

Warszawa, 16 grudnia 2023 r.

**Prof. dr hab. inż. Jolanta Kwiatkowska-Malina**  
**Zakład Gospodarki Przestrzennej i Nauk**  
**o Środowisku Przyrodniczym**  
**Wydział Geodezji i Kartografii**  
**Politechnika Warszawska**

## **RECENZJA**

**osiągnięcia naukowego**

**pt.: "Właściwości kwasów huminowych gleb w zależności od sposobu ich użytkowania"**  
*cykl sześciu publikacji*

**oraz pozostałego dorobku naukowego, dydaktycznego i organizacyjnego**  
**dr inż. Magdaleny Banach-Szott**

**ubiegającej się o nadanie stopnia naukowego doktora habilitowanego w dziedzinie nauk**  
**rolniczych, dyscyplinie rolnictwo i ogrodnictwo**

### **Podstawa opracowania recenzji**

Recenzja została przygotowana na zlecenie Przewodniczącego Rady Naukowej Dyscypliny rolnictwo i ogrodnictwo prof. dr hab. inż. Mirosława Kobierskiego, w związku z pismem nr DRKN.Z4.400.40.2023 Rady Doskonałości Naukowej oraz uchwałą nr 11/2023/2024 Rady Naukowej Dyscypliny rolnictwo i ogrodnictwo Politechniki Bydgoskiej im. Jana i Jędrzeja Śniadeckich z dnia 27.10.2023 roku, na podstawie pisma z dnia 30.10.2023 roku (Zawiadomienie nr 2: 2RNCS.521.1.2023). Recenzję sporządzono zgodnie z art. 221 ust. 8 oraz wymaganiami w art. 219 ust. 1 pkt 2 ustawy Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (dalej zw. PSzWiN) z dnia 20. lipca 2018 r. (Dz.U. 2023 poz. 742 z późn. zm.) w oparciu o analizę dostarczonych dokumentów w formie papierowej:

- Dane wnioskodawcy (załącznik 1),
- Kopia dyplomu uzyskania stopnia doktora w dyscyplinie kształtowanie środowiska (załącznik 2),
- Autoreferat (załącznik 3),
- Wykaz osiągnięć naukowych stanowiących wkład w rozwój dyscypliny rolnictwo i ogrodnictwo (załącznik 4),
- Kopie prac które stanowią cykl monotematyczny (załącznik 5),
- Wykaz dokumentujący istotną aktywność naukową (załącznik 6).

Przekazane materiały oraz dotychczasowe czynności postępowania o nadanie stopnia doktora habilitowanego wskazują na pełną zgodność z wymogami ustawy PSzWiN.

### **1. Przebieg kariery zawodowej oraz informacje ogólne dotyczące Habilitantki**

Pani dr inż. Magdalena Banach-Szott ukończyła w 1998 roku 5-letnie, jednolite studia magisterskie na kierunku Technologia Chemiczna, na Wydziale Technologii i Inżynierii Chemicznej Akademii Techniczno-Rolniczej im. Jana i Jędrzeja Śniadeckich w Bydgoszczy (obecnie Politechniki Bydgoskiej im. J. J. Śniadeckich) i uzyskała tytuł zawodowy magistra inżyniera z wynikiem bardzo dobrym. W latach 1996-1998 była studentką 2-letniego Studium Pedagogicznego w Instytucie Nauk Humanistycznych i Ekonomicznych Politechniki Bydgoskiej im. J. J. Śniadeckich. W 2006 roku

obroniła rozprawę doktorską pt.: „Zróżnicowanie właściwości substancji humusowych ekto- i endopróchnicy gleb pod różnymi gatunkami drzew” uzyskując stopień doktora nauk rolniczych w dyscyplinie kształtowanie środowiska, nadany uchwałą Rady Wydziału Rolniczego (obecnie Wydziału Rolnictwa i Biotechnologii) PB im. J. J. Śniadeckich.

**Na podstawie przedłożonej dokumentacji stwierdzam spełnienie przesłanki, o której mowa w art. 219 ust. 1 ustawy PSzWiN dotyczącej posiadania przez Kandydatkę stopnia doktora.**

W latach 1998-2007 Kandydatka była zatrudniona na stanowisku asystenta, a od 2007 roku i nadal jest adiunktem w Katedrze Chemicznych Podstaw Rolnictwa (obecnie Pracownia Chemii Środowiska, Katedra Biogeochemii i Gleboznawstwa), Wydziału Rolnictwa i Biotechnologii PB im. J. J. Śniadeckich.

W latach 2000-2022 odbyła szkolenia i kursy oraz brała udział w warsztatach, które rozwinęły jej umiejętności analityczne i dydaktyczne, m.in. w: UMK Toruń (2000), Komisja Analizy Chromatograficznej i Komitet Chemii Analitycznej PAN (Białystok, 2006), Merck (Bydgoszcz, 2009), Biorewit (Bydgoszcz, 2013), Optima – Centrum rozwoju i kształcenia kadr (Bydgoszcz, 2019), Miejski ośrodek edukacji nauczycieli (Bydgoszcz, 2020-2021), Sztuka Dydaktyki Akademickiej, (webinar, 2021), Sekurak.pl (webinar, 2022).

Odbyła dwa studyjne staże naukowe związane z poszerzaniem wiedzy i zdobyciem doświadczenia w badaniach struktury gleby i materii organicznej gleb w: Slovak University of Agriculture in Nitra, Faculty of Agrobiological Sciences, Department of Soil Science (21.04-04.05.2016) oraz UMK w Toruniu, Wydział Nauk o Ziemi, Katedra Gleboznawstwa i Kształtowania Krajobrazu (29.08-11.09.2016).

## **2. Ocena osiągnięcia naukowego stanowiącego podstawę wniosku habilitacyjnego**

Oceniane osiągnięcie naukowe, zgodnie z art. 219 ust. 1 pkt. 2 ustawy PSzWiN stanowi cykl sześciu, spójnych tematycznie publikacji naukowych pt.: „**Właściwości kwasów huminowych gleb w zależności od sposobu ich użytkowania**”.

### **Wykaz prac wchodzących w cykl publikacji:**

1. **Banach-Szott M.**, Dziamski A., Markiewicz M. **2021**. Properties of humic acids in meadow soils irrigated with the slope-and-flooding system. *Agronomy*, 11, 2553. <https://doi.org/10.3390/agronomy11122553> IF = 3,949; **100 pkt**
2. **Banach-Szott M.**, Dziamski A. **2022**. Humic acids in permanent grasslands of the Czerny Meadows Complex, north Poland. *Soil Science Annual*, 73(2), 156099. <https://doi.org/10.37501/soilsa/156099> **70 pkt**
3. **Banach-Szott M.**, Dębska B., Tobiasova E. **2021**. Properties of humic acids depending on the land use in different parts of Slovakia. *Environmental Science and Pollution Research*, 28, 58068–58080. <https://doi.org/10.1007/s11356-021-14616-9> IF = 5,190; **100 pkt**
4. **Banach-Szott M.**, Kobiński M., Kondratowicz-Maciejewska K. **2018**. Humic substances in Fluvisols of the Lower Vistula floodplain, North Poland. *Environmental Science and Pollution Research*, 25(24), 23999-24002. <https://doi.org/10.1007/s11356-018-2454-8> IF = 2,914; **30 pkt**
5. Kobiński M., **Banach-Szott M.** **2022**. Organic matter in riverbank sediments and Fluvisols from the flood zones of Lower Vistula river. *Agronomy* 12, 536. <https://doi.org/10.3390/agronomy12020536> IF = 3,949; **100 pkt**
6. Kondratowicz-Maciejewska K., **Banach-Szott M.**, Kobiński M., Kobiński M. **2010**. Właściwości fizykochemiczne kwasów huminowych gleb aluwialnych Basenu Unisławskiego. *Roczniki Gleboznawcze*, 61(4), 123-127. **5 pkt**

Publikacje wchodzące w skład osiągnięcia naukowego to oryginalne, recenzowane prace twórcze, opublikowane w czasopismach anglojęzycznych (*Agronomy, Environmental Science and Pollution Research, Soil Science Annual*) i w czasopiśmie *Roczniki Gleboznawcze*, z sumarycznym **IF = 16,002** i łączną liczbą punktów **405** (MEiN).

Pani dr inż. Magdalena Banach-Szott jako podstawę opracowania osiągnięcia naukowego wybrała współautorskie oryginalne prace naukowe opublikowane w latach 2010-2022, o liczbie autorów od 2. do 3., będąc w 4. z nich głównym autorem a w 5. autorem korespondencyjnym. Z dostarczonej dokumentacji wynika, że Habilitantka miała istotny udział merytoryczny i wykonawczy w powstawaniu publikacji, które są podstawą osiągnięcia naukowego. Udział ten polegał na: współautorstwie w opracowaniu koncepcji badań i założeń metodycznych, wykonaniu analiz (podstawowych właściwości i składu frakcyjnego materii organicznej, parametrów jakościowych, spektroskopowych i chromatograficznych kwasów huminowych), zestawieniu wyników i udziale w ich interpretacji, przeglądzie literatury oraz udziale w opracowaniu manuskryptu i jego korekcie po recenzjach. Zatem uważam, że **wskazane prace stanowią uzasadnioną podstawę wniosku o nadanie stopnia doktora habilitowanego.**

Celem ogólnym osiągnięcia naukowego było określenie właściwości kwasów huminowych informujących o kierunku przemian i jakości materii organicznej w glebach o zróżnicowanym sposobie ich użytkowania.

Cele szczegółowe zrealizowane w pracach składających się na osiągnięcie naukowe to:

- określenie właściwości kwasów huminowych gleb łąkowych o zróżnicowanym nawadnianiu (publikacje **P1, P2**),
- określenie parametrów jakościowych kwasów huminowych w zależności od sposobu użytkowania i typu gleby (publikacja **P3**),
- ocena właściwości kwasów huminowych mad (Fluvisol) dolin zalewowych (publikacje **P4, P5, P6**).

Kandydatka prowadzi badania, które mogą stanowić podstawę prognozowania kierunków przemian (mineralizacja, humifikacja) glebowej materii organicznej, a w szczególności kwasów huminowych, w zależności od sposobu użytkowania gleb. Wybór takiego problemu badawczego jest trafny, ponieważ degradacja gleb i straty węgla organicznego spowodowane niewłaściwą zmianą użytkowania gruntów stanowi aktualnie jeden z głównych problemów ochrony powierzchni ziemi i mitygacji globalnych zmian klimatu. Ochrona gleb jest tematem międzynarodowych konwencji ochrony środowiska w ramach Agendy 21 ONZ, których celem jest zrównoważone użytkowanie ziemi oraz jej ochrona przed degradacją i zanieczyszczeniem. Wśród 8. głównych zagrożeń wymienionych w strategii ochrony gleb, jako główne, wymienia się spadek zawartości materii organicznej (MO). Znalazło to odzwierciedlenie w dokumentach strategicznych UE: Strategia na rzecz ochrony gleb 2030 (COM/2021/699 final) oraz Europejski Zielony Ład (COM/2019/640 Final) zmierzających do dynamizacji działań w zakresie ochrony ekosystemów glebowych.

Zachowanie i/lub zwiększenie zasobów glebowej MO staje się niezwykle ważne nie tylko w kontekście ochrony gleb, ale też jako znaczącego rezerwuaru węgla organicznego. Zasoby MO w ekosystemach nie są stałe i ulegają wahaniom. Determinowane są przez dwa główne zachodzące równocześnie kierunki przemian: (i) mineralizację – rozkład do prostych związków mineralnych i jonów ( $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{NH}_3$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{HPO}_4^{2-}$ ,  $\text{NO}_3^-$ ), (ii) humifikację – przemiany MO prowadzące do powstawania substancji humusowych. Dlatego badania nad intensywnością procesów humifikacji (akumulacji) i mineralizacji (rozkładu) glebowej MO jest szczególnie istotne także z punktu widzenia sekwestracji węgla.

Zdecydowana większość węgla organicznego w glebie (około 70%) występuje w postaci substancji humusowych, które są najbardziej stabilną frakcją MO. Wśród substancji humusowych

kwasy huminowe (KH) są najbardziej stabilne m.in. w zakresie składu pierwiastkowego i właściwości spektroskopowych. Wyniki badań właściwości KH mogą stanowić podstawę do określenia stopnia zaawansowania przemian glebowej MO, co może pozwolić, zdaniem Kandydatki, na opracowanie strategii ochrony gleb i skuteczniejszej sekwestracji węgla organicznego. Dlatego można stwierdzić, że przedstawione osiągnięcie naukowe będące podstawą do ubiegania się o nadanie stopnia doktora habilitowanego, uzupełnia w pewnym stopniu istniejące luki wiedzy z zakresu badań podstawowych chemizmu środowiska glebowego i jest uzasadnione zarówno ze względów poznawczych, jak i aplikacyjnych. Wybrane do cyklu prace są spójne tematycznie, istotne dla rozwoju nauki w zakresie poznania procesów transformacji glebowej MO i wpisują się w światowy nurt badań w tym zakresie.

Publikacje (**P1** i **P2**) stanowią realizację celu badań dotyczącego określenia właściwości KH gleb łąkowych o zróżnicowanym nawadnianiu w zakresie: (i) składu pierwiastkowego i stosunków atomowych: H/C, O/C, O/H, N/C, stopnia utlenienia wewnętrznego ( $\omega$ ), (ii) parametrów spektrometrycznych: UV-VIS: A2/4, A2/6, A4/6,  $\Delta\log K$ , (iii) widm w podczerwieni w zakresie 400–4000  $\text{cm}^{-1}$ , (iv) rozdziału chromatograficznego na frakcje hydrofilowe (HIL) i hydrofobowe (HOB), wyekstrahowanych z gleb trwałych użytków zielonych „Kompleksu Łąk Czerskich”. Do badań wybrano obszary nawadniane nieprzerwanie przez 150 lat (**P1**) i obszary, na których zaprzestano nawadniania 25 lat przed pobraniem próbek gleby (**P2**).

Badania wykazały istotny wpływ składu chemicznego resztek roślinnych na właściwości KH, a także stopień i kierunek ich transformacji. Niezależnie od stopnia uwilgotnienia gleby, wynikającego z odległości od cieków wodnych, KH cechowały się istotnym spadkiem wartości stosunku H/C wraz ze wzrostem głębokości poboru próbek gleb (**P2**).

Ważnym aspektem przeprowadzonych badań było określenie „stopnia dojrzałości” KH, a w konsekwencji stopnia humifikacji MO, m.in. w oparciu o następujące parametry: stosunek O/C i stopień utlenienia wewnętrznego ( $\omega$ ). Średnia wartość stosunku O/C kwasów huminowych gleby nawadnianej (**P1**) wynosiła 0,594, a dla KH gleby nienawadnianej 0,620 (**P2**). Średnia wartość parametru  $\omega$  KH gleby nawadnianej wynosiła 0,132, a w przypadku gleby nienawadnianej 0,149. Nie stwierdzono jednoznacznych zależności zmian powyższych parametrów w odniesieniu do odległości od cieków wodnych i głębokości poboru próbek gleb.

Istotnym uzupełnieniem oceny „stopnia dojrzałości” KH było określenie parametrów spektrometrycznych. Średnie wartości współczynników absorpcji A2/4, A2/6, A4/6 i  $\Delta\log K$  w przypadku KH z gleby nienawadnianej (**P2**) wahały się odpowiednio w zakresie: 6,24–6,69; 29,7–34,2; 4,76–5,05 i 0,664–0,692. Z kolei dla KH z gleby nawadnianej wartości te były nieco niższe, odpowiednio: 5,14–5,66; 24,09–27,27; 4,66–4,79 i 0,457–0,645. W obu przypadkach otrzymane wartości wskazują na wysoki „stopień dojrzałości” KH.

Innym interesującym aspektem badań była analiza chromatograficzna, w wyniku której otrzymano rozdział KH na frakcje HIL i HOB. Udział frakcji HOB w KH był wyższy niż udział frakcji HIL. Konsekwencją zmian udziału obu frakcji były wartości parametru HIL/ $\Sigma$ HOB, które wynosiły średnio 0,660 (**P1**) oraz 0,675 (**P2**) i na ogół wzrastały wraz z głębokością poboru próbek gleb. Nie stwierdzono istotnych różnic udziału frakcji HIL i HOB w zależności od odległości od rowu nawadniającego. Stosunek frakcji HIL do HOB bliski 0,5–0,6 świadczy o dostatecznej zawartości substancji hydrofobowych do tworzenia stabilnych agregatów glebowych oraz o niezbędnej zawartości składników hydrofilowych, które stanowią główny zapas łatwo dostępnych składników pokarmowych i łatwo migrują w całym profilu glebowym. Stwierdzono istotny wpływ uwilgotnienia gleby na właściwości KH. W wyniku wieloletniego nawadniania i użytkowania gleb jako łąki kośne powstały „dojrzałe” KH, co świadczy o stosunkowo wysokiej stabilności glebowej MO.

W publikacji (**P3**) badano wpływ sposobu użytkowania i typu gleby na parametry jakościowe KH. Próbkę gleb pobrano z 3. ekosystemów: rolniczego, łąkowego i leśnego z 4. typów gleb:

Chernozem, Luvisol, Cambisol i Planosol (WRB 2015). Wyizolowane z gleb KH analizowano pod kątem: składu pierwiastkowego, parametrów spektrometrycznych w zakresie UV-VIS, właściwości hydrofilowych i hydrofobowych oraz widma FT-IR. Skład pierwiastkowy KH i wartość parametru w zależały do sposobu użytkowania i typu gleby. Największy udział C odnotowano dla KH wyekstrahowanych z gleby typu Luvisol ekosystemu leśnego, najmniejszy udział C i N stwierdzono dla KH z gleby typu Planosol ekosystemu leśnego, natomiast najwyższy udział O i najniższy H otrzymano dla KH z gleby typu Chernozem ekosystemu rolniczego. Najniższe wartości stosunków H/C = 0,91 i N/C = 0,070 oraz najwyższe wartości O/H = 0,641 i parametru  $\omega = 0,466$  odnotowano dla KH z gleb typu Chernozem ekosystemu rolniczego, co świadczy o ich najwyższym „stopniu dojrzałości”. KH z gleb typu Luvisol ekosystemu leśnego i łąkowego cechowały się zbliżonym „stopniem dojrzałości”. Natomiast KH z gleb typów Cambisol i Planosol ekosystemu łąkowego miały wyższy „stopień dojrzałości” w porównaniu do KH z gleb w użytkowaniu leśnym i rolniczym.

Wartości absorbancji (A280, A400 A465, A600, A665), współczynniki absorbancji: A2/4, A2/6, A4/6 oraz  $\Delta \log K$  wskazują, że najwyższym „stopniem dojrzałości” cechowały się KH z gleby typu Chernozem ekosystemu rolniczego. Spośród KH z gleby typu Luvisol wyższe wartości współczynników absorbancji odnotowano dla KH z gleby łąkowej w porównaniu z glebami leśnymi i użytkowymi rolniczo. Z kolei KH z gleby typu Cambisol ekosystemu łąkowego charakteryzowały się, w porównaniu z pozostałymi, na ogół niższymi wartościami współczynników absorbancji.

Udział frakcji HIL w KH mieścił się w zakresie 15,90 - 29,46%. Największy udział frakcji  $\Sigma HOB$  odnotowano dla KH z gleby typu Luvisol ekosystemu leśnego i rolniczego, odpowiednio 84,10 i 82,25%, a najmniejszy dla KH z gleby typu Chernozem ekosystemu leśnego i łąkowego (odpowiednio 70,54 i 70,81%). KH z gleb ekosystemu rolniczego typów Luvisol i Chernozem charakteryzowały się wyższym udziałem frakcji  $\Sigma HOB$  niż KH z gleb typów Cambisol i Planosol. Natomiast KH z gleb typów Cambisol i Planosol niezależnie od sposobie użytkowania miały zbliżone udziały frakcji  $\Sigma HOB$ . KH z gleb typów Chernozem i Luvisol ekosystemu łąkowego charakteryzowały się wyższymi wartościami HIL/ $\Sigma HOB$  w porównaniu do KH z gleb ekosystemu rolniczego. Natomiast w przypadku KH z gleb typu Cambisol wyższe wartości tego parametru otrzymano dla ekosystemu rolniczego i leśnego w porównaniu do KH z gleb ekosystemu łąkowego.

KH z gleb typów Chernozem i Luvisol użytkowanych rolniczo wykazały wyższą intensywność pasma w zakresie 1730-1710  $\text{cm}^{-1}$ , świadczącego o udziale grup karbonylowych w kwasach karboksylowych, w porównaniu do KH z gleb ekosystemu leśnego i łąkowego. Natomiast intensywność pasm w zakresie 3400–3100  $\text{cm}^{-1}$  odpowiadającym drganiom grup O–H i wiązania N–H oraz pasm 2960–2920  $\text{cm}^{-1}$  charakterystycznych dla drgań łańcuchów alifatycznych, była największa dla KH z gleb leśnych.

O kompleksowym podejściu do prowadzonych przez Kandydatkę badań świadczy m.in. uwzględnienie w analizach dodatkowych czynników, które mogły wpływać na wyniki badań. Przykładem może być analiza korelacji między składem granulometrycznym gleb a podstawowymi parametrami KH. Na podstawie wartości współczynników korelacji (istotne dla  $p \leq 0,05$ ), stwierdzono, że KH o wyższym „stopniu dojrzałości” (ujemna istotna korelacja między udziałem frakcji ilowej a zawartością H w KH, wartościami H/C, A2/4, A2/6, A4/6 oraz dodatnia między udziałem tej frakcji a zawartością C, parametrem  $\omega$  i wartościami absorbancji) są charakterystyczne dla gleb o większym udziale frakcji ilowej. W celu uzyskania pełnej informacji o różnicach/podobieństwach właściwości KH w zależności od sposobu użytkowania i typu gleby zastosowano analizę skupień. Analiza wyróżniła dwie główne grupy i podgrupy o podobnych właściwościach. W pierwszej grupie wydzielono 2. podgrupy: pierwsza obejmowała głównie KH z gleb: ekosystemu łąkowego gleb typu Planosol i Cambisol oraz Cambisol ekosystemu leśnego a także Planosol ekosystemu rolniczego. W drugiej podgrupie najbardziej zbliżone właściwości stwierdzono dla KH z gleb typu Chernozem w ekosystemie leśnym i łąkowym. W drugiej grupie

zbliżone właściwości odnotowano dla KH z gleb typu Luvisol, niezależnie od rodzaju ekosystemu oraz typu Chernozem ekosystemu rolniczego.

Na podstawie wartości parametrów: H/C, O/C, O/H, stopnia utlenienia wewnętrznego oraz współczynników absorpcji i widm FT-IR stwierdzono, że KH z gleb typu Luvisol i Chernozem ekosystemu rolniczego wykazały wyższy „stopień dojrzałości” w porównaniu z glebami łąkowymi i leśnymi. Z kolei, w przypadku gleb typu Cambisol wyższym „stopniem dojrzałości” charakteryzowały się KH z gleby łąkowej w porównaniu do KH z gleby uprawnej i leśnej. Wyniki jednoznacznie wykazały, że właściwości KH są modyfikowane przez sposób użytkowania gleb a zakres i kierunek zmian zależy od typu gleb. Z pewnym przybliżeniem można też przyjąć, że gleba typu Luvisol w najmniejszym stopniu jest zmodyfikowana przez sposób użytkowania.

Celem publikacji **P4**, **P5** i **P6** była ocena właściwości KH z mad (Fluvisol) dolin zalewowych wyizolowanych z gleb: (i) użytkowanych rolniczo i trwałych użytków zielonych położonych w odległości 50 - 900 m od Wisły (**P4**, **P6**), (ii) położonych w odległości 200 - 600 m od koryta rzeki na przestrzeni kilku kilometrów równiny zalewowej (**P5**). Oprócz podstawowych właściwości (skład granulometryczny, zawartość Corg i Nt) oznaczono również zawartość ekstrahowalnego węgla organicznego (EWO) oraz węgla we frakcjach KH i fulwowych (KF).

Gleba łąkowa charakteryzowała się wyższym udziałem frakcji ilowej oraz wyższą zawartością Corg i Nt w porównaniu z glebą uprawną (**P4**, **P5**). Wartości stosunku Corg/Nt dla gleby uprawnej i łąkowej były zbliżone. Największy udział procentowy frakcji ilowej odnotowano w glebie w odległości 200 m od koryta Wisły, czyli z miejsc dokąd najczęściej sięgały wezbrania powodziowe (**P4**). Najniższym udziałem procentowym frakcji ilowej i jednocześnie najniższą zawartością Corg i Nt charakteryzowały się gleby w odległości 900 m od koryta rzeki. Najbardziej ruchliwą frakcją glebowej MO była rozpuszczalna w wodzie, a średnia zawartość EWO w glebie uprawnej była niższa niż na użytkach zielonych (**P4**, **P5**). Ponadto gleby położone w odległości 50 i 200 m wykazały niższą zawartość tej frakcji węgla niż te położone 600 i 900 m od Wisły (**P4**).

Jednym z najważniejszych wskaźników „jakości humusu” jest stosunek zawartości węgla KH do FH (CKH/CKF). Wartości CKH/CKF mogą zmieniać się wraz z postępowaniem procesu humifikacji i wskazują na potencjalną mobilność węgla organicznego w glebie. Udział frakcji CKH i CKF może być również determinowany rodzajem sposobu użytkowania gleb (**P4**).

Według Habilitantki, w literaturze przedmiotu brakuje doniesień dotyczących kompleksowej oceny właściwości KH wyizolowanych z gleb typu Fluvisol dolin zalewowych, z uwzględnieniem sposobu użytkowania gleb i odległości od koryta rzeki. Dlatego na podkreślenie zasługuje fakt, że zespół, którego członkiem była Kandydatka po raz pierwszy przeprowadził badania kompleksowej charakterystyki KH, którą wykonano w oparciu o: (i) parametry spektrometryczne w zakresie UV-VIS, (ii) podatność KH na chemiczne utlenianie przy długości fali 465 nm, (iii) właściwości hydrofilowo-hydrofobowe, (iv) udział frakcji wysokocząsteczkowych (S1) i niskocząsteczkowych (S2) z zastosowaniem metody HPSEC (wysokosprawna chromatografia wykluczania).

KH z gleby łąkowej charakteryzowały się niższym „stopniem dojrzałości” w porównaniu do KH z gleby uprawnej. Wyższe wartości stosunku A4/6 dla KH z gleby łąkowej wskazują na mniejszą masę cząsteczkową oraz niższy stopień kondensacji pierścieni aromatycznych w porównaniu do KH z gleby uprawnej (**P5** i **P6**). Ponadto, KH z gleby uprawnej charakteryzowały się większą odpornością na utlenianie nadtleniem wodoru niż KH z gleby łąkowej, na co wskazują istotnie niższe wartości  $\Delta Au_{465}$  (średnio 51,2%) w porównaniu z wartościami  $\Delta Au_{465}$  otrzymanymi dla KH z gleby łąkowej (średnio 57,5%) (**P5**). Nie stwierdzono jednoznacznej zależności pomiędzy odległością poboru próbek gleb od koryta rzeki a podatnością KH na utlenianie (**P6**).

Stwierdzono, że udział frakcji S1 w widmach HPSEC KH wahał się w zakresie 14,0 - 17,6%. Istotnie wyższym udziałem frakcji S1 charakteryzowały się KH z gleby pobranej w odległości 600 i 900 m w porównaniu do KH z gleby pobranej w odległości 50 i 200 m od koryta Wisły.

Zaobserwowano niższy stopień polidispersyjności (niższa wartość stosunku S1/S2) KH z gleby położonej w odległości do 200 m, w porównaniu do KH z gleby położonej w odległości 600 i 900 m od rzeki. Ponadto, KH z gleby uprawnej charakteryzowały się niższym stopniem polidispersyjności w porównaniu do KH z gleby łąkowej.

Średnie udziały frakcji HIL w KH z gleby uprawnej (**P4 i P5**) wynosiły, odpowiednio 43,6 oraz 46,1% i były zbliżone do udziału tych frakcji w glebie łąkowej (43,0 i 46,8%). Niezależnie od sposobu użytkowania gleby, najniższy udział frakcji HIL i jednocześnie najwyższy udział frakcji hydrofobowych ( $\Sigma$ HOB) otrzymano dla KH z gleby położonej w odległości 50 m od Wisły (**P4**). Należy podkreślić, że udział frakcji HIL w KH wzrastał, natomiast frakcji  $\Sigma$ HOB malał wraz ze wzrostem odległości od koryta rzeki. Ponadto wykazano, że otrzymane wartości stosunku HIL/ $\Sigma$ HOB dla KH z gleby łąkowej i uprawnej (**P4**) były zbliżone (odpowiednio 0,75 i 0,77). Natomiast KH z gleby położonej w odległości 200 i 600 m od koryta rzeki (**P5**) charakteryzowały się nieco wyższymi wartościami tego parametru, a więc wyższym „stopniem dojrzałości”.

Stwierdzono jednoznacznie, że właściwości KH z gleb typu Fluvisol doliny Dolnej Wisły były determinowane sposobem użytkowania gleby i odległością od koryta rzeki. KH z gleby uprawnej charakteryzowały się wyższym „stopniem dojrzałości” w porównaniu do KH z gleby łąkowej. KH z gleby położonej dalej od rzeki cechowały się wyższym „stopniem dojrzałości” w porównaniu do KH z gleby położonej w odległości 50 i 200 m od rzeki. Ponadto, właściwości KH z gleb pobranych najbliżej koryta rzeki (50 m), czyli z obszarów najczęściej zalewanych w wyniku zdarzeń powodziowych, nie zależały od sposobu użytkowania.

Podsumowując tę część recenzji stwierdzam, że cykl publikacji przedstawiony jako osiągnięcie naukowe wnosi istotny wkład w poznanie wpływu sposobu użytkowania, lokalizacji (położenia względem rzek) i typu gleby na właściwości kwasów huminowych **Najważniejsze osiągnięcia wynikające z przeprowadzonych badań przedstawionych w cyklu publikacji to:**

1. Ustalenie, że w mineralnych glebach łąkowych z dominującą frakcją piaskową (Arenosol, WRB 2015), w wyniku wieloletniego nawadniania powstały KH o dużym „stopniu dojrzałości”, co świadczy o względnej stabilności materii organicznej gleby. Potwierdza to znaczenie gleb łąkowych dla procesu sekwestracji węgla.
2. Wykazanie, że wzajemne proporcje frakcji hydrofilowych i hydrofobowych KH mogą decydować o kierunku przemian glebowej materii organicznej, a nawet przyczyniać się do sekwestracji węgla. KH o wyższym udziale frakcji hydrofobowych charakteryzują się wyższą stabilnością.
3. Ustalenie, że właściwości KH są modyfikowane sposobem użytkowania gleb, a zakres i kierunek zmian zależy od typu gleb. Czynnikiem, który może determinować „stopień dojrzałości” KH jest skład granulometryczny gleb. KH w glebach o wyższym udziale frakcji ilowej charakteryzowały się wyższym „stopniem dojrzałości”.
4. Wykazanie wpływu zachodzących w obrębie dolin zalewowych procesów fluwialnych na właściwości glebowej materii organicznej. Transport osadów bogatych w połączenia mineralno-organiczne wraz z wodami powodziowymi powodował ich akumulację na powierzchni równiny zalewowej i wpłynął na właściwości KH. Właściwości KH mogą być wykorzystane do oceny wpływu zdarzeń powodziowych, ich lokalizacji i zasięgu na przemiany materii organicznej gleb typu Fluvisol terenów zalewowych.
5. Przedstawienie kompleksowej analizy i oceny właściwości KH wyizolowanych z gleb typu Fluvisol położonych w dolinach zalewowych z jednoczesnym uwzględnieniem sposobu użytkowania gleb i odległości od koryta rzeki.

Sformułowane wnioski wynikają z badań wchodzących w skład osiągnięcia naukowego i świadczą o doświadczeniu dr inż. Magdaleny Banach-Szott w zakresie podjętej problematyki

badawczej dotyczącej w szczególności analizy i oceny właściwości KH wyizolowanych z gleb zróżnicowanych pod względem: typu (Arenosol, Chernozem, Luvisol, Cambisol, Planosol, Fluvisol), sposobu użytkowania (ekosystem rolny, leśny, łąkowy) i lokalizacji względem koryt rzek (50-900 m). W mojej ocenie **prace składające się na osiągnięcie naukowe stanowią oryginalne rozwiązanie problemu naukowego, reprezentują odpowiednio wysoki poziom naukowy i wnoszą istotny wkład w rozwój dyscypliny rolnictwo i ogrodnictwo**, a zatem w pełni spełniają wymagania art. 219 ust.1, pkt.2 ustawy PSzWiN niezbędne do nadania stopnia doktora habilitowanego. Jednocześnie chcę podkreślić, że uzyskane wyniki badań mają nie tylko charakter podstawowy, ale również aplikacyjny i mogą być wdrożone w planowaniu strategii ochrony gleb.

### **3. Ocena pozostałej aktywności naukowej, w tym realizowanej w więcej niż jednej uczelni lub instytucji naukowej, w szczególności zagranicznej**

Pozostały dorobek naukowo-badawczy dr inż. Magdaleny Banach-Szott obejmuje 60 opracowań naukowych (Załącznik 4, *pkt I.2.1-6, pkt II.2.1, II.A.4.1-14, II.B.4.15-49, II.C.4.50-54*), w tym 31 publikacji naukowych (18 prac z bazy JCR), 1 rozdział w monografii (po uzyskaniu stopnia doktora) i 5 posterów/komunikatów naukowych (3 po doktoracie). Po uzyskaniu stopnia doktora jej dorobek obejmuje jedną pracę autorską oraz 56 prac wieloautorskich, w których w 14. jest pierwszym autorem, w 19. drugim autorem, a w 13. autorem korespondencyjnym. Opracowania wieloautorskie świadczą o aktywnym uczestnictwie Habilitantki w interdyscyplinarnych grupach badawczych oraz szerokiej współpracy z naukowcami nie tylko z macierzystej jednostki.

Łączna suma punktów MNiSW/MEiN publikacji (wraz z pracami wchodzącymi w skład osiągnięcia) jak podaje Kandydatka, wynosi 1442, sumaryczny IF=51,808. **Liczba cytowań** (bez autocytowań) wg **WoS = 154**, indeks Hirscha (**h-index**) **według bazy WoS = 7**.

Od początku swojej działalności naukowej Kandydatka ma ściśle ukierunkowanie plany naukowo-badawcze obejmujące analizę właściwości i przemian MO w ekosystemach lądowych oraz budowę i właściwości KH i koncentrują się wokół 5. obszarów badawczych.

#### **Badania właściwości materii organicznej w tym kwasów huminowych gleb leśnych (Haplic Luvisol, Stagnic Luvisol, Stagni-Albic Luvisol) pod różnymi drzewostanami.**

Efektom tych badań była rozprawa doktorska oraz publikacje (*Zał. 4, pkt II.2.1, II.4.9, II.4.19, II.4.21, II.4.23, II.4.27, II.4.28*). Próbkę gleb pobrano z poziomów organicznych i mineralnych na terenie Arboretum w Młynanach (Słowacja) i Leśnego Zakładu Doświadczalnego w Rogowie (SGGW – Warszawa) pod drzewostanami dębu, świerka i tui oraz buka, wiązu, jodły, sosny, świerka i tui (Leśny Zakład Doświadczalny w Rogowie, SGGW – Warszawa).

Wykazano, że wyższymi zawartościami Corg w poziomie organicznym i poziomach mineralnych charakteryzowały się gleby na stanowiskach drzew iglastych w porównaniu do liściastych i były wyższe w Rogowie niż w Młynanach. Ponadto wraz ze wzrostem głębokości obserwowano spadek zawartości Corg i Nt oraz wartości stosunku Corg/Nt (*Zał. 4, praca II.2.1*).

Stwierdzono, że poziom organiczny gleb charakteryzował się przewagą frakcji węgla kwasów huminowych (CKH) nad frakcją węgla kwasów fulwowych (CKF). Najwyższe wartości CKH/CKF w poziomie organicznym niezależnie od lokalizacji otrzymano dla gleb na stanowisku świerka. Niezależnie od gatunku drzewostanu wyższe wartości CKH/CKF otrzymano dla gleby w Rogowie niż w Młynanach. Niezależnie od warunków glebowo-klimatycznych, wraz ze wzrostem głębokości w profilu glebowym malały wartości CKH/CKF. Wykazano, że o właściwościach KH poziomów organicznych i mineralnych decydował rodzaj ściółki i miejsce poboru próbek gleb (*Zał. 4, II.2.1, II.4.9, II.4.19*). W podpoziomie surowinowym (OI) (niezależnie od lokalizacji) KH z gleb pod drzewostanami świerka i tui w odróżnieniu od dębu charakteryzowały się zbliżonymi wartościami wybranych parametrów jakościowych (C, H, N, H/C, N/C, A665, A4/6, ΔlogK). Ponadto KH z poziomu próchnicznego (A) na stanowiskach tui wykazały większe podobieństwo do KH na



stanowiskach świerka niż dębu (Zał. 4, II.2.1, II.4.9). Wśród KH z gleb z Rogowa najniższym stopniem aromatyczności charakteryzowały się KH na stanowisku dębu, a najwyższym na stanowisku tui. KH ektopróchnicy na stanowiskach w Młynanach, niezależnie od gatunku drzew, cechowały się zbliżonymi wartościami H/C. W Młynanach wartości O/C, O/H i ω były najwyższe dla KH pod drzewostanem dębu. Zaś w Rogowie KH ektopróchnicy niezależnie od gatunku drzewostanu i lokalizacji charakteryzowały się niższymi wartościami O/C, O/H, N/C i niższą wartością ω, w porównaniu z KH endopróchnicy (Zał. 4, II.2.1, II.4.9). KH wraz ze wzrostem głębokości charakteryzowały się większą dojrzałością. KH ektopróchnicy charakteryzowały się znacznie wyższą podatnością na utlenianie niż KH endopróchnicy (Zał. 4, II.2.1), która dodatkowo malała wraz z głębokością pobrania próbek.

Istotnym elementem w badaniach właściwości KH z gleby leśnej w Rogowie było zastosowanie pirolitycznej chromatografii gazowej ze spektrometrią mas (Py-GC/MS) (Zał. 4, II.4.9), co pozwoliło na wyodrębnienie grup związków zidentyfikowanych jako: jedno- i wielopierścieniowe związki: aromatyczne, pochodzenia ligninowego, fenolowe, zawierające azot, alifatyczne oraz polisacharydy. Stwierdzono, że dominującymi związkami wchodzącymi w skład produktów pirolizy KH były jednopierścieniowe węglowodory aromatyczne. Zdecydowanie mniejszy udział stanowiły związki alifatyczne i fenole. KH na stanowisku tui charakteryzowały się większą stabilnością niż na stanowisku dębu i świerka. KH na stanowiskach świerka charakteryzowały się wyższą stabilnością niż na stanowisku dębu.

Analiza widm <sup>13</sup>C NMR wykazała, że KH z poziomu A charakteryzowały się mniejszym udziałem węgla połączeń ligninowych (Clig), większym udziałem węgla grup karboksylowych (C-COOH) i na ogół większym udziałem węgla połączeń aromatycznych (Car) w porównaniu do KH z podpoziomu OI. Udział węgla połączeń alifatycznych (Calkil+C-O-alkil) był na ogół niższy w KH z poziomu A w porównaniu do podpoziomu OI. Ponadto, KH z gleb na stanowiskach drzew iglastych niezależnie od lokalizacji na ogół cechowały się niższym udziałem węgla połączeń alifatycznych (Zał. 4, II.2.1). Wyższymi wartościami stosunku Cal/Car charakteryzowały się KH z podpoziomów OI gleb w Rogowie. Wyniki badań własnych oraz innych autorów wskazują, że zmiana udziału struktur aromatycznych w KH jest konsekwencją nie tylko składu chemicznego opadu roślinnego, ale również warunków glebowo-klimatycznych. Analiza widm KH w zakresie IR wykazała, że wraz z głębokością malał udział struktur alifatycznych, celulozowych i ligninowych, a wzrastał udział grup karboksylowych.

KH z podpoziomu OI gleb w Rogowie pod drzewostanem iglastym, charakteryzowały się niższymi wartościami HIL/HOB i wyższymi wartościami S1/S2 w porównaniu do KH z gleb na stanowisku wiązu. Wraz z głębokością wzrastał „stopień dojrzałości” i malał stopień poldispersyjności KH (Zał. 4, II.4.19).

Habilitantka brała również udział w badaniach nad określeniem właściwości KH z gleb pod uprawami topoli i porównania ich do KH z gleb użytkowanych rolniczo. Badaniami objęto gleby (Luvisols, Gleysols, Arenosols) w centralnej i zachodniej Polsce, z różnowiekowych (7 - 57-letnich) plantacji topolowych, na gruntach porolnych oraz sąsiadujące z plantacjami gleby uprawne i łąkowe (Zał. 4, II.4.23, II.4.27). KH z warstwy powierzchniowej gleb (0–7,5 cm) pod plantacjami topoli w porównaniu do KH z gleb uprawnych charakteryzowały się wyższymi wartościami O/C, wyższymi wartościami współczynników absorbancji (A2/4, A2/6, A4/6 i ΔlogK) i na ogół mniejszą odpornością na chemiczne utlenianie. Ponadto KH z gleb pod plantacjami topoli cechowały się wyższymi wartościami HIL/HOB w porównaniu do KH z gleby uprawnej i łąkowej. Analiza widm w zakresie IR wykazała, że KH z gleb pod plantacjami topoli zawierały więcej prostych struktur aromatycznych niż z gleb uprawnych, co jest związane ze składem chemicznym dopływającego do gleb świeżego materiału organicznego. KH z warstwy powierzchniowej w porównaniu do głębszej warstwy gleb cechowały się niższym „stopniem dojrzałości”.

Ten obszar badawczy obejmował również badania właściwości KH z gleb leśnych (naturalny ekosystem) w odniesieniu do gleb użytkowanych rolniczo. Badania prowadzono na glebach leśnych w rezerwacie przyrody „Veľký Báb” i miejscowości Dolná Malá (Słowacja) oraz glebach uprawnych (Chernozem, Luvic Phaeozems, Haplic Chernozem, Orthic Luvisols) zlokalizowanych w sąsiedztwie lasu. KH z poziomu próchnicznego gleb leśnych w porównaniu do gleb uprawnych wykazały niższy stopień aromatyczności i polidispersyjności (Załącznik 4, II.4.21, II.4.28) oraz mniejszy udział grup karboksylowych i frakcji hydrofilowych (Załącznik 4, II.4.21). KH z gleb uprawnych miały wyższy „stopień dojrzałości” w porównaniu do KH z gleb leśnych. Analiza składu pierwiastkowego, właściwości spektrometrycznych, polidispersyjnych i hydrofilowo-hydrofobowych KH z gleb leśnych wykazała, że wraz z głębokością wzrastał ich „stopień dojrzałości” (Załącznik 4, II.4.21, II.4.28).

Wyniki badań wskazują jednoznacznie, że czynniki decydujące o zróżnicowaniu właściwości MO, w tym KH z gleb leśnych to: rodzaj opadu roślinnego i warunki glebowo-klimatyczne.

### **Ocena zawartości związków fenolowych w glebach leśnych oraz w kwasach huminowych i fulwowych z wykorzystaniem wysokosprawnej chromatografii cieczowej (HPLC)**

Wyniki badań otrzymane w tym obszarze badawczym były przedmiotem rozprawy doktorskiej Kandydatki i publikacji naukowych (Załącznik 4, II.4.1, II.4.20, II.4.22, II.4.32). Prace badawcze podjęte w rozprawie doktorskiej poszerzyła o wykorzystanie HPLC do identyfikacji związków fenolowych (aldehydów i kwasów fenolowych) uwalnianych w wyniku kwaśnej hydrolizy z materiałów roślinnych, gleb oraz KH. Identyfikacja tych związków w glebach i hydrolizatach KH oraz ekstraktach KF pozwoliła na wyodrębnienie grup, określanych jako jednostki: (i) wanilinowe (V), stanowiące sumę zawartości aldehydu wanilinowego i kwasu wanilinowego, (ii) syringowe (S), będące sumą zawartości kwasu i aldehydu syringowego, (iii) cynamonowe (C), suma zawartości kwasu ferulowego, p-kumarowego oraz kawowego. Wyizolowanie tych jednostek i określenie zmian ich zawartości umożliwiają określenie stopnia humifikacji materiału roślinnego. Wraz ze wzrostem stopnia humifikacji maleją zawartości jednostek wanilinowych, syringowych i cynamonowych.

Wyniki badań gleb leśnych (Stagnic Luvisol, Stagni-Albic Luvisols) pod drzewostanami dębu, świerka, tui (Arboretum Mlyňany) wskazują, że zawartość związków fenolowych zależy od gatunku drzew i głębokości w profilu glebowym (Załącznik 4, II.4.32). W poziomie organicznym na stanowisku świerka dominował kwas wanilinowy i p-hydroksybenzoesowy, a na stanowisku dębu i tui kwas salicylowy. Najwyższymi zawartościami związków fenolowych charakteryzował się podpoziom O1, a najniższymi poziom A gleb. Do oceny stopnia zaawansowania procesu rozkładu materiałów roślinnych zastosowano parametr V+S+C, który jest miarą nienaruszonych, nieskondensowanych struktur lignin. W podpoziomiu O1 najwyższe wartości tego parametru uzyskano na stanowisku świerka, a najniższe na stanowisku dębu. Wartości V+S+C malały wraz z głębokością w profilu glebowym. Dla podpoziomów O1 głównym składnikiem lignin drzew iglastych (świerk, tuja) są jednostki wanilinowe, a ligniny drzew liściastych (dąb) zawierają porównywalne ilości jednostek wanilinowych i syringowych. Rozkład lignin w poziomach organicznych był związany przede wszystkim ze wzrostem udziału jednostek wanilinowych i zmniejszeniem udziału cynamonowych.

Określenie wzajemnych proporcji między związkami fenolowymi w substancjach humusowych pozwala na ustalenie zależności między właściwościami próchnicy gleb a jej źródłami (np. rodzaj materiału ulegającego rozkładowi), jak również oszacowanie stopnia humifikacji materiału roślinnego. Dlatego podjęto badania identyfikacji jakościowej i ilościowej aldehydów i kwasów fenolowych w ekstraktach kwasów humusowych (KH, KF) gleb leśnych (Stagnic Luvisol, Stagni-Albic Luvisol, Haplic Luvisol) (Załącznik 4, II.4.1, II.4.20, II.4.22). Ekstrakty KH z gleb pod drzewostanami dębu, świerka i tui charakteryzowały się na ogół zbliżonym składem jakościowym. Należy podkreślić, że w ekstraktach KF i hydrolizatach KH z gleb leśnych generalnie dominowały analogiczne związki fenolowe jak w materiałach roślinnych. Hydrolizaty KH charakteryzowały się

generalnie niższymi zawartościami związków fenolowych w porównaniu z ekstraktami KF. Stwierdzono spadek zawartości związków fenolowych wraz ze wzrostem stopnia przekształcenia materii organicznej. W konsekwencji ekstrakty kwasów humusowych z poziomów organicznych wykazały wyższe wartości parametru V+S+C w porównaniu do ekstraktów z poziomów mineralnych. Ekstrakty kwasów humusowych z podpoziomu Ol pod drzewostanem dębu wykazały zbliżony (Zał. 4, II.4.1, II.4.20) lub większy (Zał. 4, II.4.22) udział sumy związków syringowych i cynamonowych w stosunku do związków wanilinowych, natomiast kwasy humusowe z tego podpoziomu na stanowiskach drzew iglastych znaczną przewagę związków wanilinowych (Zał. 4, II.4.1, II.4.22). Stwierdzono, że wraz ze wzrostem głębokości wzrastał udział związków wanilinowych w puli związków syringowych, wanilinowych i cynamonowych. Przewaga związków cynamonowych w ekstraktach KF i KH w poziomach A i AE wskazała na zdecydowany wpływ składu chemicznego materiałów ulegających rozkładowi na właściwości powstających substancji humusowych.

### **Badania związków fenolowych w materiałach roślinnych, glebach oraz kwasach huminowych i fulwowych gleb łąkowych**

Wyniki badań związków fenolowych wyizolowanych z materiału roślinnego i z gleby (Albic Brunic Arenosol, poziom A, AE i Bsv) - unikalnego w Europie kompleksu trwałych użytków zielonych nawadnianych systemem stokowo-zalewowym oraz z frakcji KH i KF opublikowano w 2. pracach (Zał. 4, II.4.10, II.4.11). Spośród wszystkich związków fenolowych zidentyfikowanych w materiale roślinnym i glebie dominowały kwasy: ferulowy, p-kumarynowy i chlorogenowy (Zał. 4, II.4.11) oraz chlorogenowy i p-hydroksybenzoesowy (Zał. 4, II.4.10). W ekstraktach KF i hydrolizatach KH z gleby łąkowej na ogół dominowały analogiczne związki fenolowe jak w materiale roślinnym. Zawartości zidentyfikowanych związków fenolowych determinowane były rodzajem analizowanego materiału i zmniejszały się w następującej kolejności: siano > ruń > korzenie > poziom A gleby > poziom AE gleby > poziom Bsv gleby > kwasy fulwowe poziomu A gleby > kwasy fulwowe poziomu AE gleby > kwasy fulwowe poziomu Bsv gleby > kwasy huminowe poziomu A gleby > kwasy huminowe poziomu AE gleby > kwasy huminowe poziomu Bsv gleby (Zał. 4, II.4.10, II.4.11).

Istotnym elementem badań było zastosowanie dwuetapowej hydrolizy: kwasowej i zasadowej (Zał. 4, II.4.10). Metoda tzw. rehydrolizy alkalicznej pozwoliła na oznaczenie znacznie wyższych sumarycznych ilości związków fenolowych wyizolowanych z materiałów roślinnych i z poziomu A gleby w porównaniu z zastosowaniem wyłącznie hydrolizy kwasowej. Połączenie obu rodzajów hydroliz zapewniło najlepszą efektywność ekstrakcji nierozpuszczalnych form polifenoli z materiału roślinnego i glebowego. Wyniki wykazały wzrost udziału związków cynamonowych w puli V+S+C (Zał. 4, II.4.10). Stwierdzono, że ligniny roślin zielnych, niezależnie od metody ekstrakcji, charakteryzowały się większą zawartością jednostek cynamonowych niż wanilinowych i syringowych. W procesie humifikacji roślinności łąkowej udział związków cynamonowych malał, a zwiększał się udział związków syringowych i wanilinowych, przy jednoczesnym zachowaniu stosunku V:S jak 1:1. W ekstraktach KF udział jednostek cynamonowych był większy niż w hydrolizatach KH, co wskazuje na ich niższy „stopień dojrzałości”. Przewaga związków cynamonowych w ekstraktach KF i KH wskazuje na istotny wpływ składu chemicznego materiałów ulegających rozkładowi na właściwości powstających substancji humusowych.

Badania nad składem jakościowym i ilościowym związków fenolowych we frakcjach kwasów humusowych różnych typów gleb (Chernozem, Luvisol, Brown soil) wskazują, że zawartości związków fenolowych determinowane są typem gleby. Najwyższymi zawartościami tych związków charakteryzowały się hydrolizaty KH z gleb typu Chernozem (Zał. 4, II.4.15).

### **Właściwości kwasów huminowych gleb w zależności od nawożenia i systemu uprawy**

Kandydatka brała także udział w badaniach dotyczących wpływu stosowania różnych rodzajów egzogennej materii organicznej (EMO) m.in. obornika, słomy, wermikompostu i biostymulatora UGmax na właściwości próchnicy, w tym KH. Po zastosowaniu UGmax na glebach uprawnych

(Eutric, Gleyic Cambisol) MO charakteryzowała się m.in. wyższą: zawartością Corg, i udziałem frakcji  $C_{KH}$  i  $C_{HUMIN}$  w puli węgla organicznego oraz wyższą wartością CKH/CKF, natomiast niższą zawartością EWO w porównaniu z glebą bez dodatku biostymulatora. Zastosowanie UGmax pozwoliło na zwiększenie zawartości stabilnych frakcji glebowej materii organicznej (Zał. 4, II.4.5).

W przypadku gleby typu Luvisol i zastosowania różnych rodzajów egzogennej MO (obornik, słoma pszenicy) w kombinacji z dodatkiem azotu, biostymulatora lub CaO, stwierdzono, że korzystniejszy wpływ na właściwości MO miał obornik w porównaniu do biostymulatora. Zastosowanie biostymulatora, pomimo braku istotnego wpływu na zawartość Corg, zwiększyło sekwestrację węgla, a zatem dodatek UGmax prowadzi do powstania stabilnych KH (Zał. 4, II.4.14).

Wykazano, że zastosowanie EMO na glebie rdzawej bielcowanej wpłynęło na obniżenie „stopnia dojrzałości” KH. Ponadto KH z frakcji drobnoziarnistej gleby (<0,1 mm) charakteryzowały się wyższym „stopniem dojrzałości” niż z frakcji gruboziarnistej (>0,1 mm) (Zał. 4, II.4.2).

Kandydatka brała udział w badaniach nad określeniem właściwości KH z gleby typu (Haplic Cambisols), gdzie stosowano uprawę płużną, pasową i bezpłużną. Wykazano, że KH z gleb pod uprawą pasową charakteryzowały się wyższym „stopniem dojrzałości” w porównaniu do KH pod uprawą płużną oraz ich większym podobieństwem do KH pod uprawą bezpłużną. (Zał. 4, II.4.49).

#### **Badania gleb zanieczyszczonych wielopierścieniowymi węglowodorami aromatycznymi w kontekście właściwości materii organicznej gleb z uwzględnieniem kwasów huminowych**

Habilitantka była głównym wykonawcą w projekcie badawczym (N N310 312334) dotyczącym określenia zawartości w glebach i szybkości rozkładu wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych (WWA) oraz wpływu zanieczyszczeń gleb antracenenem, fluorenenem, chryzenem i pirenem na właściwości glebowej MO w tym właściwości KH. Do badań wybrano gleby typu: Phaeozems, Haplic Arenosols, Fluvisols, Luvisol narażone i nienarażone na zanieczyszczenie WWA. Gleby blisko szlaku komunikacyjnego miały wyższą zawartością sumy fluorenu, antracenu, pirenu i chryzenu w porównaniu z glebami nienarażonymi. Zawartości fluorenu, antracenu i pirenu były dodatkowo skorelowane z zawartością Corg i udziałem węgla frakcji humin (Zał. 4, II.4.33).

W badaniach inkubacyjnych stwierdzono, że proces rozkładu WWA najintensywniej przebiegał w czasie pierwszych 30 dni inkubacji i był determinowany głównie właściwościami WWA (Zał. 4, II.4.4). Szybszym rozkładem w pierwszych 30 dniach charakteryzowały się antraceni i fluoreni (związki o mniejszej masie cząsteczkowej i mniejszej liczbie pierścieni aromatycznych) w porównaniu z pirenem i chryzenem (Zał. 4, II.4.4, II.4.33). Ponadto, wykazano, że zanieczyszczenie gleb antracenenem, fluorenenem, chryzenem i pirenem na ogół nie powoduje istotnych zmian w zawartości Corg i Nt (Zał. 4, II.4.33, II.4.34), zwiększa natomiast zawartość i udział EWO i ekstrahowalnego azotu (ENT) (Zał. 4, II.4.34). Większość gleb charakteryzowała się wzrostem udziału frakcji węgla humin ( $C_{HUMIN}$ ), które mają większą zdolność sorpcyjną w stosunku do niepolarnych związków organicznych niż KF i KH. Zaobserwowano również spadek wartości CKH/CKF (wskaźnik żyzności gleb) (Zał. 4, II.4.35).

Wprowadzenie antracenu, fluorenu, pirenu i chryzenu do gleb (Phaeozems, Haplic Arenosols, Fluvisols) w dawce 10 mg WWA/kg skutkowało po 180 dniach inkubacji spadkiem wartości stopnia utlenienia wewnętrznego, wzrostem podatności na utlenianie, spadkiem udziału frakcji hydrofilowych i wzrostem udziału frakcji hydrofobowych KH. Ponadto w widmach FT-IR kwasów huminowych stwierdzono wzrost intensywności pasm absorpcji związanych ze wzrostem udziału prostych struktur aromatycznych i alifatycznych (Zał. 4, II.4.3, II.4.37).

W badaniach dotyczących zmian parametrów jakościowych KH pod wpływem wysokich stężeń WWA (100 mg·kg<sup>-1</sup>) wykazano, że w przypadku gleb trwale narażonych na zanieczyszczenia może dochodzić do zmiany funkcji jaką pełnią KH w środowisku. Zatem prowadząc badania nad właściwościami gleb zanieczyszczonych WWA, należy uwzględnić wpływ tych związków na właściwości materii organicznej (Zał. 4, II.4.42).

W ramach współpracy ze Słowackim Uniwersytetem Rolniczym w Nitrze Kandydatka prowadziła badania struktury gleb (Haplic Fluvisol, Haplic Chernozem, Cutanic Luvisol, Haplic Cambisol, Haplic Planosol, Rendzic Leptosol) pod ekosystemami: leśnym, łąkowym, rolniczym i miejskim. Badane gleby charakteryzowały się zróżnicowaną zawartością Corg (11,1 – 30,1 g·kg<sup>-1</sup>) i zróżnicowanym udziałem frakcji ilowej (8,3 – 20,4%). Makroagregaty glebowe rozdzielono na frakcje przesiane na sucho (DSA) o średnicy cząstek 3-7 mm i na mokro, tzw. wodoodporne agregaty (WSA) o średnicy cząstek 1-3 mm. Skład frakcyjny glebowej MO wyodrębnionych frakcji przeprowadzono metodą Ponomariewej i Płotnikowej (Zał. 4, II.4.8). Frakcje KH związane z wielowartościowymi kationami korelowały dodatnio z frakcjami WSA i DSA, a frakcje KF ujemnie. Frakcje WSA korelowały dodatnio z wartością Corg/Nt, zawartością frakcji węgla kwasów humusowych i wartościami ich współczynników absorpcji w przeciwieństwie do WSA o mniejszej średnicy cząstek (< 1 mm). Ponadto udział frakcji ilowej i pyłowej gleb miał korzystny wpływ na udział wodoodpornych makroagregatów (Zał. 4, II.4.41).

W badaniach gleb różnych ekosystemów określono stabilność MO agregatów glebowych za pomocą parametrów węgla, m.in.: wskaźnika labilności węgla (Llc) i wskaźnika zagospodarowania węgla (CMI) oraz parametrów struktury gleby, m.in.: współczynnika wrażliwości (Kv), wskaźnika stabilności agregatów (Sw) i krytycznej zawartości materii organicznej w glebie (St). Wyznaczone parametry pozwoliły na uszeregowanie gleb pod względem jakości struktury w kolejności: ekosystem leśny > rolniczy > łąkowy > trawiasty miejski (Zał. 4, II.4.43).

Dalsze badania struktury gleb prowadzono dla gleby ryzosferowej (Rs) i pozaryzosferowej (nRs) mniszka lekarskiego (*Taraxacum officinale*). Gleba Rs charakteryzowała się m.in. wyższymi (choć statystycznie nieistotnymi) zawartościami Corg, EWO, Nt i wartościami wskaźnika stabilności agregatów (SAS) oraz istotnie wyższymi zawartościami ekstrahowalnej glomaliny (EE-GRSP) mającej kluczowe znaczenie w agregacji gleb, w porównaniu nRs. KH wyizolowane z gleby Rs miały istotnie wyższe wartości A4/6, a wartości stosunku HIL/HOB niższe w porównaniu do KH z gleby nRs. Zależności te wskazują na wyższy „stopień dojrzałości” KH z gleby nRs w porównaniu do gleby Rs (Zał. 4, II.4.6).

We współpracy z Katedrą Biotechnologii Rolniczej macierzystego wydziału Kandydatka prowadziła badania dotyczące identyfikacji jakościowej i ilościowej kapsaicynoidów (kapsaicyny, dihydrokapsaicyny) w papryce przy użyciu wysokosprawnej chromatografii cieczowej. Prowadzono badania m.in. nad zawartością kapsaicynoidów w całych owocach (wysoko- i niskokapsaicynoidowych) oraz w różnych ich częściach. Rezultatem badań były publikacje (Zał. 4, II.4.16, II.4.17, II.4.18, II.4.24, II.4.30, II.4.44, II.4.45, II.4.48, II.4.51).

Należy podkreślić, że **wyniki badań prowadzonych przez Kandydatkę w istotny sposób przyczyniają się do propagowania wiedzy na temat konieczności ochrony zasobów glebowej MO w zróżnicowanych ekosystemach lądowych**, w szczególności w glebach użytkowanych rolniczo, w aspekcie sposobów zarządzania i zrównoważonego użytkowania. Badania te mają dużą wartość naukową i aplikacyjną, przyczyniając się do zrozumienia procesów przemian MO w glebach. Uzyskane wyniki mogą być wykorzystywane jako efektywne narzędzie przy planowaniu działań w zakresie strategii ochrony zasobów glebowych i skuteczniejszej sekwestracji węgla organicznego. Ponadto, publikacje zawierają unikatowe opracowanie zwalidowanych nowoczesnych metod badawczych, a w szczególności HPLC, służących do identyfikacji związków fenolowych (aldehidów i kwasów fenolowych) uwalnianych w wyniku kwaśnej hydrolizy z materiałów roślinnych, gleb i kwasów humusowych oraz oceny stopnia humifikacji MO.

Pani dr inż. Magdalena Banach-Szott uczestniczyła jako **wykonawca w realizacji 3.** (wszystkie po uzyskaniu stopnia doktora) projektów badawczych finansowanych w drodze konkursów krajowych (MNiSW: (2008-2011) nr N N310 312334; (2010-2013) nr 1047/B/P01/2010/39; Narodowe Centrum Nauki(2011-2014) nr 2716/B/P01/2011/40).

Kandydatka współpracuje z naukowcami z zagranicznych i krajowych ośrodków naukowych, m.in.: (i) Slovak University of Agriculture in Nitra, Slovakia - publikacje (Załącznik 4, I.2.P3, II.2.1, II.4.7, II.4.8, II.4.21, II.4.28, II.4.29, II.4.36, II.4.39, II.4.40, II.4.41, II.4.43, II.4.47), (ii) Soil Science and Conservation Research Institute, Prešov, Slovakia - publikacja (Załącznik 4, II.4.8), (iii) Technical University in Zvolen, Slovakia – publikacja (Załącznik 4, II.4.8), (iv) Uniwersytet Przyrodniczo-Humanistyczny w Siedlcach – publikacja (Załącznik 4, II.4.12); (v) SGGW w Warszawie – publikacja (Załącznik 4, II.4.13), (vi) Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu – publikacja (Załącznik 4, II.4.13), (vii) Instytut Technologiczno-Przyrodniczy w Falentach. Kujawsko-Pomorski Ośrodek Badawczy w Bydgoszczy – publikacja (Załącznik 4, II.4.27), (viii) Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu – w przygotowaniu publikacja z bazy JCR, (ix) Politechnika Bydgoska (Pracownia Produkcji Roślinnej i Doświadczalnictwa, Katedra Agronomii, Pracownia Botaniki, Ekologii i Architektury Krajobrazu, Katedra Biologii i Ochrony Roślin, Katedra Biotechnologii Rolniczej) - publikacje (Załącznik 4, I.2.2, II.4.2, II.4.14, II.4.16, II.4.17, II.4.18, II.4.24, II.4.30, II.4.44, II.4.45, II.4.46, II.4.48, II.4.49, II.4.51, II.4.53).

Kandydatka jest laureatką 2. nagród zespołowych za prezentacje wyników na konferencjach: (i) "12th Nordic-Baltic IHSS Symposium on Natural Organic Matter in Environment and Technology", Tallin, Estonia, 14-17.06.2009, (ii) Konferencja naukowa „Współczesne kierunki badań w zakresie geografii gleb, paleopedologii i materii organicznej w środowisku”, Toruń 3-4.03.2019.

Habilitantka została nagrodzona trzykrotnie (2001, 2008, 2021) nagrodą zespołową II stopnia JM Rektora Uniwersytetu Technologiczno-Przyrodniczy w Bydgoszczy za „Wyróżniające osiągnięcia w działalności dydaktycznej”.

Kandydatka należy do towarzystw naukowych: International Humic Substances Society (IHSS), Polskie Towarzystwo Gleboznawcze (PTG), International Union of Soil Sciences (IUSS), Polskie Towarzystwo Substancji Humusowych (PTSH).

Pełniła rolę Guest Editor w czasopiśmie *Sustainability* (2022-2023) wydawnictwo – MDPI; ISSN 2071-1050; IF – 3,889). Była recenzentem publikacji w 7. czasopismach naukowych, w tym 3. z listy JCR oraz 1. projektu nr 005SPU-4/2022 - Cultural and educational grant agency of the Ministry of Education, Science, Research and Sports of the Slovak Republic.

Kandydatka uczestniczyła aktywnie (referaty/postery), m.in. w: światowych kongresach IHSS w Chinach i Japonii; Kongresie Polskiego Towarzystwa Gleboznawczego „Gleba w czasie i przestrzeni”, Warszawa; międzynarodowych konferencjach: International Scientific Conference “Humic Substances in Ecosystems”, (Duszniki Zdrój; Raczkowa Dolina, Slovakia; Bachotek, Poland; Soporna, Slovakia); International scientific conference of students and doctoral students, České Budějovice, Central European Conference ECOpole'08, Piechowice, 12th Nordic-Baltic IHSS Symposium on Natural organic Matter in Environment an Technology”, Tallin, Estonia; International Scientific Conference „Toxic substances in environment”, Kraków; 7th International Conference of the Urban Soils Working Group, SUITMA, of the International Union of Soil Sciences”, Toruń; 6th International Scientific Symposium for PhD Students and Students of Agriculture Colleges „Innovative researches for the future of agriculture and rural areas development”, Bydgoszcz – Ciechocinek oraz innych krajowych konferencjach i sympozjach.

Podsumowując, przebieg rozwoju naukowego i kariery zawodowej Habilitantki uważam za właściwy, m.in. dlatego, że zapewnił rozwój naukowy w podjętym obszarze badawczym i jednocześnie umożliwił wypracowanie: „istotnego wkładu naukowego w rozwój dyscypliny naukowej rolnictwo i ogrodnictwo w wyniku Jej aktywności naukowej realizowanej w więcej niż jednej uczelni czy instytucji naukowej, w szczególności zagranicznej”, co jest wymogiem niezbędnym do nadania stopnia doktora habilitowanego zgodnie z art. 219 ustawy PSzWiN.

#### 4. Informacja o osiągnięciach dydaktycznych, organizacyjnych, popularyzujących naukę i współpracy z otoczeniem gospodarczym i społecznym

Od początku swojej pracy zawodowej, tj. od 1998 roku, dr inż. Magdalena Banach-Szott prowadzi wykłady i ćwiczenia laboratoryjne dla studentów pierwszego i drugiego stopnia Wydziału Rolnictwa i Biotechnologii oraz Wydziału Biologii i Hodowli Zwierząt PBŚ na kierunkach: Biotechnologia, Rolnictwo, Nanobioinżynieria, Zielerstwo i Fitoterapia, Zootechnika, Technologia Żywności i Żywnienie Człowieka.

Ponadto prowadziła zajęcia fakultatywne z chemii organicznej dla studentów I roku UTP oraz młodzieży szkół średnich. Przygotowała i współprowadziła zajęcia z przedmiotu Chemia nieorganiczna i Chemia organiczna dla uczniów Liceów Ogólnokształcących w Bydgoszczy (2017–2019). Prowadziła pokazy i zajęcia laboratoryjne w ramach Bydgoskiego Festiwalu Nauki (2019). Była wykonawcą w projekcie pt.: „Studia inżynierskie gwarancją rozwoju UTP i społeczeństwa opartego na wiedzy”, nr. projektu: POKL.04.01.02-00-166/11-00 – Projekt współfinansowany ze środków UE w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego, semestr zimowy roku akademickiego 2011/2012. Brała udział w programie dydaktycznym Erasmus+, Slovak University of Agriculture in Nitra Faculty of Agrobiolgy and Food Resources, Department of Soil Science (18–22.05.2015). Jest współautorką przewodnika do ćwiczeń laboratoryjnych z chemii dla studentów Wydziału Rolniczego i Zootechnicznego (Praca zbiorowa: **Banach M.**, Cieślewicz J., Grzelakowska A., Kondratowicz-Maciejewska K., Marzec H., Wegner K., Wydawnictwa Uczelniane ATR 2005, wznowienia wraz z uaktualnieniami w 2007 i 2023).

Przed uzyskaniem stopnia doktora pełniła rolę opiekuna naukowego nad doświadczeniami do pracy inżynierskiej. Po uzyskaniu stopnia doktora była promotorem 2. prac inżynierskich, 3. prac magisterskich. Była promotorem pomocniczym pracy doktorskiej pt.: „Przemiany związków fenolowych w glebach łąkowych” mgr inż. Anny Ziółkowskiej - Uniwersytet Technologiczno-Przyrodniczy w Bydgoszczy, Katedra Biogeochemii i Gleboznawstwa. Ponadto, pełniła rolę opiekuna nad stażami naukowymi dr inż. Małgorzaty Szostek i mgr inż. Marcina Pieniążka z Uniwersytetu Rzeszowskiego (16–20.01.2017) oraz dr inż. Marcina Bechera z Uniwersytetu Przyrodniczo-Humanistycznego w Siedlcach (listopad 2011). W latach 2018–2021 i 2022–2023 była opiekunem roku studentów studiów niestacjonarnych kierunku Rolnictwo WRiB PBŚ oraz studiów stacjonarnych kierunku Rolnictwo WRiB UTP (2016–2021). W 2015 roku była opiekunem praktyk studenckich kierunku Biotechnologia WRiB UTP.

Habilitantka aktywnie uczestniczy w działalności organizacyjnej Uczelni i Wydziału. W latach 2019–2020 i 2020–2024 z wyboru, jako przedstawiciel adiunktów, była/jest członkiem Rady Naukowej Dyscypliny rolnictwo i ogrodnictwo Wydziału Rolnictwa i Biotechnologii PBŚ. Pełni funkcję pełnomocnika wydziałowego ds. zagospodarowania odpadów typu chemicznego (powołanie przez Rektora UTP, 2020). Kandydatka jest reprezentantką UTP w Bydgoszczy w Akademickich Mistrzostwach Polski w piłce siatkowej kobiet. Pełniła najpierw funkcję V-ce Prezesa (1999–2001 i 2001–2003) a potem Prezesa Klubu Uczelnianego AZS UTP w Bydgoszczy (2014–2016, 2016–2018 i 2018–2020). W latach 2020–2022 pełniła funkcja Przewodniczącej Komisji Rewizyjnej AZS UTP w Bydgoszczy.

Była członkiem komitetu organizacyjnego międzynarodowej konferencji naukowej „11th International Conference Humic Substances in Ecosystems” (29.05-1.06.2017, Kudowa Zdrój).

Habilitantka współpracowała z firmą Pieczarkarnia Borki Siedleckie w Suchożebrach prowadząc badania podłoży popieczarkowych (publikacja Zał. 4, II.4.12). Jest współautorem opracowania zgłoszenia patentowego nt.: „Sposób aktywizacji mieszanki liofilizowanych acidofilnych bakterii kwasu mlekowego przeznaczonych do niskotemperaturowej dekontaminacji ochratoksyny A w krwi spożywczej” (nr zgłoszenia: P.430001, data zgłoszenia: 22 maja 2019, nr patentu: 240448).

Działalność dydaktyczną, organizacyjną, popularyzującą naukę i współpracę z otoczeniem społecznym i gospodarczym oceniam pozytywnie i wyrażam pogląd, że są one wystarczające i odpowiadają wymaganiom ustawowym stawianym kandydatom do stopnia naukowego doktora habilitowanego.

## 5. Konkluzja

Osiągnięcie naukowe w formie cyklu jednotematycznych publikacji pt.: „Właściwości kwasów huminowych gleb w zależności od sposobu ich użytkowania” oraz pozostała aktywność naukowa **stanowi istotny wkład w rozwój dyscypliny naukowej rolnictwo i ogrodnictwo**. Pozytywnie oceniam również działalność, dydaktyczną, organizacyjną i współpracę z otoczeniem społecznym i gospodarczym. Na podstawie analizy dostarczonych mi dokumentów stwierdzam, że Habilitantka wykazuje się istotną aktywnością naukową. Jej osiągnięcie naukowe oraz pozostały dorobek naukowy i organizacyjny odpowiadają wymaganiom określonym w Rozdz. 3. art. 219 ust.1 pkt. 2b i 3 ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. 2023 poz. 742 z późn. zm.). Kandydatka znacznie powiększyła swój dorobek naukowy po uzyskaniu stopnia naukowego doktora. W związku z powyższym składam wniosek do Rady Naukowej Dyscypliny rolnictwo i ogrodnictwo Politechniki Bydgoskiej im. Jana i Jędrzeja Śniadeckich **o dopuszczenie dr inż. Magdaleny Banach-Szott do dalszego postępowania o nadanie stopnia naukowego doktora habilitowanego w dziedzinie nauk rolniczych, dyscyplinie naukowej rolnictwo i ogrodnictwo**.

Jolanta Kwiatkowska-Malina