywna. Dysertację przygotowano poprawnie pod względem językowym i dobrze zilustrowano. Praca jest napisana starannie, bez błędów merytorycznych, większych uchybień stylistycznych i ortograficznych, a drobne błędy o mniejszym znaczeniu, nie obniżają wartości rozprawy. Świadczy to o osiągnięciu przez Doktorantkę bardzo dobrego poziomu warsztatu pisarskiego i umiejętności logicznej prezentacji stwierdzonych zjawisk i zależności.



Uwagi do Autorki dysertacji

Wnikliwa analiza zaplanowanych i przeprowadzonych badań, opisanych w niniejszej dysertacji, nie ujawniła istotnych niedociągnięć, które stanowiłyby podstawę do sformułowania zdecydowanego krytycznych komentarzy. Z obowiązku recenzenta chciałabym jednak zwrócić uwagę na pewne kwestie dotyczące przedmiotowej rozprawy i jednocześnie podkreślić, że nie zmniejszają one wartości merytorycznej, jak i naukowej przedłożonej do recenzji pracy doktorskiej.

- W rozprawie brakuje spisu używanych skrótów.
- Nie podano ilości wszystkich przeanalizowanych próbek, choć częściowo informacje te można uzyskać z tekstu rozprawy i publikacji.
- Str. 25: „*Chlorofexi*” powinno być „*Chloroflexi*” (w publikacji nazwa jest poprawna), Str. 26: „*Rhizorapis*” powinno być „*Rhizorhapis*” (w publikacji też jest błąd).
- W celu uniknięcia chaosu taksonomicznego w całej pracy nazwy łacińskie mikroorganizmów powinny być poprzedzone reprezentowaną przez nie jednostką systematyczną, a nie tylko w niektórych fragmentach rozprawy, np.:
str. 25: typy bakterii: *Pseudomonadota*, *Bacteroidota*, *Chloroflexi*, *Acidobacteriota*, *Nitrospirota*, *Firmicutes*, *Actinomycetota*, itd.,
str. 26, 33, 35, 36: rodzaje bakterii: *Nitrospira*, *Nitrosomonas*, *Nitrosotenuis*, *Nitrosocosmicus*, *Aeromonas*, *Mycobacterium*, *Pseudomonas*, *Flavobacterium*, *Acidovorax*, *Dechloromonas*, *Acinetobacter*, *Hydrogenophaga*, itd.,
str. 30, 33: klasy bakterii: *Phycisphaerae*, *Acidimicrobiia*, itd.

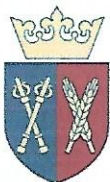
Pytanie do Autorki dysertacji

- Czy analiza struktury mikrobiomów funkcjonujących w oczyszczalniach ścieków może być alternatywą dla sztucznych sieci neuronowych wykorzystywanych w modelowaniu procesu oczyszczania ścieków?

5. Podsumowanie i wniosek końcowy

Po zapoznaniu się z rozprawą doktorską Pani mgr inż. Martyny Godzieby, pt.: „Wykorzystanie sieci społecznych do badania wzorców współwystępowania bakterii przekształcających związki azotu w układach oczyszczania ścieków”, zrealizowaną pod opieką naukową Pana prof. dr hab. inż. Sławomira Ciesielskiego, stwierdzam, że jest ona kompletnym opracowaniem naukowym, którego niewątpliwym osiągnięciem w Dyscyplinie Inżynieria Środowiska, Górnictwo i Energetyka jest wykazanie, że analiza sieci współwystępowania bakterii w różnych mikrobiomach jest dobrym narzędziem do identyfikacji potencjalnych zależności ekologicznych w populacjach bakteryjnych i może ułatwić sterowanie procesami biologicznego oczyszczania wody i ścieków.

Temat przedstawionej pracy doktorskiej jest bardzo aktualny w kontekście przydatności badań metagenomicznych w analizie różnorodności i funkcji mikrobiomów w środowisku ich



UNIWERSYTET ROLNICZY

im. Hugona Kołłątaja w Krakowie

Wydział Rolniczo-Ekonomiczny

Katedra Mikrobiologii i Biomonitoringu

występowania. Dysertacja ta stanowi oryginalne opracowanie naukowe, a otrzymane wyniki mają wartość poznawczą i praktyczną, wnoszą ciekawy wkład do rozwoju wiedzy w zakresie poznania i zrozumienia skomplikowanej struktury mikrobiomów różnych ekosystemów (w tym mikrobiomów układów technologicznych) oraz interakcji między organizmami a środowiskiem. Doktorantka opanowała niezbędną znajomość warsztatu metodycznego oraz wykazała się umiejętnością analizowania i interpretacji wyników badań własnych, a także ich konfrontacji z dostępną literaturą naukową. Pani mgr inż. Martyna Godzieba potrafiła zaplanować i zrealizować swoje badania. Ponadto przełożenie uzyskanych wyników pracy naukowej Doktorantki na publikacje naukowe, umożliwiły ich dotarcie do szerszej grupy odbiorców. Oczywiście ciągle pozostają obszary, które wymagają dokładniejszych analiz, ale zakładam, że Doktorantka będzie nadal rozwijała się naukowo i będzie miała okazję zgłębić kolejne zagadnienia. Należy również podkreślić i docenić staranność przy opracowaniu dysertacji. Podsumowując, stwierdzam że przedstawiona mi do oceny praca doktorska Pani mgr inż. Martyny Godzieby jest wartościowa, posiada duży potencjał poznawczy i praktyczny, potwierdza ogólną i profesjonalną wiedzę teoretyczną Doktorantki oraz umiejętność prowadzenia badań naukowych, w Dyscyplinie Inżynieria Środowiska, Górnictwo i Energetyka. Struktura całej pracy i podział treści są poprawne, logiczne i nie budzą zastrzeżeń, sformułowany cel został osiągnięty, a postawione hipotezy zweryfikowane.

Biorąc powyższe pod uwagę pozytywnie oceniam rozprawę doktorską autorstwa Pani mgr inż. Martyny Godzieby. Praca ta spełnia wszystkie warunki określone w Art. 187 Ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. *Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce* (Dz. U. 2024 poz. 1571). Wnoszę zatem do Rady Naukowej Dyscypliny Inżynieria Środowiska, Górnictwo i Energetyka, Uniwersytetu Warmińsko-Mazurskiego w Olsztynie, o przyjęcie dysertacji i dopuszczenie Pani mgr inż. Martyny Godzieby do dalszych etapów postępowania w sprawie nadania stopnia doktora.

Jednocześnie chcę podkreślić, że w mojej opinii Doktorantkę cechuje znacząca dojrzałość naukowa, o czym świadczą umiejętności pozyskiwania środków na prowadzone badania, aktywność publikacyjna w renomowanych czasopismach, wysokie walory naukowe ocenianej rozprawy w każdym jej aspekcie, bardzo szeroki i ambitny zakres prowadzonych badań oraz staranność w opracowaniu dysertacji. W związku z powyższym wnoszę również do Rady Naukowej Dyscypliny Inżynieria Środowiska, Górnictwo i Energetyka, Uniwersytetu Warmińsko-Mazurskiego w Olsztynie, o wyróżnienie pracy doktorskiej Pani mgr inż. Martyny Godzieby pt.: „Wykorzystanie sieci społecznych do badania wzorców współwystępowania bakterii przekształcających związki azotu w układach oczyszczania ścieków”.

Dr hab. Iwona Beata Paśmionka