



WYDZIAŁ BIOCHEMII, BIOFIZYKI I BIOTECHNOLOGII

Zakład Fizjologii i Biochemii Roślin

dr hab. Dariusz Latowski

Recenzja

rozprawy doktorskiej

Pana mgr. Sebastiana Burchardta

pt. „Ocena przydatności kwasu poli- γ -glutaminowego (γ -PGA) w łagodzeniu skutków suszy glebowej w korzeniach łubinu żółtego (*Lupinus luteus* L.)”.

Promotorem jest Pani dr hab. Emilia Wilmowicz, prof. UMK

Promotorem pomocniczym jest Pani dr Agata Kućko

1. Podstawa prawna

Uchwała nr 29 Rady Dyscypliny Nauki Biologiczne Uniwersytetu Mikołaja Kopernika w Toruniu z dnia 17 kwietnia 2026 roku i pismo Przewodniczącego Rady Naukowej w dyscyplinie nauki biologiczne, Pana dr hab. Dariusza Smolińskiego, prof. UMK z dnia 4 maja 2026 r. dotyczące przygotowania poniższej recenzji.

2. Tematyka rozprawy

Tematyka rozprawy doktorskiej mgr. Sebastiana Burchardta dotyczy zagadnień aktualnych i istotnych dla rozwoju dyscypliny nauki biologiczne, zwłaszcza w obszarze fizjologii roślin, biologii molekularnej, biochemii stresu środowiskowego oraz biologii oddziaływań roślina–mikroorganizm. Badania dotyczyły głównie mechanizmów odpowiedzi łubinu żółtego (*Lupinus luteus* L.) na suszę glebową oraz możliwości ich modyfikacji za pomocą kwasu poli- γ -glutaminowego (γ -PGA), zaliczanego do nowoczesnych biostymulatorów o dużym potencjale aplikacyjnym. Problematyka ta wpisuje się w jeden z najważniejszych współczesnych kierunków badań biologicznych związanych z konsekwencjami zmian klimatycznych, rosnącą częstotliwością susz oraz poszukiwaniem biologicznych metod zwiększania odporności roślin uprawnych na stresy abiotyczne. Szczególną wartość naukową rozprawy stanowi wielopoziomowe ujęcie analizowanego problemu, obejmujące badania fizjologiczne, biochemiczne, molekularne, histologiczne, ultrastrukturalne i proteomiczne. Autor nie ograniczył się do opisu efektów fenotypowych, lecz wyjaśnił mechanizmy regulujące homeostazę redoks, hormonalną i lipidową, funkcjonowanie brodawek korzeniowych oraz utrzymanie symbiozy odpowiedzialnej za biologiczne wiązanie azotu. Rozprawa wypełnia istotną lukę badawczą dotyczącą działania γ -PGA w systemie korzeniowym roślin z rodziny bobowatych (Fabaceae) i dostarcza nowych danych poznawczych o mechanizmach tolerancji suszy. Uzyskane wyniki mają znaczenie zarówno dla rozwoju podstawowej wiedzy biologicznej, jak i dla opracowywania innowacyjnych strategii wspierających zrównoważone rolnictwo w warunkach postępujących zmian klimatu.

3. Wiedza Kandydata

Recenzowana rozprawa doktorska mgr. Sebastiana Burchardta w bardzo wysokim stopniu potwierdza, że Autor posiada wiedzę teoretyczną wymaganą od osoby ubiegającej się o nadanie stopnia doktora w dyscyplinie nauki biologiczne. Świadczy o tym zarówno szeroki zakres merytoryczny pracy, jak i umiejętność krytycznej syntezy aktualnego stanu wiedzy obejmującego fizjologię roślin, biochemię, biologię molekularną, anatomię i histologię roślin, biologię stresu środowiskowego oraz zagadnienia związane z funkcjonowaniem układu gleba-roślina-mikrobiom.

Część literaturowa została opracowana w sposób kompleksowy i logiczny. Autor przedstawia aktualną wiedzę dotyczącą wpływu suszy glebowej na funkcjonowanie roślin, omawia mechanizmy adaptacyjne związane z gospodarką wodną, stresem oksydacyjnym, regulacją hormonalną oraz przebudową ścian komórkowych. Szczególnie wartościowe jest szerokie omówienie biologii roślin bobowatych, procesów nodulacji oraz molekularnych podstaw funkcjonowania brodawek korzeniowych, co tworzy solidne podstawy teoretyczne dla realizowanych badań.

Na podkreślenie zasługuje również bardzo dobra znajomość współczesnych koncepcji dotyczących biostymulacji roślin oraz biologicznego znaczenia kwasu poli- γ -glutaminowego (γ -PGA). Autor nie ogranicza się do syntetycznego opisu zagadnienia, lecz przedstawia mechanizmy działania tego biopolimeru na poziomie komórkowym, metabolicznym i środowiskowym, wskazując jednocześnie istniejące luki badawcze.

Wysoki poziom wiedzy teoretycznej znajduje ponadto odzwierciedlenie w trafnym doborze metod badawczych obejmujących analizy fizjologiczne, molekularne, histologiczne, biochemiczne, proteomiczne i mikroskopowe oraz w umiejętności integrowania wyników pochodzących z różnych poziomów organizacji biologicznej. Autor swobodnie porusza się w zagadnieniach dotyczących regulacji ekspresji genów, homeostazy redoks, sygnalizacji hormonalnej, metabolizmu lipidów oraz procesów odpowiedzi na stres abiotyczny.

W mojej ocenie rozprawa prezentuje bardzo wysoki poziom ogólnej wiedzy teoretycznej w dyscyplinie nauki biologiczne, znacząco przekraczający minimalne wymagania stawiane kandydatom do stopnia doktora. Autor wykazuje dojrzałość naukową, szeroką orientację w literaturze przedmiotu oraz zdolność do interdyscyplinarnego ujmowania złożonych problemów badawczych współczesnej biologii.

Należy natomiast zwrócić uwagę na jeden z aspektów wiedzy chemicznej, a mianowicie, że podając stopień utlenienia pierwiastka, między nazwą pierwiastka a nawiasem zawierającym liczbę rzymską nie stawia się spacji. Wynika to z zasad Polskiej Nomenklatury Chemicznej, zgodnych z zaleceniami IUPAC i przyjętych przez Komisję Nomenklatury Chemicznej Polskiego Towarzystwa Chemicznego. Liczba rzymska w nawiasie nie jest odrębnym dopowiedzeniem, lecz stanowi integralną część nazwy związku chemicznego, określając stopień utlenienia danego pierwiastka. Dlatego nawias jest bezpośrednio związany z nazwą pierwiastka i nie oddziela się go spacją. Zatem nie „kation żelaza (II)” jak to jest np. na str. 8 a „kation żelaza(II)”. Spis skrótów, otwierający rozprawę jest imponujący, choć nie wiem, czy nie lepiej byłoby rozważyć rezygnację z rozwijania skrótów powszechnie znanych.

4. Ocena umiejętności samodzielnego prowadzenia pracy naukowej

Rozprawa doktorska mgr. Sebastiana Burchardta potwierdza również umiejętność samodzielnego prowadzenia pracy naukowej, spełniając tym samym jeden z kluczowych wymogów stawianych kandydatom do stopnia doktora w dyscyplinie nauki biologiczne.

Na szczególne podkreślenie zasługuje umiejętność zidentyfikowania istotnej luki poznawczej dotyczącej wpływu kwasu poli- γ -glutaminowego (γ -PGA) na funkcjonowanie systemu korzeniowego i brodawek korzeniowych łubinu żółtego w warunkach suszy. Autor dokonał krytycznej analizy literatury, sformułował jasno określone hipotezy badawcze oraz logicznie powiązane cele eksperymentalne, co świadczy o dojrzałym podejściu do planowania badań naukowych.

Praca wyróżnia się bardzo dobrze zaprojektowaną metodyką badań. Autor przeprowadził optymalizację dawki i czasu aplikacji γ -PGA, a następnie zastosował szeroki zestaw nowoczesnych metod badawczych umożliwiających wieloaspektowość prowadzonych badań. Tak szeroki zakres metod wymaga nie tylko biegłości technicznej, lecz również zdolności do integracji danych uzyskiwanych na różnych poziomach organizacji biologicznej organizmu.

O wysokim stopniu samodzielności badawczej świadczy również sposób interpretacji uzyskanych wyników. Autor nie ogranicza się do opisu obserwowanych zjawisk, ale formułuje spójny model działania γ -PGA, wyjaśniając powiązania pomiędzy regulacją analizowanych procesów i mierzonych parametrów. Szczególnie cenna jest umiejętność krytycznego odniesienia wyników własnych do aktualnych doniesień literaturowych oraz wskazania ich znaczenia poznawczego i aplikacyjnego.

Na uwagę zasługuje także wspomniany już wcześniej interdyscyplinarny charakter badań, łączący elementy fizjologii roślin, biologii molekularnej, biochemii, proteomiki i biologii interakcji roślina–mikroorganizm. Tak kompleksowe ujęcie problemu charakteryzuje samodzielne i dojrzałe projekty badawcze.

W mojej ocenie rozprawa w pełni potwierdza bardzo wysokie kompetencje badawcze Doktoranta oraz jego zdolność do samodzielnego formułowania problemów naukowych, planowania i prowadzenia eksperymentów, krytycznej analizy wyników oraz wyciągania wartościowych wniosków naukowych. Umiejętności te są w pełni zgodne z wymaganiami stawianymi kandydatom ubiegającym się o stopień doktora w dyscyplinie nauki biologiczne.

5. Ocena oryginalności rozprawy doktorskiej i możliwości zastosowania wyników. Najmocniejsze aspekty pracy, zagadnienia do dyskusji

W mojej ocenie rozprawa doktorska mgr. Sebastiana Burchardta stanowi oryginalne i wartościowe rozwiązanie problemu naukowego, spełniając w wysokim stopniu wymagania stawiane rozprawom doktorskim w dyscyplinie nauki biologiczne. Oryginalność pracy wynika przede wszystkim z podjęcia problematyki dotyczącej mechanizmów działania kwasu poli- γ -glutaminowego (γ -PGA) w korzeniach i brodawkach korzeniowych łubinu żółtego (*Lupinus luteus* L.) poddanego stresowi suszy glebowej. Analiza literatury przedstawiona przez Autora wykazuje, że dotychczasowe badania nad γ -PGA koncentrowały się głównie na ogólnych efektach fizjologicznych obserwowanych w częściach nadziemnych roślin, natomiast brakowało kompleksowych danych odnoszących się do systemu korzeniowego roślin bobowatych oraz funkcjonowania symbiozy z bakteriami brodawkowymi.

Oryginalny charakter rozprawy przejawia się również w integracji badań prowadzonych na wielu poziomach organizacji biologicznej, co było możliwe dzięki wykorzystaniu wielu różnorodnych metod analitycznych i ostatecznie pozwoliło zaproponować nowy, wielopoziomowy model działania γ -PGA w warunkach deficytu wody. Szczególnie cenne są wyniki dotyczące regulacji homeostazy redoks, przebudowy ścian komórkowych, modulacji szlaków hormonalnych, utrzymania integralności brodawek korzeniowych oraz zachowania efektywności biologicznego wiązania azotu podczas suszy.

Rozprawa posiada również wyraźny potencjał aplikacyjny w sferze gospodarczej i społecznej. Uzyskane wyniki stanowią naukowe podstawy do opracowania nowych biostymulatorów

zwiększających odporność roślin strączkowych na suszę, co ma szczególne znaczenie w warunkach postępujących zmian klimatycznych. Wdrożenie rozwiązań opartych na γ -PGA może przyczynić się do stabilizacji plonowania roślin wysokobiałkowych, ograniczenia zużycia nawozów azotowych dzięki utrzymaniu efektywnej symbiozy oraz zwiększenia zrównoważenia produkcji rolniczej. Wyniki badań mogą zatem znaleźć zastosowanie zarówno w praktyce rolniczej, jak i w sektorze biotechnologii środowiskowej.

Podsumowując, rozprawa stanowi oryginalne rozwiązanie ważnego problemu naukowego, a uzyskane rezultaty posiadają istotny potencjał wdrożeniowy i mogą przynieść wymierne korzyści gospodarcze oraz środowiskowe.

Do najmocniejszych stron pracy, w mojej opinii zaliczyć należy:

- bardzo istotną problematykę badawczą związaną z wpływem zmian klimatycznych i suszy na funkcjonowanie roślin, w tym bobowatych;
- prawidłowo zidentyfikowaną lukę badawczą i dobrze sformułowane hipotezy badawcze;
- oryginalne ujęcie wpływu γ -PGA na system korzeniowy i brodawki korzeniowe łubinu żółtego;
- kompleksowe, wielopoziomowe podejście badawcze obejmujące analizy fizjologiczne, biochemiczne, molekularne, histologiczne, ultrastrukturalne i proteomiczne;
- istotną wartość poznawczą wyników dotyczących homeostazy redoks, hormonalnej i lipidowej oraz funkcjonowania brodawek korzeniowych;
- umiejętną integrację wyników uzyskanych różnymi metodami badawczymi;
- istotny potencjał aplikacyjny dla zrównoważonego rolnictwa i rozwoju nowoczesnych biostymulatorów;
- bardzo dobre osadzenie wyników własnych w aktualnym stanie wiedzy.

Przedstawiona do recenzji praca zachęca też do dyskusji z Autorem, zadając m. in. poniższe pytania:

- Jakich różnic pomiędzy doświadczeniami fitotronowymi a potencjalnymi doświadczeniami polowymi można by się spodziewać w przypadku stosowania γ -PGA?
- Jak ocenia Pan potencjał wdrożeniowy γ -PGA z punktu widzenia opłacalności ekonomicznej oraz praktyki rolniczej? Czy można wskazać potencjalne ograniczenia lub negatywne skutki długotrwałego stosowania γ -PGA w środowisku glebowym?
- Czy istnieją przesłanki wskazujące, że γ -PGA może wpływać na skład i aktywność mikrobiomu ryzosferowego? Czy i jak mogłoby to zmieniać interpretację uzyskanych wyników?

6. Ocena końcowa

Ja, niżej podpisany stwierdzam, że recenzowana rozprawa doktorska mgr. Sebastiana Burchardta spełnia warunki określone w art. 187 Ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. z 2018 r. poz. 1668 z późn. zm.) i wnioskuję do Rady Dyscypliny Nauki Biologiczne Uniwersytetu Mikołaja Kopernika w Toruniu o dopuszczenie mgr Sebastiana Burchardta do dalszych etapów postępowania ws. nadania stopnia doktora w dziedzinie nauk ścisłych i przyrodniczych w dyscyplinie nauki biologiczne.

Ja, niżej podpisany wnioskuję również o wyróżnienie rozprawy doktorskiej.

Po wnikliwej analizie rozprawy doktorskiej mgr. Sebastiana Burchardta uważam, że praca zasługuje na rozważenie jej wyróżnienia. Tematyka badań dotyczy jednego z najważniejszych

współczesnych problemów biologii roślin i nauk rolniczych, jakim jest poznanie mechanizmów zwiększających tolerancję roślin na suszę w warunkach postępujących zmian klimatycznych. Znaczenie tego zagadnienia znajduje odzwierciedlenie w intensywnym zainteresowaniu środowiska naukowego problematyką stresów abiotycznych, biologicznych metod wspomagania wzrostu roślin oraz funkcjonowania układu roślina–mikrobiom.

Na szczególne uznanie zasługuje nowatorstwo pracy. Autor podjął badania nad oddziaływaniem kwasu poli- γ -glutaminowego (γ -PGA) na korzenie i brodawki korzeniowe łubinu żółtego, wypełniając wyraźnie zidentyfikowaną lukę badawczą. Oryginalny charakter rozprawy wynika nie tylko z wyboru problemu badawczego, ale przede wszystkim z kompleksowego, wielopoziomowego podejścia analitycznego. Uzyskane wyniki pozwoliły na sformułowanie spójnego modelu działania γ -PGA oraz dostarczyły nowych informacji dotyczących regulacji homeostazy redoks, hormonalnej i lipidowej oraz funkcjonowania brodawek korzeniowych podczas suszy.

Dodatkowym argumentem przemawiającym za wyróżnieniem jest, w mojej ocenie, wysoki poziom metodologiczny badań, dojrzałość interpretacji wyników oraz potencjał aplikacyjny uzyskanych wyników dla rozwoju nowoczesnych biostymulatorów i zrównoważonego rolnictwa. Warto także podkreślić interdyscyplinarność badań i ich znaczenie zarówno poznawcze, jak i praktyczne.