

Prof. dr hab. inż. Barbara Symanowicz
Uniwersytet w Siedlcach
Wydział Nauk Rolniczych
Instytut Rolnictwa i Ogrodnictwa
08-110 Siedlce ul. Bolesława Prusa 14

Recenzja
osiągnięć dr Małgorzaty Jolanty Szostek,
ubiegającej się o nadanie stopnia doktora habilitowanego w dziedzinie nauk rolniczych
w dyscyplinie rolnictwo i ogrodnictwo,

wykonana na zlecenie Przewodniczącej Rady Naukowej Kolegium Nauk Przyrodniczych Uniwersytetu Rzeszowskiego, Prorektora ds. Kolegium, prof. dr hab. Idalii Kasprzyk, zawarte w piśmie CN/16/2023/Z z dnia 08.11.2023 roku. Zgodnie z uchwałą nr 196/10/2023 Rady Naukowej Kolegium Nauk Przyrodniczych Uniwersytetu Rzeszowskiego z dnia 19 października 2023 roku zostałam powołana na recenzenta w postępowaniu o nadanie stopnia doktora habilitowanego dr Małgorzacie Jolancie Szostek, w dziedzinie nauk rolniczych w dyscyplinie rolnictwo i ogrodnictwo.

Recenzja została sporządzona na podstawie dokumentacji w formie papierowej i elektronicznej zawierającej informacje o dorobku naukowym i aktywności naukowej Kandydatki, ze szczególnym uwzględnieniem osiągnięcia naukowego w formie cyklu publikacji powiązanych tematycznie, przedłożonego jako podstawa do ubiegania się o nadanie stopnia doktora habilitowanego, zgodnie z art. 219 *Ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce*.

Według zapisów art. 219 ust. 1 *Ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce* stopień doktora habilitowanego nadaje się osobie, która:

- posiada stopień doktora;
- posiada w dorobku osiągnięcia naukowe albo artystyczne, stanowiące znaczący wkład w rozwój określonej dyscypliny;
- oraz wykazuje się istotną aktywnością naukową albo artystyczną realizowaną w więcej niż jednej uczelni, instytucji naukowej lub instytucji kultury, w szczególności zagranicznej.

Zgodnie z art. 221 ust. 8 *ustawy*, recenzent dokonuje w szczególności oceny, czy osiągnięcia naukowe osoby ubiegającej się o stopień doktora habilitowanego odpowiadają wymaganiom określonym w punkcie 2, dotyczącym znacznego wkładu w rozwój dyscypliny.

1. Sylwetka Habilitantki

Dr Małgorzata Jolanta Szostek jest adiunktem w Zakładzie Gleboznawstwa, Chemii Środowiska i Hydrologii Kolegium Nauk Przyrodniczych Uniwersytetu Rzeszowskiego. W 2008 roku na Wydziale Biologiczno-Rolniczym Uniwersytetu Rzeszowskiego ukończyła studia magisterskie na kierunku biologia, specjalność biologia środowiskowa. Wykonała pracę magisterską pt. „Wpływ osadów ściekowych na właściwości fizykochemiczne i chemiczne gleby, w warunkach uprawy topinamburu (*Helianthus tuberosus* L.)”. Stopień naukowy doktora nauk rolniczych w dyscyplinie agronomii Habilitantka uzyskała w 2015 roku na podstawie rozprawy doktorskiej pt. „Oddziaływanie osadów ściekowych na wybrane

właściwości odłogowanej gleby płowej w warunkach uprawy topinamburu (*Helianthus tuberosus* L.)” wykonanej pod opieką prof. dr hab. Janiny Kaniuczak. Dr Małgorzata Jolanta Szostek w 2017 roku ukończyła 2 semestralne Studia Podyplomowe z zakresu gleboznawstwa, gleboznawczej klasyfikacji gruntów i kartografii gleb w IUNG-PIB w Puławach.

Kandydatka w latach 2009 – 2019 była zatrudniona na stanowisku st. referent inżynierijno-techniczny, a następnie st. specjalista naukowo – techniczny w Katedrze Gleboznawstwa, Chemii Środowiska i Hydrologii na Wydziale Biologiczno – Rolniczym Uniwersytetu Rzeszowskiego. Od 2019 roku i nadal pracuje w tej samej jednostce na stanowisku adiunkta jako pracownik badawczo – dydaktyczny.

Dr Małgorzata Jolanta Szostek była również zatrudniona na 1/3 etatu adiunkta jako pracownik badawczy w Katedrze Inżynierii Chemicznej i Procesowej na Wydziale Chemicznym Politechniki Rzeszowskiej im. Ignacego Łukasiewicza.

2. Ocena osiągnięcia naukowego stanowiącego podstawę ubiegania się o nadanie stopnia doktora habilitowanego

Jako osiągnięcie stanowiące główny element dorobku naukowego, które jest oceniane pod kątem wkładu w rozwój dyscypliny, Habilitantka przedstawiła cykl pięciu powiązanych tematycznie artykułów naukowych opublikowanych w latach 2020 – 2023. W skład cyklu wchodzi 5 oryginalnych artykułów naukowych, opublikowanych w renomowanych, wysoko punktowanych czasopismach ujętych w wykazie czasopism punktowanych Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego oraz Ministerstwa Edukacji i Nauki. **Spełniony jest zatem wymóg zawarty w art. 219, ust. 1 pkt 2b Ustawy.** Cykl zatytułowany „**Ocena możliwości rolniczego zagospodarowania wybranych odpadów z procesu oczyszczania ścieków i spalania biomasy**” obejmuje następujące artykuły naukowe:

1. Kosowski P., **Szostek M.**, Pieniążek R., Antos P., Skrobacz K., Piechowiak T., Żaczek A., Józefczyk R., Balawejder M. New approach for sewage sludge stabilization with ozone. *Sustainability* 2020, 12, 886; doi:10.3390/su12030886 (IF - 3,889).
2. **Szostek M.**, Kosowski P., Szpunar-Krok E., Jańczak-Pieniążek M., Matłok N., Skrobacz K., Pieniążek R., Balawejder M. The usefulness of ozone-stabilized municipal sewage sludge for fertilization of maize (*Zea mays* L.). *Agriculture* 2022, 12, 387. doi.org/10.3390/agriculture12030387 (IF - 3,408).
3. **Szostek M.**, Matłok N., Kosowski P., Ilek A., Balawejder M. Changes of speciation and bioavailability of trace elements in sewage sludge after the ozonation process. *Agriculture* 2023, 13, 794. doi.org/10.3390/agriculture13040794 (IF - 3,408).
4. **Szostek M.**, Szpunar-Krok E., Jańczak-Pieniążek M., Ilek A. Short-term effect of fly ash from biomass combustion on spring rape growth, nutrient, and trace elements accumulation, and soil properties. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 2023, 20, 455, doi.org/10.3390/ijerph20010455 (IF: 4,614).
5. **Szostek M.**, Szpunar-Krok E., Ilek A. Chemical speciation of trace elements in soil fertilized with biomass combustion ash and their accumulation in winter oilseed rape plants. *Agronomy-Basel*, 2023, 13, 942, doi.org/10.3390/agronomy13030942 (IF - 3,949).

2.1. Ocena formalna i naukometryczna osiągnięcia

Wszystkie artykuły naukowe wchodzące w skład osiągnięcia są wieloautorskie, opublikowane w zespołach 3 – 9 osobowych. Należy jednak dodać, że w czterech artykułach Habilitantka

jest pierwszą i korespondencyjną Autorką. Dla wszystkich artykułów Kandydatka oceniła swój wkład merytoryczny w ich powstanie jako znaczący (Załącznik nr 6 – Oświadczenia współautorów). Polegał on na opracowaniu koncepcji badań i założeń metodycznych, planowaniu i wykonaniu doświadczeń laboratoryjnych, udziale w opracowaniu urządzenia do ozonowania osadów ściekowych, opracowaniu manuskryptu, wykonaniu analizy statystycznej, opracowaniu graficznym danych. Rola współautorów w większości przypadków ograniczała się do udziału: w doborze warunków eksperymentu i założeń metodycznych, w części badań laboratoryjnych, w analizie formalnej, w graficznym opracowaniu wyników.

Szkoda, że Habilitantka nie oszacowała własnego i współautorów procentowego udziału w powstawaniu kolejnych manuskryptów. Takie opracowanie pozwoliłoby na jednoznaczna ocenę wkładu Kandydatki.

Cykl publikacji tworzący osiągnięcie habilitacyjne dr Małgorzaty Jolanty Szostek ma wysokie formalne wskaźniki naukometryczne. Łączna wartość wskaźnika *Impact Factor* (IF) artykułów zamieszczonych w cyklu, wg listy JCR (zgodnie z rokiem opublikowania), wynosi **19,268**, a liczba punktów według wykazów ministerialnych (MNiSW, a od roku 2021 MEiN) **540**.

Należy jednak zwrócić uwagę, że zgodnie z wytycznymi Rady Doskonałości Naukowej – dane naukometryczne przedstawione we wniosku o wszczęcie postępowania awansowego nie mogą stanowić kryterium oceny dorobku naukowego Kandydatki, a zadaniem recenzentów i komisji habilitacyjnej jest przede wszystkim merytoryczna ocena tego dorobku. Swoją merytoryczną opinię przedstawiam poniżej.

2.2. Ocena merytoryczna osiągnięcia naukowego

Ogólna problematyka artykułów naukowych i założenia badawcze

Kolejne etapy kariery naukowej dr Małgorzaty Jolanty Szostek związane były z badaniami dotyczącymi zagospodarowania osadów ściekowych i popiołów ze spalania biomasy. Niewłaściwa gospodarka odpadami prowadzi do zanieczyszczenia wód i gleb, skażenia powietrza, destrukcji walorów estetycznych krajobrazu, a także wymusza wyłączenie gruntów z użytkowania rolniczego oraz leśnego i przeznaczanie ich pod składowiska. Wobec powyższego jednym z głównych wyzwań w gospodarce odpadami jest przejście na gospodarkę o obiegu zamkniętym. Jednym z najbardziej problematycznych odpadów komunalnych są osady ściekowe powstające na różnych etapach procesu oczyszczania ścieków. Ze względu na znaczną ilość wytwarzanych co roku osadów ściekowych oraz ich specyficzne właściwości, wiele krajów, w tym również Polska nadal boryka się z ogromnym problemem ich odpowiedniego zagospodarowania i ostatecznej utylizacji. Stąd istnieje potrzeba dalszych szczegółowych badań naukowych w tym zakresie. Głównym celem ulepszenia technologii oczyszczania ścieków, powinny być działania minimalizujące ilość wytwarzanych osadów ściekowych, a właściwe zagospodarowanie tych odpadów oraz odzysk zdeponowanych w nich substancji, mają kluczowe znaczenie w wyeliminowaniu problemów środowiskowych. Odzysk zdeponowanych w osadach ściekowych składników, takich jak materia organiczna czy potencjalne składniki pokarmowe roślin, może być skutecznie realizowany poprzez rolnicze zagospodarowanie tych odpadów, pod warunkiem spełniania restrykcyjnych norm określonych przepisami prawa.

Ozonowanie osadów ściekowych jest najpowszechniej stosowanym procesem oksydacji wśród metod utleniania. W chwili obecnej ozonowanie osadów jest ekonomicznie uzasadnione dla oczyszczalni o dużej przepustowości i na obszarach, gdzie koszty utylizacji osadów są bardzo wysokie

Innym ważnym aspektem działalności człowieka, jest rosnące zapotrzebowanie na energię elektryczną, a to generuje wiele ważnych problemów środowiskowych, mających globalne

znaczenie. Aktualnie, ze względu na rosnące zużycie biomasy wykorzystywanej do celów energetycznych, wzrasta ilość popiołów powstałych w efekcie jej spalania. Z perspektywy zrównoważonego rozwoju najkorzystniejszym sposobem zagospodarowania popiołów ze spalania biomasy jest powrót zawartych w nich składników mineralnych do gleby, co jest rozwiązaniem zgodnym z gospodarką o obiegu zamkniętym. Popioły ze spalania biomasy roślinnej bowiem, podobnie jak osady ściekowe zawierają znaczne ilości potencjalnych składników pokarmowych, ważnych dla prawidłowego wzrostu i rozwoju roślin. Z drugiej strony wprowadzenie odpadów do środowiska, wiąże się z ryzykiem jego zanieczyszczenia, zwłaszcza toksycznymi pierwiastkami śladowymi, które w znacznych ilościach mogą być zakumulowane w popiołach.

Problematyka zagospodarowania popiołów ze spalania biomasy powinna być rozpatrywana kompleksowo. W badaniach w tym zakresie powinno brać się pod uwagę nie tylko ich krótkoterminowe oddziaływanie, ale przede wszystkim zmiany w obrębie środowiska glebowego, wywołane ich długotrwałym wpływem. Należy wziąć pod uwagę również aspekty związane z potencjalną rozpuszczalnością i uwalnianiem składników w nich zdeponowanych do roztworu glebowego, co może także przyczyniać się do zanieczyszczenia wód podziemnych. Ponadto zastosowanie popiołów ze spalania biomasy, może powodować zmiany w zakresie specjacji poszczególnych pierwiastków śladowych, co ma duże znaczenie przy ocenie realnego wpływu tych odpadów na środowisko przyrodnicze.

Główną przesłanką do realizacji badań Habilitantki, przedstawionych w cyklu publikacyjnym powiązanych tematycznie i wchodzących w skład osiągnięcia naukowego artykułów naukowych było:

- opracowanie technologii stabilizacji osadów ściekowych z wykorzystaniem gazowego ozonu oraz dobór warunków procesu;
- ocena przydatności rolniczej osadów ściekowych stabilizowanych ozonem, na podstawie analizy zmian ich właściwości fizykochemicznych, chemicznych i mikrobiologicznych wywołanych przeprowadzonym procesem;
- ocena możliwości wykorzystania osadów ściekowych stabilizowanych ozonem, jako dodatku do gleby mineralnej w uprawie kukurydzy (*Zea mays* L.);
- określenie wpływu doglebowego zastosowania ozonowanych osadów ściekowych na bioakumulację wybranych mikroelementów i toksycznych pierwiastków śladowych w nadziemnej i podziemnej biomase kukurydzy (*Zea mays* L.) oraz pszenicy (*Triticum aestivum* L.);
- ocena rolniczej przydatności lotnych popiołów ze spalania biomasy na podstawie analizy ich właściwości fizykochemicznych i chemicznych;
- analiza krótkoterminowego wpływu popiołów ze spalania biomasy na właściwości gleby, roztworu glebowego oraz wzrost i rozwój roślin rzepaku jarego (*Brassica napus* L.);
- ocena długoterminowego wpływu lotnych popiołów ze spalania biomasy na zmiany składu frakcyjnego mikroelementów i toksycznych pierwiastków śladowych w glebie oraz bioakumulacji tych pierwiastków w roślinach rzepaku ozimego (*Brassica napus* L.).

Szczegółowa ocena artykułów naukowych wchodzących w skład osiągnięcia

Habilitacyjny cykl publikacji dr Małgorzaty Jolanty Szostek tworzą: opracowanie technologii stabilizacji osadów ściekowych z wykorzystaniem gazowego ozonu oraz dobór warunków procesu (artykuł 1); ocena przydatności rolniczej osadów ściekowych stabilizowanych ozonem, na podstawie analizy zmian ich właściwości fizykochemicznych, chemicznych i mikrobiologicznych wywołanych przeprowadzonym procesem a także ocena przydatności tych osadów w uprawie kukurydzy (*Zea mays* L.) (artykuł 2 i 3); określenie wpływu

doglebowego zastosowania ozonowanych osadów ściekowych na bioakumulację wybranych mikroelementów i toksycznych pierwiastków śladowych w nadziemnej i podziemnej biomase kukurydzy (*Zea mays* L.) oraz pszenicy (*Triticum aestivum* L.) (artykuł 2 i 3); ocena rolniczej przydatności lotnych popiołów ze spalania biomasy na podstawie analizy ich właściwości fizykochemicznych i chemicznych (artykuł 4 i 5); analiza krótkotrwałego wpływu popiołów ze spalania biomasy na właściwości gleby, roztworu glebowego oraz wzrost i rozwój roślin rzepaku jarego (*Brassica napus* L.) (artykuł 4); ocena długoterminowego wpływu lotnych popiołów ze spalania biomasy na zmiany składu frakcyjnego mikroelementów i toksycznych pierwiastków śladowych w glebie oraz bioakumulacji tych pierwiastków w roślinach rzepaku ozimego (*Brassica napus* L.) (artykuł 5).

Dr Małgorzata Jolanta Szostek w latach 2015-2018 była współautorem konstrukcji urządzenia do ozonowania osadów ściekowych, które było przedmiotem zgłoszenia patentowego nr P.416306 z dnia 29.02.2016 roku. Urządzenie do ozonowania osadów ściekowych oraz zaproponowana technologia była zastosowana w badaniach, w których wykorzystano komunalne osady ściekowe, pochodzące z mechaniczno-biologicznej oczyszczalni ścieków w Ropczycach (województwo podkarpackie). Przeprowadzone badania (artykuł 1) wykazały, że już 15 minutowy kontakt osadów ściekowych z ozonem podawanym w stężeniu 100 ppm powodował widoczne uszkodzenia komórek mikroorganizmów osadu czynnego i wypływ treści wewnątrzkomórkowych do cieczy nadosadowej. Habilitantka wykazała, że po 60 i 90 minutach prowadzenia procesu ozonowania nastąpiła redukcja o prawie 2 log jtk/g całkowitej liczby mikroorganizmów oraz około 1 log jtk/g mikroorganizmów wyizolowanych na podłożach selektywnych. Uzyskane wyniki analizy mikrobiologicznej potwierdziły jednoznacznie skuteczność zaproponowanej metody jako sposobu do higienizacji osadów ściekowych oraz wykazały możliwość skrócenia czasu sedimentacji nadmiernego osadu w zagęszczaczu grawitacyjnym w pracującej oczyszczalni ścieków, co wpłynęło na zmniejszenie kosztów odwadniania. Wydłużanie czasu prowadzenia procesu ozonowania wpłynęło także na zwiększenie wartości CHZT i BZT₅. Stwierdzono, że biodegradowalność materii organicznej wchodzącej w skład osadów ściekowych może bezpośrednio wpłynąć na zwiększenie ich przydatności w produkcji biogazu lub do wykorzystania w rolnictwie.

W dalszych badaniach dr Małgorzata Jolanta Szostek wykorzystwała osady ściekowe stabilizowane ozonem przez 60 minut (artykuł 2 i 3) do celów rolniczych. W warunkach laboratoryjnych oznaczyła właściwości fizykochemiczne, chemiczne i mikrobiologiczne osadów oraz oceniła przydatność komunalnych osadów ściekowych stabilizowanych ozonem i nieozonowanych do zastosowania na cele rolnicze, zgodnie z obowiązującym prawodawstwem krajowym, tj. Rozporządzeniem Ministra Środowiska z dnia 6 lutego 2015 roku w sprawie stosowania osadów ściekowych (Dz.U. 2015 poz.257). Habilitantka wykazała, że badane osady ściekowe charakteryzowały się sezonową zmiennością. Zawartość suchej masy w osadzie nieozonowanym wahała się w zakresie od 6,92 do 7,52 %, a w ozonowanym od 8,54 do 9,54 %. Największe zawartości Corg oraz makroskładników i mikroskładników oznaczyła w osadach ściekowych w okresie letnim i jesiennym (artykuł 2). Średnia zawartość ogólnych form Mn, Zn, Cu, Ni, Cr, Pb i Cd w osadach ściekowych ozonowanych była nieznacznie większa w porównaniu z osadem nieozonowanym.

Wykorzystana w badaniach analiza specjacyjna z wykorzystaniem metody BCR wykazała, że dla większości analizowanych pierwiastków śladowych obecnych w osadach ściekowych, a w szczególności Cr, Pb, Cd i Cu, największym udziałem w ich ogólnej zawartości charakteryzowały się frakcje F3 i F4, które uważane są za potencjalnie niedostępne. Habilitantka wykazała, że proces ozonowania osadów w nieznacznym stopniu modyfikował zależność pierwiastków wymienionych powyżej. Ozonowanie osadów wpłynęło na zwiększenie udziału we frakcji F1 Mn, Zn i Ni. Wyznaczone współczynniki RAC (*Risk*

Assesment Code) dla Cu, Cr i Pb wykazały relatywnie niskie zagrożenie dla środowiska natomiast dla Cd i Ni wysokie. Wyznaczone na podstawie frakcji *F1* współczynniki *RAC* wskazały jednoznacznie na bardzo duże ryzyko zanieczyszczenia środowiska związanego z wprowadzeniem osadów ściekowych. Wykonane analizy mikrobiologiczne w badanych osadach nie potwierdziły obecności bakterii *Coli* typu kałowego oraz żywych jaj pasożytów jelitowych *Ascaris sp.*, *Trichuris sp.*, *Toxocara sp.*

Kolejnym etapem badań przedstawionym do oceny jako osiągnięcie naukowe były trzy serie doświadczeń wazonowych prowadzonych w warunkach laboratoryjnych, w których rośliną testową była kukurydza odmiany MAS 29.T. Doświadczenie prowadzono jako dwuczynnikowe, w którym stosowano osad ozonowany i nieozonowany w dawkach 3, 6 i 9 t/ha s.m. Uzyskane wyniki porównywano w odniesieniu do obiektu kontrolnego. Każdą pojedynczą serię doświadczenia prowadzono do osiągnięcia przez rośliny fazy 6 liścia (BBCH16). W badaniach wykorzystano piasek luźny jako materiał glebowy, którym wypełniono wazony. Wykonane analizy parametrów fizjologicznych roślin: względna zawartość chlorofilu (*CCL*) oraz fluorescencja chlorofilu uzyskały większe wartości dla obiektów, na których stosowano ozonowane osady ściekowe. Zastosowane osady ściekowe wpłynęły na istotne zwiększenie N, P, K, Ca i Mg w nadziemnych częściach roślin kukurydzy (artykuł 2). Po przeprowadzeniu II i III serii tych doświadczeń Autorka stwierdziła istotnie mniejsze zawartości K w nadziemnej biomacie i potwierdziła znany fakt, że przystosowaniu osadów ściekowych „warto dodatkowo stosować mineralne nawożenie potasem”.

W artykule 3 Habilitantka przedstawiła charakterystykę efektywności akumulacji wybranych pierwiastków śladowych przez rośliny testowe (kukurydzę i pszenicę) uprawiane na glebie nawożonej osadami ściekowymi poprzez obliczenie współczynników bioakumulacji (*BAF*) i translokacji (*TF*). Na podstawie przeprowadzonych badań Autorka stwierdziła, że analizowane mikroelementy i toksyczne pierwiastki śladowe w większym stopniu gromadzone były w korzeniach niż w nadziemnej biomacie roślin testowych. Wielkość wyznaczonych współczynników bioakumulacji i translokacji (Mn, Zn, Cu, Ni, Cr, Pb i Cd) zależała od gatunku uprawianej rośliny i dawki stosowanych osadów ściekowych. Większą akumulację metali stwierdzono w częściach nadziemnych pszenicy. Wyznaczone współczynniki *BAF* dla nadziemnej biomasy kukurydzy i pszenicy osiągnęły większe wartości dla Cu, Cd, Zn, Mn i Ni (*BAF* > 1), a mniejsze dla Cr i Pb (*BAF* < 1). Habilitantka, na podstawie przeprowadzonych badań stwierdziła, że zastosowanie osadów ściekowych stabilizowanych ozonem nie miało istotnego wpływu na bioakumulację większości analizowanych pierwiastków śladowych. Dla Mn, Zn i Ni stwierdzono zwiększenie ich zawartości we frakcji *F1* (frakcja jonowymienna i węglanowa).

Kolejne artykuły 4 i 5 składające się na cykl habilitacyjny dotyczyły badań laboratoryjnych i polowych nad możliwością wykorzystania popiołów ze spalania biomasy na cele rolnicze. Do badań Habilitantka wykorzystwała odpad (kod odpadu – 10 01 01) - popiół lotny pozyskany w procesie spalania biomasy w kotle fluidalnym w elektrowni Stalowa Wola, który według Rozporządzenia (WE) nr 1272/2008 (CLP) nie jest klasyfikowany jako substancja niebezpieczna i można jego wykorzystywać do celów nawozowych. Pozyskany popiół po spalaniu biomasy leśnej (70 %) i rolniczej (30 %) charakteryzował się odczynem alkalicznym (pH – 12,83) i wysokim zasoleniem (EC – 8,81 mS cm⁻¹). Autorka wykazała, że składniki mineralne (makroskładniki i mikroskładniki) zawarte w popiele charakteryzowały się słabą rozpuszczalnością w wodzie, a ich rozpuszczalność zwiększała się w miarę zwiększania stężenia rozpuszczalnika. W związku ze zwiększoną rozpuszczalnością mikroelementów i pierwiastków toksycznych w 1 mol dm⁻³ HCl (artykuł 4), Autorka wykonała analizę sekwencyjną metodą BCR (artykuł 5). Po wykonaniu tej analizy i obliczeniu współczynników *RAC* wykazała, że wykorzystane popioły były potencjalnie bezpieczne dla środowiska przyrodniczego.

Na podstawie doświadczenia wazonowego przeprowadzonego w 2018 roku Habilitantka oceniła wpływ popiołu ze spalania biomasy na wzrost i rozwój rzepaku jarego, wybrane właściwości gleby (materiału glebowego) i dynamikę wypłukiwania składników pokarmowych (artykuł 4). Popiół ze spalania biomasy stosowano w dawkach: 0,5; 1,0; 1,5; 2,0; 2,5; 3,0 Mg ha⁻¹, natomiast całkowitą dawkę N i P stosowano w formie NH₄H₂PO₄ w dawce 150 kg ha⁻¹. Efekt działania popiołów oceniano w odniesieniu do obiektu kontrolnego bez nawożenia potasem i obiektu, na którym zastosowano nawożenie potasem w dawce 175 kg ha⁻¹ w formie soli potasowej. Zastosowane popioły z biomasy wpłynęły na zwiększenie: zawartości suchej masy roślin, względnej zawartości chlorofilu, akumulacji podstawowych makroskładników w nasionach rzepaku jarego (porównywalnie z oddziaływaniem nawożenia mineralnego NPK). Analiza gleby wykazała korzystny wpływ popiołów na zmianę odczynu gleby z lekko kwaśnego do obojętnego. Analiza przesączy glebowych wykazała mniejsze stężenie NO₃⁻ i NH₄⁺ po zastosowaniu popiołów, nieznaczne zmiany w zawartości PO₄³⁻ i K⁺, istotnie większe stężenie jonów SO₄²⁻, Ca²⁺, Mg²⁺, Na⁺, Cl⁻. Największe zawartości Fe, Mn, Zn, Cu, Cr i Ni oznaczono w roślinach nawożonych popiołami w dawce 2,0 Mg ha⁻¹, natomiast po zastosowaniu większych dawek popiołów stwierdzono mniejszą akumulację tych pierwiastków. Miało to związek z mniejszą ich rozpuszczalnością i mobilnością, przy zmianie odczynu. Największe zawartości Pb i Cd oznaczone w nasionach rzepaku zebranych z obiektów nawożonych największymi dawkami popiołu były efektem znacznych zawartości Pb i Cd w popiołach z biomasy.

Ostatnim etapem badań przeprowadzonym na potrzeby osiągnięcia naukowego było trzyletnie doświadczenie polowe przeprowadzone na glebie czarnoziemnej typowej o składzie granulometrycznym pyłu gliniastego. Rośliną testową był rzepak ozimy (*Brassica napus* L.). Badania dotyczyły wpływu popiołów ze spalania biomasy na zmiany specjacji chemicznych pierwiastków śladowych oraz ich ogólnych form w glebie (artykuł 5). Oznaczono również zawartość Zn, Cu, Cr, Ni, Pb i Cd w nasionach, słomie i korzeniach rzepaku ozimego. Habilitantka stwierdziła, że w przypadku Zn, Cr i Pb niezależnie od zastosowanego nawożenia największym udziałem w glebie po zakończeniu doświadczenia charakteryzowała się F₄, a najmniejszą frakcja F₁. Najwięcej Cu, Ni i Cd oznaczono we frakcji F₂, jednak nie były to różnice istotne w porównaniu do zawartości oznaczonych w glebie z obiektu kontrolnego i nawożonego NPK. Większe zawartości analizowanych pierwiastków oznaczono w korzeniach, oprócz Zn i Cd, które w największych ilościach kumulowały się w nasionach. Nie wykazano jednak różnicowania w zawartości analizowanych pierwiastków pomiędzy obiektem kontrolnym a obiektami nawozowymi. Autorka słusznie stwierdziła, że główną przyczyną był typ gleby i związane z tym właściwości fizykochemiczne.

Pomimo, że wszystkie artykuły opublikowano w renomowanych czasopismach i podlegały one wnikliwej ocenie recenzentów, to jednak dostrzegam w nich pewne niedociągnięcia, które - z obowiązku recenzenta cyklu habilitacyjnego, przedstawionego jako osiągnięcie - muszę wskazać. Oprócz wcześniej zasygnalizowanych niedociągnięć, dotyczących procentowych udziałów autorów w powstawaniu manuskryptów, mam następujące uwagi:

- W doświadczeniu wazonowym prowadzonym w warunkach laboratoryjnych na bardzo ubogim materiale glebowym nie stosowano uzupełniającego nawożenia mineralnego NPK, dlaczego?. Uzyskane wyniki (artykuł 2) porównywano w odniesieniu do obiektu kontrolnego, na którym nie stosowano osadów ściekowych i nawozów mineralnych, a materiał glebowy w wazonach (piasek luźny) charakteryzował się niską zawartością Corg., Nog., średnią zasobnością w przyswajalny fosfor, bardzo niską w przyswajalny potas i niską w przyswajalny magnez. Uważam, że w badaniach powinien być uwzględniony obiekt nawozowy, który uwzględniłby optymalne wymagania pokarmowe i nawozowe rośliny testowej -

kukurydzy. Pomimo prowadzenia doświadczenia w warunkach laboratoryjnych, to jednak czasookres trwania eksperymentu (około 2 miesiące) będzie miał niewielkie odniesienie do badań prowadzonych w warunkach polowych.

- W artykule 3 zabrakło wyraźnego rozdziału pierwiastków na mikroelementy, pierwiastki śladowe i pierwiastki toksyczne.
- Zawartość makroskładników w popiele ze spalania biomasy (artykuł 4) powinna być podana w g kg^{-1} .
- W doświadczeniu wazonowym z rzepakiem jarym wykorzystano materiał glebowy o składzie granulometrycznym pyłu gliniastego, a zatem nie była to gleba brunatna. Podano także sumaryczną dawkę N i P, co według mnie jest błędem. Również zwiększenie zawartości jonów SO_4^{2-} w przesączach glebowych po zastosowaniu popiołów mogło być 26 razy większe (a nie 2615 %) w odniesieniu do zawartości oznaczonych w przesączach glebowych na obiektach kontrolnych. Ta uwaga dotyczy także innych jonów.

2.3. Podsumowanie oceny osiągnięcia naukowego i jego znaczenia dla dyscypliny

Uwagi wymienione powyżej, chociaż krytyczne nie mają zasadniczego wpływu na wartość merytoryczną i naukową całego cyklu artykułów, które oceniam wysoko. Prace zamieszczone w cyklu osiągnięcia naukowego mają ciągłość tematyczną, są nowatorskie pod względem podjętej problematyki. Przedstawiają wyniki badań, które wykonano z zastosowaniem nowoczesnych i różnorodnych metod. Zostały opublikowane w renomowanych wydawnictwach, a ich wartość określona parametrami naukometrycznymi jest wysoka.

Stwierdzam, że artykuły naukowe dr Małgorzaty Jolanty Szostek są mocno osadzone w problematyce rolniczej i wnoszą istotny wkład w rozwój dyscypliny rolnictwo i ogrodnictwo. W sposób kompleksowy przedstawiają możliwości i ograniczenia w rolniczym zagospodarowaniu oczyszczonych ozonowanych osadów ściekowych i popiołów pozyskanych ze spalania biomasy.

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

Dr Małgorzata Jolanta Szostek realizując swoje prace badawcze w Uniwersytecie Rzeszowskim była również zatrudniona w 2022 roku na stanowisku badawczym w Katedrze Inżynierii Chemicznej i Procesowej Politechniki Rzeszowskiej współpracując w realizacji projektu „Opracowanie innowacyjnego nawozu organiczno-mineralnego na bazie dolomitu oraz odpadów z przemysłu spożywczego i browarniczego”. Efektem tej współpracy było zgłoszenie patentowe nr P. 442958.

Habilitantka wykazała się także współpracą naukową z Zespołem badawczo-dydaktycznym Chemii Analitycznej Środowiska, Wydziału Leśnego i Technologii Drewna Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu. Wynikiem tej aktywności był artykuł, który ukazał się w 2023 roku w *Journal of Food Composition and Analysis* (IF 4,951).

Dr Małgorzata Jolanta Szostek w pełni spełniła ustawowy obowiązek realizacji istotnej aktywności naukowej realizowanej w więcej niż jednej uczelni lub instytucji zgodnie z art. 219 pkt. 3 Ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce.

Habilitantka odbyła także dwa krótkoterminowe staże naukowe: pierwszy w Katedrze Chemii Środowiska i Zakładzie Biochemii Wydziału Rolnictwa i Biotechnologii Uniwersytetu Technologiczno-Przyrodniczego w Bydgoszczy, drugi w Pracowni Ekotechnologii w Katedrze Inżynierii Biosystemów na Wydziale Inżynierii Środowiska i Inżynierii Mechanicznej Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu.

3.1. Aktywność naukowa w uczelniach i instytucjach krajowych oraz zagranicznych, której efektem są publikacje naukowe

Dr Małgorzata Jolanta Szostek wykazała się wieloletnią współpracą z pracownikami Katedry Inżynierii Leśnej Wydziału Leśnego Uniwersytetu Rolniczego im. Hugona Kołłątaja w Krakowie w zakresie badań właściwości materii organicznej w kontekście kształtowania zdolności retencyjnych gleb leśnych w zależności od składu gatunkowego drzewostanów. Efektem tych badań i współpracy (od 2014 roku do chwili obecnej) są 4 artykuły naukowe o łącznym współczynniku wpływu (*IF*) 10,913. Artykuły ukazały się w renomowanych czasopismach o zasięgu międzynarodowym (*Forest, Annales of Forest Research, Geoderma, European Journal of Forest Research*).

Habilitantka z pracownikami naukowymi Katedry Chemii Rolnej i Środowiskowej Wydziału rolniczo-Ekonomicznego Uniwersytetu Rolniczego im. Hugona Kołłątaja w Krakowie prowadziła wspólne badania nad oceną wpływu procesu pirolizy biomasy na właściwości fizyczne i chemiczne biowęgli oraz oceny ryzyka środowiskowego związanego z doglebowym wykorzystaniem tego typu materiałów. Wynikiem tej współpracy były 2 artykuły, które opublikowano w *Journal of Elementology* i *Waste Biomass Valorization*.

Dr Małgorzata Jolanta Szostek współpracowała i dalej współpracuje z pracownikami naukowymi Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu w zakresie testowania gatunków roślin pod kątem fitoremediacji w zróżnicowanych warunkach glebowych. Efektem tej współpracy jest 7 artykułów naukowych i 2 rozdziały w monografiach opublikowanych w *Chemosphere, International Journal of Environmental Science and Technology, Journal of Environmental Science and Health - Part A Toxic/Hazardous Substances and Environmental Engineering, Environmental Research, Plants, International Journal of Phytoremediation, Phytoremediation: Management of Environmental Contaminants, Vol. 6 / Editors Abid A. Ansari, Sarvajeet Singh Gill, Ritu Gill, Guy R. Lanza, Lee Newman Cham, Phytoremediation for Environmental Sustainability*. Również z pracownikami Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu zostały opublikowane 4 artykuły, które dotyczyły oceny zawartości metali i metaloidów oraz zdolności ich akumulacji w owocnikach grzybów dziko rosnących.

Habilitantka prowadzi także współpracę z innymi jednostkami naukowymi Uniwersytetu Rzeszowskiego, a rezultaty wspólnych badań naukowych były publikowane w renomowanych czasopismach naukowych (*Sustainability, Applied Sciences, Molecules*).

3.2. Aktywność naukowa w innych uczelniach i instytucjach naukowych wynikiem której jest realizacja projektów badawczych

Dr Małgorzata Jolanta Szostek była wykonawcą części zadań badawczych w projekcie finansowanym z programu BIOSTRATEG I (NCBR) „Opracowanie innowacyjnych nawozów na bazie alternatywnego źródła surowca” w latach 2015-2020.

Habilitantka była kierownikiem zadania badawczego „Wpływ dodatku sorbentów mineralnych na właściwości wód i podłoża w uprawie żurawiny wielkoowocowej” w projekcie „Zaimplementowanie i dostosowanie do warunków klimatyczno-glebowych Polski innowacyjnej technologii produkcji owoców z zamkniętym systemem nawadniania i biofortyfikacji jodem i selenem na przykładzie żurawiny” w ramach I konkursu WSPÓŁPRACA M16 realizowanego przez ARiMR w latach 2018-2020.

W latach 2021-2023 była wykonawcą w projekcie realizowanym przez ARiMR „Innowacyjna metoda poprawy stanu mikrobiologicznego i trwałości przechowalniczej owoców żurawiny wielkoowocowej”.

W ramach III konkursu WSPÓŁPRACA M16 realizowanego przez ARiMR w latach 2021-2023 Habilitantka pełniła funkcję kierownika zadania badawczego „Charakterystyka wybranych właściwości fizyko-chemicznych opracowanych innowacyjnych podłoży na bazie włókna kokosowego do uprawy malin pod osłonami” we wniosku projektowym

„Innowacyjna technologia produkcji owoców jagodowych na przykładzie maliny o podwyższonej zawartości związków bioaktywnych oraz zwiększonej wartości handlowej”.

W 2022 roku we współpracy z Politechniką Rzeszowską realizowała projekt „Opracowanie innowacyjnego nawozu organiczno-mineralnego na bazie dolomitu oraz odpadów z przemysłu spożywczego i browarniczego” finansowanego przez Podkarpackie Centrum Innowacji sp. Z o.o. w Rzeszowie.

Aktualnie dr Małgorzata Jolanta Szostek jest wykonawcą w projekcie realizowanym przez ARiMR w latach 2023-2025 „Innowacyjna metoda stymulacji wegetatywnego rozmnażania roślin na przykładzie żurawiny wielkoowocowej (*Vaccinium macrocarpon Aiton*) z zastosowaniem nowych inicjatorów organicznych”.

W ramach projektu finansowanego z Funduszu Promocji Mięsa Wołowego uczestniczyła w szkoleniach dla rolników, doradców rolniczych i uczniów szkół rolniczych.

3.3. Dorobek publikacyjny i naukowo-badawczy

Dorobek publikacyjny dr Małgorzaty Jolanty Szostek w aspekcie ilościowym, a w szczególności w świetle wskaźników parametrycznych oceniam bardzo wysoko. Obejmuje on 32 oryginalne prace twórcze opublikowane w czasopismach posiadających współczynnik *IF*, 13 oryginalne prace twórcze bez *IF* (opublikowane przed obroną pracy doktorskiej), 9 rozdziałów w monografiach, 4 zgłoszenia patentowe.

Sumaryczny wskaźnik *Impact Factor* artykułów naukowych opublikowanych przez dr Małgorzatę Jolantę Szostek jest imponująco wysoki i wynosi 128,613, a wartość *IF* 19,268, w tym również artykuły wchodzące w skład osiągnięcia habilitacyjnego. Sumaryczna liczba punktów według danych w Autoreferacie to wartość 3095 pkt. Wartość *Indeksu Hirscha* tego dorobku według bazy *Web of Science* wynosi 9, a łączna liczba cytowań: 248 (w tym bez autocytowań 222), a na dzień 17.12.2023 r. *Indeks Hirscha* – 10, łączna liczba cytowań: 290 (w bez autocytowań 261).

3.4. Udział i wystąpienia na w konferencjach krajowych i międzynarodowych

Dr Małgorzata Jolanta Szostek wykazała 37 tytułów wystąpień (zał. Nr 4) na konferencjach. Wygłosiła 11 referatów na krajowych konferencjach: w Zakopanem, Warszawie, Lubaniu, Kielcach, Rzeszowie, Krakowie, Lublinie, Spale i Gdańsku. Wyniki swoich badań prezentowała również w formie posterów. Habilitantka była dwukrotnie współautorem wystąpienia na konferencji zagranicznej w Bośni i Hercegowinie.

Dr Małgorzata Jolanta Szostek była członkiem i sekretarzem w komitetach organizacyjnych 3 konferencji o zasięgu krajowym. Była również członkiem komitetu naukowego w 1 konferencji krajowej.

3.5. Recenzowanie prac i wniosków naukowych

Recenzowanie artykułów naukowych stanowi ważny element aktywności naukowej i dorobku dr Małgorzaty Jolanty Szostek. Habilitantka w krótkim okresie czasowym (2020-2023) wykonała 26 recenzji, co świadczy o Jej wysokich kompetencjach naukowych. Wykonane recenzje dotyczyły głównie czasopism z grupy MDPI, w których sama publikuje (*Energies, Journal of Soil Science and Plant Nutrition, Sustainability, Agriculture, Water, Toxics, Agronomy, Plants, Horticulturae, Forest, Archives of Environmental Protection, Biomass & Bioenergy, Environmental Monitoring and Assessment*).

Habilitantka wykonała również 4 recenzje uczelnianych grantów dla młodych naukowców.

Po uzyskaniu stopnia doktora pełniła trzykrotnie funkcję edytora gościnnego wydań specjalnych w czasopismach *Land, Agronomy i Crops*.

3.6. Inne formy aktywności

Dr Małgorzata Jolanta Szostek od 2015 roku jest członkiem Polskiego Towarzystwa Gleboznawczego. W latach 2019-2023 była skarbnikiem Oddziału PTG w Rzeszowie, a aktualnie jest przewodniczącą Oddziału PTG w Rzeszowie. Od 2015 roku jest członkiem International Union of Soil Sciences.

Habilitantka wykazała się znaczącą współpracą z otoczeniem społecznym i gospodarczym. W dorobku technologicznym wykazała współpracę ze spółką celową INVENTUR sp. z o.o. w zakresie wytwarzania ekstraktu z suszonych owoców.

Współpraca z sektorem gospodarczym dotyczyła firm: Iniko sp. z o.o., Dr Green sp. z o.o., Biostyma sp. z o.o., Original Food sp. z o.o., Fieldstone Investments II sp. z o.o., Agrobonus sp. z o.o., Inventur sp. z o.o.

Dr Małgorzata Jolanta Szostek wykonała 4 opracowania i opinie dotyczące: wyników badań nad skutecznością zastosowania innowacyjnych nawozów dolistnych w uprawie pszenicy ozimej i kukurydzy dla firmy BIOSTYMA sp. z o.o.; opinie o innowacyjności dla firmy Original Food sp. z o.o. i Witpol sp. z o.o.; przydatności popiołu ze spalania biomasy do nawożenia gleby i roślin dla firmy Agrobonus sp. z o.o.

Aktywność dydaktyczna Habilitantki w latach 2011-2023 obejmowała prowadzenie wykładów i ćwiczeń z przedmiotów: *Ochrona, rekultywacja i monitoring gleb, Gleboznawstwo i żyzność gleb, Gleboznawstwo, Seminarium inżynierskie, Fitoremediacja i bioremediacja, Agroekologia, Geomorfologia i gleboznawstwo* na kierunkach: Ochrona Środowiska, Agroleśnictwo, Rolnictwo, Odnawialne Źródła Energii i Gospodarka Odpadami. Habilitantka była promotorem 5 prac inżynierskich i 6 prac magisterskich. Aktualnie jest promotorem 1 pracy inżynierskiej i 5 prac magisterskich. Dr Małgorzata Jolanta Szostek była recenzentem 10 prac inżynierskich i 3 prac magisterskich.

Habilitantka pełniła funkcję promotora pomocniczego w dwóch zakończonych przewodach doktorskich. W zakresie podnoszenia kompetencji dydaktycznych ukończyła kilka kursów tematycznych. Wykazała się również działalnością organizacyjną: była członkiem Wydziałowej Komisji Rekrutacyjnej, członkiem Rady Instytutu Nauk Rolniczych, Ochrony i Kształtowania Środowiska w 2019 roku, w latach 2020-2022 była członkiem Rady Dydaktycznej Kolegium Nauk Przyrodniczych Uniwersytetu Rzeszowskiego, była członkiem Zespołu Programowego kierunku rolnictwo i agroleśnictwo. W latach 2020-2022 pełniła funkcję zastępcy Dyrektora Instytutu Nauk Rolniczych, Ochrony i Kształtowania Środowiska w Kolegium Nauk Przyrodniczych Uniwersytetu Rzeszowskiego i Kierownika studiów kierunek rolnictwo. Była także sekretarzem Komisji ds. oceny śródkresowej w dyscyplinie rolnictwo i ogrodnictwo w Szkole Doktorskiej w Uniwersytecie Rzeszowskim. Aktualnie pełni funkcję opiekuna roku studentów studiów stacjonarnych I stopnia kierunku rolnictwo.

3.7. Podsumowanie oceny aktywności naukowej

W podsumowaniu stwierdzam, że istotną aktywność naukowo-badawczą, dorobek publikacyjny, a także konsekwentnie realizowaną współpracę z pracownikami naukowymi Politechniki Rzeszowskiej, Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu, Uniwersytetu Rolniczego im. Hugona Kołłątaja w Krakowie, Uniwersytetu Technologiczno-Przyrodniczego w Bydgoszczy dr Małgorzaty Jolanty Szostek **oceniam jednoznacznie pozytywnie**. Habilitantka reprezentuje nową generację naukowca – bardzo mobilnego badawczo, publikującego szeroko w dostępnych wysoko punktowanych wydawnictwach, o znaczących wartościach współczynnika *IF*. Wysoko oceniam aktywność Habilitantki dotyczącą współpracy z otoczeniem technologicznym i społecznym, czego wynikiem jest upowszechnianie wiedzy naukowej. Na uznanie zasługuje duża aktywność w pozyskiwaniu projektów badawczych o szerokim zakresie.

4. Wniosek końcowy

Na podstawie osiągnięcia naukowego przedstawionego w formie cyklu powiązanych tematycznie artykułów naukowych, zatytułowanego „Ocena możliwości rolniczego zagospodarowania wybranych odpadów z procesu oczyszczania ścieków i spalania biomasy”, przedłożonego przez dr Małgorzatę Jolantę Szostek jako podstawa do przyznania stopnia doktora habilitacyjnego, jak również analiza całokształtu Jej pozostałych osiągnięć i aktywności naukowej realizowanej w więcej niż jednej jednostce w kraju i za granicą, **pozwalają na jednoznaczne stwierdzenie, że dorobek ten stanowi znaczący wkład w rozwój dyscypliny rolnictwo i ogrodnictwo.**

W świetle powyższej oceny na ręce pana prof. dr hab. Andrzeja Koteckiego, przewodniczącego Komisji habilitacyjnej, powołanej decyzją Rady Doskonałości Naukowej, składam **pozytywną ocenę recenzowanego osiągnięcia naukowego, dorobku i aktywności naukowej** Habilitantki i wnioskuję o pozytywną opinię Komisji w sprawie nadania dr Małgorzacie Jolancie Szostek stopnia doktora habilitowanego w dziedzinie nauk rolniczych, w dyscyplinie rolnictwo i ogrodnictwo.

Siedlce, 21 grudnia 2023 r.



podpis Recenzenta