

Siedlce, dn. 18.03.2024r.

**Dr hab. inż. Marcin Becher, prof. uczelni**

Uniwersytet w Siedlcach

08-11- Siedlce, ul. Konarskiego 2

Wydział Nauk Rolniczych

Instytut Rolnictwa i Ogrodnictwa

## **Recenzja**

osiągnięcia naukowego i innych osiągnięć naukowo-badawczych, współpracy naukowej oraz działalności dydaktycznej i popularyzującej naukę

**Pana dr inż. Jakuba Bekiera,**

w związku z Jego wnioskiem o przeprowadzenie postępowania w sprawie nadania stopnia doktora habilitowanego w dziedzinie nauk rolniczych w dyscyplinie rolnictwo i ogrodnictwo

**Recenzję wykonałem na prośbę Pana prof. dr hab. Cezarego Kabalę, Przewodniczącego Rady Naukowej Dyscypliny Rolnictwo i Ogrodnictwo, Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu**

### **1. Źródła opracowania recenzji**

Recenzję opracowano na podstawie przedstawionych dokumentów dotyczących Pana dr inż. Jakuba Bekiera:

- Wniosku o przeprowadzenie postępowania w sprawie nadania stopnia doktora habilitowanego w dziedzinie nauki rolniczej, w dyscyplinie rolnictwo i ogrodnictwo (zał. 1).
- Danych wnioskodawcy w postępowaniu habilitacyjnym (zał. 2).
- Kopii Dyplomu potwierdzającego uzyskanie stopnia doktora.
- Autoreferatu zawierającego opis działalności naukowo-badawczej (zał. 3 plus załączniki uzupełniające 3.1-3.18, zawierające kopie publikacji naukowych wchodzących w skład głównego osiągnięcia naukowego oraz dowody aktywności naukowej, organizacyjnej i dydaktycznej).
- Wykazu osiągnięć naukowych (zał. 4 plus załączniki uzupełniające 4.1-4,9, zawierające oświadczenia współautorów publikacji informujących o wkładzie każdego z nich w powstanie publikacji wchodzących w skład głównego osiągnięcia naukowego, pozostałe dowody aktywności naukowej).

### **2. Najważniejsze informacje o przebiegu kariery zawodowej Habilitanta**

Wykształcenie i kariera zawodowa Pana dr inż. Jakuba Bekiera związana jest z Uniwersytetem Przyrodniczym we Wrocławiu. Habilitant jest absolwentem kierunku

Ochrona Środowiska (ówczesnej Akademii Rolniczej). W 2001 roku uzyskał tytuł zawodowy inżyniera, a w 2002 roku magistra inżyniera. Pan Doktor w latach 2002 – 2006 był doktorantem w Instytucie Gleboznawstwa i Ochrony Środowiska/Instytucie Nauk o Glebie i Ochrony Środowiska. W 2007 roku uzyskał stopień doktora nauk rolniczych w zakresie agronomii, nadany uchwałą Rady Wydziału Rolniczego, Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu (uchwała z dnia 03 kwietnia 2007 roku), na podstawie przedstawienia rozprawy doktorskiej pt. „*Transformacja i recykling materii organicznej oraz składników mineralnych podczas kompostowania odpadów komunalnych*”. Promotorem rozprawy doktorskiej był Pan prof. dr hab. Jerzy Drozd.

Pan dr inż. Jakub Bekier od 2008 roku jest pracownikiem Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu. Obecnie pracuje w Instytucie Nauk o Glebie, Żywności i Ochrony Środowiska, na stanowisku adiunkta.

### 3. Ocena osiągnięcia naukowego

Pan dr inż. Jakub Bekier w postępowaniu przedstawia osiągnięcie naukowe, będące podstawą do ubiegania się o stopień naukowy doktora habilitowanego (w myśl art. 219 ust. 1 pkt. 2 ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. z 2023 r. poz. 742 z późn. zm.). pt. „*Biogeneza i dynamika zmian substancji humusowych podczas biologicznego przetwarzania biomasy organicznej w warunkach stymulacji czynnikami antropogenicznymi*”. Treść osiągnięcia naukowego wynika z cyklu następujących publikacji:

1. Bekier J., Drozd J., Walenczak K. 2009. *Transformation of selected hydrophobic substances during composting of municipal solid wastes*. Soil Sci. Ann. 2009, 60,3, 5-11.
2. Bekier J., Drozd J., Licznar, M. 2011. *Nitrogen transformations in composts produced from municipal solid wastes*. Ecol. Chem. Eng. A 2011, 18,4, 497-506.
3. Bekier J., Drozd J., Jamroz E., Jarosz B., Kocowicz A., Walenczak K., Weber J. 2014. *Changes in selected hydrophobic components during composting of municipal solid wastes*. J. Soils Sediments 2014, 14, 2, 305-311, DOI:10.1007/s11368-013-0696-0.
4. Kałuża-Haładyn A., Jamroz E., Bekier J., 2018. *The dynamics of some physical and physico-chemical properties during composting of municipal solid wastes and biomass of energetic plants*. Soil Sci. Ann. 2018, 69 (3), pp. 155 – 159.
5. Kałuża-Haładyn A., Jamroz E., Bekier J. 2019. *Humic substances of differently matured composts produced from municipal solid wastes and biomass of energetic plants*. Soil Sci. Ann. 2019, 70 (4), pp. 292 – 297.
6. Bekier J., Jamroz E., Dębicka M., Ćwielał-Piasecka I., Kocowicz A., 2022a. *Quantitative Carbon Changes of Selected Organic Fractions during the Aerobic Biological Recycling of Biodegradable Municipal Solid Waste (MSW) as a Potential Soil Environment Improving Amendment - A Case Study*. Agriculture 2022, 12, 12, 1-14, DOI:10.3390/agriculture12122058.
7. Bekier J., Jamroz E., Sowiński J., Adamczewska-Sowińska K., Kałuża-Haładyn A., 2022b. *Effect of Differently Matured Composts from Willow on Growth and Development of Lettuce*. Agronomy 2022, 12, 1, 1-11, DOI:10.3390/agronomy12010175.

#### *Ocena formalna prac tworzących osiągnięcie naukowe oraz wkładu Kandydata na ich powstanie*

Publikacje wchodzące w skład osiągnięcia naukowego zostały opublikowane w czasopiśmie naukowych w latach 2009-2022. Sumaryczna wartość parametru *Impact Factor* wymienionych publikacji (właściwa dla roku wydania) jest wysoka – wynosi 10,21.

Sumaryczna ilość punktów dla czasopism w roku wydania publikacji tworzących osiągnięcie wynosi 385. Przedłożone prace są opublikowane w czasopismach o dużej randze. Wszystkie czasopisma, w których opublikowano prace składające się na osiągnięcie naukowe znajdują się w aktualnym wykazie czasopism podanym przez Ministra Nauki oraz jest do nich przypisana dyscyplina naukowa rolnictwo i ogrodnictwo.

Wskazane przez Kandydata prace tworzące osiągnięcie naukowe są współautorskie, o liczbie autorów wynoszącej od 3 do 7. W pięciu wymienionych publikacjach dr inż. Jakub Bekier jest pierwszym autorem, w dwóch wstępuje na trzecim miejscu.

Po analizie zamieszczonych w dokumentacji oświadczeń współautorów, stwierdzam, że dr inż. Jakub Bekier pełnił bardzo ważną, najczęściej kluczową rolę na poszczególnych etapach procesu badawczego i wydawniczego wymienionych publikacji. Habilitant był autorem/współautorem koncepcji, planowania badań i założeń metodycznych. Pełnił kluczową rolę w procesie kolekcjonowania i przygotowania materiału badawczego, w wykonywaniu najważniejszych dla osiągnięcia naukowego analiz laboratoryjnych oraz opracowywaniu i interpretacji wyników badań. Brał udział w przygotowaniu, redagowaniu i złożeniu manuskryptów do wydawnictw oraz korespondencji z edytorami i recenzentami.

Uwzględniając powyższe fakty, stwierdzam, że przedłożony do oceny monotematyczny cykl publikacji tworzący osiągnięcie naukowe dr inż. Jakuba Bekiera jest wartościowym opracowaniem, spełniającym ustawowe wymagania.

### ***Ocena merytoryczna osiągnięcia naukowego***

W Polsce komposty produkowane z organicznej frakcji odpadów komunalnych są w dalszym ciągu niedocenianym źródłem glebowej materii organicznej. Frakcja organiczna odpadów jest potencjalnie dobrym materiałem do kompostowania, a powstały w ten sposób kompost pozwala na odzysk materii organicznej i wykorzystanie składników pokarmowych w produkcji biomasy. W odróżnieniu od wielu krajów Unii Europejskiej, w Polsce komposty tego typu są wykorzystywane głównie do rekultywacji gruntów i formowania składowisk odpadów. Minimalizacja ilości składowanych odpadów jest priorytetem nowoczesnej gospodarki odpadami – stąd ciągle wzrasta zainteresowanie kompostowaniem jako metodą odzysku odpadów o wysokiej zawartości substancji organicznej. W tym kontekście bardzo ważne jest prowadzenie badań mających na celu tworzenie nowych technologii, względnie udoskonalenie już istniejących, jak też monitorowanie właściwości wytwarzanych kompostów. Kompostowanie jest procesem dynamicznym, w którym duże znaczenie mają komponenty organiczne podlegające transformacji. Zważywszy na fakt, że strumień odpadów komunalnych jest zmienny, wiele aspektów procesu kompostowania ciągle wymaga wyjaśnień. W mojej ocenie osiągnięcie naukowe Habilitanta wpisuje się idealnie w ten priorytetowy kierunek naukowo-badawczy.

Prezentowane przez Kandydata osiągnięcie jest wynikiem wieloletnich badań, których wyniki zostały opublikowane w 7 artykułach naukowych. Treść przedstawionego do oceny osiągnięcia naukowego dr inż. Jakuba Bekiera bardzo dobrze koresponduje z jego tytułem: ***„Biogeneza i dynamika zmian substancji humusowych podczas biologicznego przetwarzania biomasy organicznej w warunkach stymulacji czynnikami antropogenicznymi”***.

W opisie osiągnięcia naukowego Habilitant zastosował klasyczny format stosowany w opracowaniach naukowych:

- Syntetycznie wprowadził i zarysował aktualne poglądy naukowe na problemy podejmowane w osiągnięciu naukowym oraz uzasadnił konieczność interwencji badacza w zagadnienia wymagające wyjaśnień.

- Sformułował trzy zasadnicze cele badawcze odnoszące się do obszarów działań naukowych tworzących osiągnięcie.
- Dokonał charakterystyki obiektów badań oraz w wystarczającym zakresie podał najważniejsze informacje metodyczne dotyczące badań laboratoryjnych i doświadczeń wegetacyjnych wykonanych na potrzeby osiągnięcia naukowego.
- Dokonał merytorycznego omówienia swojego osiągnięcia naukowego.
- Obiektywnie podsumował wyniki badań, przedstawił najważniejsze osiągnięcia poznawcze i aplikacyjne. Zaprezentował swój podgląd na proces kompostownia jako recyklingu i sekwestracji węgla organicznego z odpadów. Ponadto zasugerował dalsze kierunki badań w zakresie procesu kompostowania.

Osiągnięcie naukowe Habilitanta w znacznej mierze dotyczy procesu powstawania substancji humusowych w wyniku tlenowej transformacji materii organicznej zachodzącej podczas kompostowania. Proces humifikacji jest najczęściej badany w warunkach naturalnych ekosystemów. Badania naukowe Habilitanta dotyczą humifikacji przebiegającej przy silnym wpływie antropogenicznym, zarówno na poziomie rodzaju substratów jak i regulacji przebiegu procesu, co w efekcie przekłada się na cechy uzyskiwanego produktu. Za bardzo mocną stroną recenzowanego osiągnięcia uznaję kompleksowe, interdyscyplinarne rozpatrywanie problemów badawczych, co nadaje mu nie tylko dużą wartość naukową, ale także praktyczną i aplikacyjną.

Pan dr inż. Jakub Bekier w osiągnięciu naukowym poruszył istotne kwestie w kontekście poznania i udoskonalania procesu tlenowej transformacji materii organicznej podczas kompostowania:

- Zdiagnozował grupy związków organicznych mających największy wpływ na ilość i jakość powstających w czasie kompostowania substancji humusowych oraz grup związków, które uczestniczą pośrednio w tym procesie (publikacje: 1, 2, 5 i 6).
- Dokonał charakterystyki substancji humusowych powstających w drodze transformacji związków organicznych pochodzących z różnych źródeł (substratów). W tym kontekście Pan Doktor określił parametry decydujące o kierunku i nasileniu procesu transformacji materii organicznej (publikacje: 2, 4, 5, 6).
- Przedstawił weryfikacje ważnego i ciągle aktualnego obszaru wiedzy dotyczącego zależności między jakością użytych substratów (źródeł materii organicznej), metod stymulacji procesów kompostowania w kontekście recyklingu i sekwestracji węgla, a wartościami użytkowymi i przyrodniczymi uzyskanego kompostu (publikacje 2, 4, 5, 6, 7).

Bardzo wysoko oceniam organizację procesu badawczego związanego z osiągnięciem naukowym. Mam tu na myśli uwzględnienie w badaniach różnych kompostów wytworzonych przy użyciu różnych technologii:

- Komposty produkowane na bazie odpadów komunalnych zbieranych nieselektywnie; przetwarzane technologią KKO-110 i MUT-DANO.
- Komposty z odpadów komunalnych zbieranych selektywnie przetworzone metodą pryzmową, semidynamiczną, otwartą, według technologii kanadyjskiej.
- Komposty wytworzone z biomasy wierzby z dodatkiem biomasy pozyskanej z łąk użytkowanych ekstensywnie i azotanu (V) amonu.

W badaniach Pan Doktor wykorzystał szeroki zakres analiz laboratoryjnych pozwalających określić właściwości badanych substratów/produktów na poszczególnych etapach technologicznych. W mojej opinii wysoką wartość naukowo-badawczą osiągnięcia w dużym stopniu buduje zastosowanie różnych technik badań jakościowych materii organicznej:

- polecanej przez International Humic Substances Society, pozwalającą określić ilość frakcji kwasów fulowych, huminowych i poekstrakcyjnej pozostałości;
- analizę frakcjonowaną materii organicznej (według Stevensona i Adaniego) pozwalającą określić ilość węgla związków hydrofobowych, węgla kwasów tłuszczowych, zawartości kwasów tłuszczowych (C8–C22).

Ponadto dla kompostów z biomasy ligninowo-celulozowej przeprowadzono doświadczenie wegetacyjne (w układzie bloków losowych), gdzie badano wpływ kompostu na kiełkowanie i wzrost rośliny testowej, którą stanowiła sałata siewna (*Lactuca sativa* L).

W dużej części osiągnięcia Pan Doktor rozpatruje zmiany ilościowe określonych grup związków organicznych jako substratów substancji humusowych powstających podczas kompostowania odpadów. Pan Doktor wykazał, że zmiany ilościowe podczas kompostowania dotyczą głównie grup związków hydrofilowych, hydrofobowych, niehydrolizujących oraz związków organicznych przechodzących do ekstraktu alkalicznego. Grupy związków hydrofilnych i hydrofobowych podlegają intensywnej transformacji w tych samych termicznych (etapach) procesu kompostowania. Ponadto badaniami potwierdzono stabilność frakcji węgla reprezentującego celulozę. W efekcie kompostowania, w produkcji finalnym największy udział stanowił węgiel niehydrolizujący, węgiel celulozy oraz związki organiczne ekstrahowane rozpuszczalnikiem alkalicznym. Ponadto, Pan Doktor wykazał, że kwasy tłuszczowe ulegają biodegradacji, głównie w fazie termofilnej procesu kompostowania – zawartość kwasów tłuszczowych w kompoście, w stosunku do substratów wyjściowych zmniejsza się aż dziesięciokrotnie, a węgla frakcji hydrofobowej pięciokrotnie. Pan Doktor dowiódł także, że nienasycone kwasy tłuszczowe są znacznie intensywniej rozkładane niż nasycone. W trakcie badań wykazano powstawanie specyficznych związków o charakterze nasyconych kwasów tłuszczowych, prawdopodobnie powstających w efekcie działalności bakterii w fazie termofilnej kompostowania, lub produktu degradacji lipidów. Badania Pana Doktora sugerują, że podatność na rozkład nie zależy od hydrofilności i/lub hydrofobowości danej substancji organicznej, lecz od stopnia skomplikowania struktury. Ponadto Pan Doktor udowodnił, że związki te są wykorzystywane, w znacznej mierze jako substrat do powstawania substancji humusowych. Są też bardzo istotnym źródłem energii dla mikroorganizmów w pierwszych fazach kompostowania. Uzyskane rezultaty sugerują także, że długołańcuchowe kwasy tłuszczowe biorą udział w tworzeniu struktur alifatycznych warunkujących ograniczoną rozpuszczalność w wodzie niektórych frakcji substancji humusowych, głównie kwasów huminowych oraz humin. Ponadto analiza zmian kwasów tłuszczowych podczas kompostowania może pełnić funkcję bioindykatorów aktywności biologicznej.

W kolejnej części osiągnięcia dr inż. Jakub Bekier odnosi się do zależności między jakością biomasy a wartością użytkowo-przyrodniczą uzyskiwanego kompostu. W tym kontekście Pan Doktor przeprowadził ważne badania dotyczące oceny skuteczności recyklingu związków węgla i azotu – pierwiastków biofilnych decydujących o wartości użytkowej kompostów. Badania te były wykonane w odniesieniu do kompostów produkowanych z miejskich odpadów niesegregowanych (publikacja 2), miejskich odpadów biodegradowalnych zebranych selektywnie (publikacja 6) oraz biomasy wierzby z dodatkami usprawniającymi proces kompostowania (publikacja 7). Bardzo istotny jest fakt, że substraty przetwarzano odmiennymi technologiami, spełniającymi wymogi najlepszej dostępnej technologii (BAT) w zakresie stosowania procesów mechaniczno-biologicznych (MBT).

W badaniach tych wykazano, że przebieg procesu kompostowania odpadów miejskich w znacznym stopniu zależy od sposobu zbierania odpadów. Stwierdzono bowiem różnice między odpadami niesegregowanymi i zbieranymi selektywnie. Dynamika zmian badanych parametrów była wyraźnie zależna od składu chemicznego substratów tworzących kompostowaną masę. Uzyskane produkty wykazały znaczące różnice w jakości substancji humusowych

wynikających z różnych kierunków humifikacji.

W osiągnięciu naukowym bardzo duże znaczenia ma prezentacja wyników dotyczących procesu kompostowania biomasy wierzby energetycznej z dodatkiem biomasy pochodzącej z koszenia łąk i azotanu(V) amonu. Wykazano, że podczas tego procesu kompostowania występuje relatywnie mała strata węgla organicznego. Czynnikiem decydującym o intensywności mineralizacji materii organicznej (skuteczności jej recyklingu) jest zasobność substratów w składniki pokarmowe. Pan Doktor wykazał, że intensywność procesu kompostowania biomasy wierzby oraz jakość powstających substancji humusowych, uzależnione są od zastosowanych dodatków organicznych i mineralnych. Badania dowiodły, że stymulacja procesu biotransformacji i jakość uzyskanego produktu może być regulowana dodatkiem biomasy łąkowej i regulacją stosunku masy węgla do azotu (w przedziale 30–35) w wyniku aplikacji azotowych nawozów mineralnych. Wyprodukowany w innowacyjny sposób kompost, jako substytut torfu został testowany w doświadczeniu wegetacyjnym, gdzie może być alternatywą dla podłoża torfowych – przy warunku uzupełnienia składnikami pokarmowymi, gdyż w znacznej mierze jest podłożem inertnym.

W mojej opinii, wartość naukowa i praktyczna tego wątku osiągnięcia jest bardzo duża, gdyż opracowanie nowej metody wytwarzania kompostu daje możliwość redukcji, a nawet wykluczenia wykorzystania torfu przy wytwarzaniu podłoża ogrodniczych. Uważam, że jest to jedna z najmocniejszych stron osiągnięcia naukowego Pana Doktora, ponieważ jego wysiłek badawczy może przyczynić się do ochrony cennych zasobów torfowych. Innowacyjność tego produktu została potwierdzona pozytywną decyzją Urzędu Patentowego RP, o objęciu ochroną wynalazku pt.: *„Komponent uprawowy, sposób jego wytwarzania, organiczne podłoże uprawowe oraz zastosowanie zrębków wierzby”*.

Po analizie autoreferatu oraz publikacji tworzących osiągnięcie naukowe, uważam że największymi osiągnięciami Pana dr inż. Jakuba Bekiera są:

- Wykazanie, że niezależnie od zastosowanych technologii, na jakość uzyskiwanych produktów kompostowania w dużym stopniu wpływa wyselekcjonowanie substratów biodegradowalnych.
- Oszacowanie wielkości strat węgla organicznego podczas kompostowania.
- Wykazanie możliwości zastosowania kwasów tłuszczowych jako bioindykatorów aktywności mikrobiologicznej podczas kompostowania.
- Wykazanie, że przebieg recyklingu organicznego metodami MBT jest zależny od zawartości azotu oraz optymalnego stosunku masy węgla do azotu na każdym etapie przebiegu procesu.
- Wykazanie różnic między stabilnością a stabilizacją substancji humusowych kompostów.
- Wykazanie konieczności i podanie sposobu udoskonalenia (dodatki organiczne i mineralne) kompostów produkowanych na bazie zrębków wierzby energetycznej.
- Krytyczne podejście do kompostowania jako metody sekwestracji węgla z materii organicznej zawartej w odpadach, wynikające z dużych strat węgla organicznego podczas procesu.

W podsumowaniu tej części recenzji pragnę jeszcze raz zwrócić uwagę na wartość naukową, praktyczną i aplikacyjną osiągnięcia Panna Doktora. Wartość ta w dużym stopniu jest wynikiem realizacji bardzo dobrej koncepcji badań, ponieważ uwzględniono zróżnicowane komposty oraz technologie ich wytwarzania. Ponadto oceny jakościowej kompostów dokonano nie tylko w oparciu o ich właściwości chemiczne, ale częściowo także o testy biologiczne sprawdzające reakcję roślin w doświadczeniu wegetacyjnym. W badaniach naukowych Pan Doktor zastosował szerokie spektrum analiz laboratoryjnych, które pozwoliły rzetelnie rozstrzygać rozpatrywane problemy badawcze. Uważam, że

osiągnięcie naukowe dr inż. Jakuba Bekiera wnosi istotny wkład w rozwój wiedzy z zakresu dyscypliny naukowej rolnictwo i ogrodnictwo. Mam na myśli głównie wiedzę dotyczącą tlenowej transformacji materii organicznej odpadów i biomasy ligninowo-celulozowej zachodzącej w procesie kompostowania. W mojej opinii osiągnięcie naukowe Pana Doktora jest udaną, interdyscyplinarną i rzetelną oceną procesu kompostowania biomasy pochodzącej z różnych źródeł antropogenicznych. Ponadto prace badawcze Pana Doktora na rzecz osiągnięcia naukowego, poprzez wykazanie możliwości zastąpienia torfu kompostem przy produkcji podłoży ogrodniczych, wprost przyczynia się do ochrony zasobów torfowych. Reasumując, osiągnięcie naukowe Habilitanta oprócz dużej wartości naukowej, przyczynia się do ochrony zasobów glebowych i zachowania torfowisk oraz wnosi uniwersalną wiedzę o dużym potencjale aplikacyjnym w kontekście gospodarki materia organiczną.

#### 4. Ocena całkowitego dorobku naukowego oraz aktywności naukowej

Dorobek naukowy Pana dr inż. Jakuba Bekiera związany z jego głównym nurtem badawczym. Dorobek ten jest bardzo duży, o czym świadczą dane obejmujące parametry powszechnie stosowane przy ocenie pracowników nauki:

- IF (sumaryczny): 45,90 (wg Journal Citation Reports).
- Indeks Hirscha: 7 (wg bazy Scopus), 6 (wg bazy Web of Science).
- Sumaryczna liczba cytowań (wg bazy Scopus): 215.
- Sumaryczna liczba cytowań (wg bazy Web of Science): 177.
- Sumaryczna liczba punktów (zgodna z aktualną dla roku publikacji punktacją ogłoszoną przez Ministerstwo odpowiedzialne za naukę): 1255.

Liczba autocytoowań stanowi około 18% ogólnej liczby cytowań. Dorobek publikacyjny dr inż. Jakuba Bekiera obejmuje:

- 25 artykułów naukowych z tego większość (17 prac) w czasopismach indeksowanych w bazie JCR;
- 8 rozdziałów w monografiach;
- współredagowanie w 2 monografiach naukowych;
- 24 abstrakty konferencyjne.

Jak wspominałem przy ocenie osiągnięcia, Pan dr inż. Jakub Bekier jest współautorem zgłoszenia patentowego na wynalazek: *Komponent uprawowy, sposób jego wytwarzania, organiczne podłoże uprawowe oraz zastosowanie zrębków wierzby*. Na podstawie decyzji z dnia 18.04.2023 wynalazek objęto ochroną patentową.

Zdecydowaną większość całkowitego dorobku publikacyjnego Habilitant wypracował po uzyskaniu stopnia doktora. W przypadku artykułów naukowych jest to aż 92% ich sumarycznej liczby. Analiza danych naukometrycznych w ujęciu czasowym wskazuje na systematyczny rozwój naukowy Habilitanta, zwłaszcza po uzyskaniu stopnia naukowego doktora. Publikacje ukazujące się w tym okresie są współautorskie. W ośmiu artykułach naukowych (łącznie z wliczonymi do osiągnięcia) Habilitant występuje na pierwszym miejscu. W mojej opinii, zakres prac badawczych, ich interdyscyplinarność oraz waga podejmowanych problemów badawczych wymagała współpracy z innymi naukowcami. Liczba autorów w poszczególnych publikacjach jest więc odzwierciedleniem zakresu oraz wagi prowadzonych badań naukowych.

Na podkreślenie zasługuje aktywność Habilitanta związana z udziałem w konferencjach i sympozjach naukowych (wykład na zaproszenie, prezentacje ustne, prezentacje posterowe) – w sumie 10 przypadków tej aktywności.

Publikacje naukowe Habilitanta ukazały się w cenionych w środowisku naukowym czasopismach, takich jak: *Journal of Soils and Sediment, Environmental Geochemistry and Health, European Journal of Agronomy, Scientific Reports, PLoS ONE, Agronomy,*

*Sustainability, Forest Ecology and Management, Ecological Chemistry and Engineering A, Soil Science Annual, Woda - Środowisko - Obszary Wiejskie.*

Zgromadzenie przez Habilitanta znacznego dorobku było możliwe dzięki systematycznemu zaangażowaniu w badania naukowe, nie tylko we własnym ośrodku badawczym, ale także we współpracy z innymi ośrodkami polskimi i zagranicznymi, w ramach projektów badawczych, podczas staży naukowych. Współpraca ta jest wymierna, gdyż wyniki badań ukazały się/są wysyłane do druku do prestiżowych czasopism naukowych. Pozwolę sobie zarysować najważniejsze wątki tej współpracy:

- Współpraca z Department of Agro-Forestry and Environmental Biology and Chemistry, University of Bari, w zakresie badań transformacji materii organicznej podczas kompostowania odpadów komunalnych. W tym znanym na świecie ośrodku badań substancji humusowych Pan Doktor odbył staż naukowy (w roku 2011 i 2012), gdzie doskonalił kluczowe dla jego pracy zawodowej umiejętności naukowe i dydaktyczne.
- Udział jako wykonawca w projekcie „Właściwości spektroskopowe i chemiczne glebowej frakcji humin w odniesieniu do ich wzajemnych interakcji z pestycydami”, finansowanym przez NCN w ramach „OPUS 16” (2018r). Są to badania realizowane w konsorcjum z ważnymi ośrodkami naukowymi w Polsce zajmującymi się glebową materią organiczną (Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa - Państwowy Instytut Badawczy w Puławach, Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie, Wydział Kształtowania Środowiska i Rolnictwa, Uniwersytet Wrocławski, Wydział Chemii). Badania w tym projekcie mają kluczowe znaczenie w kontekście rozpoznania natury chemicznej humin glebowych – najbardziej trwałej części glebowej materii organicznej w dużym stopniu odpowiedzialnej za sekwestrację węgla i kreowanie właściwości gleb. Dlatego praca naukowców zaangażowanych w projekt jest bardzo wysoko oceniana przez środowisko naukowe zajmujące się glebową materią organiczną.
- W latach 2008 – 2010 wykonawca w projekcie NCBR „Mikrobiologiczna degradacja odpadowych produktów keratynowych”;
- W latach 2010 – 2013 kierownik projektu NCN „Analiza kierunków transformacji materii organicznej oraz składników mineralnych w kompostach z odpadów miejskich, wytwarzanych według odmiennych technologii”.
- W latach 2013 – 2014 kierownik projektu „Kluczowy Stażysta - II edycja” Program Operacyjny Kapitał Ludzki/Europejski Fundusz Społeczny pt. „Kompostowanie jako biologiczna metoda zagospodarowania organicznych i mineralnych odpadów uprawowych”.
- W latach 2014 – 2015 kierownik badań zamówionych przez Świdnicką Fabrykę Urządzeń Przemysłowych Sp. z o. o. (ŚFUP sp z o.o.) „Analiza procesów biotransformacji materii organicznej i składników mineralnych w kompostach wytworzonych z odpadów produkcji ogrodnictwa”.
- W latach 2022 – 2023 kierownik w projekcie „MISTRZ – edycja II”, UP we Wrocławiu, Funduszu Wsparcia Badań Naukowych, pt. „Określenie intensywności i kierunków humifikacji podczas współkompostowania biomasy drewnopochodnej w warunkach stymulacji preparatami mikrobiologicznymi”.

W działalności naukowej dr inż. Jakub Bekier zajmuje się wieloma zagadnieniami, podejmując ambitne problemy badawcze. Jego dorobek w istotnej części jest związany z badaniami dotyczącymi glebowej materii organicznej.

Pan Doktor kontynuuje badania nad kompostowaniem/współkompostowaniem biomasy ligninowo-celulozowej. W chwili obecnej prowadzi badania w ramach projektu „Określenie intensywności i kierunków humifikacji podczas współkompostowania biomasy drewnopochodnej w warunkach stymulacji preparatami mikrobiologicznymi” (wspomniany



powyżej projekt MISTRZ II, UP we Wrocławiu). Są to innowacyjne badania mające na celu udoskonalenie kompostu (zwiększenie zasobności w pierwiastki pokarmowe oraz poprawę parametrów jakościowych substancji humusowych). Zastosowano tu szereg modyfikujących rozwiązań o potencjalnie dużym uniwersalnym znaczeniu dla procesu kompostowania, m.in.: dodatek naturalnych komponentów wzbogacających biomasę w składniki pokarmowe, rezygnacja z wykorzystania mineralnych nawozów azotowych; stymulacja procesu preparatem mikrobiologicznym przyspieszającym rozkład celulozy; optymalizacja zabiegów pielęgnacji przyzmy. Wartość zmodyfikowanego produktu jest testowana w doświadczeniu wegetacyjnym. W mojej opinii, prace naukowe Pana Doktora w tym zakresie przyczyniają się do uszlachetniania uzyskiwanego produktu oraz redukcji kosztów wytwarzania.

Generalnie, ważnym aspektem działalności naukowej Pana Doktora są także badania jakościowe substancji humusowych kompostów powstających z różnych substratów oraz gleb terenów zurbanizowanych i użytkowanych rolniczo. Część tych badań dotyczy zakresu wpływu stymulacji antropogenicznej na ilość i jakość powstających substancji humusowych, w kontekście ich znaczenia rolniczego i przyrodniczego. Zespół autorski z dużym udziałem Habilitanta udowodnił, że stymulacja antropogeniczna może wspomagać proces humifikacji, którego produktem są substancje humusowe o korzystnym składzie frakcyjnym, z dużą zawartością trwałych humin, o niskim wskaźniku rozpuszczalności węgla organicznego. Podobnie, badania te są bardzo istotne w kontekście doskonalenia procesu kompostowania w celu uzyskania możliwie najwyższej jakości produktu, zwłaszcza w aspekcie jego racjonalnego wykorzystania i poprawy gospodarki glebami.

W zakresie badań materii organicznej gleb Pana Doktor prowadził specjalistyczne badania materii organicznej gleb terenów zurbanizowanych. Analizował poziomy próchniczne gleby miejskie (*Technosoli*), w odniesieniu do „obiektu kontrolnego” mady brunatnej (*Fluvic Cambisol*). Badania naukowe z uczestnictwem Pana Doktora dostarczyły cennych informacji poszerzających wiedzę o transformacji glebowej materii organicznej gleb terenów miejskich o silnej antropopresji urbanizacyjnej. Badania te sugerują, że w środowiskach glebowych odpowiednio zasobnych w kationy metali i/lub minerały ilaste, interakcje fizyko – chemiczne między częścią mineralną a organiczną mogą mieć większe znaczenie w procesie stabilizowania materii organicznej niż procesy biochemiczne odpowiedzialne za tworzenie struktur związków humusowych. W mojej opinii badania naukowe z udziałem Pana Doktora przyczyniają się do lepszego zarządzania glebami terenów miejskich, gdzie przy planowaniu i zarządzaniu pokrywą glebową należy uwzględnić czynnik stabilizujący zasoby glebowej materii organicznej, co jednocześnie podnosi status gleb w kontekście sekwestracji węgla.

W podsumowaniu tej części recenzji pragnę podkreślić, że bardzo wysoko oceniam poziom opanowania przez Habilitanta warsztatu analitycznego. Świadczy o tym zakres i przedmiot prowadzonych badań – zwłaszcza glebowa materia organiczna (o złożonej, w pełni nie rozpoznanej strukturze chemicznej). W swoich badaniach Habilitant wykorzystuje szerokie spektrum technik instrumentalnych. Dowiedziona umiejętność planowania badań, wykonywania analiz oraz interpretacji uzyskanych wyników pozwala sądzić, że Pan Doktor Jakub Bekier jest specjalistą w zakresie badań procesu kompostowania oraz transformacji i właściwości materii organicznej różnych ekosystemów. Ponadto aktywność naukowo-badawcza i dorobek naukowy dr inż. Jakuba Bekiera dowodzi o Jego systematycznym rozwoju i doskonaleniu warsztatu naukowego. Dorobek naukowy Pana Doktora jest wieloaspektowy i bardzo mocno związany z tematyką transformacji i właściwości materii organicznej. Ponadto uważam, że dorobek Pana Doktora ma dużą rangę w aspekcie przetwarzania odpadów oraz ochrony i racjonalnego wykorzystania zasobów glebowych. Jest on w pełni wystarczający i spełniający wymagania stawiane kandydatom do uzyskania stopnia naukowego doktora habilitowanego.

## 5. Ocena osiągnięć dydaktycznych, organizacyjnych oraz popularyzujących naukę

Za szczególnie ważne osiągnięcia dydaktyczne Pana dr inż. Jakuba Bekiera uznają:

- Promotorstwo 9 prac magisterskiej 5 inżynierskich. Recenzowanie prac magisterskich i inżynierskich.
- Koordynacja i prowadzenie różnorodnych zajęć dydaktycznych, w języku polskim i angielskim, dotyczących gospodarki odpadami i wieloaspektowych zagadnień środowiskowych.
- Opracowanie programów nauczania czterech przedmiotów.
- Prowadzenie zajęć dydaktycznych w ramach programu ERASMUS.
- Opieka merytoryczna nad studentami zagranicznymi.

Pan Doktor Jakub Bekier wyróżnia się pracą organizacyjną. Wyrazem tego jest członkostwo w Komitecie organizacyjnym siedmiu konferencji międzynarodowych i krajowych. Ponadto Kandydat prowadził sześć różnotematycznych warsztatów naukowych promujących wiedzę i naukę w języku polskim i angielskim.

Dowodem uznania dla wiedzy i zaangażowania naukowego i organizacyjnego jest udział Pana Doktora w programach telewizyjnych jako ekspert i specjalista (5 przypadków) oraz wywiady dla prasy. Ponadto Habilitant przeprowadził szkolenia dla pracowników firmy komercyjnej w zakresie gleboznawstwa i racjonalnej gospodarki glebami.

Aktywność naukowo-organizacyjna Pan Doktora wyraża się także działalnością w stowarzyszeniach naukowych (krajowych i międzynarodowych): Polskie Towarzystwo Gleboznawcze (PTG), Polskie Towarzystwo Substancji Humusowych (PTSH); International Union of Soil Science (IUSS); International Humic Substances Society (IHSS).

Na podkreślenie zasługuje zaangażowanie Pana Doktora w recenzowanie prac naukowych (w sumie 11 manuskryptów) dla różnych czasopism: *Agronomy*, *International Journal of Environmental Research and Public Health*, *Atmosphere*, *Horticulturae*, *Nitrogen*, *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*. Ponadto Pan Doktor pełnił funkcję redaktora gościnnego w czasopiśmie *Agronomy*.

Uważam, że aktywność dr inż. Jakuba Bekiera w zakresie dydaktycznym, organizacyjnym oraz popularyzującym naukę jest wyróżniająca. Działalność ta wymagała dużej wiedzy specjalistycznej, kreatywności i zdolności organizacyjnych. Aktywność Pana Doktora w tym zakresie przyczyniała się do popularyzacji wiedzy i nauki oraz budowała prestiż jego Uniwersytetu.

## 6. Ocena innych, ważnych informacji dotyczących kariery zawodowej Habilitanta

Doświadczenie naukowo-badawcze Pana Doktora zostało wielokrotnie wykorzystane w ramach współpracy nauki z otoczeniem gospodarczym i społecznym. Do najważniejszych przykładów współpracy Pana Doktora ze środowiskiem można zaliczyć następujące ekspertyzy i opracowania wykonywane na zamówienie instytucji publicznych i przedsiębiorstw:

- Ocena stanu rekultywacji wybranych obszarów Pól Irygacyjnych Osobowice we Wrocławiu (na zlecenie Miejskiego Przedsiębiorstwa Wodociągów i Kanalizacji we Wrocławiu S.A.; 2009 r.). Współpraca dotyczyła prac inwentaryzacyjnych służących określeniu stanu środowiska glebowego w kontekście podjęcia działań w zakresie racjonalnego zagospodarowania terenów będących pod wpływem inwestycji drogowych.
- Ocena stanu wykonania rekultywacji gruntów rolnych po budowie rurociągu paliwowego na obszarze spółki Agro – Rzepice (na zlecenie Polskiego Górnictwa Naftowego

i Gazownictwa S.A.; 2010 r.). Wyniki prac eksperckich stanowiły materiał dowodowy w postępowaniu sądowym.

- Optymalizacja procesu kompostowania w systemie tunelowym (na zlecenie Viviena-Natura Sp. z o. o. w Prochowicach; 2011r.). Ekspertyza dotyczyła zoptymalizowaniu substratów do kompostowania w systemach tunelowych oraz oceny innowacyjności procesu.
- Ocena jakości i przydatności kompostu wytworzonego z łętów pomidorów do wytwarzania środka poprawiającego jakość podłoża dla roślin szklarniowych (na zlecenie Przedsiębiorstwa Produkcji Ogrodniczej „Siechnice” Spółka z o.o.; 2021r).
- Analiza procesów biotransformacji materii organicznej i składników mineralnych w kompostach wytworzonych z odpadów produkcji ogrodniczej (na zlecenie Świdnickiej Fabryki Urządzeń Przemysłowych Sp. z o. o.; 2014 r.)

Odzwierciedleniem aktywności naukowo-badawczej Pana dr inż. Jakuba Bekiera jest staż i inne pobyty naukowe związane z Jego zainteresowaniami naukowymi. W sumie Pan Doktor zrealizował trzy pobyty:

- Uniwersytet im. Aldo Moro w Bari, Wydział Biologii i Chemii Rolno-Leśnej i Środowiska (współfinansowanie: Program Erasmus: *Lifelong Learning Programme for Staff Training and Mobility*); pobyt od 02.2012 do 06.2012 – Poszerzenie wiedzy i umiejętności praktycznych w zakresie analizy kompostów, doskonalenie technik zarządzania i administrowania projektami badawczymi.
- Kurs "*Microbe-Mineral Interactions: Molecular to Global Scale Processes*", organizowany przez International Society for Environmental Biogeochemistry (ISEB), Meksyk, 2012 r.; pobyt 7-dniowy.
- Wizyta naukowa, Environmental Science & Engineering, College of Resource and Environment Hunan Agricultural University, Chiny, 2015 r. pobyt 7-dniowy.

Jak wspominałem w różnych częściach recenzji, praca naukowo-badawcza dr inż. Jakuba Bekiera była realizowana w ramach wielu projektów naukowych przyznanych w różnych konkursach. W sumie Pan Doktor uczestniczył w 8 projektach.

W trakcie kariery zawodowej działalność naukowa i dydaktyczna dr inż. Jakuba Bekiera została doceniona w postaci 3 nagród JM Rektora Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu oraz nagrodą przyznaną przez Radę Wydziału Przyrodniczo-Technologicznego za działalność dydaktyczną i najwyższą ocenę w ankiecie studentów.

## 7. Podsumowanie i wniosek końcowy

Po przeanalizowaniu dokumentacji dotyczącej całokształtu działalności naukowo-badawczej dr inż. Jakuba Bekier uważam, że Kandydat posiada duży i wartościowy dorobek naukowy, który w zdecydowanej większości wypracował po uzyskaniu stopnia doktora.

Osiągnięcie naukowe dr inż. Jakuba Bekiera oraz zgromadzony dorobek naukowy, współpraca z innymi ośrodkami naukowymi, osiągnięcia popularyzatorskie, stanowią istotny wkład w rozwój dyscypliny rolnictwo i ogrodnictwo. Umiejętność organizacji i badań naukowych oraz interpretacji uzyskanych wyników (dowiedziona w osiągnięciu naukowym oraz pozostałych dowodach aktywności naukowej) pozwala stwierdzić, że dr inż. Jakub Bekier jest w pełni ukształtowanym pracownikiem nauki, mającym bardzo dobrze opanowany warsztat naukowy, co daje mu bardzo dobrą perspektywę dalszego rozwoju naukowego.

Na podstawie oceny osiągnięcia naukowego stanowiącego monotematyczny cykl publikacji pt. „*Biogeneza i dynamika zmian substancji humusowych podczas biologicznego*

*przetwarzania biomasy organicznej w warunkach stymulacji czynnikami antropogenicznymi*” oraz pozostałego dorobku naukowego, działalności organizacyjnej, dydaktycznej i popularyzacyjnej stwierdzam, że Pan dr inż. Jakub Bekier spełnia wymagania określone w art. 219 ust. 1 pkt. 2 i 3 (Ustawa z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz.U. z 2023r., poz. 742 ze zm.).

W świetle powyższego wnoszę, do Przewodniczącego Komisji Habilitacyjnej o wystąpienie do Rady Naukowej Dyscypliny Rolnictwo i Ogrodnictwo, Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu z wnioskiem o nadanie dr inż. Jakubowi Bekierowi stopnia doktora habilitowanego w dziedzinie nauki rolnicze, w dyscyplinie rolnictwo i ogrodnictwo.

Siedlce, 18 marca 2024 r.

dr hab. inż. Marcin Becher, prof. uczelni

