



INSTYTUT GENETYKI ROŚLIN POLSKIEJ AKADEMII NAUK

Strzeszyńska 34, 60-479 Poznań

Tel. centrala: 61 6550200, sekretariat: 61 6550255 E-mail: office@igr.poznan.pl www.igr.poznan.pl
NIP: 7811621455 REGON: 000326204 BDO: 000017736

dr hab. Piotr Ogrodowicz

Zakład Fenomiki Zbóż

Instytut Genetyki Roślin
Polskiej Akademii Nauk

Ocena osiągnięcia naukowego pt.:

„Rola krzemu jako czynnika wspomagającego mechanizmy przystosowawcze rzepaku (*Brassica napus* var *napus* L.) do stresu suszy glebowej poprzez regulację procesów fizjologicznych i biochemicznych”

oraz całokształtu dorobku naukowego, dydaktycznego i organizacyjnego

dr Diany Saji-Garbarz

wykonana na podstawie Uchwały nr 4/RN/2026 Rady Naukowej Instytutu Fizjologii Roślin im. Franciszka Górskiego Polskiej Akademii Nauk z dnia 30.03.2026 r.

1. Charakterystyka sylwetki naukowej Habilitantki

Dr Diana Saja-Garbarz ukończyła w 2009 roku studia magisterskie na kierunku biologia ze specjalnością biologia z nauczaniem przyrody i wychowaniem zdrowotnym na Uniwersytecie Pedagogicznym im. Komisji Edukacji Narodowej w Krakowie (obecnie Uniwersytet Komisji Edukacji Narodowej w Krakowie). Pracę magisterską pt. „Wpływ pochodnych arylofenosykwasów oraz sulfonylomocznika na produkcję ciepła przez siewki życicy sztywnej oraz liście chabra bławatka” wykonała pod kierunkiem prof. dr hab. Andrzeja Skoczowskiego.

W 2013 roku uzyskała stopień doktora nauk biologicznych w dyscyplinie biologia, (specjalność: fizjologia roślin) nadany uchwałą Rady Wydziału Geograficzno-Biologicznego Uniwersytetu Pedagogicznego im. Komisji Edukacji Narodowej w Krakowie. Rozprawa doktorska pt. „Fizjologiczne podstawy odporności *Centaurea cyanus* L. na tribenuron metylowy oraz przydatność fizycznych i biochemicznych metod do oceny tej odporności” została wykonana pod opieką prof. dr hab. Andrzeja Skoczowskiego.

Rozwój zawodowy Habilitantki związany jest z Instytutem Fizjologii Roślin im. Franciszka Górskiego Polskiej Akademii Nauk w Krakowie, gdzie od 2013 roku jest zatrudniona na stanowisku adiunkta w Zakładzie Ekofizjologii.

Dotychczasowa działalność naukowa dr Diany Saji-Garbarz koncentruje się przede wszystkim na zagadnieniach związanych z fizjologią i ekofizjologią roślin, ze szczególnym uwzględnieniem mechanizmów odporności roślin na stresy środowiskowe. W obszarze Jej zainteresowań badawczych znajdują się również fizyczne i biochemiczne metody oceny odporności roślin, analiza procesów metabolicznych, mechanizmy związane z odpornością roślin na herbicydy oraz badania związane z funkcjonowaniem roślin w warunkach stresowych.

2. Ocena osiągnięcia naukowego będącego przedmiotem postępowania habilitacyjnego

Główne osiągnięcie naukowe przedstawione przez Habilitantkę stanowi cykl czterech spójnych tematycznie publikacji naukowych poświęconych roli krzemu w mechanizmach adaptacyjnych rzepaku (*Brassica napus* var. *napus* L.) do stresu suszy glebowej. Badania te koncentrują się na wyjaśnieniu fizjologicznych, biochemicznych oraz molekularnych mechanizmów odpowiedzi roślin na deficyt wody, ze szczególnym uwzględnieniem udziału krzemu w regulacji gospodarki wodnej, funkcjonowania systemu antyoksydacyjnego, aktywności akwaporyn oraz przebudowy ścian komórkowych korzeni.

Problematyka podjęta przez Habilitantkę ma istotne znaczenie poznawcze i aplikacyjne, wpisując się w aktualny nurt badań dotyczących zwiększania odporności roślin uprawnych na

stresy środowiskowe w warunkach postępujących zmian klimatycznych. Susza stanowi obecnie jeden z najważniejszych czynników ograniczających produktywność roślin, dlatego poszukiwanie mechanizmów poprawiających tolerancję roślin na niedobór wody należy uznać za zagadnienie o wysokiej randze naukowej i praktycznej.

Na szczególne podkreślenie zasługuje konsekwencja badawcza Habilitantki oraz logiczna kontynuacja podejmowanych zagadnień. Poszczególne publikacje tworzą spójną całość, w której kolejne prace rozwijają i pogłębiają wcześniejsze obserwacje - od analiz związanych z akumulacją krzemu i gospodarką wodną roślin, poprzez regulację akwaporyn i odpowiedzi antyoksydacyjnej, aż po funkcjonowanie systemu korzeniowego i przebudowę ścian komórkowych w warunkach stresu suszy.

Warto również podkreślić interdyscyplinarny charakter przeprowadzonych badań. Habilitantka umiejętnie połączyła analizy fizjologiczne, biochemiczne, molekularne, histologiczne i immunocytochemiczne, co pozwoliło na wieloaspektową interpretację uzyskanych wyników i zwiększyło wartość poznawczą przedstawionego osiągnięcia naukowego.

W opisie osiągnięcia Habilitantka zamieściła rozdział „Cel i hipotezy badawcze”, w którym w sposób klarowny przedstawiła zarówno hipotezę główną, jak i hipotezy pomocnicze/szczególne bezpośrednio związane z prezentowanymi publikacjami naukowymi. Taki układ sprawia, że czytelnik zostaje sprawnie wprowadzony w tematykę badań oraz może łatwo zapoznać się z założeniami i celami badawczymi Habilitantki.

Osiągnięcie zostało przedstawione w sposób przejrzysty i logicznie uporządkowany. Po omówieniu poszczególnych prac badawczych Habilitantka zamieszcza krótkie podsumowania każdej publikacji, aby finalnie przedstawić syntetyczne podsumowanie całego cyklu. Dzięki konsekwentnej i przejrzystej strukturze prezentacji artykułów czytelnik może wygodnie wracać zarówno do szczegółowych analiz, jak i do najważniejszych wniosków wynikających z osiągnięcia naukowego. Na uwagę zasługuje również fakt, że w podsumowaniu Habilitantka wyraźnie wskazuje kierunki dalszych badań, które w przyszłości będą koncentrować się m.in. na zagadnieniach związanych z procesem kwitnienia.

Autorka sformułowała następujące główne założenie badawcze:

„Pobór i akumulacja krzemu będą łagodzić niekorzystny wpływ suszy glebowej na kondycję fizjologiczną rzepaku jarego”.

Habilitantka sformułowała także szczegółowe hipotezy badawcze odnoszące się do konkretnych procesów fizjologicznych i biochemicznych będących przedmiotem badań:

- *Krzem indukuje zmiany stosunków wodnych w warunkach okresowego niedoboru wody w glebie* - [A1]
- *Krzem ogranicza negatywne skutki suszy i towarzyszącego stresu oksydacyjnego regulując ekspresję genów akwaporyn i poziom związków antyoksydacyjnych* - [A2]
- *Krzem ogranicza poziom stresu oksydacyjnego oraz pozytywnie oddziałuje na gospodarkę wodną korzeni rzepaku w warunkach suszy* - [A3]
- *Suplementacja krzemem stymuluje mechanizm obronny związany ze zmianami chemicznymi w ścianach komórkowych korzeni w warunkach suszy glebowej* - [A4]

Postawione hipotezy badawcze zostały przez Habilitantkę konsekwentnie rozwinięte i zweryfikowane w cyklu czterech spójnych tematycznie publikacji naukowych. Poszczególne artykuły stanowią kolejne etapy rozwijania problematyki badawczej dotyczącej roli krzemu w mechanizmach adaptacyjnych rzepaku do stresu suszy. W każdej z przedstawionych publikacji Habilitantka pełniła kluczową rolę (pierwszy i korespondencyjny autor) koncepcyjną i eksperymentalną, obejmującą opracowanie hipotez badawczych, projektowanie doświadczeń, pozyskanie finansowania, prowadzenie eksperymentów, analizę wyników oraz przygotowanie manuskryptów. Wkład Habilitantki w powstanie przedmiotowych prac został precyzyjnie określony oraz potwierdzony podpisami współautorów. Świadczy to o dużej samodzielności naukowej Habilitantki oraz umiejętności kompleksowego prowadzenia badań eksperymentalnych. Suma punktów osiągnięcia naukowego wg listy MNiSW wynosi 380, a Σ pkt. IF = 22. **Stwierdzam, że wskaźniki naukometryczne osiągnięcia naukowego Pani dr Diany Saji-Garbarz są wysokie i spełniają kryteria stawiane kandydatom/ kandydatkom do uzyskania stopnia doktora habilitowanego w dyscyplinie rolnictwo i ogrodnictwo.**

Celem pracy [A1] było określenie wpływu suplementacji krzemem na poziom jego akumulacji w organach nadziemnych rzepaku jarego oraz ocena zmian bilansu wodnego roślin w warunkach optymalnego nawodnienia i stresu suszy. Badania wpisują się w aktualny nurt poszukiwania mechanizmów zwiększających tolerancję roślin uprawnych na niedobór wody przy wykorzystaniu naturalnych związków o potencjale biostymulacyjnym. W pracy wykazano, że mimo relatywnie niskiej zdolności rzepaku do akumulacji krzemu, rośliny suplementowane tym pierwiastkiem gromadziły go w częściach nadziemnych w większym stopniu niż rośliny kontrolne, zarówno w warunkach dobrego nawodnienia, jak i suszy. Interesującym wynikiem było stwierdzenie wyższej zawartości krzemu w ogonkach liściowych niż w blaszkach liściowych, co może wskazywać na potencjalny udział tego pierwiastka w regulacji przewodnictwa hydraulicznego. Szczególnie wartościowym aspektem badań była analiza parametrów związanych z gospodarką wodną roślin. Habilitantka wykazała, że w warunkach suszy suplementacja krzemem umożliwiała utrzymanie zawartości wody w liściach na poziomie

zbliżonym do obserwowanego przy optymalnym nawodnieniu. Jednocześnie brak istotnych zmian potencjału osmotycznego sugerował, że efekt ochronny krzemu nie wynikał z akumulacji związków osmotycznie czynnych, lecz prawdopodobnie z efektywniejszego pobierania i transportu wody przez system korzeniowy.

Na uwagę zasługuje również analiza ewapotranspiracji, która wykazała, że w warunkach suszy największa ilość wody odparowywała z układu roślina–gleba traktowanego krzemem. W połączeniu z podwyższoną zawartością krzemu w łodygach roślin poddanych stresowi wskazuje to, że mechanizm działania krzemu u rzepaku może polegać przede wszystkim na regulacji pobierania i transportu wody, a nie ograniczaniu jej utraty. Wynik ten stanowi interesujące uzupełnienie dotychczasowej wiedzy dotyczącej działania krzemu u roślin i wskazuje na istnienie gatunkowo specyficznych mechanizmów odpowiedzi na suszę. Za szczególnie cenne należy uznać wykazanie, że suplementacja krzemem wpływała na ograniczenie transpiracji także w warunkach dobrego nawodnienia. Obserwacja ta sugeruje, że fizjologiczna rola krzemu u rzepaku nie ogranicza się wyłącznie do działania ochronnego w warunkach stresowych, lecz może mieć szersze znaczenie regulacyjne w funkcjonowaniu gospodarki wodnej tego gatunku.

Praca została poprawnie zaplanowana i wykonana, a uzyskane wyniki mają zarówno znaczenie poznawcze, jak i potencjalne znaczenie aplikacyjne w kontekście poszukiwania strategii zwiększających tolerancję roślin uprawnych na stres suszy.

Celem pracy [A2] było określenie wpływu suplementacji krzemem na poziom akumulacji akwaporyn oraz aktywność wybranych enzymów antyoksydacyjnych u rzepaku jarego poddanego stresowi suszy. W pracy wykazano, że suplementacja krzemem w warunkach deficytu wody prowadziła do istotnego obniżenia akumulacji akwaporyny BnPIP2-1-7 w liściach rzepaku. Uzyskany wynik wskazuje na możliwość ograniczania przepływu wody przez błony komórkowe w celu utrzymania turgoru komórek podczas suszy. Jednocześnie Habilitantka wykazała wzrost poziomu transkryptu genu kodującego to białko, co sugeruje złożony mechanizm regulacji obejmujący zarówno poziom transkrypcyjny, jak i potranslacyjny. Przedstawione wyniki zostały właściwie osadzone w aktualnym stanie wiedzy dotyczącym funkcjonowania akwaporyn oraz odniesione do badań prowadzonych u innych gatunków roślin.

Na uwagę zasługuje również analiza zmian poziomu akwaporyny tonoplastowej BnTIP1;1. Wykazano, że suplementacja krzemem zwiększała jej akumulację zarówno w warunkach optymalnego nawodnienia, jak i suszy, co może wskazywać na udział tego białka w utrzymaniu homeostazy wodnej komórek w warunkach stresowych. Istotnym elementem pracy była także analiza aktywności enzymów antyoksydacyjnych. Habilitantka wykazała, że wpływ krzemu na aktywność dysmutazy ponadtlenkowej zależał od rodzaju zastosowanego preparatu

krzemowego. Szczególnie interesujące były wyniki dotyczące wzrostu poziomu izoform MnSOD i Cu/ZnSOD przy jednoczesnym spadku akumulacji FeSOD. Wyniki te sugerują istnienie mechanizmów kompensacyjnych pomiędzy poszczególnymi izoformami enzymów antyoksydacyjnych oraz wskazują na aktywację układu obrony antyoksydacyjnej przez krzem.

W pracy zwrócono również uwagę na możliwy udział żelaza obecnego w kompleksie krzemowym w modulowaniu odpowiedzi antyoksydacyjnej roślin. Obserwowany wzrost aktywności katalazy oraz podwyższony poziom nadtlenu wodoru w warunkach dobrego nawodnienia sugerują, że suplementacja krzemem może indukować umiarkowany stres oksydacyjny, prowadzący do aktywacji mechanizmów obronnych.

Praca stanowi wartościowe rozwinięcie badań nad rolą krzemu w odpowiedzi roślin na stres suszy, szczególnie w aspekcie regulacji gospodarki wodnej i funkcjonowania systemu antyoksydacyjnego. Za istotne osiągnięcie należy uznać połączenie analiz molekularnych z oceną parametrów fizjologicznych i biochemicznych, co pozwoliło na bardziej kompleksową interpretację uzyskanych wyników.

Wyniki uzyskane w pracach [A1] i [A2] stanowiły podstawę do sformułowania przez Habilitantkę kolejnej interesującej hipotezy badawczej, tym razem ukierunkowanej na funkcjonowanie tkanek korzeniowych. Praca [A3] stanowi więc logiczną kontynuację badań przedstawionych w poprzednich publikacjach, koncentrując się na roli systemu korzeniowego w mechanizmach adaptacyjnych rzepaku jarego do stresu suszy pod wpływem suplementacji krzemem. Celem badań było określenie wpływu krzemu na funkcjonowanie korzeni rzepaku, ze szczególnym uwzględnieniem regulacji gospodarki wodnej, działania kwasu abscysynowego w warunkach suszy, akumulacji akwaporyn oraz aktywności systemu antyoksydacyjnego. W pracy wykazano, że poziom akumulacji krzemu w korzeniach zależał zarówno od warunków wodnych, jak i intensywności transpiracji. Habilitantka zaobserwowała, że w warunkach dobrego nawodnienia korzenie roślin suplementowanych krzemem zawierały mniej tego pierwiastka niż korzenie roślin kontrolnych, co zinterpretowano jako efekt intensywniejszego transportu krzemu do organów nadziemnych. W warunkach suszy poziom krzemu w korzeniach był bardziej zróżnicowany, co może wskazywać na aktywację różnych strategii gospodarowania wodą przez rośliny.

Szczególnie interesujące były wyniki dotyczące zależności pomiędzy gospodarką wodną części nadziemnej a wzrostem biomasy korzeni. Wykazano, że suplementacja krzemem sprzyjała utrzymaniu wyższej zawartości wody w liściach oraz zwiększeniu biomasy korzeni w warunkach suszy, co sugeruje poprawę zdolności absorpcji wody przez system korzeniowy. Ważnym

elementem pracy była analiza zmian poziomu kwasu abscysynowego (ABA) w korzeniach. Habilitantka wykazała, że w warunkach dobrego nawodnienia suplementacja krzemem obniżała poziom ABA w korzeniach, co może wskazywać na jego transport do części nadziemnych i udział w regulacji przewodnictwa szparkowego. W warunkach suszy obserwowano natomiast tendencję do wzrostu poziomu ABA w korzeniach, co wskazuje na aktywację mechanizmów odpowiedzi hormonalnej związanej ze stresem wodnym.

Na szczególne podkreślenie zasługują wyniki dotyczące akwaporyny BnTIP1;1. Po raz pierwszy wykazano, że w korzeniach rzepaku poddanych suszy suplementacja krzemem dodatkowo ograniczała akumulację tego białka. Habilitantka zaproponowała interesującą interpretację wskazującą, że zmniejszenie liczby kanałów wodnych w błonach tonoplastu może ograniczać odpływ wody z komórek i tym samym zwiększać retencję wody w tkankach korzeniowych. Uzyskane wyniki dobrze korespondują z obserwowanym zwiększeniem świeżej masy korzeni oraz poprawą parametrów gospodarki wodnej. Istotną część pracy stanowiły również analizy aktywności enzymów antyoksydacyjnych i niskocząsteczkowych przeciwutleniaczy. Wykazano, że suplementacja krzemem zwiększała aktywność katalazy w korzeniach zarówno w warunkach dobrego nawodnienia, jak i suszy. Co istotne, aktywność tego enzymu korelowała ujemnie z przewodnictwem szparkowym, co może wskazywać na powiązanie pomiędzy aktywnością metaboliczną korzeni a regulacją gospodarki wodnej całej rośliny. Wyniki te sugerują, że korzenie roślin suplementowanych krzemem utrzymują wysoką aktywność metaboliczną nawet w warunkach ograniczonej dostępności wody.

Praca została bardzo dobrze zaplanowana i stanowi wartościowe uzupełnienie wcześniejszych badań dotyczących roli krzemu w odpowiedzi roślin na stres suszy. Na uwagę zasługuje kompleksowe podejście łączące analizy fizjologiczne, fitohormonalne, biochemiczne oraz molekularne. Uzyskane wyniki mają istotne znaczenie poznawcze i przyczyniają się do lepszego zrozumienia mechanizmów regulujących funkcjonowanie systemu korzeniowego rzepaku w warunkach niedoboru wody.

Praca [A4] stanowi interesujące rozszerzenie wcześniejszych badań Habilitantki dotyczących roli krzemu w adaptacji rzepaku jarego do stresu suszy, koncentrując się na zmianach strukturalnych i biochemicznych zachodzących w ścianach komórkowych korzeni. Celem badań było określenie wpływu suplementacji krzemem na odkładanie kalozy oraz modyfikacje wybranych składników ściany komórkowej, takich jak pektyny i arabinogalaktany, w odpowiedzi na deficyt wody. W pracy po raz pierwszy wykazano, że suplementacja krzemem wpływa na odkładanie nisko- i wysokoestryfikowanych pektyn oraz arabinogalaktanów w korzeniach *Brassica napus*. Uzyskane wyniki wskazują, że krzem może uczestniczyć w przebudowie struktury ściany komórkowej jako

elemencie mechanizmu adaptacyjnego ograniczającego skutki stresu suszy. Szczególnie interesujące były obserwacje dotyczące różnicowania komórek kory we włókna, interpretowane jako przejaw wzmacniania tkanek i zwiększania ich odporności na zmiany turgoru w warunkach ograniczonej dostępności wody.

Na uwagę zasługują również wyniki dotyczące odkładania kalozy. Habilitantka wykazała, że w warunkach suszy suplementacja krzemem zwiększała liczbę komórek zawierających kalozę w korzeniach rzepaku. Wynik ten wskazuje na aktywację mechanizmów ochronnych związanych z przebudową ścian komórkowych i jest zgodny z doniesieniami literaturowymi dotyczącymi udziału kalozy w odpowiedzi roślin na różne czynniki stresowe. Interesującą interpretacją przedstawioną przez Autorkę jest możliwość udziału polisacharydów kalozy w tworzeniu mikrośrodowiska sprzyjającego kondensacji kwasu krzemowego. Istotnym elementem pracy była również analiza ekspresji wybranych genów syntazy kalozy (BnCalS). Po raz pierwszy u rzepaku oceniono wpływ suszy i suplementacji krzemem na ekspresję genów *BnC05.CalS.a*, *BnC09.CalS.a* oraz *BnA10.CalS.b*. Wykazano, że w warunkach dobrego nawodnienia krzem stymulował ekspresję wszystkich analizowanych genów, natomiast podczas suszy obserwowano spadek ich aktywności. Habilitantka trafnie zwróciła uwagę, że brak jednoznacznej zależności pomiędzy poziomem transkryptów a akumulacją białka CalS12 może wynikać ze złożonej regulacji ekspresji genów u allotetraploidalnego gatunku, jakim jest *Brassica napus*.

W pracy przedstawiono także interesujące wyniki dotyczące dystrybucji epitopów pektyn w tkankach korzeni. Zaobserwowano, że suplementacja krzemem w warunkach dobrego nawodnienia prowadziła do zmniejszenia ilości niskoestryfikowanych pektyn przy jednoczesnym wzroście poziomu wysokoestryfikowanych pektyn. Wyniki te sugerują udział krzemu w regulacji stopnia estryfikacji pektyn oraz przebudowie właściwości mechanicznych ściany komórkowej. Praca ma wysoką wartość poznawczą, ponieważ rozszerza dotychczasową wiedzę dotyczącą udziału krzemu w odpowiedzi roślin na stres suszy o aspekt związany z przebudową ścian komórkowych i reorganizacją tkanek korzeniowych.

Pewnym ograniczeniem całego cyklu publikacji jest brak analiz transkryptomicznych, które mogłyby dostarczyć pełniejszego obrazu molekularnych mechanizmów odpowiedzialnych za obserwowane zmiany fizjologiczne i biochemiczne. Zastosowanie podejścia RNA-seq mogłoby dodatkowo zwiększyć wartość poznawczą prezentowanych badań oraz umożliwić bardziej kompleksową interpretację uzyskanych wyników. Pewien niedosyt może budzić fakt, że badania przeprowadzono wyłącznie na jednej odmianie rzepaku. Rozszerzenie analiz o dodatkowe, zróżnicowane genotypy mogłoby rzucić więcej światła na możliwość obserwacji podobnych

mechanizmów również u innych obiektów badawczych oraz pozwolić zweryfikować, czy obserwowane zmiany indukowane krzemem w warunkach suszy mają charakter genotypowo specyficzny.

Powyższe uwagi mają charakter dyskusyjny i nie wpływają na moją wysoką ocenę wartości naukowej przedstawionego osiągnięcia habilitacyjnego.

3. Ocena istotnej aktywności naukowej realizowanej w więcej niż jednej jednostce naukowej

Pozostała aktywność publikacyjna

Dorobek naukowy Pani dr Diany Saji-Garbarz obejmuje szerokie spektrum zagadnień z zakresu fizjologii i ekofizjologii roślin, ze szczególnym uwzględnieniem reakcji roślin na stresy środowiskowe, mechanizmów odporności na herbicydy, oddziaływań allelopatycznych oraz wykorzystania nowoczesnych metod w badaniach biologicznych. W początkowym etapie kariery naukowej Habilitantka prowadziła badania dotyczące fizjologicznych podstaw odporności chwastów na herbicydy z wykorzystaniem kalorymetrii izotermicznej oraz spektroskopii FT-ramanowskiej. Badania te miały istotny charakter aplikacyjny, ponieważ dotyczyły możliwości szybkiego wykrywania odporności chwastów na substancje aktywne herbicydów stosowanych w rolnictwie. Wykazano m.in. przydatność kalorymetrii izotermicznej do identyfikacji odporności życicy sztywnej na fenoksaprop-P oraz możliwość wykorzystania spektroskopii FT-ramanowskiej do oceny zmian w składzie chemicznym odpornych i wrażliwych biotypów chwastów. W kolejnych latach Habilitantka rozszerzyła zakres swoich zainteresowań badawczych o wykorzystanie metod spektroskopowych i kalorymetrycznych w analizie procesów metabolicznych roślin i mikroorganizmów. Prowadzone badania obejmowały m.in. analizę wpływu światła dalekiej czerwieni na skład chemiczny *Spirulina platensis*, ocenę allelopatycznego działania ekstraktów roślinnych, badania wpływu kwasu salicylowego i metali ciężkich na procesy fizjologiczne kukurydzy, a także ocenę zmian składu chemicznego pyłków brzozy w kontekście ich alergenności. Znaczącą część dorobku Habilitantki stanowią również badania dotyczące fizjologii interakcji roślina-patogen realizowane we współpracy z naukowcami z Węgier. Badania te dotyczyły reakcji fizjologicznych i fitohormonalnych oraz zmian aktywności fotosyntetycznej u roślin papryki i jęczmienia zakażonych patogenami wirusowymi i grzybowymi. Szczególnie interesujące były analizy dotyczące wpływu wysokiej temperatury na reakcję jęczmienia na infekcję mączniakiem prawdziwym, co ma istotne znaczenie w kontekście zmian klimatycznych. Dorobek publikacyjny Habilitantki wskazuje na konsekwentny rozwój kompetencji badawczych oraz umiejętność łączenia klasycznych zagadnień fizjologii roślin z

nowoczesnymi metodami analitycznymi i problematyką aplikacyjną istotną dla współczesnego rolnictwa i ochrony środowiska.

Przedstawione przez Habilitantkę wyniki badań zawarte w pracach niewchodzących w skład osiągnięcia habilitacyjnego stanowią istotny wkład w rozwój nauk rolniczych oraz potwierdzają wysokie kompetencje badawcze Autorki w zakresie fizjologii i ekofizjologii roślin, ze szczególnym uwzględnieniem reakcji roślin na stresy środowiskowe. Na podkreślenie zasługuje również umiejętność Habilitantki do efektywnej współpracy w interdyscyplinarnych zespołach badawczych, co znajduje odzwierciedlenie w licznych publikacjach naukowych z Jej udziałem.

Projekty badawcze, staże i współpraca międzynarodowa

Dr Diana Saja-Garbarz aktywnie uczestniczyła w realizacji licznych projektów badawczych oraz przedsięwzięć naukowych prowadzonych zarówno w kraju, jak i we współpracy międzynarodowej. Szczególnie istotnym obszarem Jej działalności były badania dotyczące roli krzemu w mechanizmach adaptacyjnych roślin do stresu suszy oraz reakcji roślin na czynniki biotyczne. W ramach realizacji badań dotyczących roli krzemu w adaptacji rzepaku do suszy Habilitantka współpracowała z licznymi ośrodkami naukowymi w Polsce i za granicą. Odbiła pobyty naukowe i staże m.in. w Zakładzie Cytologii i Embriologii Roślin Uniwersytetu Jagiellońskiego, na Uniwersytecie Śląskim, Uniwersytecie Gdańskim oraz Uniwersytecie Palackiego w Ołomuńcu. Po uzyskaniu stopnia doktora była wykonawcą w dwóch projektach badawczych finansowanych przez Narodowe Centrum Badań i Rozwoju (NCBR), co dodatkowo podkreśla aplikacyjny charakter prowadzonych przez nią badań. Ponadto kierowała licznymi zadaniami badawczymi oraz projektami wewnętrznymi realizowanymi w ramach działalności statutowej Instytutu Fizjologii Roślin PAN. Na szczególne podkreślenie zasługuje wieloletnia współpraca naukowa z Instytutem Ochrony Roślin Centrum Badań Rolniczych Węgierskiej Akademii Nauk w Budapeszcie. Od 2015 roku dr Diana Saja-Garbarz uczestniczy w realizacji bilateralnych projektów badawczych dotyczących fizjologii i biochemii reakcji roślin na infekcje patogenami. W ramach tej współpracy przebywała łącznie 57 dni na pobytach naukowych na Węgrzech, a efektem wspólnych badań było kilka publikacji o zasięgu międzynarodowym. W ostatnich latach Habilitantka rozszerzyła zakres prowadzonych badań o zagadnienia związane z rolą krzemu w mechanizmach odporności rzepaku na patogeny podczas rozhartowywania. W ramach tej tematyki uczestniczy w realizacji projektu współpracy polsko-węgierskiej na lata 2024-2026. Ponadto pełni funkcję kierownika zadania badawczego realizowanego w ramach badań statutowych IFR PAN pt. „Cykle wernalizacji i dewernalizacji w okresie zimowym a rozwój i produktywność rzepaku – ochronna i biostymulacyjna rola krzemu”. Habilitantka była również kierownikiem projektu MINIATURA (2022/06/X/NZ3/00555) Narodowego Centrum Nauki realizowanego w latach 2022-2024.

Współpraca z sektorem gospodarczym

Habilitantka prowadziła również działalność o charakterze usługowym i aplikacyjnym na rzecz innych jednostek naukowych oraz podmiotów realizujących badania z zakresu biologii i rolnictwa. Wykonywała specjalistyczne analizy z wykorzystaniem spektroskopii FT-ramanowskiej oraz kalorymetrii izotermicznej dla Politechniki Częstochowskiej, Uniwersytetu Łódzkiego oraz Uniwersytetu Pedagogicznego w Krakowie. Badania te miały charakter praktyczny i dotyczyły m.in. oceny potencjału energetycznego kiełkujących nasion oraz fitotoksyczności naturalnych związków o potencjale bioherbicydowym.

Aktywność dydaktyczna, organizacyjna i popularyzatorska

Habilitantka wykazuje niezwykle wysoką aktywność dydaktyczną oraz szerokie zaangażowanie w działania związane z promocją i popularyzacją nauki. Aktywność dydaktyczna Pani dr Diany Saji-Garbarz obejmuje prowadzenie zajęć dydaktycznych dla studentów Uniwersytetu Rolniczego im. Hugona Kołłątaja w Krakowie, wykładów dla doktorantów Szkoły Doktorskiej Uniwersytetu Jagiellońskiego oraz opiekę nad praktykantami i stażystami. Habilitantka wykazuje również znaczącą aktywność organizacyjną w Instytucie Fizjologii Roślin PAN, pełniąc funkcje sekretarza Rady Naukowej, członka komisji ds. rozwoju kadry naukowej, komisji ds. oceny działalności naukowej oraz komisji ds. nadawania stopnia doktora. Na uwagę zasługuje także szeroka działalność popularyzatorska obejmująca wykłady popularnonaukowe podczas Festiwalu Nauki w Krakowie, webinaria, warsztaty dla uczniów szkół podstawowych i ponadpodstawowych oraz zaangażowanie w projekty edukacyjne finansowane ze środków krajowych i europejskich.

Habilitantka była aktywną uczestniczką licznych konferencji krajowych i międzynarodowych, podczas których regularnie prezentowała wyniki swoich badań, zarówno w formie posterów, jak i wystąpień ustnych. Na szczególne podkreślenie zasługuje fakt, że część wykładów wygłaszała na zaproszenie organizatorów, co świadczy o uznaniu jej dorobku naukowego przez środowisko badawcze. Wykazywała również znaczącą aktywność organizacyjną, pełniąc funkcję współorganizatorki wielu konferencji krajowych oraz będąc członkiem komitetu organizacyjnego konferencji międzynarodowej. Na uwagę zasługuje także jej aktywność w krajowych i międzynarodowych organizacjach naukowych, potwierdzająca zaangażowanie w rozwój środowiska naukowego oraz współpracę z badaczami reprezentującymi różne ośrodki naukowe.

Stwierdzam, że dorobek naukowy Pani dr Diany Saji-Garbarz, jej aktywność badawcza, szeroko prowadzona współpraca z krajowymi i zagranicznymi ośrodkami badawczymi, oraz działalność dydaktyczna, organizacyjna i popularyzacyjna spełniają wszystkie wymagania stawiane kandydatom/ kandydatkom, do uzyskania stopnia doktora habilitowanego.

4. Wniosek końcowy

Przedstawione do oceny osiągnięcie naukowe Pani dr Diany Saji-Garbarz stanowi wartościowy i spójny tematycznie cykl publikacji naukowych dotyczący roli krzemu w mechanizmach adaptacyjnych rzepaku do stresu suszy. Na szczególne podkreślenie zasługuje konsekwentne rozwijanie przez Habilitantkę spójnej koncepcji badawczej realizowanej w cyklu czterech tematycznie powiązanych publikacji naukowych. Dorobek naukowy Habilitantki wskazuje na systematyczny rozwój kompetencji badawczych, dużą samodzielność naukową oraz aktywność we współpracy krajowej i międzynarodowej. Na podkreślenie zasługuje również istotny aspekt aplikacyjny prowadzonych badań, związany z poszukiwaniem strategii zwiększających odporność roślin uprawnych na stresy środowiskowe w warunkach postępujących zmian klimatycznych. Wskazane w recenzji drobne uwagi krytyczne mają charakter uzupełniający i dyskusyjny oraz nie wpływają na moją jednoznacznie pozytywną ocenę osiągnięcia naukowego oraz całokształtu dorobku naukowego Habilitantki.

Stwierdzam, że osiągnięcie naukowe Pani dr Diany Saji-Garbarz pt. „Rola krzemu jako czynnika wspomagającego mechanizmy przystosowawcze rzepaku (*Brassica napus* var. *napus* L.) do stresu suszy glebowej poprzez regulację procesów fizjologicznych i biochemicznych” wraz z pozostałym dorobkiem naukowym, dydaktycznym i organizacyjnym spełnia wymagania określone w art. 219 ust. 1 pkt 2 i 3 ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. - Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz.U. z 2024 r. poz. 1571, z późn. zm.). **W związku z powyższym popieram wniosek Pani dr Diany Saji-Garbarz o nadanie stopnia doktora habilitowanego w dziedzinie nauk rolniczych w dyscyplinie rolnictwo i ogrodnictwo.**