

Dr hab. inż. Grażyna Żukowska, prof. uczelni  
Instytut Gleboznawstwa, Inżynierii i Kształtowania Środowiska  
Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie  
ul. Leszczyńskiego 7  
20-069 Lublin  
[grazyna.zukowska@up.lublin.pl](mailto:grazyna.zukowska@up.lublin.pl)

Lublin, 4.03.2024r.

## RECENZJA

**osiągnięcia naukowego pt. „Biogeneza i dynamika zmian substancji humusowych podczas biologicznego przetwarzania biomasy organicznej w warunkach stymulacji czynnikami antropogenicznymi” oraz osiągnięć naukowo-badawczych, dorobku dydaktycznego, działań popularyzatorskich i organizacyjnych  
Pana dr inż. Jakuba Bekiera ubiegającego się o nadanie stopnia doktora habilitowanego w dziedzinie nauk rolniczych w dyscyplinie rolnictwo i ogrodnictwo**

### 1. Podstawa formalna recenzji

Recenzję przygotowałam na prośbę Prof. dr hab. Cezarego Kabały, Przewodniczącego Rady Naukowej Dyscypliny Rolnictwo i Ogrodnictwo, Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu, w którym Pan Przewodniczący poinformował mnie że Uchwałą nr 112.RO.2023 Rady Naukowej Dyscypliny Rolnictwo i Ogrodnictwo Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu z dnia 19 grudnia 2023r. powołana zostałam na recenzenta komisji habilitacyjnej w postępowaniu o nadanie stopnia doktora habilitowanego Panu dr inż. Jakubowi Bekierowi w dziedzinie nauk rolniczych, w dyscyplinie rolnictwo i ogrodnictwo.

Ocenę osiągnięć naukowych Pana dr inż. Jakuba Bekiera przeprowadziłam na podstawie przesłanej mi dokumentacji zawierającej:

1. Wniosek przewodni Habilitanta z dnia 20.09.2023r. o przeprowadzenie postępowania w sprawie nadania stopnia doktora habilitowanego w dziedzinie nauk rolniczych w dyscyplinie rolnictwo i ogrodnictwo,
2. Kopię dyplomu doktora
3. Załącznik 3: Autoreferat w języku polskim, obejmujący:
  - informacje o posiadanych dyplomach i stopniach naukowych oraz dotychczasowym zatrudnieniu w jednostkach naukowych,
  - omówienie osiągnięć o których mowa art. 219 ust. 1 pkt 2 Ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o Szkolnictwie Wyższym,
  - informacje o wykazaniu się istotną aktywnością naukową albo artystyczną realizowaną w więcej niż jednej uczelni, instytucji naukowej lub instytucji kultury, w szczególności zagranicznej,
  - informacje o osiągnięciach dydaktycznych, organizatorskich oraz popularyzujących naukę,
  - inne informacje nie zamieszczone poprzednich punktach,
  - oraz załączniki uzupełniające (18), w tym kopie 7 publikacji stanowiących cykl powiązanych tematycznie artykułów naukowych, świadectwo patentowe i inne.

4. Załącznik 4 – Wykaz osiągnięć naukowych albo artystycznych, stanowiących znaczny wkład w rozwój określonej dyscypliny uzupełniony 9 załącznikami (4.1-4.9).

## 2. Podstawowe dane o Kandydacie

Pan dr inż. Jakub Bekier jest absolwentem kierunku Ochrona Środowiska (2001r. – tytuł zawodowy inżyniera, 2002r. – magister inżynier) Akademii Rolniczej we Wrocławiu (aktualnie Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu). W latach 2002 – 2006 odbył studia doktoranckie w Instytucie Gleboznawstwa i Ochrony Środowiska/Instytucie Nauk o Glebie Akademii Rolniczej we Wrocławiu/Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu.

Kandydat uzyskał stopień doktora nauk rolniczych w zakresie agronomii nadany Uchwałą Rady Wydziału Rolniczego Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu z dnia 3 kwietnia 2007 roku na podstawie rozprawy doktorskiej, wykonanej pod kierunkiem prof. dr hab. Jerzego Drozda, pt. „Transformacja i recykling materii organicznej oraz składników mineralnych podczas kompostowania odpadów komunalnych”. Recenzentami w przewodzie doktorskim byli prof. dr hab. Stanisław Baran oraz prof. dr hab. Michał Licznar.

Od 2008 roku do chwili obecnej zatrudniony jest jako adiunkt w Instytucie Nauk o Glebie, Żywności i Ochrony Środowiska (wcześniej Instytut Nauk o Glebie i Ochrony Środowiska) Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu.

## 3. Ocena wskazanego przez dr inż. Jakuba Bekiera osiągnięcia naukowego stanowiącego podstawę do ubiegania się o nadanie stopnia doktora habilitowanego (zgodnie z art. 219 ust. 1 p. 2b Ustawy Prawo o szkolnictwie wyższym z dnia 20 lipca 2018r. (Dz.U z 2023r. poz. 742)

### Ocena formalna

Dr inż. Jakub Bekier jako osiągnięcie naukowe stanowiące podstawę do ubiegania się o stopień doktora habilitowanego w dziedzinie nauk rolniczych, dyscyplinie rolnictwo i ogrodnictwo przedstawił cykl powiązanych tematycznie publikacji pt. „Biogeneza i dynamika zmian substancji humusowych podczas biologicznego przetwarzania biomasy organicznej w warunkach stymulacji czynnikami antropogenicznymi”. Składa się on z siedmiu oryginalnych prac naukowych (1-7 – numeracja zgodna z autoreferatem):

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., Ćwieląg-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.

Artykuły zostały opublikowane w czasopismach naukowych spełniających wymagania dla cyklu powiązanych tematycznie artykułów naukowych. Ukazały się one (w latach 2009 – 2022) w *Soil Science Annual* (prace 1 oraz 4 i 5), *Ecological Chemistry and Engineering A* (praca 2), *Journal of Soils and Sediments* (praca 3), *Agriculture* (praca 6) oraz *Agronomy* (praca 7). Jak podaje Habilitant łączna liczba punktów za cykl publikacji stanowiących osiągnięcie naukowe, zgodnie z punktacją MNiSW obowiązującą w latach ich wydania wynosi 385 a sumaryczny IF 10,211 (wg punktacji obowiązującej aktualnie 570 pkt. MNiSW, IF = 15,39).

Artykuły naukowe wchodzące w skład osiągnięcia naukowego to prace zespołowe (prace 1-2 i 4-5 – 3 autorów, prace 6-7 – 5 autorów, praca 3 – 7 autorów). Dominujący wpływ Kandydata na kształt tych badań nie budzi wątpliwości ponieważ w pracach 1-3 oraz 6-7 jest on pierwszym autorem, a w pozostałych trzecim, ostatnim autorem (prace 4-5). Oświadczenia Habilitanta i współautorów prac (załączniki 4.1-4.7) są kompletne i wskazują, że jego udział w powstawaniu prac był znaczący. Habilitant deklaruje, że jego udział obejmował sformułowanie problemów badawczych, i opracowanie ogólnej koncepcji badań, przeprowadzenie prac terenowych, opracowanie metodyki i wykonanie badań laboratoryjnych oraz prace na każdym etapie przygotowania manuskryptów. Biorąc pod uwagę, że w ocenie kandydata na samodzielnego pracownika naukowego to przede wszystkim opracowanie koncepcji badań, umiejętność zaplanowania badań terenowych i laboratoryjnych oraz przygotowanie manuskryptu jest kluczowym elementem pracy badawczej, można stwierdzić, że dr inż. Jakub Bekier posiada wystarczające doświadczenie do samodzielnego prowadzenia badań.

### **Ocena merytoryczna**

Raport Organizacji Narodów Zjednoczonych do Spraw Wyżywienia i Rolnictwa (FAO 2020) wskazuje, że światowe rolnictwo stoi przed trzema głównymi wyzwaniami: zwiększenie produktywności i dochodów, przystosowanie się do zmian klimatycznych i zmniejszenie emisji gazów cieplarnianych. W odpowiedzi na te wyzwania Komisja Europejska w lipcu 2023r. przyjęła pakiet przepisów na rzecz zrównoważonego wykorzystania najważniejszych zasobów naturalnych, co pozwoli również zwiększyć odporność europejskich systemów żywnościowych i rolnictwa. Przyjęte przepisy stanowią uzupełnienie poprzednich inicjatyw ustawodawczych przedstawionych w ramach filaru „Zasoby naturalne” Europejskiego Zielonego Ładu. Europejski Zielony Ład (EZŁ) zawiera plan działań umożliwiających bardziej efektywne wykorzystanie zasobów dzięki przejściu na gospodarkę o obiegu zamkniętym, przeciwdziałaniu utracie różnorodności biologicznej i zmniejszeniu poziomu zanieczyszczeń. Jedną z strategii EZŁ „od pola do stołu” ma rozwijać zrównoważony system żywnościowy w UE, dla zapewnienia bezpieczeństwa żywnościowego oraz dostępu mieszkańców do zdrowej żywności. Strategia zakłada również zmniejszenie śladu środowiskowego i klimatycznego sektora produkcji żywności w UE. W przyjętych przepisach i wytycznych szczególną uwagę poświęcono glebom, zakładając, że do 2050 r. należy przywrócić „zdrowie” glebom w UE. Zawartość materii organicznej w glebie jest krytycznym wskaźnikiem stanu gleby i ma fundamentalne znaczenie dla potencjału produkcyjnego gleb oraz zdolności do pełnienia

funkcji ekosystemowych, stąd konieczne są działania zmierzające do zwiększenia zawartości materii organicznej w glebach lub utrzymanie jej zawartości na dotychczasowym poziomie.

Efektywnym narzędziem do zwiększenia zawartości materii organicznej, a tym samym realizacji założeń polityki UE w zakresie zrównoważonego wykorzystania najważniejszych zasobów naturalnych oraz EZŁ, jest recykling egzogennych materii organicznych (EOM). Wpływ EOM na plonowanie roślin uprawnych, akumulację węgla w glebie czy wykorzystanie azotu był dość szeroko badany. Dane literaturowe wskazują jednak, że potrzebna jest dalsza, dokładna charakterystyka dużej różnorodności EOM i zmienności efektów ich stosowania do gleby, aby określić ilościowo ich potencjał do magazynowania węgla w glebie, zwłaszcza w odniesieniu do EOM, która została poddana obróbce takiej jak kompostowanie lub fermentacja beztlenowa. Ze względu na zróżnicowane właściwości egzogennej biomasy poddawanej biokonwersji w warunkach tlenowych oraz stosowania różnych technologii kompostowania ważnym aspektem jest: poznanie czynników mających wpływ na kierunki i intensywność przemian materii organicznej, określenie roli poszczególnych grup związków organicznych w procesach powstawania związków humusowych, opracowanie metod stymulacji procesów kompostowania oraz dalsza ocena zależności pomiędzy substratami w procesie kompostowania a jego wartością nawozową.

Mając na uwadze powyższe aspekty uważam, że problematyka podjęta przez Habilitanta jest ważna i aktualna, zarówno z poznawczego jak i praktycznego punktu widzenia.

W autoreferacie, dr inż. Jakub Bekier, wskazuje że badania będące podstawą przygotowania cyklu publikacji wchodzących w skład przedstawionego osiągnięcia naukowego obejmowały następujące zagadnienia:

- „1. Określenie, które ze zidentyfikowanych grup związków organicznych mają bezpośredni wpływ na powstające w czasie kompostowania substancje humusowe, a które uczestniczą pośrednio (**Bekier i in. 2009, 2014, 2022a, Kaluża-Haładyn i in. 2019**),
- 2. Jakościowa i ilościowa charakterystyka związków humusowych jako produktów tlenowej biokonwersji różnych substratów EOM wraz z określeniem najważniejszych parametrów decydujących o kierunku i intensywności procesu (**Bekier i in. 2011, 2022a, Kaluża-Haładyn i in. 2018, 2019**);
- 3. Zweryfikowanie poglądów dotyczących zależności między jakością użytych substratów EOM, metodami stymulacji procesów kompostowania w kontekście recyklingu i sekwestracji węgla a wartościami użytkowymi i przyrodniczymi uzyskanego produktu końcowego (**Bekier i in. 2011, 2022a, 2022b, Kaluża-Haładyn i in. 2018, 2019**)”.

W badaniach Habilitant wykorzystał różnej dojrzałości komposty: z nieselektywnie zebranych odpadów miejskich, z selektywnie zebranej frakcji biodegradowalnej odpadów miejskich oraz wytworzone ze zrębków wierzby wzbogaconych sianem z ekstensywnie użytkowanych łąk oraz azotem mineralnym. Badania laboratoryjne obejmowały oznaczenie podstawowych właściwości (zawartość węgla organicznego i azotu ogółem i odczyn) oraz badania specjalistyczne (ekstrakcja i oznaczenie głównych grup związków humusowych, skład frakcyjny materii organicznej, zawartość związków hydrofobowych, węgla kwasów tłuszczowych oraz zawartości kwasów tłuszczowych C8-C22). Przeprowadził też dwuetapowe doświadczenie wegetacyjne, w którym oceniał wpływ kompostów z biomasy ligninowo-celulozowej na kiełkowanie i wzrost sałaty siewnej. Szczegółowy opis podstawowych metod

i warunków kompostowania, terminy pobierania próbek do badań oraz metod badawczych przedstawiony jest w publikacjach wchodzących w skład osiągnięcia naukowego.

Po zapoznaniu się z pracami wchodzącymi w skład osiągnięcia naukowego stwierdzam, że metodyka wykonanych prac jest prawidłowa, uzyskane wyniki badań są szczegółowo analizowane i dyskutowane na tle bieżącej literatury, stąd wysoko oceniam wartość tych publikacji.

W artykule 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*) Habilitant oceniał kierunki i intensywność transformacji bitumin oraz wybranych kwasów tłuszczowych podczas kompostowania odpadów miejskich. Jest to ważne i mimo licznych badań nie do końca rozpoznane zagadnienie. Celowość tych badań uzasadnia fakt, że w składzie zmieszanych odpadów komunalnych stwierdza się zróżnicowaną zawartość hydrofobowych trudno rozkładalnych związków organicznych (lipidy, woski, smoły, żywice) zaliczanych do grupy bitumin) a procesy ich biotransformacji mogą stanowić substancje przejściowe w syntezie związków humusowych, mogą też wykazywać działanie toksyczne na mikroorganizmy i środowisko naturalne. Ocena transformacji kwasów tłuszczowych w procesie kompostowania jest również istotna, ze względu na przypisywaną im rolę jako źródła energii niezbędnej mikroorganizmom do humifikowania innego typu związków organicznych. Obiektem badań był kompost z nieselektywnie zebranych odpadów komunalnych o różnym stopniu dojrzałości (pobrane w 1, 28, 56, 90 i 180 dniu kompostowania). Analizy laboratoryjne obejmowały oznaczenie pH, zawartości węgla organicznego ogółem, węgla bitumicznego, kwasów tłuszczowych - KT i węgla kwasów tłuszczowych - CRt oraz ich składu jakościowego i ilościowego. Uzyskane wyniki wykazały, że w fazie termofilnej (ok 50 dni) wartość pH w badanym kompoście zwiększała się a wraz z postępowaniem procesów dojrzewania obserwowano sukcesywne jej zmniejszanie. W ocenianym okresie kompostowania (180 dni) stwierdzono około 50% ubytek węgla organicznego. Największą ilość węgla frakcji bitumicznej ( $27,84 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ ) stwierdzono w materiale wyjściowym, gdzie stanowiła ona 14% C. W pracy wykazano, że intensywne, biochemiczne procesy występujące w fazie termofilnej prowadziły do bardzo szybkiego rozkładu substancji bitumicznych, co związane było z warunkami termicznymi, które sprzyjały rozwojowi bakterii mających zdolności transformacji związków hydrofobowych. Najmniejsze ilości bitumin wynoszące  $4,5 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$  (ok. 4% C), stwierdzono w drugiej połowie badanego okresu dojrzewania kompostu. Tempo i dynamika zmian zawartości kwasów tłuszczowych przebiegały w sposób zbliżony do transformacji bitumin. Największą zawartością kwasów tłuszczowych, tj.  $2,03 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ , charakteryzował się kompost surowy. Na zakończenie kompostowania (po 180 dniach) odnotowano redukcję zawartości kwasów tłuszczowych o około 90% w porównaniu z wartościami wyjściowymi, przy czym najmniejszą ich zawartość stwierdzono po 90 dniach kompostowania. Całkowita zawartość węgla kwasów tłuszczowych zmniejszała się z upływem czasu, najintensywniej w ciągu pierwszego miesiąca kompostowania. Cennych informacji dostarczyła ocena zmian zawartości i kierunków przemian kwasów tłuszczowych (palmitynowego, stearynowego i oleinowego). W oparciu o wyniki analizy statystycznej Habilitant wykazał, że zależały one od warunków kompostowania, a w szczególności od temperatury i czasu oraz podatności poszczególnych kwasów na biodegradację. Największą podatnością na biodegradację charakteryzował się kwas oleinowy, którego zawartość w ocenianym okresie zmniejszyła się o około 50%. Zawartość kwasów stearynowego i palmitynowego wykazywała tendencję zwiększania się.

Kolejna praca odnosząca się do tego zagadnienia (*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 – poz. 3 wg numeracji z autoreferatu*) stanowiła kontynuację i rozszerzenie badań zaprezentowanych w pracy 1. Jej celem było określenie jakościowych i ilościowych zmian substancji hydrofobowych, zwłaszcza kwasów tłuszczowych, podczas kompostowania stałych odpadów komunalnych. Uzyskane wyniki dostarczyły nowych informacji na temat intensywności rozkładu substancji hydrofobowych, w porównaniu do innych substancji, zachodzącego w biotycznych i abiotycznych procesach przemian podczas kompostowania. Kandydat wykazał, że stopień rozkładu substancji hydrofobowych, zwłaszcza kwasów tłuszczowych, był większy niż innych składników kompostowanych stałych odpadów komunalnych, a intensywność biotransformacji była istotnie skorelowana z parametrami kompostowania, głównie temperaturą i czasem. W fazie termofilnej kompostowania odpadów komunalnych odnotowano około pięciokrotne zmniejszenie całkowitej zawartości substancji hydrofobowych, natomiast zawartości kwasów tłuszczowych około 10-krotne. Habilitant zidentyfikował 24 kwasy tłuszczowe, z czego 14 występowało jedynie w ilościach śladowych. Szczegółowym badaniom poddał 10 kwasów tłuszczowych - sześć nasyconych i cztery nienasycone. W obrębie zidentyfikowanych kwasów dominowały nienasycone kwasy tłuszczowe. Kwas oktadecenowy (18:1) będący głównym składnikiem lipidowym niemal wszystkich błon komórkowych występujących w organizmach żywych był głównym nienasyconym kwasem tłuszczowym. Jego udział wynosił 56% w ogólnej zawartości kwasów tłuszczowych na początku kompostowania i zmniejszył się do 23% po 180 dniach procesu kompostowania, przy czym największe zmiany obserwowano w ciągu pierwszych 40 dni. Przedstawione wyniki dostarczyły cennych informacji na temat procesów transformacji kwasów tłuszczowych. Kandydat wykazał, że poszczególne kwasy tłuszczowe wykazywały różną intensywność przemian, zwłaszcza podczas pierwszych kilku tygodni kompostowania. Nienasycone kwasy tłuszczowe ulegały intensywniejszemu rozkładowi, natomiast nasycone kwasy tłuszczowe były bardziej odporne na rozkład.

Celem pracy *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 - pozycja 2 w spisie prac*) była ocena kierunków i intensywności przemian azotu podczas kompostowania stałych odpadów komunalnych. Zmiany zawartości azotu w powiązaniu ze zmianami węgla organicznego decydują o prawidłowości przebiegu procesu dojrzewania kompostów, a zawartość i formy azotu w kompostach decydują o ich wartości nawozowej. Podjęcie tych badań uzasadniał brak opracowanych wskaźników przemian azotu w procesie kompostowania. Materiał badawczy stanowiły komposty ze zmieszanych odpadów komunalnych kompostowanych w technologii MUT-DANO i KKO-100. Próbkę do analiz pobierano w odstępach 10–14 dni, w różnych fazach dojrzewania kompostów na pryzmie. Analizy laboratoryjne obejmowały oznaczenie pH, wilgotności, zawartości węgla organicznego, azotu całkowitego, azotu rozpuszczalnego w wodzie oraz mineralnych form azotu ( $N-NH_4^+$  i  $N-NO_3^-$ ). Na podstawie uzyskanych wyników wyznaczył wskaźniki dojrzałości kompostów: stosunek węgla organicznego do azotu całkowitego, wskaźnik utlenienia mineralnych form azotu – ( $N-NH_4^+/N-NO_3^-$ ), stosunek azotu rozpuszczalnego w wodzie do azotu całkowitego, wskaźnik mineralizacji azotu w ekstrakcie wodnym. Do najważniejszych wyników uzyskanych w tych badaniach zaliczyć należy wykazanie, że:

szybkość przemian azotu zależała przede wszystkim od wilgotności kompostu, od czasu i zastosowanej technologii kompostowania; w trakcie dojrzewania kompostu następowało zwiększenie zawartości  $N-NO_3^-$  a intensywność tego procesu była hamowana w mniej korzystnych warunkach tlenowych; w obrębie wskaźników wykorzystanych do oceny dojrzałości kompostów, indeks  $N-NH_4^+/N-NO_3^-$  dobrze odzwierciedla przemiany azotu w procesie kompostowania i może być stosowany do oceny dojrzałości kompostu.

Poznanie czynników warunkujących transformację materii organicznej w procesie kompostowania jest istotne dla racjonalnego planowania zarówno składu biomasy jak i technologii kompostowania. Stabilność i dojrzałość kompostów oraz ich wartość użytkowa jest determinowana licznymi czynnikami, w tym przez skład chemiczny kompostowanej biomasy. Jednak na tle właściwości kompostowanej biomasy, zmiany temperatury i wilgotności uznawane są za kluczowe parametry niezbędne do niezakłóconego przebiegu kolejnych faz transformacji materii organicznej. Dr inż. Jakub Bekier w toku prac badawczych zwrócił uwagę, że biomasa wierzby energetycznej może stanowić substrat pozwalający na otrzymanie kompostów spełniających wymagania formalno-prawne dla środków użyźniających. W tym celu na potrzeby badań przeprowadził w kontrolowanych warunkach kompostowanie mieszanki biomasy wierzby energetycznej z dodatkiem siana. Wilgotność i temperaturę oznaczył w przygotowanej mieszance biomasy oraz kontrolował zmiany wartości tych parametrów w 1, 37, 54, 71, 130 i 167 dniu kompostowania. Równoległe badania prowadził dla kompostów selektywnie zebranej biofrakcji stałych odpadów komunalnych. Wyniki tych badań przedstawił w pracy *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 (praca 4 w spisie)*. Ponadto dla badanych kompostów oznaczył odczyn i kationową pojemność sorpcyjną. Uzyskane wyniki wykazały, że rodzaj kompostowanej biomasy miał wpływ na termin osiągnięcia i długość trwania fazy termofilnej – podczas przemian biomasy wierzby energetycznej z dodatkiem siana faza termofilna rozpoczęła się później i trwał krócej w porównaniu do biofrakcji odpadów komunalnych. Komposty produkowane z bardziej zróżnicowanych pozostałości organicznych, tj. stałe odpady komunalne, podczas procesu kompostowania wykazywały większą dynamikę zmian kationowej pojemności sorpcyjnej, niż komposty z biomasy roślinnej. Istotnym wnioskiem sformułowanym w omawianej pracy było stwierdzenie, że wartość kationowej pojemności wymiennej nie może być stosowana jako jedyne i obiektywne kryterium oceny dojrzałości kompostów.

Podczas kompostowania równoległe zachodzą procesy mineralizacji i humifikacji substancji organicznej. Kierunek i intensywność tych przemian ma kluczowe znaczenie w ocenie prawidłowości przebiegu kompostowania oraz dojrzałości i wartości nawozowej otrzymanych kompostów. Zagadnienie to było celem pracy *„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; pozycja 5 w wykazie)*. W pracy tej Habilitant w oparciu o zmiany zawartości substancji humusowych zachodzące podczas kompostowania, przy zastosowaniu różnych technologii, egzogennej materii organicznej o różnym składzie (mieszanka biomasy wierzby energetycznej z sianem (1:1), stałe niesegregowane odpady komunalne, selektywnie zebrana biofrakcja odpadów komunalnych) oraz wyznaczone wskaźniki dojrzałości kompostów weryfikował hipotezy badawcze zakładające, że: zawartość substancji humusowych zmienia się w trakcie procesu

kompostowania w podobnym kierunku niezależnie od technologii i rodzaju użytego materiału organicznego; przemiana substancji humusowych w procesie kompostowania może być wykorzystana jako wskaźnik dojrzałości kompostu. W kompostach o różnej dojrzałości oceniał zmiany całkowitej zawartości węgla organicznego (TOC) oraz zawartości węgla niskocząsteczkowych związków humusowych (CAC), frakcji alkalicznej (CALC), kwasów huminowych (CHA) i kwasów fulwowych (CFA). Do oceny dojrzałości kompostów wykorzystał wskaźnik humifikacji (CKH/CKF), 3 indeksy dojrzałości kompostów (CAC/CALC, [(CAC+CALC)/TOC]·100, CHA/(CFA + CAC) oraz procentowy udział kwasów huminowych i fulwowych w stosunku do frakcji alkalicznej (PHA i PFA). W oparciu o przeprowadzoną analizę ilościowych i jakościowych zmian materii organicznej w procesie kompostowania Habilitant wykazał, że na ich przebieg istotny wpływ mają ilość i jakość związków organicznych w kompostowanym materiale. Komposty otrzymane z mieszanki biomasy wierzby energetycznej z sianem (1:1) charakteryzowały się większym udziałem węgla frakcji niskocząsteczkowych i kwasów huminowych, w porównaniu do kompostów z odpadów komunalnych. Wykazał również, że niezależnie od rodzaju kompostowanego materiału, w trakcie kompostowania zmniejszała się zawartość węgla humin. Pozwoliło to na wskazanie, że zarówno niskocząsteczkowe połączenia organiczne oraz huminy pełnią znaczącą rolę w procesach humifikacji i tworzenia się nowych substancji humusowych podczas procesu kompostowania. Tezę tę potwierdziły również wyznaczone indeksy dojrzałości kompostów. Habilitant wykazał, że indeksem najlepiej obrazującym przebieg procesu kompostowania jest procentowy udział frakcji związków niskocząsteczkowych i frakcji alkalicznej w ogólnej puli węgla.

Dalsze, pogłębione wyniki badań nad oceną zmian ilościowych określonych grup związków organicznych jako substratów substancji humusowych powstających podczas kompostowania odpadów Habilitant przedstawił w pracy *Bekier J., Jamroz E., Dębicka M., Ćwieliąg-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 (praca 6 w wykazie prac wchodzących w skład osiągnięcia naukowego)*. W pracy tej do frakcjonowania materii organicznej kompostu z segregowanych odpadów komunalnych wykorzystał metodę, która pozwoliła na wydzielenie i oznaczenie węgla frakcji: substancji hydrofobowych (HSC) w skład których wchodzi m.in. tłuszcze, smoły i woski; ekstrahowanej wodą (WEOC) odpowiadającej zawartości aminokwasów, węglowodanów, białek i hemicelulozy; frakcji związków fulwowych zawierającej kwasy fulwowe i hemicelulozy (CAC); celulozy (CCEL); związków lignino-huminowych (CALK) oraz węgla reszkowego (CR). Uzyskane wyniki pozwoliły na potwierdzenie znanej z literatury tezy, że temperatura i wilgotność wspomagają utrzymanie i/lub stymulują procesy fizykochemiczne i chemiczne oraz aktywność mikroorganizmów odpowiedzialnych za dynamikę przemian związków organicznych w procesie kompostowania. Wysegregowana biofrakcja stałych odpadów komunalnych charakteryzowała się właściwymi proporcjami pomiędzy składnikami wysokowęglowymi w stosunku do składników bogatych w składniki pokarmowe, głównie azot, co zapewniło optymalne warunki przemian materii organicznej. Najbardziej intensywne zmiany zawartości węgla organicznego zaobserwowano we frakcji hydrofilowej, rdzeniowej-HS i reszkowej. Warunki kompostowania, zastosowana technologia i właściwości podłoża wpływały zarówno na ilościowe zwiększenie CALK, jak i udział tej frakcji w TOC. Największy udział węgla organicznego w produkcie końcowym



stanowiły odpowiednio frakcja resztkowa, celulozowa i rdzeń-HS. Ponadto wykazał, że zawartość TOC, TN, pochodzenie i jakość użytego substratu pozwalają zakwalifikować badany produkt jako nawóz organiczny lub organiczno-mineralny; badane komposty z selektywnie zbieranych biodegradowalnych odpadów komunalnych spełniają kryteria prawne i ekologiczne produktów recyklingu biologicznego, dzięki czemu mogą być stosowane jako dobry nawóz organiczny poprawiający bilans materii organicznej w glebie, stymulujący różnorodność biologiczną gleby i sekwestrację węgla; konieczne są dalsze badania określające reakcję gleby i roślin na zastosowanie kompostu, aby potwierdzić korzyści płynące z kompostowania jako atrakcyjnej opcji ulepszenia gleby.

Celem pracy *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 (praca wykazana jako 7 w spisie prac wchodzących w skład osiągnięcia)* była ocena wybranych właściwości chemicznych (pH, zawartości węgla organicznego, azotu ogólnego i całkowitego fosforu) kompostów z wierzby energetycznej (*Salix viminalis* L.) i ich wpływu na kiełkowanie i wzrost sałaty (*Lactuca sativa* L.). Habilitant na potrzeby realizacji badań przeprowadził kompostowanie w systemie półdynamicznym z otwartym stosem (i) zrębków wierzby, (ii) zrębków wierzby z dodatkiem siana, (iii) zrębków wierzby z dodatkiem siana i azotu mineralnego. Ocenę właściwości kompostów i ich wpływu na kiełkowanie i wzrost sałaty przeprowadził dla kompostów w różnej dojrzałości (w 1, 32, 71 i 167 dniu kompostowania). Na podstawie oceny zmian analizowanych właściwości chemicznych Habilitant potwierdził, że istotny wpływ na właściwości kompostów ma skład substratów procesu kompostowania. Zmiany zawartości węgla organicznego i azotu ogólnego były typowe dla prawidłowo przebiegającego procesu kompostowania – zawartość węgla organicznego zmniejszała się a azotu ogólnego zwiększała się w kolejnych terminach badań. W największym zakresie zawartość węgla zmniejszyła się w kompostowanej biomase wierzby energetycznej bez dodatków, natomiast istotne zwiększenie zawartości azotu odnotowano w kompoście z łącznym dodatkiem siana i azotu mineralnego. W oparciu o przeprowadzoną analizę właściwości chemicznych Habilitant sformułował istotny dla praktyki kompostowania wniosek, wskazując, że kompostowanie biomasy drzewnej wymaga wzbogacenia substratu o materiały zawierające azot. Za najbardziej wartościowe w tej pracy wyniki, stanowiące ważny element przedłożonego przez dr Jakuba Bekiera osiągnięcia naukowego, należy uznać ocenę kiełkowania i wzrostu sałaty na wytworzonych kompostach. Kiełkowanie sałaty było zróżnicowane w zależności od składu mieszanki kompostowej oraz stopnia dojrzałości kompostu. Szczególną uwagę zwraca reakcja roślin na podłoże stanowiące mieszankę wierzby energetycznej z łącznym dodatkiem siana i azotu mineralnego, gdzie obserwowano zwiększenie siły kompostowania wraz ze wzrostem stopnia dojrzałości. Pozwala to wskazać, że zawarte w wierzbie związki hamujące kiełkowanie są eliminowane w procesie kompostowania i nie występują w dojrzałym materiale oraz że komposty z wierzby energetycznej stanowią dobre podłoże dla roślin po osiągnięciu pełnej dojrzałości. Niezależnie od stopnia dojrzałości komposty ze zrębków wierzby bez dodatków wpływały hamująco na kiełkowanie, wzrost i plon sałaty. Cennym wnioskiem z przeprowadzonych badań jest wskazanie, że ocena jakości i przydatności kompostów powinna obejmować obok analiz chemicznych doświadczenia wegetacyjne.

Podsumowując omówione prace wchodzące w skład przedstawionego przez dr inż. Jakuba Bekiera osiągnięcia naukowego stwierdzam, że były to wszechstronne i

interdyscyplinarne badania mające zarówno aspekt poznawczy jak i aplikacyjny. Aspekt poznawczy dotyczył głównie określenia zmian ilościowych określonych grup związków organicznych jako substratów substancji humusowych powstających podczas kompostowania odpadów oraz zależność między jakością substratu EOM a wartością użytkowo–przyrodniczą uzyskanego kompostu.

Odnosząc się do autoreferatu i pozostałej dokumentacji przedstawionej przez dr Jakuba Bekiera, z racji powołania mnie na recenzenta zwrócę uwagę, że kwestią dyskusyjną jest użycie słowa „Biogeneza” w tytule osiągnięcia, bardziej adekwatne do treści osiągnięcia byłoby użycie określenia biotransformacja. Przedstawiony w punkcie „Wprowadzenie i cel badań” aktualny stan wiedzy w zakresie poruszanej w osiągnięciu naukowym tematyki pozwala na ocenę istotności zakresu badań. Sformułowany zakres badań koresponduje z zadaniami przedstawicieli dyscypliny rolnictwo i ogrodnictwo, jednak uważam że Habilitant mógł sformułować również szczegółowe cele badawcze, co podkreśliłoby złożoność problemów naukowych, które poruszał w publikacjach wchodzących w skład osiągnięcia naukowego. Habilitant poprawnie opisał obiekty badawcze i metody badań które umiejętnie pogrupował na badania podstawowe, niezbędne do uzyskania najważniejszych informacji o badanych zjawiskach (zwartość węgla organicznego, zwartość azotu ogółem, odczyn), badania specjalistyczne, obejmujące kompleksową analizę materii organicznej i związków próchnicznych oraz dwuetapowe doświadczenie wegetacyjne. Omawiając zmiany zawartości TOC (całkowitego węgla organicznego), jak i innych właściwości, Habilitant używa określeń „wzrost” / „spadek” zawartości, a powinno być zwiększenie/zmniejszenie zawartości. Innym przykładem nieścisłych sformułowań, wynikających ze skrótów myślowych, jest sformułowanie „Przedstawione wyniki .... nie potwierdzają powszechnie panującej opinii, iż kompostowanie odpadów komunalnych można uznać za metodę sekwestracji węgla....” – kompostowanie nie jest metodą sekwestracji węgla, to produkt kompostowania, o ile spełnia kryteria formalno-prawne, może być wykorzystany jako źródło egzogennej materii organicznej i potencjalnie mieć wpływ na sekwestrację węgla w glebie. Analizując pozostałą dokumentację zauważam, że pewne nieścisłości są w wykazie publikacji zamieszczonym w załączniku 4 – punkt I. 4 – znalazły się tam 2 prace wymienione w punkcie 2 oraz brakuje kilku pozycji, które są widoczne na stronie <https://bazawiedzy.upwr.edu.pl/info/author/UPWr51b970e370f24b26aebc54dc5a9f7ed7...> Pokreślę, że przedstawione uwagi mają charakter dyskusyjny i odnoszą się do pewnych nieścisłości redakcyjnych i nie zmniejszają w żaden sposób wartości merytorycznej osiągnięcia.

Najważniejsze osiągnięcia dr inż. Jakuba Bekiera uzyskane w wyniku realizacji badań zawartych w publikacjach przedstawionych do oceny jako osiągnięcie naukowe to:

- potwierdzenie, że rodzaj biomasy ma istotny wpływ na dynamikę i kierunki przemian związków humusowych zachodzących w procesie kompostowania a w konsekwencji na jakość produktu końcowego (kompostu),
- wykazanie, że podatność na biotransformację zależy od stopnia skomplikowania struktury, a nie hydrofilności czy hydrofobowości danej struktury,
- udowodnienie istotnej roli frakcji WEOC i HSC jako substratów w procesach powstawania substancji humusowych podczas kompostowania, głównie jako źródła energii dla mikroorganizmów odpowiedzialnych za intensywność i kierunek humifikacji oraz kwasów tłuszczowych, szczególnie LCFA, w tworzeniu alifatycznych, hydrofobowych struktur związków humusowych,

- wykazanie, że kwasy tłuszczowe mogą być stosowane jako bioindykatory aktywności mikrobiologicznej podczas kompostowania,
- udowodnienie, że niskocząsteczkowe połączenia organiczne oraz huminy pełnią znaczącą rolę w procesach humifikacji i tworzenia się nowych substancji humusowych podczas procesu kompostowania,
- wykazanie, że wraz ze zwiększeniem stopnia dojrzałości, w kompostach zwiększa się zawartość i udział w ogólnej puli węgla stabilnych frakcji humusowych, a w produkcie końcowym, największy udział stanowią frakcja reszkowa, celulozowa i rdzeń-HS,
- stwierdzenie, że w obrębie wskaźników używanych do oceny dojrzałości kompostów, wskaźnikami najlepiej obrazującymi przebieg procesu kompostowania są: procentowy udział frakcji związków niskocząsteczkowych i frakcji alkalicznej w ogólnej puli węgla oraz indeks  $N-NH_4^+/N-NO_3^-$ ,
- stwierdzenie, że produkty kompostowania odpadów niesegregowanych nie spełniają norm stawianych nawozom oraz środkom wspomagającym uprawę roślin, co znacząco ogranicza ich stosowanie,
- wykazanie, że komposty z odpadów biodegradowalnych zebranych selektywnie oraz biomasy wierzby energetycznej, wykazują parametry produktów spełniających wymogi stawiane środkom wspomagającym uprawę roślin.

Potwierdzeniem innowacyjności i potencjału aplikacyjnego wyników badań przedstawionych w osiągnięciu naukowym, jest fakt, że były one podstawą uzyskania świadectwa patentowego PL435103 - Komponent uprawowy, sposób jego wytwarzania, organiczne podłoże uprawowe oraz zastosowanie zrębków wierzby (*Adamczewska-Sowińska K., Jamroz E, Bekier J., Sowiński J.*)

W podsumowaniu stwierdzam, że przedstawiony do oceny monotematyczny cykl 7-iu oryginalnych prac twórczych pt. „Biogeneza i dynamika zmian substancji humusowych podczas biologicznego przetwarzania biomasy organicznej w warunkach stymulacji czynnikami antropogenicznymi” spełnia kryteria stawiane wymaganiom związanym z uznaniem wyników za osiągnięcie naukowe, w tym:

- poprawnie merytorycznie zaplanowane i wykonane eksperymenty naukowe,
- właściwa interpretacja i dyskusja wyników,
- wymóg oryginalności wyników,
- znaczący wkład Autora w rozwój dyscypliny naukowej rolnictwo i ogrodnictwo.

#### **4. Ocena istotnej aktywności naukowej realizowanej w więcej niż w jednej uczelni, instytucji naukowej lub instytucji kultury, w szczególności zagranicznej oraz pozostałych osiągnięć naukowo-badawczych oraz dorobku dydaktycznego i popularyzatorskiego**

Dr inż. Jakub Bekier od początku pracy na Uniwersytecie Przyrodniczym we Wrocławiu brał aktywny udział w badaniach realizowanych w zespołach macierzystej uczelni oraz współpracował z innymi ośrodkami naukowymi, w tym zagranicznymi.

W 2011 roku podjął współpracę z Department of Agro-Forestry and Environmental Biology and Chemistry, University of Bari (Di.B.C.A) w ramach której w okresie od listopada 2011r. do maja 2012r. odbył dwuetapowy staż naukowy. Współpraca dotyczyła zagadnień

związanych z przemianami materii organicznej podczas kompostowania odpadów. Ponadto z łącznej dokumentacji wynika, że odbył tygodniowy kurs "Microbe-Mineral Interactions: Molecular to Global Scale Processes" organizowany przez International Society for Environmental Biogeochemistry (Meksyk, 2012 r.) oraz tygodniową wizytę naukową w Environmental Science & Engineering, College of Resource and Environment Hunan Agricultural University (Chiny, 2015 r.).

Habilitant prowadził badania naukowe we współpracy z ośrodkami naukowymi w Polsce, w tym z Instytutem Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa PIB w Puławach, Wydziałem Kształtowania Środowiska i Rolnictwa Uniwersytetu Technologicznego w Szczecinie, Wydziałem Chemii Uniwersytetu Wrocławskiego. Współpraca ta obejmowała udział Habilitanta jako wykonawcy w realizacji projektu badawczego NCN „OPUS 16”, nr 2018/31/B/ST10/00677: „Właściwości spektroskopowe i chemiczne glebowej frakcji humin w odniesieniu do ich wzajemnych interakcji z pestycydami”. Jak podaje Habilitant efektem tej współpracy jest 1 opublikowana praca, 1 złożona do druku i kolejne będące w przygotowaniu.

### **Ocena dorobku naukowego**

Dorobek naukowy dr inż. Jakuba Bekiera jest wyraźnie wyprofilowany i obejmuje następujące obszary tematyczne:

- ocena właściwości kompostów,
- analiza wpływu egzogennej materii organicznej na właściwości gleb,
- ocena wpływu antropopresji na jakość związków próchnicznych gleb miejskich i leśnych,
- opracowanie metod izolacji związków próchnicznych ze szczególnym uwzględnieniem humin oraz interakcja humin z pestycydami.

Od początku pracy naukowej w nurcie głównych zainteresowań kandydata znajdują się zagadnienia związane z kompostowaniem bioodpadów. Poza badaniami wskazanymi jako osiągnięcie naukowe, za istotny wkład Habilitanta należy wskazać badania realizowane w ramach projektu badawczego NCBR NR 12 0010 04: „Mikrobiologiczna degradacja odpadowych produktów keratynowych”. Efektem tych badań było wykazanie, na podstawie ilościowej analizy mikroflory kompostowej, badań enzymatycznych oraz chemicznych wskaźników dojrzałości, że inokulacja szczepionką bakterii *Bacillus subtilis* P22 była niezbędnym warunkiem prawidłowego przebiegu procesu kompostowania piór kurzych w bioreaktorze statycznym (wyniki opublikowane w pracy Rodziewicz A., 2009, której Habilitant był współautorem).

Kolejne ważne dla praktyki osiągnięcie, to wyniki badań wpływu czasu i częstości nawadniania gleb ściekami miejskimi na ich wybrane właściwości fizyczne, fizykochemiczne i chemiczne, ze szczególnym uwzględnieniem ilościowych i jakościowych zmian związków próchnicznych (praca współautorska Licznar i in. 2010). Badania te wykazały, że irygacja gleb ściekami jest skutecznym zabiegiem zwiększającym zawartości materii organicznej oraz składników biogenych w glebie. W glebach często irygowanych ściekami miejskimi następuje znacząca kumulacja związków lipidowych oraz zwiększa się udział kwasów huminowych. Określenie dawki i częstotliwości stosowania ścieków miejskich powinny uwzględniać potencjalne zagrożenie degradacji środowiska w wyniku kumulacji P i N oraz niektórych metali ciężkich.

Istotny wkład w rozwój nauk rolniczych w dyscyplinie rolnictwo i ogrodnictwo wnoszą badania dotyczące wpływu kompostów ze stałych odpadów miejskich na właściwości gleb i plonowanie roślin. Za szczególnie istotne osiągnięcia z tego zakresu badań należy wskazać ocenę efektywności pobierania azotu przez rośliny uprawiane na glebie nawożonej kompostem z odpadów miejskich (*opublikowane w European Journal of Agronomy w 2014r.*). Habilitant wykazał, że wysokie dawki kompostu z odpadów miejskich zwiększały plonowanie pszenżyta w zakresie porównywalnym do nawożenia mineralnego. W glebie piaszczystej kompost z odpadów miejskich był silnie mineralizowany, co przyczyniło się do jego strat, a niedobór azotu przyswajalnego dla roślin ograniczał efektywność jego pobierania przez pszenżyto. Za równie ważne należy uznać badania wpływu kompostów z odpadów miejskich na formy fosforu w glebie. Wprowadzenie do gleby kompostów z odpadów miejskich wpłynęło na zwiększenie zawartości fosforu, szczególnie po zastosowaniu kompostu nie w pełni dojrzałego. Istotnym osiągnięciem (*przetawionym w pracy współautorskiej Dębicka i in., 2023*) było stwierdzenie, że komposty z odpadów miejskich nie stwarzają poważnego zagrożenia dla środowiska i mogą stać się potencjalnym źródłem P w glebie oraz że ocena wykorzystania kompostu jako źródła P nie powinna opierać się wyłącznie na całkowitej zawartości P, ale powinna obejmować zawartość różnych form P aby odzwierciedlić zarówno dostępność fosforu, jak i potencjalne ryzyko dla środowiska.

Kolejnym kierunkiem badań Habilitanta były studia związane z oceną wpływu antropopresji na jakość związków próchnicznych gleb miejskich i leśnych. W oparciu o przeprowadzoną ocenę składu frakcyjnego oraz właściwości wydzielonych kwasów huminowych z gleb miejskich Wrocławia (*Bekier i in. 2023*) wykazał, że antropopresja przejawiała się głównie zwiększeniem zawartości węgla organicznego w poziomach powierzchniowych oraz spowolniła procesy rozkładu materii organicznej. W składzie związków próchnicznych dominowała niehydrolizująca, resztkowa frakcja węgla, zwłaszcza huminy, co wskazywało na obecność związków odpornych na biotransformację, w tym pochodzenia antropogenicznego. Specyficzne warunki środowiskowe stymulowały procesy humifikacji, prowadzące do powstania głównie kwasów huminowych, choć o mniejszej dojrzałości i stabilności w porównaniu kwasów huminowych gleb niezakłóconych, w strukturze których dominowały związki o znacznym udziale struktur alifatycznych. Wskazał również, że na glebach miejskich należy podejmować działania ukierunkowane na poprawę przemian materii organicznej, w tym na konieczność racjonalnego gospodarowania glebami miejskimi oraz zwiększenia zawartości substancji organicznej poprzez wykorzystanie kompostów jako egzogennej materii organicznej. W pracy opublikowanej w *Forest Ecology and Management (Jamroz i in. 2014)* Habilitant wykazał, że w bielcowych glebach Sudetów Wschodnich pod kosodrzewiną (*Pinus mugo Turra*) i świerkiem pospolitym (*Picea abies L.*) wraz z postępującą degradacją i zamieraniem drzewostanów nasilało się zmniejszenie zawartości węgla organicznego oraz zmiany jakościowe związków próchnicznych. Właściwości kwasów huminowych były zależne od składu gatunkowego drzewostanów oraz nasilenia procesów degradacyjnych. W składzie elementarnym kwasów huminowych wydzielonych z gleby pod obumarłymi drzewostanami świerkowymi stwierdził mniejsze zawartości węgla w porównaniu do kwasów huminowych gleb stanowisk nie wykazujących objawów degradacji, a także ze stanowisk kosodrzewiny. Zamieranie drzewostanów wpłynęło na zwiększenie alifatyczności kwasów huminowych, zwłaszcza pod drzewostanami świerka. Habilitant wskazał, że zrównoważona gospodarka leśna w zmieniającym się środowisku powinna uwzględniać fakt, że zawężanie różnorodności biologicznej monokultur oraz ilościowe i jakościowe zmiany materii organicznej nie zapewniają stabilności ekosystemów.

Przekształcenie monokultur świerkowych w las mieszany – bardziej odporny na zaburzenia biotyczne i abiotyczne – lub wprowadzenie pionierskich gatunków drzew w drzewostanach może być skutecznym narzędziem zapobiegania degradacji lasów i poprawy właściwości materii organicznej gleby, co wpłynie na zmniejszenie intensywności procesów erozji w obszarach górskich.

Kolejnym obszarem badań, istotnym dla rozwoju dyscypliny rolnictwo i ogrodnictwo są badania, które Habilitant realizował (i nadal realizuje) jako wykonawca projektu finansowanego przez NCN „Właściwości spektroskopowe i chemiczne glebowej frakcji humin w odniesieniu do ich wzajemnych interakcji z pestycydami”. Część uzyskanych wyników opublikowano w czasopiśmie *Environmental Geochemistry and Health* (*Weber i in. 2023*) pozostałe, jak deklaruje Kandydat oczekują na opublikowanie w czasopiśmie *Molecules*. Do najważniejszych efektów tych badań należy zaliczyć: opracowanie i optymalizację metody izolowania (w odróżnieniu od ekstrakcji rozpuszczalnikami organicznymi) frakcji humin, która jest najbardziej trwałą frakcją glebowej materii organicznej, o kluczowym znaczeniu dla sekwestracji węgla; wykazanie, że wieloletnie oddziaływanie alkalicznych składników na substancje humusowe powoduje tworzenie bardziej złożonych struktur, charakteryzujących się wyższą koncentracją pierścieni aromatycznych w rdzeniu cząsteczki; wykazanie przydatności spektroskopii fluorescencyjnej do jakościowego charakteryzowania zmian struktur substancji humusowych w różnych warunkach środowiskowych; szczegółowa i wielostronna ocena właściwości frakcji humin, która jest najsłabiej rozpoznaną frakcją glebowej materii organicznej; wykazanie, że w badanych glebach mineralnych frakcja humin charakteryzuje się dominacją struktur aromatycznych nad zawartością struktur alifatycznych, a udział węgla połączeń hydrofobowych przeważa nad udziałem połączeń hydrofilowych oraz że frakcja humin wyizolowana opracowaną autorską metodą składa się z trwałych połączeń organiczno-mineralnych. Ponadto badania obejmowały charakterystykę sorpcji pestycydów na huminach oraz określenie wzajemnych interakcji pestycydów i humin.

Podsumowując dorobek naukowy dr inż. Jakuba Bekiera należy stwierdzić, że szeroki ale wyprofilowany zakres tematyczny prowadzonych przez Habilitanta badań, doświadczenie analityczne oraz opanowanie warsztatu badawczego świadczą, że można go uznać za eksperta z szerokiego zakresu badań materii organicznej, w tym jej przemian w procesie kompostowania oraz wykorzystania kompostów w racjonalnym zarządzaniu glebową materią organiczną.

Na podstawie informacji zamieszczonych w załączonych materiałach (str. 31-32 zał. 3 oraz w załączniku 4) dorobek Habilitanta w ujęciu liczbowym przedstawia się następująco: w okresie przed doktoratem opublikował 2 oryginalne prace twórcze, 4 rozdziały w monografii oraz 7 doniesień konferencyjnych; po uzyskaniu stopnia doktora był współautorem 17 prac w czasopiśmie z lity JCR, 4 z listy B MNiSW, 1 monografii, 4 rozdziałów w monografiach oraz 17 doniesień konferencyjnych. Łączna ilość punktów wg punktacji MNiSW, zgodnie z rokiem wydania wynosi 1243 pkt., sumaryczny IF 45,901, liczba cytowań ogółem 177 (WoS) i 215 (Scopus) sumaryczny HI 7 (Scopus)/ 6 (WoS). Według informacji na dzień sporządzania recenzji liczba cytowań zwiększyła się i wynosiła 218 (WoS) i 238 (Scopus). Przedstawiony do oceny wykaz prac i ich wartość punktowa wskazują, że dorobek naukowo-badawczy Kandydata został znacząco powiększony po uzyskaniu stopnia doktora.

Habilitant wyniki swoich badań prezentował wygłaszając referaty oraz w formie posterów na licznych międzynarodowych i krajowych konferencjach naukowych. Jest autorem bądź współautorem 24 doniesień konferencyjnych. Wygłosił również referat “Chemical

Indices of Compost Maturity – theoretical and practical aspects” na zaproszenie Hunan Agricultural University in Changsha (Chiny).

Na podkreślenie zasługuje fakt, że dr inż. Jakub Bekier większość badań realizował w ramach projektów badawczych finansowanych ze źródeł zewnętrznych oraz w ramach projektów uczelnianych. Pełnił rolę kierownika w 2 projektach badawczych, w tym w projekcie finansowanym przez NCN (N N305 395738: „*Analiza kierunków transformacji materii organicznej oraz składników mineralnych w kompostach z odpadów miejskich, wytwarzanych według odmiennych technologii*” (2010-2013r.) oraz w projekcie MISTRZ – edycja II” UP we Wrocławiu (Funduszu Wsparcia Badań Naukowych, nr N090/0009/22: „*Określenie intensywności i kierunków humifikacja podczas współkompostowania biomasy drewnopochodnej w warunkach stymulacji preparatami mikrobiologicznymi*” (2022-2023). Pełnił rolę kierownika zadania badawczego w projekcie Kluczowy Stażysta - II edycja” w ramach Programu Operacyjny Kapitał Ludzki (KSW/22/II/2013: „*Kompostowanie jako biologiczna metoda zagospodarowania organicznych i mineralnych odpadów uprawowych*”, 2013 – 2014r.) finansowanego z Europejskiego Funduszu Społecznego oraz był wykonawcą w 2 projektach finansowanych przez NCBiR i NCN (NCBR NR 12 0010 04: „*Mikrobiologiczna degradacja odpadowych produktów keratynowych*”; NCN „OPUS 16”, nr 2018/31/B/ST10/00677: „*Właściwości spektroskopowe i chemiczne glebowej frakcji humin w odniesieniu do ich wzajemnych interakcji z pestycydami*”).

Dowodem na wysoki poziom naukowy Habilitanta było powierzenie dr Jakubowi Bekierowi recenzji prac innych autorów. Był recenzentem 11 publikacji, które ukazały się w czasopismach z listy JCR (*Agronomy – 4 prace, Horticulturae – 2 prace, Processes, Atmosphere, Nitrogen, Journal of Environmental Reseach and Public Health, Journal of Soil Science and Plant Nutrition*). Ponadto brał udział w pracach Komitetu redakcyjnego monografii „*Humic Substances in Ecosystems 9 (HSE9)*”, Wrocław 2012, Polish Humic Substances Society oraz pełnił funkcję Guest editor w czasopiśmie *Agronomy, Special Issue: "Recent Advances in Composting and Other Methods for Improving Soil Environment"*; ( eds. *Jamroz, Barancikova, Bekier*) section: *Soil and Plant Nutrition, 2021-2022*.

Za działalność naukową otrzymał indywidualną i 2 zespołowe nagrody JM Rektora Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu.

### **Ocena osiągnięć dydaktycznych**

Dr Jakub Bekier w okresie swojego zatrudnienia prowadził i prowadzi zajęcia dydaktyczne tematycznie powiązane z realizowanymi badaniami naukowymi.

Z zamieszczonych w zał. 3 (str. 24-25) informacji wynika, prowadził/prowadzi zajęcia z następujących przedmiotów: jako koordynator i prowadzący: Odpady i ich klasyfikacja oraz Sozologia na kierunku Odnawialne Źródła Energii; Podstawy Gospodarki Odpadami oraz Ekologia i Ochrona Środowiska na kierunku Rolnictwo; jako prowadzący i współprowadzący następujące przedmioty w języku polskim i angielskim: Zarządzanie środowiskowe (kierunek: Odnawialne Źródła Energii i Gospodarka Odpadami); przedmioty z zakresu gleboznawstwa, geologii i geomorfologii (kierunki: Ochrona Środowiska, Agrobiznes, Rolnictwo, Ogrodnictwo, Architektura Krajobrazu, Geodezja i Kartografia, Inżynieria Środowiska); kompleksowe ćwiczenia terenowe (kierunek: Ochrona Środowiska); Zagrożenia Cywilizacyjne i Zrównoważony Rozwój (kierunek: Zarządzani i Inżynieria Produkcji). Prowadził zajęcia w języku angielskim z przedmiotów *Soil Science* i *Remediation of Degradable Land* dla studentów programu ERASMUS. Opracował autorskie programy nauczania 3 przedmiotów w języku polskim i angielskim.

Brał udział w programie Erasmus: Lifelong Learning Programme for Staff Training and Mobility, edycja 2011-2012 finansowanym ze środków Unii Europejskiej.

Habilitant pełnił funkcję promotora 9 prac magisterskich, 5 prac inżynierskich oraz recenzenta 12 prac magisterskich i 4 prac inżynierskich. Sprawował opiekę merytoryczną nad studentami zagranicznymi w ramach programów Europass Mobility (2010) i ERASMUS (2011).

Zaangażowanie Habilitanta w proces dydaktyczny i poziom realizowanych zajęć zostały docenione i wyróżnione nagrodą przez Radę Wydziału Przyrodniczo-Technologicznego oraz najwyższą oceną w ankiecie Studentów.

### **Ocena osiągnięć organizacyjnych**

Analiza dokumentacji przewodu habilitacyjnego upoważnia do pozytywnej oceny działalności organizacyjnej dr inż. Jakuba Bekiera. W macierzystej uczelni brał czynny udział w organizacji dni otwartych Uczelni i Wydziału oraz innych działaniach promujących działalność naukową i dydaktyczną Wydziału Technologiczno-Przyrodniczego.

Na wyróżnienie zasługuje aktywność Habilitanta w organizacji konferencji naukowych. Brał udział w pracach komitetów naukowych i organizacyjnych 7 konferencji naukowych o zasięgu krajowym i międzynarodowym.

Jest członkiem Polskiego Towarzystwa Gleboznawczego i Polskie Towarzystwa Substancji Humusowych oraz członkiem International Union of Soil Science (poprzednio International Soil Science Society), i International Humic Substances Society.

### **Ocena działań popularyzujących naukę**

Dr inż. Jakub Bekier wykazuje duże zaangażowanie w popularyzację nauki. Prowadził liczne warsztaty naukowe i popularno-naukowe, w tym dla uczniów szkół średnich. Zrealizował szkolenia teoretyczne z zakresu podstaw gleboznawstwa i waloryzacji gleb jako rolniczej przestrzeni produkcyjnej, racjonalnego gospodarowania zasobami glebowymi w kontekście stosowanych technik uprawy, gospodarowania zasobami glebowej materii organicznej oraz znaczenia związków humusowych w rolnictwie, roli roślin okrywowych i systemów współuprawy w kształtowaniu żyzności gleb i jakości plonów oraz praktyczne z systematyki i klasyfikacji bonitacyjnej gleb dla pracowników i kierownictwa firmy KST Konsulting sp. z o.o. Aktywnie uczestniczył w promowaniu nauki w mediach publicznych, w tym jako uczestnik serialu popularno-naukowego, ekspert/specjalista w 5 programach telewizyjnych oraz udzielając wywiadu prasowego.

### **Ocena współpracy z otoczeniem społeczno-gospodarczym**

Dr inż. Jakub Bekier wykazuje dużą aktywność w realizacji współpracy z otoczeniem społeczno-gospodarczym. Współpracował z : Miejskim Przedsiębiorstwem Wodociągów i Kanalizacji we Wrocławiu S.A. (MPWiK S.A.), spółką Agro Krzepice, przedsiębiorstwem Polskie Górnictwo Naftowe i Gazownictwo S.A., Świdnicką Fabryką Urządzeń Przemysłowych Sp. z o. o., Viviena-Natura Sp. z o. o. w Prochowicach, Przedsiębiorstwem Produkcji Ogrodniczej Siechnice Spółka z o.o. Współpraca obejmowała udział, jako wykonawca i kierownik, w realizacji zleconych przez przedsiębiorców prac badawczo rozwojowych oraz opracowanie rozwiązań technologicznych. Jest również współautorem 6 ekspertyz i innych opracowań wykonanych na zamówienie sektora gospodarczego.



## 5. Wniosek końcowy

Na podstawie autoreferatu i uzupełniającej dokumentacji oraz przedstawionej powyżej szczegółowej oceny całości dorobku dr inż. Jakuba Bekiera, uważam, że Kandydat posiada znaczący, wartościowy i wyraźnie wyprofilowany dorobek naukowy, który w bardzo dużym stopniu został powiększony po uzyskaniu stopnia doktora. Jego badania wniosły do literatury istotny wkład w rozwój nauk rolniczych w zakresie dyscypliny rolnictwo i ogrodnictwo.

Przedstawione osiągnięcie naukowe - cykl publikacji powiązanych tematycznie pt. „Biogeneza i dynamika zmian substancji humusowych podczas biologicznego przetwarzania biomasy organicznej w warunkach stymulacji czynnikami antropogenicznymi” cechuje wysoka wartość poznawcza i aplikacyjna.

Pozostały dorobek publikacyjny wnosi istotne wartości poznawcze i aplikacyjne w zakresie szeroko rozumianej problematyki przetwarzania w procesie kompostowania oraz wykorzystania egzogennej materii organicznej do racjonalnego zarządzania glebową materią organiczną a także wpływu antropopresji na zmiany ilościowe i jakościowe związków próchnicznych. Posiada także znaczący dorobek w działalności dydaktycznej, organizacyjnej i popularyzującej naukę.

W związku z powyższym Habilitant spełnia wszystkie kryteria określone w art. 219 ust. 1 p. 2 i 3 i ust. 2 Ustawy Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce z dnia 20 lipca 2018r. (DZ.U. z 2023r. poz. 742). Przedłożone do oceny osiągnięcie naukowe, pozostały dorobek naukowy oraz działalność dydaktyczna, popularyzatorska i organizacyjna stanowią podstawę do ubiegania się o stopień naukowy doktora habilitowanego w dziedzinie nauk rolniczych, dyscyplinie rolnictwo i ogrodnictwo.

Biorąc pod uwagę powyższe wnoszę do członków Komisji Habilitacyjnej powołanej uchwałą nr 112.RO.2023 Rady Naukowej Dyscypliny Rolnictwo i Ogrodnictwo Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu o podjęcie uchwały zawierającej opinię popierającą nadanie dr inż. Jakubowi Bekierowi stopnia doktora habilitowanego w dziedzinie nauk rolniczych, dyscyplinie rolnictwo i ogrodnictwo.

