

Prof. dr hab. Barbara Kołodziej
Katedra Roślin Przemysłowych i Leczniczych
Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie

Lublin, 19.12.2021 r.

Recenzja osiągnięcia naukowego pt.

„Wykorzystanie fosforu z osadów ściekowych w nawożeniu roślin rolniczych i ogrodniczych” - cykl 6 publikacji oraz dorobku naukowego dr inż. Anny Jama-Rodzeńskiej w postępowaniu o nadanie stopnia doktora habilitowanego w dziedzinie nauk rolniczych w dyscyplinie rolnictwo i ogrodnictwo

wykonana na zlecenie Pana prof. dr hab. Cezarego Kabały Przewodniczącego Rady Dyscypliny Rolnictwo i Ogrodnictwa Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu z dnia 17 października 2023r.

Podstawa opracowania

Podstawą wystawienia niniejszej oceny była uchwała 90.RO.2023 Rady Dyscypliny Rolnictwo i Ogrodnictwa Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu z dnia 17 października 2023r. odnośnie powołania członków komisji habilitacyjnej w postępowaniu w sprawie nadania stopnia doktora habilitowanego dr inż. Annie Jama-Rodzeńskiej w dziedzinie nauki rolnicze, w dyscyplinie rolnictwo i ogrodnictwo, wszczętym w dniu 29 sierpnia 2023r. W/w uchwałą powołano mnie na recenzenta w tym postępowaniu.

Ocenę osiągnięć naukowych dr Anny Jama-Rodzeńskiej przeprowadziłam na podstawie przesłanych mi następujących dokumentów i materiałów:

1. Kopii dokumentów potwierdzających posiadanie stopnia doktora i informacji o dotychczasowym zatrudnieniu
2. Autoreferatu zawierającego informacje na temat osiągnięcia naukowego przedstawionego jako monotematyczny cykl 6-iu publikacji z syntetycznym przedstawieniem celu naukowego i opisem uzyskanych wyników;
3. Załączonych 6-iu publikacji stanowiących cykl monotematyczny;
4. Oświadczeń o udziale Habilitantki i współautorów w powstaniu publikacji włączonych do jednotematycznego cyklu;
5. Informacji o wykazywaniu się istotną aktywnością naukową albo artystyczną realizowaną w więcej niż jednej uczelni, instytucji naukowej lub instytucji kultury, w szczególności zagranicznej
6. Informacji o osiągnięciach dydaktycznych, organizacyjnych oraz popularyzujących naukę lub sztukę oraz
7. Innych informacji ważnych z punktu widzenia przebiegu kariery zawodowej przedłożonych w postaci 7 załączników.

Stwierdzam, że przesłane materiały są kompletne i spełniają wymagania określone w art. 219 ust. 1 p. 2 i 3 Ustawy Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce z dnia 20 lipca 2018r. (Dz. U. z 2023 r. poz. 742). Pani dr Anna Jama-Rodzeńska może być dopuszczona do postępowania w sprawie nadania stopnia doktora habilitowanego, ponieważ w dniu 26 listopada 2011 roku uzyskała stopień doktora nauk rolniczych w zakresie agronomii. Podstawą nadania stopnia doktora była rozprawa pt. „Wpływ komunalnych osadów ściekowych na rozwój i plonowanie wierzby krzewiastej (*Salix viminalis* L.)”. Praca obroniona została w Uniwersytecie Przyrodniczym we Wrocławiu. Promotorem był prof. dr hab. Władysław Nowak, a recenzentami: prof. dr hab. Mieczysław Wilczek oraz prof. dr hab. Andrzej Kotecki.

Najważniejsze fakty z życiorysu zawodowego Habilitantki

Dr Anna Jama-Rodzeńska urodziła się 4 stycznia 1983r. w Jaworze. W 2007 roku ukończyła studia na Wydziale Przyrodniczo-Technologicznym Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu uzyskując tytuł magistra inżyniera ochrony środowiska rolniczego.

Pracę doktorską wykonaną pod kierunkiem prof. dr hab. Władysława Nowaka, obroniła w 2011 roku. W tym samym roku została zatrudniona na stanowisku starszego technika, zaś w kolejnych dwóch latach na stanowisku specjalisty a od 2018r. - adiunkta w Katedrze Szczegółowej Uprawy Roślin Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu, gdzie pracuje do chwili obecnej.

Ocena załączonego do dorobku naukowego osiągnięcia naukowego w postaci monotematycznego cyklu publikacji pt. „Wykorzystanie fosforu z osadów ściekowych w nawożeniu roślin rolniczych i ogrodniczych” (zgodnie z art. 219 ust. 1 p. 2b Ustawy Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce z dnia 20 lipca 2018r. (Dz. U. z 2023 r. poz. 742)

Prezentowane osiągnięcie naukowe będące podstawą do ubiegania się o stopień doktora habilitowanego w dziedzinie nauk rolniczych, dyscyplinie rolnictwo i ogrodnictwo jest wynikiem badań zaprezentowanych w cyklu sześciu publikacji wieloautorских opublikowanych w znaczących czasopismach naukowych, o łącznej liczbie punktów - jak podaje Habilitantka - 640 wg punktacji MEiN z IF wynoszącym 27,19. Zamieszczone zostało w Autoreferacie na 36 stronach maszynopisu pt. „Omówienie osiągnięć, o których mowa w art. 219 ust. 1 pkt. 2 Ustawy” wchodzących w skład osiągnięcia naukowego. We wszystkich pracach, powstałych w zespołach od dwu- do sześćoautorских, Habilitantka widnieje na miejscu pierwszym (jako autorka koncepcji badań, w tym jednokrotnie jako autor korespondencyjny). We wszystkich publikacjach dr Jama-Rodzeńska deklaruje, iż opracowywała koncepcję i metodologię badań lub/i prowadziła eksperyment polowy, wykonywała analizy chemiczne materiału roślinnego, brała udział w walidacji, gromadzeniu wyników i ich analizie formalnej, opracowaniu statystycznym, prezentacji graficznej, opracowaniu przeglądu literatury, pisaniu tekstu głównego, nadzorowaniu oraz dofinansowywała druk artykułu z realizowanego projektu.

Metodyka wykonanych prac jest prawidłowa i są one starannie wydane pod względem edytorskim. Wyniki badań są szczegółowo analizowane i dyskutowane na tle bieżącej literatury, stąd wartość zaprezentowanych w powyższym cyklu publikacji w mojej ocenie jest wysoka. Podstawą tej oceny jest także poziom naukowy i potrzeba badań dotyczących zastosowania w praktyce nawozów pozyskanych z osadów ściekowych. Zainteresowanie problemem powiększającej się w szybkim tempie ilości osadów ściekowych wynika z

palącego problemu ich zagospodarowywania. Sposoby rozwiązania tego problemu ulegały zmianom w ciągu ostatnich lat. Do niedawna były one składowane, lecz lepszą propozycją jest ich przetwarzanie metodami niskonakładowymi (m.in. kompostowanie, suszenie słoneczne, wykorzystania przyrodnicze, poddawanie procesom fermentacji czy też pozyskiwanie z nich innych produktów np. nawozowych). Osady ściekowe zawierają wystarczające ilości składników pokarmowych, niezbędne do prawidłowego wzrostu i rozwoju roślin i, gdyby nie zawierały zwiększonych ilości ksenobiotyków (w tym WWA, polifenoli, dioksyn czy metali ciężkich), mogłyby stanowić pełnowartościowy nawóz organiczny zasobny w azot, fosfor oraz mikroelementy. Analizując możliwość zastąpienia nawozów mineralnych w uzyskaniu odpowiedniego plonu np. roślin energetycznych, proponuje się przyrodniczo wykorzystać komunalne osady ściekowe, które stanowią cenne źródło składników pokarmowych oraz materii organicznej.

Mimo zwiększającego się w ostatnim czasie zainteresowania tą tematyką badawczą, w dostępnym piśmiennictwie brakuje publikacji na temat przetworzenia osadów na produkty nawozowe np. struwit, pozbawionych nadmiernych ilości szkodliwych dla roślin substancji i przebadanie potencjału nawozowego w ten sposób pozyskanych produktów. Uzupełnieniem tej wiedzy poznawczo-praktycznej zajęła się w swoim osiągnięciu naukowym dr Jama-Rodzeńska, zakładając, że produkt recyklingu fosforu z osadów ściekowych - struwit (odzyskiwany już na niewielką skalę w niektórych krajach Europy, w USA, Chinach i Japonii) może być alternatywnym źródłem pierwiastków (P, N i Mg) dla celów rolniczych. W swoich badaniach przyjęła logiczną kolejność rozpoczynając je od porównania rezultatów stosowania dwóch dawek osadów ściekowych w uprawie polowej wierzby, w dalszej kolejności skupiła się nad możliwością recyklingu z osadów nawozu fosforowego, wskazała etapy i punkty krytyczne technologii jego odzysku, a następnie zbadała wpływ konwencjonalnego nawozu fosforowego (superfosfatu potrójnego) oraz odzyskanego z osadów struwitu w trzech zróżnicowanych dawkach w uprawie wazonowej sałaty, w dalszej kolejności zajęła się problemem wpływu różnych metod stosowania tychże nawozów w uprawie wazonowej soi. Stąd dzieło jakiego podjęła się Habilitantka stanowi istotny wkład w rozwój badań nad wykorzystaniem osadów ściekowych i produktów z nich otrzymywanych w uprawie roślin warzywnych i energetycznych.

Artykuły opublikowano w latach 2016-2023, przy czym Habilitantka podjęła się rozwiązania złożonego problemu wykorzystania różnych źródeł fosforu tj. z komunalnych osadów ściekowych i struwitu w uprawie wierzby (po zastosowaniu osadów ściekowych) oraz sałaty i soi (po aplikacji odzyskanego z nich struwitu) w szerszej perspektywie czasowej. Należy podkreślić, że uczyniła to z głębokim przemyśleniem i wizją badawczo-praktyczną.

W przedstawionym osiągnięciu wskazała, że hipoteza badawcza zakłada, że zarówno osad ściekowy, jak i nawóz z niego powstały przyczynią się do poprawy plonowania roślin, ich jakości, jak i zwiększenia zawartości fosforu oraz magnezu w podłożu. Sformułowała także zasadniczy cel badawczy. Wskazała, że głównym celem badań było określenie wykorzystania różnych źródeł fosforu: z komunalnych osadów ściekowych i struwitu w uprawie wybranych roślin tj. wierzby po zastosowaniu higienizowanych osadów ściekowych i sałaty oraz soi po aplikacji struwitu (Phosgreen, Crystal Green) pod kątem plonu, składu chemicznego, zawartości metali ciężkich, wartości odżywczej oraz zasobności gleby. Cel ten został osiągnięty poprzez realizację czterech szczegółowych celów badawczych, jakimi były: 1. zbadanie wpływu zastosowania komunalnych, higienizowanych osadów ściekowych na plon i zawartość makroelementów w biomacie wierzby krzewiastej; 2. określenie odzysku fosforu z osadów ściekowych w ramach gospodarki obiegu zamkniętego i jego ponowne wykorzystanie w rolnictwie w postaci nawozu; 3. wskazanie punktów krytycznych w produkcji nawozu powstałego z osadów ściekowych (Phosgreen, Crystal Green) poprzez

odzysk fosforu oraz utrzymania jego produkcji na obecnym poziomie i przeciwdziałaniu jego wyczerpaniu w przyszłości oraz 4. określenie wartości i potencjalnych właściwości (choć tych jednak nie badała) nawozu struwitowego (Phosgreen, Crystal Green) wytwarzanego z przerobu osadów ściekowych jako źródła fosforu w porównaniu z superfosfatem potrojnym na plon wybranych roślin, ich jakość, jak i zmiany w środowisku glebowym (podłożu).

W pierwszej kolejności, jak wspomniano, Habilitantka zajęła się problem wychwytywania makroelementów przez rośliny z osadów ściekowych [A1], wskazanym jako pierwszy cel badań. Jest to bardzo aktualne i kontrowersyjne zagadnienie. W pracy przedstawiono wyniki dotyczące wpływu osadów ściekowych komunalnych na zawartość makroelementów (N, P, Mg, Ca, Na i K) w łodygach kilku klonów sześciolletniej wierzby. W pracy jednakże nie zamieszczono informacji na temat sposobu użytkowania plantacji, ani w czasie trwania badań, ani wcześniejszym. Doświadczenia polowe przeprowadzono w latach 2009–2010, analizując różne dawki osadu ściekowego (14,3 i 25,6 t ha⁻¹ s.m.) na tle obiektu nienawożonego w uprawie czterech klonów wierzby (1001 (*Salix viminalis* × *dasycladis* ssp. *Baltica*), 1047 (*Salix viminalis* var. *gigantea*), 1053 (*Salix* Orm Valne) i 1054 (*Salix viminalis* 082)). Kandydatka udowodniła, że aplikacja osadów ściekowych nie miała wpływu na zawartość makroelementów w pędach wierzby, stwierdzono natomiast różnice pomiędzy analizowanymi klonami wierzby. Największą zawartość fosforu stwierdzono w klonie 1054 (*Salix viminalis* 082) i 1053 (*Salix* Orm Valne), zaś potasu w klonie 1047 (*Salix viminalis* var. *gigantea*). Osady ściekowe mogą być zatem traktowane jako nawóz organiczny dla wierzby, ponieważ charakteryzują się wysoką zawartością potrzebnych wierzbie azotu i fosforu i nie powinny być deponowane na składowiskach odpadów, ponieważ cenne pierwiastki takie jak N i P ulegają wówczas utracie. Warto podkreślić, że łodygi wierzby zawierają mniejszą ilość (w porównaniu do liści i kory) azotu i fosforu, co więcej w badaniach zaobserwowano również istotne korelacje pomiędzy zawartością popiołu a zawartością P, K i Ca. Dodatkowo stwierdzono dodatnie korelacje pomiędzy N i Ca, P i K, K i Ca, K i Na oraz Ca i Na.

W kolejnej pracy, realizując drugi cel badawczy, dr Jama-Rodzeńska rozszerzyła zakres badań koncentrując się nad możliwością wykorzystania osadów ściekowych jako materiału bogatego w fosfor, który powinien podlegać recyklingowi (tj. odzyskiwany a następnie ponownie wykorzystywany) [A2]. Habilitantka zaproponowała interdyscyplinarne podejście TRIZ (*Theory of Inventive Problem Solving*), proponując realne rozwiązania techniczne (przewycięzające pojawiające się problemy społeczno-gospodarcze, aspekty środowiskowe, techniczne i prawne) przy założeniu zminimalizowania ich wpływ na środowisko. Kandydatka zwróciła szczególną uwagę na zrównoważone podejście w oparciu o gospodarkę o obiegu zamkniętym i zasadę 4R. Zidentyfikowała osady ściekowe jako odpad o dużym potencjale odzysku fosforu. Praca pomaga zrozumieć cały proces odzysku P ze ścieków, opierając się na badaniach z dwóch ostatnich dekad badań. Habilitantka przeanalizowała w niej wszystkie aspekty, począwszy od naturalnego cyklu P, jego użycia w wielu sektorach przemysłu, stwierdzając, że wyszukiwanie dostępnych materiałów związanych z tym pierwiastkiem tworzy sekwencję, która pozwala przewyciężyć najgorszy scenariusz wskazujący na możliwość jego wyczerpania ze źródeł naturalnych (apatytów). Odzyskanie fosforu jest ostatnim krokiem tej złożonej hierarchii. Należy zaznaczyć, że nie ma jednego rozwiązania, problemu, jednak odzyskanie fosforu z osadów ściekowych stwarza alternatywne możliwości pojawiające się w miarę rozwoju nowych technologii. Z tego powodu istotne jest, aby określić i przewyciężyć pojawiające się problemy związane ze zanieczyszczeniem środowiska, niekontrolowaną akumulacją fosforu, jego emisją, stratami, eutrofizacją i rozproszeniem w środowisku. Po ich przewyciężeniu, można zacząć regulować odzyskiwanie fosforu tak, aby osiągnąć korzyści dla środowiska i ludzi. Habilitantka konkluduje, że tak długo, jak skuteczne i zaawansowane techniki oczyszczania ścieków będą istotną częścią ochrony zbiorników wodnych, produkowany w oczyszczalniach ścieków osad

może być znaczącym źródłem fosforu. Jego wyodrębnienie i odzysk z osadów ściekowych może być ważny w aspekcie produkcji nawozów fosforowych niezbędnych w produkcji rolniczej.

W następnym etapie badań, realizując trzeci wskazany cel badań, Kandydatka skupiła się na problemie odzysku fosforu z osadów ściekowych po ich termicznym przerobieniu (spalanie, piroliza) oraz możliwości produkcji z nich nawozu fosforowego z uwzględnieniem punktów krytycznych procesu [A3]. Ocenia się, że gdyby struwit był odzyskiwany z oczyszczalni ścieków na całym świecie, corocznie można byłoby odzyskać 0,63 mln ton fosforu, co zmniejszyłoby wydobycie fosforanów o 1,6%, stąd ogromne znaczenie tego typu rozważań. Habilitantka zastosowała w tym celu nowe podejście cradle-to-cradle (C2C) prowadzące do utrzymania produkcji fosforu na obecnym poziomie i przeciwdziałania jego wyczerpaniu się w przyszłości. Wskazała wyzwania i szanse związane z prowadzeniem produkcji struwitu, aby zaproponować wymogi zrównoważonego zarządzania fosforem (tj. jego odzyskiwania i recyklingu z osadów ściekowych, bez obciążenia w postaci metali ciężkich). Zgromadzone i przeanalizowane dane z dostępnej literatury pozwoliły uzyskać ogólny zarys produkcji struwitu w oparciu o gospodarkę cyrkulacyjną oraz opisać surowiec (osad ściekowy) i poszczególne etapy procesu produkcyjnego nawozu z zastosowaniem najnowszych technologii. Kandydatka wskazała, że przyszłe badania powinny koncentrować się na produkcji certyfikowanych nawozów na bazie popiołów z osadów ściekowych, zgodnych z koncepcją C2C i określenia ich wpływu na różne uprawy rolnicze i ogrodnicze.

Kolejny etap badań, a zarazem realizację ostatniego celu badań Habilitantki stanowiły eksperymenty szklarniowe, mające na celu określenie oddziaływania różnych dawek fosforu z alternatywnych (struwit - Phosgreen) i tradycyjnych (superfosfat potrójny) nawozów na plon i skład chemiczny sałaty masłowej uprawianej na odkwaszonym podłożu torfowym [A4, A5] oraz skład chemiczny podłoża [A5]. Habilitantka założyła, że nawożenie struwitem spowoduje wzrost zawartości fosforu i magnezu zarówno w materiale roślinnym, jak i podłożu, prowadząc do wyższej absorpcji tych pierwiastków przez sałatę. Zgodnie z założeniami, po zastosowaniu nawozów fosforowych – a szczególnie struwitu - notowano tendencję do zwiększenia zawartości oraz pobrania fosforu, magnezu i formy azotanowej azotu (szczególnie po zastosowaniu dawki zwiększonej) i zmniejszenia - wybranych metali ciężkich (Cd i Cu) w liściach sałaty. Przy czym sałata masłowa wytworzyła istotnie większą liczbę liści po zastosowaniu zwiększonych dawek struwitu w stosunku do kontroli. Kandydatka zaobserwowała także zwiększenie pH, zawartości fosforu, azotu i metali ciężkich w podłożu po aplikacji nawozów fosforowych. Zatem, wartość struwitu jako nowego nawozu fosforowego na bazie osadów ściekowych jest obiecująca, zwłaszcza dla roślin o wysokich wymaganiach względem fosforu i magnezu. Nawóz nie stwarza też niebezpieczeństwa wprowadzania metali ciężkich do środowiska i wydaje się być lepszym źródłem fosforu w porównaniu do tradycyjnie stosowanego superfosfatu potrójnego, bowiem dostarcza obok fosforu - magnez, pierwiastek deficytowy w polskich glebach. W kolejnej pracy [A5] dr Jama-Rodzeńska analizowała w doświadczeniu wazonowym wpływ stosowania preparatu Phosgreen na zawartość barwników roślinnych (chlorofilu i karotenoidów), potasu i wapnia u sałaty uprawianej na podłożu torfowym w porównaniu do równoległe aplikowanego superfosfatu. Te nowatorskie badania wykazały istotne różnice w zawartości chlorofilu a i b (oraz ich sumy) pomiędzy obiektami z różnymi dawkami zastosowanych nawozów fosforowych, co może mieć bezpośredni wpływ na plony roślin. Znacznie wyższe zawartości obu postaci chlorofilu oraz witaminy C (szczególnie po zastosowaniu dawek zwiększonych nawozów) obserwowano podczas nawożenia Phosgreenem w porównaniu z tradycyjnym nawożeniem fosforowym. Natomiast zawartość K i Ca w tkankach sałaty nie różniła się w zależności od rodzaju nawozu fosforowego. Kandydatka wykazała również zwiększenie

zawartości Mg i Ca oraz zmniejszenie zawartości K i stosunku K:Mg i Ca:Mg w substracie torfowym po aplikacji struwitu (szczególnie w dawkach zwiększonych).

W kolejnym opracowaniu, będącym dalszą realizacją czwartego celu badawczego, przedstawionym do oceny jako składowa osiągnięcia [A6], Kandydatka przeprowadziła analizy nad wpływem stosowania powierzchniowego i dokorzeniowego struwitu (Crystal Green) na oznaczaną różnymi metodami (Egnera-Riehma, Mehlich 3 i Yanai) zawartość makroelementów w podłożu pod uprawą soi. Przy czym dokorzeniowe stosowanie nawozów fosforowych okazało się być bardziej efektywne. Kandydatka wykazała jednoznaczne zwiększenie zawartości Mg w podłożu po zastosowaniu struwitu w stosunku do superfosfatu. Natomiast zastosowane trzy różne metody ekstrakcji wykazywały zróżnicowaną zawartość fosforu w materiale glebowym. Kandydatka stwierdziła dodatnią korelację pomiędzy zawartością Mg i K w podłożu oznaczoną metodami Mehlicha 3 i Yanai, co może sugerować wprowadzenie metody Yanai jako standardowej do analizy chemicznej gleby. Nie stwierdzono takiej korelacji w przypadku fosforu, którego zawartość jest trudna do ustalenia ze względu na szereg czynników wpływających na jego dostępność. W tym miejscu zgłaszam swoją wątpliwość odnośnie używania określenia gleba w stosunku do podłoża na jakim wzrastały rośliny soi w wazonach. Wg Systematyki Gleb Polski (2019) gleba jest definiowana jako powierzchniowa część litosfery lub trwale powiązane z litosferą (za pośrednictwem budynków lub budowli) nagromadzenie części mineralnych i organicznych, pochodzących z wietrzenia lub akumulacji, naturalnej lub antropogenicznej, ulegające przeobrażeniu przy udziale czynników glebotwórczych oraz mające zdolność zaopatrywania organizmów żywych w wodę i składniki pokarmowe. PTG wyraźnie wskazuje, że określenie to nie może być stosowane do materiałów mineralnych i organicznych zakumulowanych na lub w ruchomych przedmiotach użytkowych, na przykład w doniczkach.

Zatem były to wszechstronne badania mające zarówno aspekt poznawczy, jak i praktyczny, bowiem ich efekty można, po dokładnym przebadaniu w warunkach polowych, bezpośrednio wdrożyć w praktyce. Aspekt poznawczy badań dotyczył głównie określenia wpływu nowatorskich nawozów fosforowych na bazie osadów ściekowych na gromadzenie makro- i mikroelementów oraz barwników roślinnych i witamin biomasy roślin oraz w podłożu. Jako recenzent muszę jednak zasugerować, że przedstawienie celów szczegółowych przez Kandydatkę było trafne, choć nie do końca korespondowało z opisanymi w dalszej części autoreferatu wynikami. Brakowało także właściwego przyporządkowania przez Kandydatkę artykułów naukowych kolejnym szczegółowym celom badawczym. Dodatkowym mankamentem przedstawionego osiągnięcia naukowego i pozostałego dorobku są wykorzystywane nieprecyzyjne, często potoczne sformułowania w przygotowanym autoreferacie i omówieniu pozostałego dorobku m.in. : „najwięcej fosforu stwierdzono w klonie...”, „system ten jest zbudowany z mniejszych elementów tzw. systemu”, „rośliny nawożone struwitem także mogą mieć niższe stężenie metali...”, „jest jednoroczną, wysokopenną rośliną zaliczaną do rodziny ..., stanowiącą drobną rośliną oleistą na mniej żyznych glebach”.

Najważniejsze osiągnięcia dr Anny Jamy-Rodzeńskiej uzyskane w wyniku realizacji badań zawartych w publikacjach przedstawionych do oceny jako osiągnięcie naukowe to:

- udokumentowanie, że osady ściekowe są bogatym źródłem makroelementów (P, N i Ca), co bezpośrednio wpływa na gromadzenie makropierwiastków i plony biomasy roślin energetycznych na nich uprawianych,

- udowodnienie, że odzysk pierwiastków z osadów ściekowych umożliwia nie tylko wykorzystanie cennych biogenów, ale także zapobiec może przyszłym niedoborom fosforu w rolnictwie czy też eutrofizacji. Co więcej, produkt odzysku fosforu dorównuje bądź przewyższa swoją wartością tradycyjne nawozy fosforowe pod względem plonowania oraz składu fitochemicznego roślin,

- wykazanie, że produkcja substytutu nawozów fosforowych (struwitu) na bazie odpadów w postaci osadów ściekowych wpisuje się w koncepcję gospodarki o obiegu zamkniętym a sam nawóz jest bezpieczny podczas stosowania ze względu na istotnie obniżoną zawartość metali ciężkich,

- wskazanie, że struwit wpływa pozytywnie na plony roślin ogrodniczych oraz na pobieranie istotnych dla zdrowia ludzi składników mineralnych, barwników oraz witamin,

- wykazanie, że aplikacja struwitu w porównaniu z tradycyjnie stosowanym superfosfatem wpłynęła na zwiększone gromadzenie fosforu oraz chlorofilu a i b, co wiązało się prawdopodobnie z obecnością w nim magnezu i jego synergistycznym wpływem na pobranie tego pierwiastka/lub obecność w cząsteczce barwników fotosyntetycznych,

- wykazanie, że skuteczność stosowania struwitu zależy od właściwości podłoża. Podłoże na którym stosowano struwit, w porównaniu z tradycyjnym superfosfatem, charakteryzowało się mniejszą zawartością fosforu i potasu oraz statystycznie wyższą zawartością magnezu, co niezwykle ważne w kontekście występowania w naszym kraju gleb ubogich w ten pierwiastek,

- udowodnienie celowości dalszych badań nad recyklingiem fosforu z osadów ściekowych.

W podsumowaniu stwierdzam, że mimo pewnych niedociągnięć, przedstawiony do oceny monotematyczny cykl 6-iu oryginalnych prac twórczych pt. „Wykorzystanie fosforu z osadów ściekowych w nawożeniu roślin rolniczych i ogrodniczych” spełnia kryteria stawiane wymaganiom związanym z uznaniem wyników za osiągnięcie naukowe, w tym:

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

Charakterystyka istotnej aktywności naukowej realizowanej w więcej niż jednej uczelni, instytucji naukowej lub instytucji kultury, w szczególności zagranicznej oraz ocena pozostałych osiągnięć naukowo – badawczych oraz dorobku dydaktycznego i popularyzatorskiego Habilitantki (zgodnie z art. 219 ust. 1 p. 3 Ustawy Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce z dnia 20 lipca 2018r. (Dz. U. z 2023 r. poz. 742.)

Habilitantka podaje, że prowadzi współpracę z Uniwersytetem w Zagrzebiu (Chorwacja), Uniwersytetem w IOWA (USA), Uniwersytetem w Aberystwyth (Wielka Brytania), University of South Bohemia, České Budějovice i Uniwersytetem w Nowym Sadzie (Serbia), czego wynikiem jest 7 wspólnych publikacji naukowych. W przedłożonej dokumentacji zamieszcza informację nt. odbytych staży naukowych lub dydaktycznych. Były to: odpowiednio: 2-miesięczny i 6-miesięczny pobyt w ramach programu Erasmus na Uniwersytecie Justus Liebig w Giessen w Niemczech w 2009 i 2010r., 7 i 6-dniowy pobyt w ramach programu Ceppus na Uniwersytecie w Nowym Sadzie (Serbia) i Uniwersytecie w Zagrzebiu (Chorwacja) w 2022r. a także 12-dniowy pobyt w Uniwersytecie w Brnie (Czechy) w 2009r. Kandydatka podaje, że prowadzi współpracę naukową z firmą Saatbau ze Środy Wielkopolskiej, Ostara Nutrient Technologies, Krevox, Green Road Polska Prusice, Agrolok, Stacją Doświadczalną Oceny Odmian (Zybiszów), Ośrodkiem Hodowli Zarodowej w Przerzeczyn Zdrój (Gilów) oraz Małopolską Hodowlą Odmian (Kobierzyce). W ramach współpracy z firmą Schoumacher (Krępiec, k. Wrocławia) złożono wspólny projekt do NCBR

(Prace B+R nad opracowaniem innowacyjnego systemu sadzenia roślin opartego o proekologiczne tekturowe doniczki zawierające dedykowany nawóz (MODUŁ B+R) wraz ze zautomatyzowaną i ucyfrowioną technologią jego produkcji zasilaną OZE (MODUŁ ZAZIELENIE), w ramach konkursu Ścieżka SMART nabór FENG.01.01-IP.01-002/23).

Ocena formalna

Według informacji podanych w załączonych materiałach (Zał. 4, str. 3, Zał. 7 Nota bibliometryczna) dr Anna Jama-Rodzeńska podaje, że w okresie przed doktoratem opublikowała cztery oryginalne prace twórcze, 3 doniesienia konferencyjne, 1 artykuł popularno-naukowy i wygłosiła 2 referaty podczas konferencji naukowych. Natomiast w latach 2012–2023, a więc po doktoracie - 30 oryginalnych publikacji naukowych (łącznie z osiągnięciem naukowym) oraz 19 doniesień konferencyjnych i 12 artykułów popularno-naukowych, 1 redakcję monografii i 3 rozdziały w monografii. Spośród 30. oryginalnych współautorskich publikacji w siedemnastu (56%) figuruje na pierwszym miejscu jako pomysłodawca i realizatorka badań, opracowująca zebrane materiały do druku. Większość prac została opublikowana w języku angielskim, co rozszerza ich zasięg o zagranicznych odbiorców. Ważnym elementem oceny formalnej dorobku naukowego dr Anny Jama-Rodzeńskiej jest struktura Jej publikacji. Habilitantka publikowała swoje oryginalne prace twórcze (20) w 8 czasopismach naukowych z tzw. listy filadelfijskiej, mających impact factor (IF): *Ecological Engineering*, *PLoS ONE*, *Agriculture*, *Scientific Reports*, *Minerals*, *Journal of Environmental Management*, *Agronomy*, *Agricultural Water Management*.

Ocena merytoryczna

Dorobek dr Jama-Rodzeńskiej jest wyraźnie wyprofilowany i skupiony wokół kilku zagadnień związanych z badaniem roślin energetycznych i bobowatych, odpornych na zmiany klimatyczne a także stosowaniem nawadniania i nawozów alternatywnych. Podejmowana przez Nią tematyka badawcza mieści się w nurcie najnowocześniejszych, najbardziej obejmujących dla roślin uprawnych zagadnień, mających znaczenie poznawcze, jak i aplikacyjne.

Od początku kariery w nurcie zainteresowań Kandydatki znajdują się problemy uprawy wierzby energetycznej na osadzie ściekowym. Habilitantka stara się zbadać właściwości fitoremediacyjne tej rośliny oraz możliwości wykorzystania zrębków wierzbowych do produkcji kompostu (w tym określenie ich właściwości allelopatycznych). Udowodniła, że wierzba może być uprawiana na glebach zanieczyszczonych metalami ciężkimi, ma bowiem duże zdolności fitoremediacyjne (pobiera i gromadzi m.in. Zn i Cd w swojej biomase). Wskazała też, że niektóre klony wierzby uprawiane w krótkiej rotacji (np. 1001, 1054) mogą pobierać więcej metali ciężkich niż inne, i dlatego mogą być rekomendowane do ekstrakcji zanieczyszczonych gleb lub oczyszczania osadów ściekowych z nadmiaru metali ciężkich. Badając skład chemiczny roślin wykazała, że największe ilości metali ciężkich wierzba gromadzi w liściach, następnie w korze, a najmniej w drewnie, szczególnie po zastosowaniu zwiększonych dawek osadów ściekowych. Zajmowała się również badaniem kompostu otrzymywanego ze zrębków wierzbowych, które mogłyby zastąpić powszechnie stosowany w ogrodnictwie torf. Udowodniła, że dodatek azotu wzmocnił przebieg kompostownia, ale zbyt wysoka jego zawartość w początkowym okresie ograniczała rozwój siewek gorczycy, pozostając bez takiego negatywnego wpływu w okresie późniejszym. Warto podkreślić, że kompost w ten sposób otrzymany spełniał wymagania jakościowe. Omawianemu zagadnieniu Kandydatka poświęciła 9 prac recenzowanych i 3 doniesienia konferencyjne.

Ważne miejsce w badaniach Habilitantki zajmują te związane z uprawą i wykorzystaniem biomasy miskanta olbrzymiego do celów energetycznych. Badala w nich

m.in. wpływ nawożenia azotem i termin zbioru na jakość pozyskiwanej biomasy. Wykazała, że na zawartość pierwiastków w biomase istotny wpływ mają cechy genetyczne, modyfikowane m.in. przez warunki środowiskowe, właściwości gleby, warunki pogodowe, a także zabiegi agrotechniczne (nawożenie). Sformułowała zalecenia dotyczące konieczności aplikacji jak najmniejszej dawki nawożenia azotowego oraz opóźnienia terminu zbioru do okresu wiosennego, co pozwolić może na remobilizację składników odżywczych a także poprawę jakości pozyskanej biomasy. Udowodniła też, że zawartość popiołu w kłęczach i części nadziemnej zależała od nawożenia azotem, natomiast zawartość K, Ca i S nie zależała od tego czynnika. Zawartość potasu i siarki były najwyższe na początku okresu wegetacyjnego i wyraźnie malała w miarę upływu czasu, natomiast nie obserwowano takiego wpływu w przypadku mikroelementów. Największą zawartość mikroelementów w częściach nadziemnych miskanta stwierdzono w trzecim (Mn, Zn, i Cu) oraz w pierwszym roku badań (Fe). Większość metali ciężkich była akumulowana w częściach nadziemnych, głównie w łodygach w następującej kolejności: Fe > Mn > Zn > Cu. Tej problematyce Habilitantka poświęciła 4 prace recenzowane.

Niezmiernie istotnym kierunkiem eksploracji Habilitantki były te poświęcone badaniom z zakresu agrotechniki roślin bobowatych, ważnych komponentów w strukturze zasiewów w naszym kraju. Habilitantka wykazała, że termin siewu jest ważnym zabiegiem agrotechnicznym, wpływającym bezpośrednio na plonowanie soi w południowo-zachodniej Polsce. Największy plon nasion otrzymała stosując najwcześniejszy termin siewu oraz opóźniony o 10 dni, natomiast 20-dniowe opóźnienie wysiewu nasion wiązało się z istotną obniżką plonowania soi. Stąd Kandydatka wskazała, że na Dolnym Śląsku zaleca się siew soi w drugim-trzecim tygodniu kwietnia i na początku maja, zaś odmianą wysoko plonującą okazała się Lissabon. W przypadku bobiku ważna jest gęstość i głębokość siewu nasion. Habilitantka wskazała, że odmiana o niezdeteminowanym typie wzrostu - Bobas charakteryzowała się dłuższym okresem wegetacji, wyższymi łodygami i plonem nasion i może być zalecana do uprawy w warunkach południowo-zachodniej Polski. Bobik wysiewany wcześniej, w niższej temperaturze gleby i powietrza, wytwarzał wyższe plony nasion przy siewie płytkim (5 cm), zaś głębszy wysiew nasion sprawdzał się w przypadku opóźnionego terminu zakładania plantacji. Natomiast ze względu na wysokie koszty materiału siewnego bobiku, zaleca się wysiew 60 nasion na 1 m² powierzchni. Gromadzenie składników pokarmowych zależało od cech odmianowych, oraz od gęstości siewu nasion. Odmiana Bobas akumulowała więcej N i Ca, a Mg w nasionach i słomie niż odmiana Granit o zdeteminowanym tempie wzrostu. Natomiast gromadzenie N jest ściśle związane z akumulacją białka, stąd odmiana Bobas jest polecana do uprawy w warunkach klimatycznych południowo-zachodniej Polski. Wyższe gęstości siewu przyczyniały się na ogół do większej akumulacji N, P, K, Ca i Mg w nasionach i słomie, co miało bezpośredni związek z większym plonem nasion i słomy. Badania Habilitantki potwierdziły, że rośliny bobowate grubonasienne są wrażliwe na zmienne warunki termiczne i wilgotnościowe, a plonowanie i skład chemiczny nasion oraz słomy są silnie uzależnione od przebiegu warunków pogodowych. Wyniki tych badań były podstawą publikacji kolejnych 4 prac naukowych i 6 doniesień konferencyjnych.

Kolejnym kierunkiem badań Habilitantki były studia związane z uprawą roślin rolniczych odpornych na zmiany klimatu (olejarki abisyńskiej, komosy ryzowej i sorga). *Guizotia abyssinica* jest jednoroczną rośliną oleistą lub pastewną o niskim zapotrzebowaniu na wodę. Habilitantka udowodniła, że roślina ta może być z powodzeniem uprawiana w warunkach Polski. Wartość jej zielonki zmienia się w czasie wegetacji, co jest związane z różnym stopniem dojrzałości roślin. Zebrana w końcowej fazie wzrostu charakteryzuje się wysoką zawartością suchej masy, włókna i węglowodanów przy niskiej zawartości białka i tłuszczu. Wraz ze wzrostem procentowej zawartości włókna w biomase, jego strawność

maleje. Średnia wartość energii brutto dla zielonki o koncentracji około 20-21 MJ kg⁻¹ może kwalifikować ją jako paszę dla przeżuwaczy lub do produkcji kiszonki. Kandydatka wskazała, że w polskich warunkach najkorzystniejszym terminem zbioru zielonki jest 90-ty dzień po wysiewie (32,5-36,9 t·ha⁻¹ świeżej masy (tj. ok. 7-8,7 t·ha⁻¹ s.m). Kolejną przebadaną rośliną była komosa ryżowa, roślina o szerokich możliwościach adaptacyjnych, przydatna do uprawy na glebach zasolonych i obszarach suchych. W warunkach polskich jej okres wegetacji trwa od końca maja do początku lipca i od końca sierpnia do początku października. W letnim terminie siewu może być zbierana wcześniej, bo już po 3-4 tygodniach od siewu, ale we wczesnych fazach rozwoju, gdy jest zbierana po 23-47 dniach, uzyskuje się niewielkie plony słabo ulistnionych łodyg, akumulujących zwiększone ilości N-NO₃, P i K, dlatego zaleca się jej zbiór po 36-62 dniach od wysiewu. Kandydatka udowodniła, że jej liście mogą być używane do biofortyfikacji produktów spożywczych. Inną rośliną odporną na zmiany klimatyczne przebadaną przez dr Jama-Rodzeńską było sorgo. Habilitantka udowodniła, że w jego uprawie zalecane może być nawożenie 0,4% roztworem nawozu wieloskładnikowego YaraRega. Z tego zakresu opublikowała 3 prace recenzowane i 2 doniesienia konferencyjne.

W dorobku naukowym dr Jama-Rodzeńskiej widoczne są badania nad wpływem alternatywnych nawozów (fosforowych, popiołu z biomasy roślin) na plon i jakość wybranych gatunków roślin. Stwierdzono w nich m.in., że masa rozety, jak również liczba liści sałaty i szerokość rozety sałaty a także pobrania fosforu przez rośliny było porównywalne z wynikami uzyskanymi przy nawożeniu superfosfatem. Zastosowanie struwitu (Phosgreen) nie zwiększyło zawartości P i Mg ani metali ciężkich w odkwaszonym torfie i podłożu na bazie gleby mineralnej. Wyniki omawianych badań Habilitantka zamieściła w 5 artykułach i 6 doniesieniach konferencyjnych.

Kolejne eksploracje dotyczyły problematyki gospodarowania wodą i wpływu nawadniania na plonowanie roślin rolniczych i ogrodniczych. Habilitantka udowodniła, że najbardziej efektywną metodą uprawy ziemniaka jest utrzymanie wilgotności gleby na niższym poziomie, niewskazane jest zaś utrzymywanie nadmiaru wody przez cały okres wegetacji roślin. Największą wodochłonność dla odmiany Denar oraz Julinka stwierdzono przy najniższym poziomie wilgotności. Zatem utrzymywanie przez cały okres wegetacji wilgotności na stałym poziomie deficytu wody (pF 2,7) zapewnia najbardziej efektywną gospodarkę wodną roślin ziemniaka. Natomiast w przypadku iniekcyjnej aplikacji wody bezpośrednio w pobliże systemu korzeniowego sałaty stwierdzono, że maksymalna intensywność elementarnego pobierania wody przez rośliny wynosiła 0.0006 cm³cm⁻³h⁻¹ (ok. południa i w czasie nawadniania rośliny). Wartości elementarnej intensywności pobierania wody przez korzenie roślin w poszczególnych objętościach gleby były bardzo zróżnicowane. Najbliżej dyszy iniektora nawadniającego wynosiła ona 0.008 cm³cm⁻³h⁻¹, 5 cm dalej - tylko 0.003 cm³cm⁻³h⁻¹, przy czym wartości dobowe obliczone dla dawki iniekcyjnej 100 cm³ były w tych samych punktach niższe niż dla dawki 200 cm³. Przedstawiona metoda pozwala na uzyskanie informacji o zmienności przestrzennej i dynamice elementarnej intensywności pobierania wody przez korzenie, co jest niezbędne do precyzyjnego określenia miejsca i dawki iniekcji z dyszy wysokociśnieniowego iniektora nawadniającego. Z tego zakresu opublikowała 3 prace recenzowane i 2 doniesienia konferencyjne.

Podsumowując należy stwierdzić, że szeroki, choć wyprofilowany zakres tematyczny prowadzonych przez Habilitantkę badań, doświadczenie analityczne oraz opanowanie warsztatu badawczego upoważnia do stwierdzenia, że można ją uznać za eksperta z zakresu problematyki nawożenia produktami na bazie osadów ściekowych, uprawy roślin bobowatych i energetycznych oraz odpornych na zmiany klimatyczne.

Wartość punktowa całego dorobku publikacyjnego Habilitantki obejmującego 70 pozycji, liczona zgodnie z obowiązującą punktacją MNiSW w roku wydania poszczególnych publikacji i potwierdzona przez Bibliotekę Główną UP we Wrocławiu, wynosi 2363 pkt, zaś

sumaryczny IF publikacji z listy JCR = 79,612, również liczba cytowani w bazie Web of Science bez autocytowań (62) i wskaźnik Hirscha (5) są wysokie, co wskazuje na prawidłowy rozwój zawodowy i naukowy Habilitantki.

Przy czym w niewielkiej części są to prace samodzielne (stanowią 20% całości przedstawionego do oceny dorobku twórczego), lub takie, w których figuruje Ona na pierwszych miejscach w zespole autorów (stanowią one dalsze 38%). Świadczy to z jednej strony o opanowanych do perfekcji umiejętnościach zespołowej pracy twórczej, z drugiej zaś o ograniczonym udziale w redagowaniu tych opracowań. Sytuację tą usprawiedliwia charakter realizowanych badań naukowych wymagających np. zastosowania urządzeń niedostępnych w macierzystej jednostce.

Kandydatka podaje, że jest współautorką rozwiązania technologicznego „Mobilny system iniekcyjnego, precyzyjnego nawadniania i nawożenia zaspokajający indywidualne potrzeby rośliny” opracowanego w ramach programu BIOSTRATEG3/2017. Była również głównym wykonawcą w grantie promotorskim (2009), kierownikiem grantu w ramach Programu Operacyjnego Kapitał Ludzki Urzędu Marszałkowskiego Województwa Dolnośląskiego (2008-2010) - „GRANT – wsparcie prac badawczych poprzez stypendia naukowe dla doktorantów” oraz projektu wewnętrznego UP we Wrocławiu - Młodzi Naukowcy po Doktoracie (Innowacyjny Naukowiec). W ubiegłym roku realizowała projekt finansowany przez NCN MINIATURA-6 nt. „Kompleksowa ocena właściwości struwitu wytworzonego z osadów ściekowych jako źródła fosforu w rolnictwie”.

Na podstawie przedstawionych dokonań badawczych należy stwierdzić, że dr Anna Jama-Rodzeńska jest pracownikiem naukowym o ukształtowanych zainteresowaniach badawczych, a jej dorobek wykazuje istotną aktywność naukową.

Habilitantka była członkiem komitetu organizacyjnego Konferencji naukowej "Rośliny bobowate w rolnictwie zrównoważonym" i Redakcji Naukowej monografii (7-10.09.2022, Wrocław) a także uczestnictwo w szkole letniej Spinaker działającej przy UP we Wrocławiu (2022, 2023). Prowadzi także wykłady i ćwiczenia dla studentów na kierunku Rolnictwo, Ochrona Środowiska, Medycyna Roślin, Agrobiznes, Biotechnologia Stosowana Roślin, Ogrodnictwo, Zarządzanie i Produkcja z zakresu jakości surowców i płodów rolnych, diagnozowania stanu roślin uprawnych, szczegółowej uprawy roślin, integrowanej produkcja roślin, technologii produkcji roślinnej. Prowadzi także zajęcia w języku angielskim dla studentów programu Erasmus. Była także współopiekunką studenckiego koła naukowego „Koniczynka” w latach 2008-2011. Popularyzując naukę wygłosiła także szereg wykładów i referatów na konferencjach. Bierze czynny udział w Festiwalu Nauki, organizacji Święta Przyrodników czy też Szkoły Letniej SPINAKER. Jest ponadto opiekunem naukowym 5 prac inżynierskich i 2 magisterskich, wykonała także kilka recenzji prac dyplomowych realizowanych w macierzystej jednostce. Dodatkowo jest promotorem pomocniczym pracy doktorskiej powstającej w UP we Wrocławiu. Na podkreślenie zasługuje Jej współpraca z czasopismami popularyzującymi naukę jak np. Ekonatura czy Poradnik Gospodarski.

Habilitantka jest członkiem Komisji Nauk Rolniczych Oddziału PAN we Wrocławiu na lata 2023-2026, od 2022r. członkiem Stowarzyszenia Polska Soja-Uprawa Soja oraz członkiem Wiodących Zespołów badawczych Bioróżnorodność i zrównoważony rozwój w rolnictwie i ogrodnictwie (BioDivRo) na UP we Wrocławiu. Pełni także funkcję sekretarza Polskiego Towarzystwa Agronomicznego (oddział we Wrocławiu)

• Habilitantka uczestniczyła w 9 krajowych konferencjach naukowych oraz w 2 sympozjach i kongresach międzynarodowych (m.in. w Austrii) prezentując podczas nich 14 streszczeń posterów oraz wygłaszając 4 referaty.

5. Wniosek końcowy

W podsumowaniu oceny dorobku naukowego, w tym wyodrębnionego osiągnięcia naukowego w formie monotematycznego cyklu 6-iu publikacji oraz pozostałych osiągnięć w tym dydaktycznych i organizacyjnych dr Anny Jama-Rodzeńskiej stwierdzam, że:

- Posiada ona wyraźnie wyprofilowany dorobek naukowy, uzyskany głównie po ostatnim awansie naukowym, wystarczający do uzyskania stopnia naukowego doktora habilitowanego. Jej badania wniosły do literatury znaczący wkład w rozwój nauk rolniczych w zakresie dyscypliny rolnictwo i ogrodnictwo.
- Wyniki badań przedstawione w postaci cyklu 6-iu monotematycznych publikacji (w ramach tzw. osiągnięcia naukowego) cechuje wysoka wartość poznawcza, mająca przełożenie praktyczne.
- Pozostały dorobek publikacyjny wnosi cenne wartości poznawcze i praktyczne w zakresie szeroko rozumianej problematyki agrotechniki roślin energetycznych i bobowatych, odpornych na zmiany klimatyczne a także stosowaniem nawadniania i nawozów alternatywnych. Pod tym względem wykazuje wysoką aktywność naukową.
- Posiada także znaczący dorobek w działalności popularyzatorskiej, dydaktycznej i organizacyjnej. Jest więc doświadczonym, w pełni samodzielnym pracownikiem naukowym.

W związku z powyższym Habilitantka spełnia wszystkie warunki określone w art. 219 ust. 1 p. 2 i 3 i ust. 2 Ustawy Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce z dnia 20 lipca 2018r. (Dz. U. z 2023 r. poz. 742). Przedłożone do oceny osiągnięcia naukowe, pozostały opublikowany dorobek naukowy oraz działalność dydaktyczna, popularyzatorska i organizacyjna dr Anny Jama-Rodzeńskiej stanowią podstawę do ubiegania się o stopień naukowy doktora habilitowanego w dyscyplinie rolnictwo i ogrodnictwo.

Lublin, 19.12.2023 r.

Prof. dr hab. Barbara Kołodziej