

Warszawa, 28 lutego 2023 r.

Dr hab. inż. Dariusz Ryszard Sochacki
Samodzielny Zakład Roślin Ozdobnych
Instytut Nauk Ogrodniczych
Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie

Wpłynęło dnia:

01. 03. 2023

Dziekanat Wydziału
Biotechnologii i Ogrodnictwa URK

Recenzja

osiągnięcia naukowego oraz dorobku i aktywności naukowej dr inż. Barbary Tokarz, prof. URK w związku z postępowaniem o nadanie stopnia doktora habilitowanego w dziedzinie nauk rolniczych w dyscyplinie rolnictwo i ogrodnictwo

wykonana na podstawie pisma z dnia 14 grudnia 2022 r. (WBO-D 521-4.21/2022) Przewodniczącego Rady Dyscypliny rolnictwo i ogrodnictwo Uniwersytetu Rolniczego im. Hugona Kołłątaja w Krakowie, w związku z pismem Rady Doskonałości Naukowej (DRKN.Z4.400.47.2022) i uchwałą Rady Dyscypliny rolnictwo i ogrodnictwo (RD-94/2022) o wyznaczeniu mnie na recenzenta w komisji habilitacyjnej w postępowaniu habilitacyjnym dr. inż. Barbary Tokarz.

1. Informacja o karierze zawodowej i naukowej dr. inż. Barbary Tokarz, prof. URK

Dr inż. Barbara Tokarz (*nazwisko panięskie* Piwowarczyk) jest absolwentką Wydziału Ogrodniczego Akademii Rolniczej im. Hugona Kołłątaja w Krakowie (obecnie Uniwersytet Rolniczy im. Hugona Kołłątaja w Krakowie), gdzie w 2006 r. ukończyła studia magisterskie na kierunku ogrodnictwo, w specjalizacji genetyka, hodowla i biotechnologia.

Stopień naukowy doktora nauk rolniczych w zakresie ogrodnictwa uzyskała na Wydziale Ogrodniczym Uniwersytetu Rolniczego im. Hugona Kołłątaja w Krakowie (URK) w 2011 r. Rozprawę doktorską pt. „Techniki *in vitro* w rozmnażaniu lędźwianu siewnego (*Lathyrus sativus* L.)” przygotowała pod kierunkiem prof. dr hab. Anny Pindel, a recenzentami pracy byli prof. dr hab. Adela Adamus i prof. dr hab. Franciszek Dubert. Dodatkowo Habilitantka uzyskała w 2012 r. dyplom Studium Pedagogicznego dla nauczycieli akademickich na Politechnice Krakowskiej im. Tadeusza Kościuszki w Krakowie. W latach 2011-2013 Habilitantka była asystentem w Katedrze Botaniki i Fizjologii Roślin na Wydziale Ogrodniczym URK, a w latach 2013-2020 adiunktem w Zakładzie Botaniki i Fizjologii Roślin, a potem Katedrze Botaniki, Fizjologii i Ochrony Roślin URK. Od października 2020 r. zatrudniona jest w tej samej Katedrze na stanowisku profesora URK.

2. Ocena osiągnięcia naukowego

Stwierdzam, że osiągnięcia naukowe przedstawione do oceny stanowią cykl 4 powiązanych tematycznie recenzowanych publikacji naukowych pod wspólnym tytułem „Potencjalne mechanizmy odpowiedzi lędźwianu siewnego (*Lathyrus sativus*

L.) na stres suszy i zasolenia". Prace, składające się na osiągnięcie naukowe, opublikowane przed 2019 r. zamieszczone zostały w czasopismach znajdujących się na listach ujętych w części A wykazów czasopism naukowych Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego, a praca opublikowana w 2020 r. znajduje się w czasopiśmie ujętym w wykazie sporządzonym przez Ministra Edukacji i Nauki zgodnie z przepisami wydanymi na podstawie art. 267 ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce. Wszystkie zostały opublikowane w czasopismach z bazy Journal Citation Reports (JCR).

Łączna wartość prac dokumentujących osiągnięcie naukowe zgodnie z rokiem publikacji wynosi 170 punktów MNiSW/MEiN. Sumaryczny Impact Factor (IF) ww. publikacji zgodnie z rokiem opublikowania wynosi 7,221. W każdej z tych publikacji Habilitantka jest pierwszym autorem i autorem korespondencyjnym. Wkład dr. inż. Barbary Tokarz w przygotowanie prac wykazanych jako osiągnięcie naukowe jest wiodący, co potwierdzają oświadczenia Habilitantki, jak i współautorów publikacji.

Obiektem badań przedstawionych przez Habilitantkę jako osiągnięcie naukowe jest łądzwian siewny (*Lathyrus sativus* L.), mało znana w Polsce, ale ważna strączkowa roślina uprawna z rodziny bobowatych (*Fabaceae*). W Europie była jednym z pierwszych udomowionych gatunków uprawnych, już ok. 6 tys. lat p.n.e. Jest ceniona ze względu na wysoką zawartość białka w nasionach (20-30%) oraz związków bioaktywnych, a dodatkowo wyróżnia się dużą tolerancją na suszę i zasolenie oraz wysokim plonowaniem w takich warunkach. Może być uprawiana w rejonach, gdzie suma rocznych opadów nie przekracza 250 mm. Nasiona łądzwianu mogą być tanim substytutem mięsa. Oprócz niewątpliwych zalet, łądzwian zawiera jedną z form kwasu dwuaminopropionowego (β -ODAP) o charakterze neurotoksyny szkodliwej dla ludzi i zwierząt. W krajach biedniejszych, gdzie łądzwian stanowi podstawę diety miejscowej ludności, wywołuje niestety epidemie latyryzmu (neurolatyryzmu) – poważnej choroby układu nerwowego. Spożywany jednak jako dodatek nie powoduje zmian chorobowych, o czym świadczy stan zdrowia mieszkańców Podlasia, którzy od wieków spożywają łądzwian w różnej postaci. Polskie formy lokalne łądzwianu oraz dwie polskie zarejestrowane odmiany 'Derek' i 'Krab' mają ten wskaźnik, odpowiednio na poziomie 0,095% i 0,015%, a za nieszkodliwą dla zdrowia uznaje się zawartość β -ODAP na poziomie poniżej 0,2%.

Z powyższych względów – a dodatkowo z powodu wzrastającego deficytu wody w Polsce i w świecie, a także narastającego problemu degradacji gleb i ich zasolenia - wybór tego gatunku do badań należy uznać za w pełni uzasadniony. Zakres badań składających się na osiągnięcie naukowe również znajduje pełne uzasadnienie, gdyż *L. sativus* – jako przedstawiciel grupy roślin strączkowych – może pozwolić na odkrycie specyficznych mechanizmów zaangażowanych w odporność lub tolerancję na stresy abiotyczne w rodzinie botanicznej bobowatych.

Nadrzędny cel badawczy został określony jako opisanie potencjalnych mechanizmów, na poziomie fizjologicznym i biochemicznym, prowadzących do aklimatyzacji roślin łądzwianu siewnego w warunkach suszy i zasolenia. W przedstawionym do oceny osiągnięciu, szerokie pojęcie suszy zostało zawężone do suszy fizjologicznej. Badania prowadzono na zróżnicowanym materiale genetycznym rodzaju *Lathyrus* oraz gatunku *Lathyrus sativus*, w warunkach indukowanych stresów w kulturach *in vitro*, celem wyeliminowania innych niekorzystnych czynników.

W szczegółach powyższy cel badawczy został podzielony na cztery etapy, reprezentowane poprzez cztery kolejne publikacje składające się na osiągnięcie naukowe. Wyniki uzyskane w poszczególnych etapach pozwalały kolejno na wybór i ograniczenie liczby genotypów, na których prowadzono eksperymenty. W pierwszym etapie badania (Piwowarczyk i in. 2014) obejmowały trzy gatunki rodzaju *Lathyrus* (*L. sativus*, *L. cicera*, *L. tingitanus*), w tym 6 genotypów łądzianu siewnego (dwie polskie odmiany i dwie polskie linie hodowlane oraz 2 linie pochodzące z Niemiec) i pozwoliły na wyselekcjonowanie obiektów o zwiększonej tolerancji na stres suszy (osmotyczny). W drugim etapie (Piwowarczyk i in. 2016) przebadano odpowiedź polskich odmian i linii hodowlanych na stres zasolenia. W kolejnym etapie (Piwowarczyk i in. 2017), badano przebieg aklimatyzacji siewek polskich odmian łądzianu do stresu osmotycznego (suszy). W ostatnim, czwartym etapie (Tokarz i in. 2020), porównano strategię aklimatyzacji polskiej odmiany 'Krab' do stresu osmotycznego (suszy) oraz chemicznego (zasolenia).

Eksperymenty pierwszego etapu (Piwowarczyk i in. 2014) określiły wpływ stresu osmotycznego indukowanego glikolem polietylenowym (PEG-6000) na zdolności regeneracyjne pędów uzyskanych z nasion wyłożonych *in vitro* na pożywkę MS z witaminami B5 na wybrane parametry morfologiczne, fizjologiczne i biochemiczne ośmiu genotypów rodzaju *Lathyrus*. W tych badaniach wykazano m.in. negatywny wpływ stresora na szybkość namnażania pędów i zwiększenie suchej masy zregenerowanych pędów oraz wzrost akumulacji proliny w pędach w warunkach stresu osmotycznego. Analiza zawartości barwników fotosyntetycznych w zależności od stresora wskazała na ich istotną zależność od genotypu rośliny, w tym wykazała spadek całkowitej zawartości chlorofilu tylko dla dwóch genotypów, a wzrost zawartości karotenoidów tylko u jednego genotypu. Wyniki pierwszego etapu badań wskazały na prawdopodobny związek reakcji stresowych roślin na suszę wywoływaną przez PEG ze wzrostem suchej masy i zawartością proliny. Jakkolwiek nie wskazały jednoznacznie, który z genotypów rodzaju *Lathyrus* jest najbardziej odporny na stres osmotyczny, to wskazały na polskie odmiany i linie hodowlane *Lathyrus sativus*, jako ciekawe obiekty do dalszych badań.

Jakkolwiek w dalszych badaniach Habilitantka skupiła się na ocenie polskich genotypów, a w ostatnim etapie badania przeprowadziła wyłącznie na jednej polskiej odmianie 'Krab', to uznać należy za cenne, że w pierwszym etapie badań i ocenie poddała polskie i zagraniczne genotypy, w tym inne gatunki rodzaju *Lathyrus*.

W drugim etapie badań (Piwowarczyk i in. 2016) odpowiedź polskich genotypów na stres zasolenia indukowany przez dodatek NaCl oceniano na podstawie odsetka skielkowanych nasion (rozumianego jako pojawienie się korzonka zarodkowego) oraz pojawienia się pędu, długości oraz zawartości suchej masy pędów i korzeni, a także integralności błon komórkowych badanej metodą wycieku elektrolitów. W tych badaniach zanotowano spadek procentu kiełkowania nasion do poziomu 78-87,5% w warunkach najsilniejszego zasolenia u $\frac{3}{4}$ badanych genotypów oraz spadek procentu pojawiania się pędów u wszystkich czterech badanych genotypów. Warto jednak podkreślić, że w odniesieniu do ostatniego parametru, najlepiej ze stresem poradziła sobie odmiana 'Krab', której 60% nasion wytworzyło pędy, podczas gdy nasiona pozostałych genotypów na poziomie poniżej 40%. Pędy i korzenie siewek były też istotnie krótsze w warunkach stresu zasolenia w porównaniu do warunków kontrolnych. Wraz ze wzrostem zasolenia pożywek następował wzrost uszkodzenia błon plazmatycznych i wzrost wycieku elektrolitów, przy czym wyciek był

większy w pędach niż w korzeniach. Wyniki uzyskane na tym etapie badań wskazują na to, że mechanizm tolerancji na stres zasolenia wynikał z podwyższonej aktywności systemu antyoksydacyjnego w komórkach korzenia, co objawiało się zwiększoną akumulacją związków fenolowych i aktywnością peroksydazy gwajakolowej (POD). Powyższe przypuszczenia może potwierdzać także niezmieniająca się w warunkach stresowych zawartość barwników fotosyntetycznych.

W etapie trzecim (Piwowarczyk i in. 2017) reakcję siewek lędźwianu siewnego odmian 'Derek' i 'Krab' na stres osmotyczny wywoływany przez PEG dodawany do pożywek *in vitro* oceniano na podstawie długości oraz suchej masy pędów i korzeni oraz – analogicznie jak w etapie drugim – stopnia uszkodzenia błon plazmatycznych, aktywności CAT i POD oraz zawartości barwników fotosyntetycznych, a dodatkowo zawartości związków fenolowych ogółem i antocyjanów. Tylko najwyższe stężenie PEG wpływało na ograniczenie wzrostu pędów obu odmian (o ok. 40%) i korzeni odmiany 'Krab' o ok. 30% i odmiany 'Derek' o ok. 70%. Sucha masa korzeni i pędów zwiększała się wraz ze wzrostem stresu osmotycznego. W przypadku stresu osmotycznego zarówno pędy jak i korzenie siewek obu odmian nie wykazywały zwiększonego wycieku elektrolitów wraz ze wzrostem stężenia PEG. Ciekawe, że w siewkach odmiany 'Krab' zaobserwowano nawet spadek wycieku elektrolitów, co może świadczyć o zdolności do szybkiej odbudowy błon plazmatycznych i może być jednym z kluczowych procesów przystosowania do pojawiającego się stresu. Uzyskane wyniki wskazują, że u obu odmian w odpowiedzi na stres osmotyczny uruchamiane zostają enzymatyczne antyoksydanty (CAT i POD) i osmoprotektanty. Jednak włączenie do oceny badanych odmian antyoksydantów nieenzymatycznych takich jak fenole i antocyjany, okazało się niezwykle cenne. Ta grupa antyoksydantów uruchamiała się bowiem w odpowiedzi na stres osmotyczny w roślinach odmiany 'Krab', czego nie zaobserwowano w roślinach odmiany 'Derek'.

W etapie czwartym (Tokarz i in. 2020) oceniano odpowiedź siewek lędźwianu siewnego 'Krab' na stres osmotyczny i chemiczny (jonowy) generowany tym samym potencjałem osmotycznym pożywki. W tym celu oceniono procent kiełkowania nasion oraz pojawiania się pędu, długość oraz świeżą i suchą masę pędów i korzeni, zawartości kationów Na^+ i K^+ , poziom peroksydacji lipidów (zawartość aldehydu dimalonowego, MDA), zawartość barwników fotosyntetycznych, zawartość cukrów, zawartość proliny, aktywność enzymów antyoksydacyjnych, zawartość związków fenolowych oraz całkowitą zdolność antyoksydacyjną (metodą ferric reducing antioxidant power, FRAP).

Lędźwian siewny 'Krab' charakteryzował się większą tolerancją na zasolenie niż na stres suszy. Mechanizm odpowiedzi lędźwianu na stres zasolenia może być związany przede wszystkim z efektywną dystrybucją jonów Na^+ , które mogą być wykorzystane jako związki osmotycznie czynne, zapewniające odpowiednie uwodnienie komórek i zmniejszające potrzebę nadmiernej produkcji osmoprotektantów, a tym samym nie ograniczające wzrostu i rozwoju siewek. Ponadto rosnąca akumulacja fenoli i nierozpuszczalnych cukrów, a także brak silnych objawów stresu (niska akumulacja MDA), może świadczyć o sekwestracji nadmiaru jonów Na^+ w ścianach komórkowych. Natomiast adaptacja lędźwianu siewnego do suszy zależy głównie od mechanizmu regulacji osmotycznej, z wykorzystaniem cukrów rozpuszczalnych jako osmoregulatorów oraz proliny, kosztem wzrostu i rozwoju roślin.

Bardzo ciekawym wątkiem tego etapu badań było - wg mnie - włączenie do oceny odpowiedzi lędźwianu na stres badania zawartości neurotoksyny β -ODAP.

Niektóre badania innych autorów sugerowały bowiem, że zmiany zawartości tego związku pod wpływem stresów środowiskowych mogą odgrywać także istotną rolę w odpowiedzi roślin na stres biotyczny. W badaniach Habilitantki (Tokarz i in. 2020) zaobserwowano większą akumulację β -ODAP zarówno w pędach jak i korzeniach siewek pod wpływem stresu osmotycznego wywołanego przez dodatek PEG. Ponadto stres zasolenia nie zmniejszył zawartości β -ODAP ani w pędach, ani w korzeniach. Przypuszcza się, że związek ten, jako rozpuszczalny aminokwas niebiałkowy, może działać jako osmoregulator, a nawet jako zmiatacz wolnych rodników hydroksylowych.

Ogólnie uważa się, że w początkowych stadiach stres zasolenia jest również stresem osmotycznym, a reakcje roślin w obu przypadkach przebiegają według tych samych mechanizmów. Na podkreślenie zasługuje, że w badaniach własnych dr inż. Barbarze Tokarz udało się wykazać, że lędźwian siewny zachowuje się inaczej, wykazując wyraźnie zróżnicowaną odpowiedź na stres zasolenia i suszy od samego początku swojej wegetacji.

Podsumowując wyniki badań przedstawionych w cyklu czterech publikacji jako osiągnięcie naukowe Habilitantki, na podkreślenie zasługuje podjęcie badań nad rośliną, która ma duże znaczenie gospodarcze, wzrastający potencjał ekonomiczny, a pogłębiające się warunki stresowe suszy i zasolenia w uprawach polowych, stawiają nowe wyzwania rolniczej produkcji roślinnej i hodowli nowych odmian. Lędźwian siewny ze swymi genetycznymi podstawami przystosowania się do stresów biotycznych, stał się doskonałym i niezwykle cennym materiałem do badań nad mechanizmami fizjologicznymi i biochemicznymi prowadzącymi do aklimatyzacji roślin w warunkach suszy i zasolenia. Uzyskane wyniki dają nowe światło na mechanizmy powyższej odpowiedzi przez rośliny z grupy strączkowych, tym bardziej cennych, bo dotychczasowe badania z tego zakresu koncentrowały się na modelowej roślinie *Arabidopsis thaliana*.

Niezależnie od wysokiej pozytywnej merytorycznej oceny badań i uzyskanych wyników, chciałbym zwrócić uwagę na niespójność zapisów nazw odmian uprawnych lędźwianu siewnego w Autoreferacie dr inż. Barbary Tokarz (np. "odm. Krab", "u odmiany Krab", "u odmiany 'Krab'"). Przypuszczam, że może to wynikać z różnych wymagań edytorskich czasopism, w których Habilitantka opublikowała swoje wyniki składające się na osiągnięcie naukowe, ale wg międzynarodowych zasad zapisu nazw odmian roślin uprawnych, nazwy powinny być zapisywane wielką literą, pismem prostym, w pojedynczych górnych apostrofach. I tylko taka forma zapisu jest poprawna. W autoreferacie należało ujednoczyć ten zapis zgodnie z międzynarodowymi wytycznymi.

Podsumowując osiągnięcie naukowe dr. inż. Barbary Tokarz, prof. URK, stwierdzam, iż przedstawiony cykl powiązanych ze sobą publikacji składających się na osiągnięcie naukowe jest oryginalnym i spójnym opracowaniem naukowym o wartości poznawczej i aplikacyjnej i stanowi znaczący wkład w rozwój dyscypliny naukowej rolnictwo i ogrodnictwo.

3. Ocena istotnej aktywności naukowej realizowanej w więcej niż jednej uczelni, instytucji naukowej, w szczególności zagranicznej dr. inż. Barbary Tokarz oraz ocena pozostałej działalności naukowej

Zakres tematyczny badań prowadzonych przez Habilitantkę obejmował liczne zagadnienia związane z kulturami *in vitro* oraz reakcjami roślin na czynniki stresowe. W początkach swojej pracy naukowej Habilitantka zajmowała się wpływem czynników stresowych na rozwój protoplastów i komórek marchwi w warunkach *in vitro* i były to badania w ramach Jej pracy magisterskiej wykonywanej na Wydziale Ogrodniczym AR w Krakowie. W kolejnych latach dr inż. Barbara Tokarz zajmowała się kulturami protoplastów gatunków z rodzaju *Lathyrus*, w tym lędźwianu siewnego, co zaowocowało licznymi publikacjami i doniesieniami konferencyjnymi. Na podkreślenie zasługuje to, że część badań Habilitantka wykonywała w ramach dwóch projektów finansowanych z dotacji celowej na prowadzenie badań dla młodych pracowników oraz uczestników studiów doktoranckich.

W ramach pracy doktorskiej w Katedrze Botaniki, Wydziału Ogrodniczego AR w Krakowie, Habilitantka wykonywała pod kierunkiem prof. dr hab. Anny Pindel pionierskie badania nad zapoczątkowaniem kultur tkankowych polskich odmian lędźwianu siewnego ('Derek' i 'Krab'). Ówczesnej Doktorantce udało się zoptymalizować mikrorozmnażanie tych odmian, a także zaindukować i namnażać ich tkankę kalusową. Gatunek okazał się jednak bardzo wymagający w kulturach. Na prowadzenie powyższych badań p. Barbara Tokarz uzyskała stypendium w ramach konkursu „InnoGrant – Projekt wspierania innowacyjnej działalności doktorantów. Ten okres badań zaowocował także kilkoma publikacjami naukowymi oraz doniesieniami konferencyjnymi. Warto zaznaczyć, że już wtedy dr inż. B. Tokarz zajmowała się lędźwianem siewnym i jego polskimi odmianami, co dało Habilitantce solidne podstawy do dalszych badań nad tym gatunkiem, w tym tych przedstawionych do oceny jako osiągnięcie naukowe.

Kolejnym ważnym wątkiem aktywności naukowej Habilitantki były badania nad reakcjami roślin na czynniki stresowe (metale śladowe; natężenie i skład spektralny światła; susza, zasolenie i niska temperatura, szkodniki).

Badania Habilitantki prowadzone w warunkach *in vitro* na gatunku *Anthyllis vulneraria* (przelot pospolity) ujawniły mechanizmy radzenia sobie tej rośliny z toksycznością ołowiu w podłożu. Polegały one na zwiększonej syntezie metabolitów, biorących udział w inaktywacji ołowiu, poprzez ograniczenie rozwoju części nadziemnej roślin oraz aklimatyzację aparatu fotosyntetycznego.

Wraz ze rozwojem naukowym Habilitantka zaczęła podejmować współpracę badawczą z naukowcami spoza macierzystego Wydziału Ogrodniczego AR w Krakowie, gdzie dotychczas prowadziła badania. We współpracy z dr hab. Ewą Muszyńską z Instytutu Biologii, Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie, Habilitantka badała reakcję różnych gatunków roślin (owies głuchy, rokitnik zwyczajny, pleszczotka górską, smagliczka górską) na toksyczność ołowiu, kadmu i cynku. Badania prowadzone były tym razem nie tylko w warunkach *in vitro*, ale także *ex vitro*, a zaowocowały wieloma międzyuczelnianymi artykułami naukowymi i doniesieniami konferencyjnymi. Za najciekawsze z tego zakresu badań uznaję wyniki dotyczące poznania mechanizmów zmniejszających uszkodzenia spowodowane

metalami ciężkimi u *Alyssum saxatile* (smagliczki górskiej) opublikowane w dobrym wysoko punktowanym czasopiśmie Scientific Reports (140 p. MEiN, IF=4,996). Wyniki te pokazują, że rośliny narażone na zwiększoną zawartość metali ciężkich (cynku, ołowiu i kadmu) chronią swój aparat fotosyntetyczny poprzez syntezę kwasu cynamonowego i jego konwersję do pochodnych kwasu benzoowego, które charakteryzują się wysoką zdolnością antyoksydacyjną. System antyoksydacyjny smagliczki rosnącej w takich warunkach jest ponadto stymulowany poprzez zwiększoną syntezę kwasu jasmonowego.

Kolejnym wątkiem badań nad czynnikami stresowymi były doświadczenia oceniające odpowiedź różnych gatunków roślin na stres wywołany zmianami natężenia i składu spektralnego światła. Na podkreślenie zasługuje to, że obiektem doświadczalnym Habilitantka także na tym etapie badań był lędźwian siewny. Rośliny lędźwianu odmiany 'Krab' poddane 48 godzinnemu działaniu promieniowania UV-A : Red (10:90) wykazywały zwiększoną efektywność PSII oraz zwiększoną ilość całkowitych nośników elektronów, co umożliwiało bardziej efektywną fotosyntezę przy wyższych wartościach natężenia promieniowania w porównaniu z roślinami kontrolnymi, utrzymywanymi w białym świetle LED.

Lędźwian siewny odmiana 'Krab' był także obiektem badań Habilitantki w zakresie reakcji aparatu fotosyntetycznego na stres zasolenia w uprawie hydroponicznej (Tokarz i in. 2021). Zaobserwowane zmiany strukturalne i funkcjonalne aparatu fotosyntetycznego lędźwianu siewnego umożliwiają skuteczny mechanizm tolerancji na stres zasolenia, poprzez zwiększenie efektywności karboksylacji łądyg i uczynienie ich głównym źródłem asymilatów. Uzyskane wyniki są bardzo interesujące i zostały opublikowane w dobrym wysokopunktowanym czasopiśmie International Journal of Molecular Sciences (140 p. MEiN, IF=6,208). Niezależnie od powodów, dla których Habilitantka nie włączyła tej publikacji do cyklu stanowiącego oceniane osiągnięcie naukowe, i pomijając fakt, że te badania nie były prowadzone *in vitro*, uważam że mogły uzupełnić i wzbogacić ten cykl.

Interesujący wątek badań związanych z odpornością jęczmienia na stres wywoływany przez porażenie szkodnikami (nicieniami i szpecielami), Habilitantka przeprowadziła we współpracy z dr. hab. Mateuszem Labuddą z Instytutu Biologii SGGW w Warszawie. Wyniki sugerują, że w celu opanowania stresu, wynikającego z żerowania obu szkodników, rośliny indukują wieloskładnikową biochemiczno-fizjologiczną odpowiedź, a metabolizm reaktywnych form tlenu (ROS) i regulacji fotosyntezy są ściśle ze sobą powiązane.

Habilitantka od 2015 roku bierze udział w badaniach dotyczących elicytacji związków biologicznie czynnych u roślin mięsożernych z rodziny *Droseraceae* we współpracy z dr. hab. Aleksandrą Królicką z Międzyuczelnianego Wydziału Biotechnologii Uniwersytetu Gdańskiego i Gdańskiego Uniwersytetu Medycznego.

Habilitantka zajmowała się także opracowaniem protokołów rozmnażania różnych gatunków roślin, które charakteryzują się podwyższoną tolerancją na metale – rzęśl długoszyjkowa (*Callitriche cophocarpa*), pleszczotka górską (*Biscutella leavigata*) i przelot pospolity (*Anthyllis vulneraria*).

W 2018 roku, dr inż. Barbara Tokarz przebywała na stażu w Centrum Genomiki Strukturalnej i Funkcjonalnej, Instytutu Botaniki Eksperymentalnej, Czeskiej Akademii Nauk w Ołomuńcu, gdzie brała udział w porównawczej analizie oddziaływania epigenetycznych inhibitorów na *Arabidopsis thaliana*.

W 2020 roku Habilitantka odbyła staż naukowy w Laboratorium Plant-Insect Ecology and Evolution, Land and Food Systems, Uniwersytet Kolumbii Brytyjskiej, Vancouver, Kanada, w ramach stypendium Decaban'a, w trakcie którego prowadziła badania w projekcie „Intercropping with aromatic companion plants to reduce crop pests (invasive fruitfly, *Drosophila suzukii*) in berries”.

Aktywność naukową dr. inż. Barbary Tokarz, poza spójnym tematycznie cyklem publikacji wskazanym do oceny jako osiągnięcie naukowe, oceniam pozytywnie i bardzo wysoko. Poza pracą magisterską i doktorską realizowanymi na macierzystej Uczelni, w miarę swego rozwoju naukowego, Habilitantka podejmowała badania w ramach współpracy z innymi ośrodkami krajowymi i zagranicznymi.

Dorobek naukowy dr. inż. Barbary Tokarz, poza 4 publikacjami stanowiącymi cykl składający się na osiągnięcie naukowe, obejmuje 18 publikacji w recenzowanych czasopismach naukowych posiadających IF, wyróżnionych w bazie JCR i 9 publikacji naukowych w czasopismach bez IF (z dawnej listy B MNiSW).

Dorobek naukowy Habilitantki obejmuje także 61 doniesień konferencyjnych krajowych i zagranicznych, z czego 51 po doktoracie.

Sumaryczny IF Habilitantki jest imponujący i wynosi 84,905, co po odliczeniu sumarycznego IF z cyklu publikacji stanowiących osiągnięcie naukowe, daje 77,684. Łączny dorobek punktowy dr inż. Barbary Tokarz to 1958 punktów MEiN (zgodnie z rokiem wydania), z czego 1948 punktów stanowią dorobek punktowy po uzyskaniu stopnia doktora, a 170 punktów obejmuje cykl publikacji stanowiących osiągnięcie. Liczba cytowań publikacji wg bazy Web of Science wynosi 204 (158 bez autocytowań), a indeks Hirsha 10, wg bazy Scopus 239 (185 bez autocytowań) i indeks Hirsha także 10.

Wysoko należy ocenić aktywność Habilitantki w pozyskiwaniu, grantów i projektów oraz uczestnictwo w projektach kierowanych przez innych badaczy.

Przed uzyskaniem stopnia doktora Habilitantka kierowała projektem „Techniki *in vitro* w rozmnażaniu lędźwianu siewnego (*Lathyrus sativus* L.)” finansowanym w ramach projektu „INNOGRANT – Program wspierania innowacyjnej działalności doktorantów” realizowanego w ramach dz. 2.6. ZPORR „Regionalne strategie innowacyjne i transfer wiedzy” i współfinansowanego z Europejskiego Funduszu Społecznego Unii Europejskiej i Budżetu Państwa w ramach Zintegrowanego Programu Operacyjnego Rozwoju Regionalnego.

Po uzyskaniu stopnia doktora w latach 2011-2016, Habilitantka była kierownikiem i głównym wykonawcą kolejnych 6 edycji projektów finansowanym w ramach dotacji celowych na prowadzenie badań naukowych dla młodych pracowników oraz uczestników studiów doktoranckich. Była też kierownikiem i głównym wykonawcą w projekcie: „Aklimatyzacja aparatu fotosyntetycznego muchołówki amerykańskiej w warunkach promieniowania UV-A” finansowanym przez Narodowe Centrum Nauki (Miniatura 5, 2021/05/X/NZ9/00033).

Na uznanie zasługuje też wykonanie przez Habilitantkę łącznie 57 recenzji artykułów naukowych do czasopism krajowych i zagranicznych.

Podsumowując istotną aktywność naukową realizowaną w więcej niż jednej uczelni, instytucji naukowej, w szczególności zagranicznej dr. inż. Barbary Tokarz, prof. URK oraz ocenę pozostałej działalności naukowej stwierdzam, że dorobek jest bardzo obszerny, wyniki badań interesujące i znaczące dla dyscypliny rolnictwo i ogrodnictwo, publikowane w zdecydowanej większości w renomowanych czasopismach z wysokim IF oraz prezentowane na wielu konferencjach krajowych i zagranicznych. Po naturalnych początkach badań prowadzonych w rodzimej Uczelni (praca magisterska i doktorska), wraz z rozwojem naukowym Habilitantka prowadziła badania we współpracy z innymi ośrodkami krajowymi i zagranicznymi. Na podkreślenie zasługuje fakt, że Habilitantka wykonała też dużą liczbę recenzji prac naukowych, co świadczy o dojrzałości naukowej i uznaniu międzynarodowym.

4. Ocena osiągnięć dydaktycznych, organizacyjnych oraz popularyzujących naukę lub sztukę

Dorobek dydaktyczny dr. inż. Barbary Tokarz obejmuje m.in. prowadzenie zajęć dydaktycznych na Wydziale Ogrodniczym (obecnie Biotechnologii i Ogrodnictwa), Uniwersytetu Rolniczego im. Hugona Kołłątaja w Krakowie, już w trakcie studiów doktoranckich (2006-2010). Po rozpoczęciu pracy w Katedrze Botaniki (obecnie Botaniki, Fizjologii i Ochrony Roślin) w 2011 roku, Habilitantka prowadziła i nadal prowadzi liczne zajęcia dla studentów Wydziału Biotechnologii i Ogrodnictwa z kilku przedmiotów. Ponadto prowadzi zajęcia dla studentów innych wydziałów UR w Krakowie.

Habilitantka była jak dotąd promotorem 9 prac dyplomowych, w tym 4 prac inżynierskich i 5 prac magisterskich oraz recenzentem 11 prac dyplomowych (5 prac inżynierskich i 6 prac magisterskich).

W roku 2014 prowadziła wykład i ćwiczenia laboratoryjne w języku angielskim „Plant *in vitro* techniques (Isolation and culture of plant protoplasts)” dla studentów z Kazachstanu, a także wykład i ćwiczenia laboratoryjne „Kultury *in vitro* roślin” dla klasy biologiczno-chemicznej X Liceum Ogólnokształcącego im. K.E.N. w Krakowie.

Habilitantka opiekowała się studentami z Koła Naukowego Biotechnologów, sekcji Botaniki i Fizjologii Roślin uzyskując wyróżnienie na Ogólnouczelnianej Sesji Kół Naukowych w 2015. W latach 2016 i 2021 opiekowała się także studentami w sekcji Fizjologia Roślin w Kole Naukowym Ogrodników.

W roku 2011 pełniła funkcję sekretarza Wydziałowej Komisji Rekrutacyjnej, w latach 2016 - 2019 byłam członkiem Rady Wydziału Biotechnologii i Ogrodnictwa jako przedstawiciel pracowników niesamodzielnych oraz członkiem Komisji ds. Dydaktycznych i Studenckich. W latach 2015-2017 dr inż. Barbara Tokarz była opiekunem roku studiów dla kierunku Biotechnologia. Ponadto w latach 2016-2019 była Pełnomocnikiem Dziekana ds. Praktyki Zawodowej na kierunku Ogrodnictwo, Sztuka Ogrodowa i technologia Roślin Leczniczych i Prozdrowotnych.

W latach 2014-2017 aktywnie uczestniczyła w organizacji Festiwalu Nauki i Sztuki w Krakowie oraz Małopolskiej Nocy Naukowców.

Dorobek dydaktyczny oraz działalność organizacyjną dr inż. Barbary Tokarz oceniam bardzo wysoko. W odniesieniu do popularyzowania nauki, zasługi Habilitantki nie są zbyt imponujące, ale należy uznać je za wystarczające.

Podsumowując, dr inż. Barbara Tokarz, prof. URK jest bardzo zaangażowanym pracownikiem akademickim, aktywnie włącza się w działalność dydaktyczną i organizacyjną swojej Uczelni i Wydziału. Odnotowuję nieco mniejszą aktywność Habilitantki w popularyzowaniu nauki, ale tłumaczę to ogromem innych aktywności naukowych i dydaktycznych oraz organizacyjnych. Całościowo pozytywnie oceniam Jej dorobek dydaktyczny, organizacyjny i popularyzatorski.

Wniosek końcowy

Po zapoznaniu się z przedłożonym przez dr. inż. Barbarę Tokarz, prof. URK osiągnięciem naukowym (w formie jednego cyklu powiązanych tematycznie artykułów naukowych opublikowanych w czasopiśmie naukowych) oraz pozostałymi aktywnościami i dorobkiem naukowym, a także dydaktycznym, organizacyjnym i popularyzatorskim stwierdzam, że spełnia ona wymogi stawiane kandydatom do nadania stopnia doktora habilitowanego określonego w art. 219 ust. 1 pkt. 2 i 3 Ustawy z dnia 20 lipca 2018 roku Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. z 2022 r., poz. 574 ze zm.). Uznaję, że osiągnięcie naukowe dr. inż. Barbary Tokarz (*nazwisko panięskie Piwowarczyk*) stanowi znaczący wkład w rozwój dyscypliny rolnictwo i ogrodnictwo. Tym samym pozytywnie opiniuję wniosek dr. inż. Barbary Tokarz, prof. URK o nadanie stopnia doktora habilitowanego w dziedzinie nauk rolniczych w dyscyplinie rolnictwo i ogrodnictwo.

dr hab. inż. Dariusz Sochacki