UNIWERSYTET ROLNICZY
im. Hugona Kołłątaja w Krakowie

Wydział Rolniczo – Ekonomiczny
Katedra Mikrobiologii i Biomonitoringu
30-059 Kraków, al. Mickiewicza 24/28
Tel. +48 12 662 4181

Kraków, dnia 10.07.2025 r.

Dr hab. inż. Jacek Grzyb
e-mail: jacek.grzyb@urk.edu.pl

RECENZJA

osiągnięć naukowych oraz całokształtu dorobku naukowego dr Karoliny Furtak - adiunkta w Zakładzie Mikrobiologii Rolniczej Instytutu Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa – Państwowym Instytucie Badawczym w Puławach ubiegającej się o nadanie stopnia naukowego doktora habilitowanego w dziedzinie nauk rolniczych w dyscyplinie rolnictwo i ogrodnictwo

Recenzja wykonana na zlecenie prof. dr hab. Janusza Podleśnego - Zastępcy Przewodniczącego Rady Naukowej Instytutu Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa - PIB w Puławach na mocy uchwały nr 28/IUNG-PIB/2025 z dnia 16 maja 2025 roku w sprawie powołania Komisji habilitacyjnej.

I. NAJWAŻNIEJSZE FAKTY Z ŻYCIORYSU ZAWODOWEGO ORAZ PRZEBIEGU PRACY ZAWODOWEJ

Pani dr Karolina Furtak ukończyła 2-stopniowe studia na Katolickim Uniwersytecie Lubelskim Jana Pawła II w roku 2015 na kierunku biotechnologia uzyskując najpierw tytuł licencjata, a później magistra. Stopień naukowy doktora nauk rolniczych w dyscyplinie rolnictwo i ogrodnictwo - specjalność mikrobiologia gleby uzyskała w we wrześniu 2020 roku na podstawie rozprawy doktorskiej pod tytułem „Wpływ symulowanej powodzi na bioróżnorodność strukturalną i funkcjonalną mikrobiomu wybranych mad rzecznych" będącej spójnym tematycznie zbiorem sześciu publikacji. Promotorem tej rozprawy była dr hab. Anna Gałązka - prof. IUNG-PIB. Habilitantka jest zatrudniona w Zakładzie Mikrobiologii Rolniczej Instytutu Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa – Państwowym Instytucie Badawczym w Puławach od roku 2016 aż do chwili obecnej. Rozpoczynała pracę na stanowisku technika, od roku 2022 jest zatrudniona na stanowisku adiunkta.

II. OCENA OSIĄGNIĘCIA NAUKOWEGO, które jest opisane w art. 219 ust. 1 pkt 2b Obwieszczenia Marszałka Sejmu Rzeczypospolitej Polskiej z dnia 11 września 2024 r. w sprawie ogłoszenia jednolitego tekstu ustawy – prawo o szkolnictwie wyższym i nauce [Dz.U. 2024.1571]

Jako osiągnięcie naukowe podlegające ocenie w postępowaniu o nadanie stopnia naukowego doktora habilitowanego dr Karolina Furtak przedstawiła cykl 6 publikacji monotematycznych – oryginalnych prac naukowych pod tytułem: **„Ocena oddziaływania nadmiernej wilgotności środowiska na jakość i bioróżnorodność mikrobiologiczną mad rzecznych (Fluvisols) użytkowanych rolniczo oraz jako użytki zielone, ze szczególnym**

uwzględnieniem społeczności grzybów". Cykl ten obejmuje prace opublikowane w latach 2020 – 2024:

I.1.1. Furtak K., Gawryjołek K., Marzec-Grządziel A., Niedźwiecki J. (2024): *The Influence of Human Agricultural Activities on the Quality of Selected Fluvisols from the Vistula River Valley, Poland—Preliminary Research.* Agronomy, 14(3), 480, ISSN: 2073-4395.

I.1.2. Furtak K., Grządziel J., Gałązka A., Gawryjołek K., Niedźwiecki J. (2021): *Fungal biodiversity and metabolic potential of selected fluvisols from the Vistula River valley in Lubelskie, Poland.* Applied Soil Ecology, 160, 1038, ISSN 0929-1393; doi.org/10.1016/j.apsoil.2020.103866

I.1.3. Furtak K., Wolińska A. (2023): *The impact of extreme weather events as a consequence of climate change on the soil moisture and on the quality of the soil environment and agriculture – A review*. CATENA, 231, 107378, ISSN: 1872-6887; doi.org/10.1016/j.catena.2023.107378

I.1.4. Furtak K., Grządziel J., Gałązka A. (2022): *Can Model Experiments Give Insight into the Response of the Soil Environment to Flooding? A Comparison of Microcosm and Natural Event*. Biology, 11, 3, 386, ISSN 2079-7737; doi.org/10.3390/biology11030386

I.1.5. Furtak K., Grządziel J. (2023): *Fungal community change in selected fluvisols under simulated flooding condition.* Polish Journal of Agronomy, 52, 31-42, ISSN: 2081-2787; doi: 10.26114/pja.iung.511.2023.52.04

I.1.6. Furtak K., Grządziel J., Gałązka A., Niedźwiecki J. (2020) 3: *Prevalence of unclassified bacteria in the soil bacterial community from floodplain meadows (fluvisols) under simulated flood conditions revealed by a metataxonomic approach.* CATENA, 188, 104448, ISSN 0341-8162; doi.org/10.1016/j.catena.2019.104448

Pięć publikacji wchodzących w skład osiągnięcia zostało opublikowanych po uzyskaniu stopnia naukowego doktora. Publikacja szósta (I.1.6) została włączona do tego cyklu ze względu na kontynuację i poszerzenie tematyki badawczej podjętej jeszcze przed uzyskaniem stopnia naukowego doktora przez Habilitantkę.

W każdej publikacji wchodzącej w skład osiągnięcia dr Furtak **pełniła rolę autora wiodącego oraz korespondencyjnego**, a prezentowane w nich wyniki są rezultatem realizacji projektów badawczych, w których pełniła funkcję kierownika. Poza pierwszą publikacją z cyklu wszystkie pozostałe zostały opublikowane w czasopismach ze wskaźnikiem Q1 w bazie Journal Citation Report (JCR) dla takich dziedzin nauki, jak: rolnictwo, nauki o roślinach, nauki rolnicze i biologiczne, gleboznawstwo, biologia. **Sumaryczny Impact Factor (IF) wg roku wydania wynosi 23,939, przy czym dla 3 prac IF był powyżej 5. Liczba punktów za powyższe prace wynosi 640 zgodnie z obecnie obowiązującym wykazem na podstawie Komunikatu Ministra Nauki z dn. 5 stycznia 2024 r. Osiągnięcie naukowe posiada bardzo dobre wskaźniki bibliometryczne.**

Dr Karolina Furtak brała udział we wszystkich etapach powstawania publikacji począwszy od pozyskania środków finansowych na badania, opracowaniu koncepcji badań, doborze metodyki badań, współuczestnictwie w poborze próbek i wykonaniu badań laboratoryjnych, nadzorze prowadzonych analiz, analizie statystycznej uzyskanych wyników oraz ich interpretacji, napisaniu oryginalnego manuskryptu wraz z wizualizacją danych, złożeniu pracy do czasopisma, a także udzieleniu odpowiedzi na recenzje oraz korekcie tekstu artykułu. Świadczy to o rzadko spotykanej dojrzałości naukowej Habilitantki i wskazuje na jej dominujący udział w każdej z publikacji wchodzącej w skład osiągnięcia naukowego.

Przedstawiony do oceny cykl publikacji spełnia warunek spójności tematycznej stawiany wnioskom w postępowaniu habilitacyjnym. Tematyka osiągnięcia naukowego ma walory nowości i

wnosi istotny wkład w rozwój dyscypliny naukowej rolnictwo i ogrodnictwo. Habilitantka jasno sprecyzowała hipotezę badawczą - założyła, że nadmierna wilgotność środowiska glebowego wpływa na społeczność mikroorganizmów glebowych, w tym grzybów, a działalność człowieka oddziałuje na jakość mad rzecznych. Na podstawie tej hipotezy został postawiony główny cel badań: ocena oddziaływania nadmiernej wilgotności środowiska na jakość i bioróżnorodność mikrobiologiczną mad rzecznych (Fluvisols). W oparciu o cel główny dr Furtak zrealizowała cele pomocnicze prowadzonych badań:

1. określenie wpływu działalności człowieka na jakość środowiska glebowego mad rzecznych [zrealizowany w publikacji: I.1.1];
2. określenie bioróżnorodności i potencjału metabolicznego społeczności grzybów w madach rzecznych [I.1.2];
3. określenie wpływu symulowanej powodzi na społeczność mikroorganizmów glebowych bytujących w madach rzecznych [I.1.3; I.1.4; I.1.5; I.1.6].

Postawiona hipoteza badawcza i założone cele zostały sformułowane w sposób prawidłowy, a właściwie zaplanowane i zrealizowane badania w cyklu 6 publikacji składających się na osiągnięcie naukowe pozwoliły Habilitantce na ich weryfikację.

W publikacji **I.1.1.** Habilitantka analizowała zagadnienie wpływu działalności człowieka na jakość mad rzecznych. Analizie poddano próbki pobrane spod uprawy porzeczki czarnej. Ocena wpływu uprawy czarnej porzeczki na aktywność biologiczną Fluvisols wyraźnie potwierdziła, że działalność człowieka wpływa na wszystkie parametry jakości gleby: fizykochemiczne, biologiczne i mikrobiologiczne. Wg Autorki uzyskane wyniki nie potwierdzają jednak w pełni hipotezy, że gleby użytków zielonych charakteryzują się wyższą aktywnością biologiczną i różnorodnością mikrobiologiczną w porównaniu z glebami uprawnymi. Może to wskazywać, że **mikroorganizmy są liczniejsze i bardziej zróżnicowane taksonomicznie w glebach uprawnych, ale są bardziej aktywne w glebach użytków zielonych**. Wyniki pokazują, że wskaźniki bioróżnorodności uzyskane z NGS były wyższe w glebach pod uprawą czarnej porzeczki w porównaniu z glebami łąkowymi.

Doktor Furtak wskazała, że brak danych literaturowych dotyczących mykobiomów gleb nadrzecznych. Wobec powyższego Habilitantka postanowiła wypełnić tę lukę wykonując analizę społeczności mykobiomu glebowego z wykorzystaniem sekwencjonowania następnej generacji (NGS) genów ITS oraz metodę FFplate™ Biolog®. Wyniki tych analiz zostały przedstawione w publikacji **I.1.2.** W niniejszej publikacji Habilitantka dowodzi, że społeczność grzybów stanowi istotny element w środowisku glebowym. Pełni tam ważne funkcje związane z dynamiką wody, obiegiem składników odżywczych i zwalczaniem chorób. Mykobiom pełni niezwykle ważną rolę przy transformacji trudnego do strawienia materiału organicznego do form dostępnych dla innych organizmów. Habilitantka wykazała, że we wszystkich madach dominowały grzyby z rodzajów *Ascomycota* i *Basidiomycota*. Grzyby tworzące mikoryzę arbuskularną (AMF) znane z produkcji glomalin (rodzina *Glomeraceae*, gromada *Glomeromycota*) zostały znalezione w madzie średniej i bardzo lekkiej, lecz w niewielkim odsetku, co może tłumaczyć stosunkowo niską zawartość glomaliny w tych glebach. Analiza profilu metabolicznego pozwoliła zaobserwować, że mykobiom z mady bardzo lekkiej jest najaktywniejszy metabolicznie, a w żadnej próbce nie odnotowano zdolności grzybów do wzrostu na glukuronoamidzie. **Dr Furtak wykazała różnice pomiędzy strukturą mykobiomu i aktywnością metaboliczną w badanych madach: mada bardzo lekka o niskich wartościach parametrów chemicznych i biologicznych jest rezerwuarem dla większej liczby rodzajów grzybów i o wyższym potencjale metabolicznym niż**

mykobiomy z pozostałych gleb. **Stwierdziła, że większa różnorodność grzybów i ich zróżnicowany potencjał metaboliczny nie jest bezpośrednio powiązany z żyznością gleby definiowaną jako zawartość składników odżywczych.**

Wobec nasilających się zmian klimatycznych i coraz gwałtowniejszych zjawisk meteorologicznych niezwykle istotny jest temat powodzi i zdarzeń hydrologicznych oraz ich wpływu na środowisko glebowe. Te zagadnienia stały się przedmiotem przeglądowej publikacji **I.1.3.,** która stanowi krytyczny przegląd literatury w kontekście wilgotności gleb i zmian klimatu. **Habilitantka wykazała, że wiedza na temat zmian wywołanych suszeniem i zalewaniem gleb *in situ* jest wciąż ograniczona – z dwóch powodów: złożoności środowiska glebowego oraz trudności w określeniu rzeczywistego rozkładu wody w glebie i jednoczesnego określenia poziomu aktywności mikroorganizmów z jednoczesną oceną procesów biogeochemicznych.**

W literaturze krajowej i światowej brakuje badań dotyczących wpływu nadmiernej wilgotności na gleby rolnicze oraz oddziaływania okresowych zalewań na jakość gleb położonych na obszarach zalewowych. Sama analiza wpływu powodzi i podtopień na środowisko glebowe jest trudna do przeprowadzenia. Zazwyczaj badania dotyczą sytuacji po wystąpieniu powodzi, ale brakuje w nich analizy próbek kontrolnych sprzed powodzi. Przeprowadzenie takich obserwacji jest łatwiejsze dzięki badaniom opartym na modelach. Dr Karolina Furtak jeszcze w trakcie badań prowadzonych w roku 2018 zastanawiała się, czy modelowe doświadczenie wazonowe z tzw. *microcosm* = mikrokosmos pozwala na uzyskanie wyników zbliżonych do tych, które mają miejsce w wyniku naturalnego zdarzenia hydrologicznego. W kontekście powyższego założenia „szczęśliwym" zbiegiem okoliczności było naturalne zalanie gleb na terenie, z którego rok wcześniej zostały pobrane próbki do doświadczenia (publikacji **I.1.6.**)

Habilitantka dokonała porównania warunków modelowych i naturalnych, z których wynika, że powódź zarówno w warunkach naturalnych, jak i laboratoryjnych wpływa na pH gleby, aktywność enzymatyczną i potencjał metaboliczny mikroorganizmów glebowych. Zmiany tych parametrów są bardziej wyraźne w doświadczeniu w mikrokosmosie niż w warunkach polowych. Trend zmian wartości pH był taki sam w warunkach naturalnych i modelowych dla wszystkich gleb; zmiany aktywności dehydrogenazy były takie same dla średniej i lekkiej mady, z kolei aktywności fosfataz były różne. Dr Furtak zauważa, że pomimo odnotowanych różnic między wynikami uzyskanymi z eksperymentu w mikrokosmosie, a warunkami naturalnymi istnieje potrzeba prowadzenia badań modelowych. W przypadku analizy wpływu powodzi na aktywność biologiczną gleb, pozwalają one uzyskać informacje na temat zmian w podstawowych procesów i prześledzić ogólne trendy. „Mikrokosmosy powodziowe" pozwalają na obserwację środowiska glebowego w warunkach stresu wodnego, co jest bardzo istotne biorąc pod uwagę postępujące zmiany klimatyczne i rosnącączęstotliwość zdarzeń hydrologicznych na całym świecie (publikacja **I.1.4.**)

W drugim etapie badań Habilitantka analizowała wpływ symulowanej powodzi na społeczność grzybów w madach rzecznych, jako że wpływ nadmiernej wilgotności na mikrobiom i mykobiom gleby jest słabo poznany. **Wykonane analizy potwierdziły nieliczne doniesienia wskazujące, że zalanie powoduje znaczącą restrukturyzację mykobiomu glebowego - przedstawiciele typu *Basidiomycota* to najliczniej występująca grupa we wszystkich glebach, a ich udział wzrósł w wyniku zalania we wszystkich madach. Drugim pod względem liczebności typem był *Ascomycota*, którego liczebność zmniejszyła się w wyniku zalania we wszystkich próbkach.**

Dr Karolina Furtak wykazała, że przedstawicieli 3 rodzajów grzybów (*Rhizoctonia, Entyloma* i *Darksidea*) można uznać za wskaźniki nadmiernej wilgotności gleby. Przedstawiciele tych rodzajów występowali tylko w świeżych, naturalnych glebach Fluvisols, natomiast zniknęli po zalaniu we wszystkich badanych glebach. Z kolei ponad 20 rodzajów grzybów (między innymi: *Acremonium, Mucor, Trichoderma, Inocybe, Entoloma, Clavaria, Cortinarius*) można wymienić jako specyficzne rdzenne grzyby mad z dorzecza Wisły, które były obecne we wszystkich glebach w obu wariantach doświadczalnych. Nadmierna wilgotność może przyczyniać się do obecności grzybów patogenicznych w glebie, należących głównie do rodzajów *Alternaria* oraz *Fusarium*. **Najważniejszy wniosek z przeprowadzonych badań brzmi: warunki symulowanej powodzi powodują spadek różnorodności na poziomie rodzaju w mykobiomie, co może wpływać na funkcjonowanie środowiska** (publikacja **I.1.5.**).

Pani dr Karolina Furtak w oparciu o wyniki uzyskane w doświadczeniu *microcosm*, stwierdziła, że ekstremalne warunki spowodowane symulowaną powodzią mają znaczący wpływ na mikroorganizmy glebowe. Wykazała, że w glebach zalanych wodą jest zwiększona aktywność metaboliczna oraz różnorodność strukturalna mikrobiomu glebowego. W wyniku nadmiernej wilgotności zmieniają się nie tylko proporcje poszczególnych bakterii, ale także pojawiają się w glebie nowe gatunki, zarówno te wprowadzane przez wodę, jak i wybudzane z form nieaktywnych, a niektóre grupy mikroorganizmów zanikają. Zaobserwowała miedzy innymi proliferację *Anaeromyxobacter* sp. i *Malikia* sp., które nie były obecne w glebie przed powodzią ani w wodzie wykorzystanej do symulacji powodzi. Podejście zastosowane do obróbki danych pochodzących z sekwencjonowania pozwoliło na obserwację znacznie szerszego spektrum zmian niż w dotychczas dostępnych badaniach na ten temat. Habilitantka zakładała, że uzyskane wyniki będą zawierały dużą liczbę niesklasyfikowanych bakterii, lecz uzyskane rezultaty (ponad 90% w każdej analizowanej próbki) były mocno zaskakujące, lecz potwierdziło to znaną tezę, że w świecie bakterii glebowych wciąż kryje się wiele niewiadomych. **Bakterie** (pomimo braku identyfikacji do rodzaju), **stanowią tak wysoki procent próbki gleby, że z pewnością mają wpływ na jej funkcjonowanie i stabilność**.

Należy przyznać, że wyniki uzyskane przez Habilitantkę stanowią istotne uzupełnienie dotychczasowej wiedzy z zakresu mikrobiologii terenów zalewowych i wpływu powodzi na ich jakość i jest niezwykle istotne w kontekście użytkowania rolniczego. Uzyskane wyniki podkreślają konieczność uwzględniania niesklasyfikowanych sekwencji w analizach różnorodności strukturalnej mikrobiomów glebowych.

W pełni zgadzam się z Habilitantką że dobre prace przeglądowe są istotne w dostarczaniu kompendium wiedzy dla całej społeczności naukowej. Dobrym przykładem jest tutaj publikacja **I.1.3,** która w ciągu 15 miesięcy była cytowana 54 razy (wg Web of Science) lub aż 72 razy (wg Scopus). Co więcej otrzymała wyróżnienie "Highly Cited Paper" w sierpniu, wrześniu i październiku 2024 od Web of Science.

Podsumowując recenzję osiągnięcia naukowego pod tytułem: „Ocena oddziaływania nadmiernej wilgotności środowiska na jakość i bioróżnorodność mikrobiologiczną mad rzecznych (Fluvisols) użytkowanych rolniczo oraz jako użytki zielone, ze szczególnym uwzględnieniem społeczności grzybów" stwierdzam, że spełnia ono wymagania stawiane przez aktualną ustawę i upoważnia Panią dr Karolinę Furtak o ubieganie się o stopień doktora habilitowanego w dziedzinie nauk rolniczych w dyscyplinie rolnictwo i ogrodnictwo

III. OCENA ORYGINALNEGO OSIĄGNIĘCIA PROJEKTOWEGO, które jest opisane w art. 219 ust. 1 pkt 2c Obwieszczenia Marszałka Sejmu Rzeczypospolitej Polskiej z dnia

11 września 2024 r. w sprawie ogłoszenia jednolitego tekstu ustawy – prawo o szkolnictwie wyższym i nauce [Dz.U. 2024.1571]

Oprócz osiągnięcia naukowego Pani dr Karolina Furtak przedstawiła do oceny oryginalne osiągnięcie projektowe: **„Wyizolowanie, scharakteryzowanie oraz zdeponowanie w depozycie patentowym Polskiej Kolekcji Mikroorganizmów dziesięciu szczepów bakterii glebowych o potencjale agrobiotechnologicznym".**

Habilitantka w ramach realizacji projektu dotyczącego symulowanej powodzi wyizolowała z gleby poddanej takim warunkom ponad 80 szczepów bakterii i określiła ich potencjał biotechnologiczny. Hipoteza badawcza zakładała, że wśród autochtonicznych bakterii glebowych występują takie gatunki, które przystosowują się do zmian wilgotności gleby, w tym do jej skrajnych wartości; takie bakterie mogą mieć potencjał aplikacyjny.

Następnie do postępowań aplikacyjnych dr Furtak wybrała 10 najefektywniejszych **mikroorganizmów o potencjale agrobiotechnologicznym. Wybrane szczepy zostały zdeponowane w depozycie patentowym Polskiej Kolekcji Mikroorganizmów (PCM). Daje to możliwość wykorzystania tych bakterii w opracowywanych biopreparatach, które docelowo mają zostać zgłoszone do ochrony patentowej**. Zdeponowane szczepy bakterii należą do następujących rodzajów: *Bacillus, Kocuria, Peribacillus, Priestia, Rhodococcus* oraz *Staphylococcus*. Wykazują one szereg przydatnych właściwości: zdolność do amonifikacji, solubilizacji fosforu, aktywność ureazy, żelatynazy i esterazy, produkują fitohormony, osmoprotektanty oraz egzopolimery. Przeprowadzone przez Habilitantkę badania wykazały, że wyizolowane bakterie posiadają właściwości umożliwiające im przetrwanie w warunkach stresu osmotycznego, a zatem posiadają pewne mechanizmy osmoprotekcyjne. Został stwierdzony ich pozytywny wpływ na pszenicę jarą (sucha masa, długość pędów) w przeprowadzonym doświadczeniu pilotażowym.

W oparciu o uzyskane wyniki dr Furtak aplikowała o projekt pt. „Opracowanie innowacyjnego preparatu mikrobiologicznego o charakterze osmoprotekcyjnym do wspomagania oraz ochrony roślin uprawnych w warunkach stresu osmotycznego wywołanego zmienną wilgotnością gleby i zasoleniem, OSMO-PROTECT" (nr Lider14/0250/2023), który został złożony w ramach konkursu Lider XIV NCBR i otrzymał finansowanie znajdując się na 3 miejscu listy rankingowej.

Opisane osiągnięcie projektowe wpływa na rozwój agrobiotechnologii oraz ma znaczenie dla rolnictwa i również spełnia wymagania stawiane przez aktualną ustawę i upoważnia Panią dr Karolinę Furtak o ubieganie się o stopień doktora habilitowanego.

IV. OCENA ISTOTNEJ AKTYWNOŚCI NAUKOWEJ

Pani doktor Karolina Furtak w swojej pracy naukowej prócz głównego nurtu badań związanego z madami rzecznymi i zagadnieniem powodzi realizowała również prace związane z 4 innymi zagadnieniami. Pierwszym tematem realizowanym praktycznie od początku pracy zawodowej była **ocena bioróżnorodności funkcjonalnej społeczności mikroorganizmów glebowych z wykorzystaniem metody Biolog® w różnych glebach**. W jej ramach dr Furtak podejmowała się analizy społeczności mikroorganizmów pochodzących z różnych gleb ze szczególnym uwzględnieniem metody EcoPlate™ Biolog®. Dzięki tej metodzie można uzyskać dane odzwierciedlające metaboliczną charakterystykę konsorcjów mikroorganizmów bytujących w danym środowisku. Habilitantka z powodzeniem zastosowała tę metodę przy ocenie gleb z różnych systemów uprawy, gdzie wykazała, że społeczności mikroorganizmów były bardziej zróżnicowane w glebach, gdzie stosowano zredukowane techniki uprawy, ale wyższą aktywność metaboliczną

wykazywały w glebach spod konwencjonalnych technik uprawy. Dowiodła również, że społeczność drobnoustrojów w warunkach stresu hydrologicznego cechuje się wyższą aktywnością i różnorodnością metaboliczną w porównaniu do gleb kontrolnych. Metoda ta została również wykorzystana do porównania różnorodności społeczności mikroorganizmów w sąsiadujących ze sobą ekosystemach leśnych i rolniczych. Habilitantka wykazała, że gleby pobrane z granicy i z pola charakteryzowały się znacznie wyższymi wartościami wskaźników bioróżnorodności w porównaniu do gleb leśnych. Doktor Furtak dowiodła, że metoda EcoPlate™ Biolog® jest czuła i pozwala monitorować zmiany zachodzące w społeczności mikroorganizmów w zmiennych warunkach środowiska.

Drugim zgłębianym przez Habilitantkę zagadnieniem była **ocena wpływu wybranych egzogennych osmoprotektantów na jakość środowiska glebowego oraz wzrost i plonowanie pszenicy jarej w warunkach stresowych**. Weryfikowana była teza, czy dodatek ektoiny, inozytolu lub betainy może wspomóc mikroorganizmy i rośliny w obliczu zmiennej wilgotności gleby. Dr Furtak wykazała, że dodatek inozytolu i betainy powodował wzrost aktywności dehydrogenaz i fosfatazy kwaśnej w glebie po 7 i 21 dniach od wprowadzenia warunków stresowych (susza i powódź) oraz w warunkach optymalnych (60% polowej pojemności wodnej) w porównaniu do kontroli bez żadnych dodatków. Uzyskane przez Habilitantkę wyniki sugerują, że dostępne na rynku osmoprotektanty wpływają na aktywność enzymatyczną i metabolizm mikroorganizmów w warunkach stresu hydrologicznego. Ponadto dodatek inozytolu oraz betainy wpływa na aktywność enzymatyczną środowiska glebowego działając stymulująco na mikrobiom glebowy.

Trzeci nurt badań dotyczył o**ceny występowania potencjalnych patogenów bakteryjnych w glebach położonych na terenach zalewowych rzeki Wisły w województwie lubelskim.** Habilitantka we wszystkich badanych madach odnotowała obecność bakterii z rodzaju *Clostridium*; w madzie lekkiej i średniej odnotowała obecność *Legionella* sp.; zaś w madzie lekkiej i ciężkiej byli również obecni przedstawiciele bakterii z rodzaju *Aquicella*. Dane te są niezwykle istotne, gdyż gleby te są użytkowane rolniczo, zatem może dochodzić do transferu tych patogenów na plony zbierane na tym obszarze oraz może to zagrażać zdrowiu pracujących tam rolników.

Ostatnim zagadnieniem będącym przedmiotem badań doktor Furtak była **analiza mikrobiomu wody rzecznej z rzeki Wisły przepływającej przez obszar Natura 2000 oraz wody powodziowej.** Badania dotyczące wody rzecznej Habilitantka rozpoczęła od poszukiwania odpowiedniej metody do izolacji DNA ze środowiska wodnego. Przeprowadzone testy wykazały, że *Pseudomonas* sp. był dominującym rodzajem bakterii we wszystkich próbkach wody, ale jego względna liczebność różniła się w zależności od sposobu przygotowania próbki. Zagadnienie to jest niezwykle istotne i wskazuje na luki w metodologii izolacji DNA. Wyniki badań dotyczące izolacji DNA z próbek wody wnoszą istotny wkład w ekologię i mikrobiologię środowiska. Dr Furtak sprawdziła także, czy woda pobierana znad zalanej gleby może być wykorzystywana ponownie w rolnictwie. Uzyskane wyniki wskazują, że woda popowodziowa nawet nie mając styczności z miejscami będącymi poważnymi źródłami patogenów (składowiska odpadów, oczyszczalnie ścieków, kanalizacja) może być zanieczyszczona potencjalnymi patogenami, pochodzącymi z gleby. Habilitantka wykazała, że w wodzie pobranej znad gleby nawet po 14 dniach od zalania były obecne bakterie z rodzajów *Legionella* i *Aquicella*.

Dorobek naukowy Pani dr Karoliny Furtak obejmuje **30** oryginalne publikacje naukowe, 3 monografie naukowe w języku polskim, 2 rozdziały w monografii w języku angielskim, 7 rozdziałów w monografii w języku polskim, 2 poradniki dla rolników oraz 38 komunikatów

z konferencji międzynarodowych i 97 komunikatów z konferencji krajowych. Na podkreślenie zasługuje fakt, iż Habilitantka jest autorką lub współautorką 25 oryginalnych prac twórczych i przeglądowych wydanych w czasopismach z IF. Spośród 43 opublikowanych oryginalnych prac twórczych i przeglądowych w 22 publikacjach jest pierwszym autorem i autorem korespondencyjnym.

O ogromnym i imponującym dorobku Habilitantki świadczą poniższe fakty i liczby:

a. cały dorobek naukowy (łącznie z cyklem prac stanowiącym osiągniecie naukowe) według punktacji MNiSW zgodnie z rokiem publikacji wynosi **2.560 punktów**, w tym po uzyskaniu stopnia naukowego doktora – **1.620**. Dodatkowy dorobek (zgodnie z wykazem wydawnictw z dnia 22 lipca 2021 r.) z tytułu współautorstwa monografii oraz rozdziałów w monografii wynosi **405 punktów** (po uzyskaniu stopnia doktora – 235),
b. ma na koncie sumarycznie **179** pozycji publikacyjnych, przy czym **81** opublikowała po uzyskaniu stopnia naukowego doktora,
c. sumaryczny IF dla opublikowanych prac wynosi **86,641** (wg roku wydania publikacji), po uzyskaniu stopnia doktora – 63,496,
d. liczba cytowań (bez autocytowań) wg Web of Science – 474, wg Scopus – 578,
e. index Hirscha wg Web of Science – **13**, wg Scopus – **12**.

W ciągu całego okresu pracy zawodowej Habilitantka brała i nadal bierze czynny udział w realizacji 4 projektów finansowanych ze źródeł zewnętrznych, 5 tematów badawczych w ramach działalności statutowej IUNG-PIB oraz 4 zadań w ramach realizacji Programu Wieloletniego IUNG-PIB i dotacji celowej MRiRW. W 4 projektach badawczych doktor Furtak była lub jest kierownikiem tematu.

W ramach rozwijania swoich zainteresowań i pogłębiania wiedzy Habilitantka po uzyskaniu stopnia doktora uczestniczyła w 16 szkoleniach z różnych dziedzin (m.in. analiza statystyczna, metagenomika, mikrobiologia). W latach 2022 – 2024 odbyła też 4 staże naukowe – 3 w jednostkach krajowych oraz 1 staż zagraniczny w Chorwacji.

Pani dr Furtak otrzymała za swoje dokonania szereg nagród i wyróżnień – 3 przed uzyskaniem stopnia doktora (w tym Nagrodę Naukową Polskiego Towarzystwa Mikrobiologów) oraz 14 po awansie naukowym (między innymi Wyróżnienie Ministerstwa Rolnictwa i Rozwoju Wsi w roku 2022 oraz Stypendium Ministra Nauki dla wybitnych młodych naukowców w roku 2024).

Habilitantka w ramach działalności naukowej prowadzi szeroko zakrojoną współpracę z 9 jednostkami krajowymi (7 uniwersytetami oraz 2 instytutami naukowymi) oraz 5 jednostkami zagranicznymi (ze Szwecji, Turcji, Rumunii, Serbii oraz USA).

W ramach obowiązków recenzenta pragnę podkreślić rzetelność i skrupulatność w przygotowaniu całej dokumentacji przez Panią doktor Karolinę Furtak. W tekście znajdują się jedynie drobne błędy stylistyczne, które nie wpływają ani na wartość merytoryczną ani na ocenę całokształtu dorobku.

V. OCENA DOROBKU POPULARYZUJĄCEGO NAUKĘ, ORGANIZACYJNEGO I DYDAKTYCZNEGO

W ramach popularyzacji nauki dr Furtak brała czynny udział w 17 kongresach, sympozjach i warsztatach międzynarodowych oraz w 35 konferencjach i sympozjach krajowych. Wygłosiła 4 referaty na konferencjach międzynarodowych (wszystkie po uzyskaniu stopnia doktora) oraz 12 na konferencjach krajowych, z czego 5 po uzyskaniu stopnia doktora.

W roku 2022 wygłosiła referat plenarny na XXIX Ogólnopolskim Zjeździe Polskiego Towarzystwa Mikrobiologów. Łącznie jako autor i współautor przedstawiła 32 prezentacje posterowe na konferencjach międzynarodowych (w tym 17 po uzyskaniu stopnia doktora) oraz 76 prezentacji posterowych na konferencjach krajowych (w tym 44 po uzyskaniu stopnia doktora).

Prócz tego wygłosiła 3 referaty na spotkaniach naukowych (po uzyskaniu stopnia doktora) oraz 7 podczas szkoleń/warsztatów dla kadry rolniczej.

Należy podkreślić, że ogromu pracy wymagało zrecenzowanie w latach 2018-2024 143 artykułów naukowych dla 40 czasopism o zasięgu międzynarodowym z listy JCR, recenzja 1 monografii oraz 4 rozdziałów do monografii dla wydawnictw z wykazu wydawnictw punktowanych.

Dr Furtak od początku swojej kariery naukowej aktywnie uczestniczyła w wydarzeniach promujących naukę: wygłaszając referaty, prowadząc warsztaty i pokazy (Noc Biologów, Festiwal Nauki, Europejskie Forum Rolnicze, Dni Pola).

Habilitantka zamieściła również 4 artykuły popularno-naukowe w serwisach internetowych (farmer.pl, naukawpolsce.pl, rzeczo.pl); jest również założycielem i redaktorem 3 serwisów internetowych (mikro-iung.pl, osmo-protect.pl oraz profil na Facebook-u).

Dr Furtak współpracuje również z Fundacją na rzecz promocji nauki i rozwoju TYGIEL promując wydarzenia naukowe oraz współorganizując konferencje.

W ramach swej szeroko zakrojonej działalności organizacyjnej Habilitantka brała aktywny udział w pracach komitetów organizacyjnych lub naukowych 15 konferencji, sympozjów lub warsztatów.

Jest członkiem 3 towarzystw naukowych: Polskiego Towarzystwa Mikrobiologów (PTM), Polskiego Towarzystwa Agronomicznego (PTA) oraz Federation of European Microbiological Societies (FEMS).

Pełni również szereg funkcji (academic editor, associate editor, członek editorial board, członek reviewer board, edytor tematyczny, guest editor, review editor) w komitetach redakcyjnych 5 zagranicznych czasopism (Acta Biochimica Polonica, Frontiers in Microbiology, Microorganisms, Sustainability, Turkish Journal of Agriculture and Forestry).

Dr Furtak była również ekspertem lub recenzentem oceniającym wnioski o finansowanie badań (dla Narodowego Centrum Badań i Rozwoju, European Research Executive Agency oraz Natural Sciences and Engineering Research Council of Canada).

Pełniła funkcję członka zespołu audytu wewnętrznego HRS4R w Instytucie Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa – PIB w Puławach, a od listopada 2024 jest przewodniczącą tego zespołu.

Pani dr Furtak **w ramach działalności dydaktycznej** wygłosiła 7 referatów podczas szkoleń i warsztatów organizowanych przez Instytut oraz inne organizacje w celu kształcenia kadr dla rolnictwa. Po uzyskaniu stopnia naukowego doktora sprawowała również opiekę nad praktykantami z Zespołu Szkół Technicznych w Puławach, stażystami z Uniwersytetu

Przyrodniczego w Lublinie oraz Uniwersytetu Łódzkiego i doktorantką z Uniwersytetu Warszawskiego przebywającymi w Zakładzie Mikrobiologii IUNG-PIB.

VI. WNIOSEK KOŃCOWY

Biorąc pod uwagę ogromny dorobek naukowy, w tym osiągnięcie naukowe oraz projektowe, działalność dydaktyczną i organizacyjną oraz zaangażowanie w pracę Zakładu oraz Instytutu stwierdzam, że dr Karolina Furtak spełnia kryteria i wymogi określone w art. 219 ust. 1 pkt 2 i 3 Obwieszczenia Marszałka Sejmu Rzeczypospolitej Polskiej z dnia 11 września 2024 r. w sprawie ogłoszenia jednolitego tekstu ustawy – prawo o szkolnictwie wyższym i nauce [Dz.U. 2024.1571].

Przedłożone do oceny osiągnięcia, pozostały opublikowany dorobek naukowy oraz znaczące efekty w zakresie działalności dydaktycznej, organizacyjnej oraz popularyzującej naukę Pani dr Karoliny Furtak stanowią podstawę do ubiegania się o stopień naukowy doktora habilitowanego w dziedzinie nauk rolniczych w dyscyplinie rolnictwo i ogrodnictwo.

dr hab. inż. Jacek Grzyb