

Kraków, 26.11.2025

Dr hab. inż. Ewa Pociecha prof. URK
Katedra Fizjologii, Hodowli Roślin i Nasiennictwa
Wydział Rolniczo - Ekonomiczny
Uniwersytet Rolniczy im. *Hugona Kołłątaja* w Krakowie

Recenzja rozprawy doktorskiej mgr Magdaleny Korek

Podstawę wykonania recenzji stanowi pismo z dnia 26.09.2025 Rady Naukowej Instytutu Biologii, Biotechnologii i Ochrony Środowiska w sprawie ustalenia składu komisji doktorskiej oraz powołania mnie na recenzentkę rozprawy doktorskiej pt. „Poznanie szlaków transdukcji sygnału strigolaktonów u jęczmienia.” w postępowaniu o nadanie stopnia doktora mgr Magdaleny Korek. Decyzja została podjęta zgodnie z art. 190 ust. 2 Ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. – Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (tekst jednolity Dz. U. z 2024 r. poz. 1571, ze zm.).

Przedmiot i znaczenie badanej problematyki

Rozprawa koncentruje się na roli strigolaktonów (SL) w regulacji wzrostu i rozwoju jęczmienia zwyczajnego (*Hordeum vulgare*), ze szczególnym uwzględnieniem identyfikacji zależnych od SL czynników transkrypcyjnych kluczowych dla poznania molekularnych podstaw funkcjonowania szlaku transdukcji sygnału. W celu poszerzenia zrozumienia mechanizmów działania SL przeanalizowano również ich interakcje z innymi fitohormonami oraz ich rolę w odpowiedzi jęczmienia na stres suszy. Podjęta problematyka jest aktualna, o dużym znaczeniu poznawczym oraz posiada wyraźny potencjał aplikacyjny. Biorąc pod uwagę duże znaczenie gospodarcze jęczmienia uzyskane wyniki w praktyce mogą przełożyć się na możliwości zwiększenia tolerancji na stresy środowiskowe. Dokładniejsze poznanie roli SL w regulacji rozwoju roślin i ich tolerancji na suszę, otwiera możliwości doskonalenia odmian poprzez celowane modyfikowanie komponentów sygnalizacji SL, w celu wzmocnienia zdolności adaptacyjnych roślin do zmieniających się warunków środowiskowych. Reasumując praca ma znaczenie zarówno poznawcze jak i aplikacyjne oraz wpisuje się w aktualny kierunek badań nad rolą fitohormonów w zwiększaniu tolerancji roślin na stresy abiotyczne.

Ogólna ocena formalna

Rozprawa doktorska została przygotowana pod kierunkiem dr hab. Marka Marzec w Instytucie Biologii, Biotechnologii i Ochrony Środowiska Uniwersytetu Śląskiego. W skład rozprawy wchodzi cykl 5 spójnych tematycznie publikacji naukowych.

1. Korek M. i Marzec M. 2023. Strigolactones and abscisic acid interactions affect plant development and response to abiotic stresses. *BMC Plant Biology* 23: 314
2. Korek M. i Marzec M. 2024. Chapter 4 - An update on strigolactone signaling in plants. In *Strigolactones - Synthesis, Application and Role in Plants*. Edited by Bashri, G., Hayat, S., and Bajguz, A. pp. 53–73 Academic Press (Elsevier).

3. Korek M., Uhrig RG., Marzec M. 2025. Strigolactone insensitivity affects differential shoot and root transcriptome in barley. *Journal of Applied Genetics* 66: 15-28
4. Korek M., Mehta D., Uhrig GR., Daszkowska-Golec A., Novak O., Buchcik W., Marzec M. 2025. Strigolactone insensitivity affects the hormonal homeostasis in barley. *Scientific Reports* 15: 9375
5. Korek M., Buchcik W., Chmielewska B., Daszkowska-Golec A., Fontana IM., Melzer M. Hensel G., Kumlehn J., Brewer PB., Uhrig GR., Marzec M. 2025. The cost of survival: mutation in a barley strigolactone repressor HvD53A impairs photosynthesis but increases drought tolerance. *Plant and Cell Physiology*, pcaf09

Przegląd aktualnego stanu wiedzy oraz oryginalne wyniki badań zostały opublikowane w latach 2023-2025 w czasopismach naukowych indeksowanych w bazie Journal Citation Reports oraz jako rozdział w książce „Strigolactones – Synthesis, Application and Role in Plants” wydawnictwa Academic Press (Elsevier). Zbiór 5 prac o współczynniku IF w zakresie 1,9-4,8 daje sumaryczny IF wynoszący 14,6. W polskim wykazie MNiSW prace są wycenione sumarycznie na 610 punktów. Wszystkie prace stanowiące podstawę rozprawy doktorskiej są ze sobą tematycznie powiązane i stanowią logiczną całość. Pani mgr Magdalena Korek jest pierwszą autorką wszystkich współautorskich artykułów a oświadczenia współautorów wskazują, że wkład doktorantki w ich powstanie jest znaczący i obejmuje m.in. współautorstwo koncepcji badań oraz ich zaplanowanie, przeprowadzenie badań w tym prowadzenie hodowli roślin, analizę i interpretację wyników wraz z opracowaniem grafik oraz przygotowanie i redagowanie manuskryptu. Warto zauważyć, że skład autorski trzech publikacji z oryginalnymi wynikami badań jest wielonarodowy co świadczy o umiejętności współpracy z różnymi jednostkami na świecie. Prace przeglądowe są napisane jedynie z promotorem co świadczy o dużej znajomości poruszanej tematyki, samodzielności, umiejętności selekcji oraz wykorzystania aktualnej wiedzy do rozwiązywania problemów naukowych.

Ocena całości opracowania

Na opracowanie składa się autoreferat zawierający przegląd aktualnego stanu wiedzy, opis materiału i metod, syntezę badań w postaci najważniejszych wyników wraz z dyskusją, krótkie podsumowanie oraz spis literatury. W skład opracowania weszły również wnioski, wykaz publikacji oraz streszczenie prezentowanych badań w języku polskim i angielskim. Na końcu opracowania znajduje się wykaz innych aktywności i osiągnięć naukowych. Struktura całości jest logiczna a cała kompozycja opracowania przejrzysta.

Całe opracowanie zostało przygotowane w języku polskim z dbałością o spójność koncepcyjną oraz poprawność edytorską. Opracowanie jest poprawne pod względem językowym i merytorycznym oraz cechuje się komunikatywnym językiem właściwym dla prac naukowych. Styl narracji ma charakter rzeczowy i formalny. Całość czyta się dobrze, chociaż zdarzają się zdania o bardziej skomplikowanej konstrukcji nieco mniej przyjazne w odbiorze, ale nie wpływające istotnie na zrozumienie całości wyводу. Atutem pracy jest bogata i starannie przygotowana grafika. Rysunki i schematy są czytelne oraz opatrzone odpowiednim opisem co znacznie ułatwia zrozumienie prezentowanych wyników i wniosków. Spis literatury liczy

ponad 80 pozycji głównie najnowszej literatury co świadczy o umiejętności jej doboru i o znajomości bieżącego stanu wiedzy w zakresie rozwiązywanego problemu badawczego. Przegląd literatury nie jest jedynie streszczeniem publikacji, ale stanowi krytyczną syntezę dotychczasowych badań. Tytuł pracy jest krótki i zwięzły oraz dobrze oddaje zakres podjętej tematyki zaś sam autoreferat jest zgodny z publikacjami składającymi się na rozprawę doktorską.

Rozdział „Wprowadzenie” przedstawia obecny stan wiedzy o roli SL w regulacji wzrostu roślin głównie poprzez wpływ na architekturę roślin co ma kluczowe znaczenia dla plonowania. Na początku scharakteryzowano budowę chemiczną oraz główne elementy szlaku transdukcji sygnału w wyniku percepcji SL. Następnie przedstawiono poznane dotychczas czynniki transkrypcyjne (TF) regulujące odpowiedź na SL oraz opisano rolę tych regulatorów w adaptacji roślin do niekorzystnych abiotycznych czynników środowiskowych zwłaszcza w kontekście współdziałania z ABA. W kolejnym rozdziale „Cel prowadzonych badań” autorka prezentuje ogólny cel prowadzonych badań, którym jest identyfikacja molekularnych komponentów szlaku sygnalizacji SL u jęczmienia. Przedstawia także cele szczegółowe, obejmujące analizę fenotypu, profilu hormonalnego oraz transkryptomu z wykorzystaniem mutantów w genach kodujących receptor strigolaktonów (HvD14) i represor sygnalizacji SL (HvD53). W ramach celów szczegółowych zaplanowano również integrację uzyskanych danych dla warunków kontrolnych i stresu suszy, umożliwiającą wytypowanie potencjalnych, zależnych od SL czynników transkrypcyjnych modulujących odpowiedź jęczmienia na niedobór wody. Cele pracy zostały sformułowane w sposób jasny i precyzyjny. Należy jednak zauważyć, że w autoreferacie nie wyodrębniono wyraźnych hipotez badawczych. Choć część z nich można wywnioskować z celów szczegółowych, a jedna z hipotez została wprost wymieniona w tekście autoreferatu, to ich wyraźne sformułowanie i wyodrębnienie ułatwiłoby ocenę spójności między założeniami a przeprowadzonymi eksperymentami oraz uzyskanymi wynikami.

Po wykazie publikacji składających się na rozprawę zamieszczono rozdział „Materiały i metody”, zawierający charakterystykę wykorzystanych do badań mutantów oraz elementy metodyki dotyczące analiz transkryptomicznych wraz z podaniem narzędzi bioinformatycznych. Przedstawiony opis potwierdza bardzo dobrą znajomość tych metod oraz wiodący udział doktorantki w przeprowadzaniu analiz. Kolejny rozdział zawiera najważniejsze wyniki badań oraz ich dyskusję, w którym doktorantka wykazała się umiejętnością syntezy wyników oraz ich krytycznej interpretacji. W dalszej części opracowania znajdują się wnioski. Doktorantka sformułowała 8 wniosków obejmujących całość uzyskanych wyników. Wnioski wskazują na rolę SL w kształtowaniu architektury roślin, modulacji poziomu hormonów, zwiększaniu tolerancji na stres suszy kosztem obniżenia wydajności fotosyntezy oraz na zależne od SL nowo zidentyfikowane czynniki transkrypcyjne.

Ocena merytoryczna - oryginalność problemu badawczego

Publikacje w renomowanych czasopismach o międzynarodowym zasięgu potwierdzają, że przedstawione wyniki uzyskały pozytywną ocenę ekspertów a moja ocena dotyczy głównie spójności tematycznej i oryginalności wyników.

Publikacja przeglądowa oraz rozdział w książce porządkują aktualną wiedzę wskazując jednocześnie mniej zbadane obszary. Z prac tych wynika, że chociaż szlak sygnalizacji SL jest relatywnie dobrze poznany u roślin modelowych, to nadal brakuje danych zwłaszcza o roli czynników transkrypcyjnych w jego dalszych etapach. Takie ukierunkowanie przeglądu

literatury jest jak najbardziej uzasadnione, gdyż to właśnie dokładniejsze poznanie szlaków transdukcji sygnału SL u jęczmienia z wykorzystaniem mutantów w genie kodującym receptor SL (HvD14) oraz represor SL (HvD53) stanowiło główny cel przedstawionej rozprawy.

Trzecia publikacja dzięki badaniom przeprowadzonym w kulturze hydroponicznej dostarcza dowodów eksperymentalnych na kluczową rolę sygnalizacji SL w kształtowaniu zarówno architektury pędów jak i systemu korzeniowego jęczmienia. W eksperymencie z wykorzystaniem niewrażliwego na SL mutantu jęczmienia hvd14.d oraz jego dzikiego typu (WT) wyselekcjonowano geny zależne od SL charakterystyczne dla korzeni i pędów. Zidentyfikowano 28 TF zależnych od SL oraz sieć interakcji białek, umożliwiając tym samym lepsze zrozumienie molekularnych podstaw regulacji odpowiedzi fizjologicznej. Zidentyfikowane TF uczestniczą m.in. w odpowiedzi na ABA i auksynę, reakcjach na niedobór fosforu, a także w biosyntezie kutyny. Wyniki te nie tylko odkrywają nowe elementy sygnalizacji SL, lecz także pokazują ich funkcjonalny związek z procesami wzrostu i odpowiedzią na stres u jęczmienia. Mają one jednocześnie wysoką wartość poznawczą i aplikacyjną ponieważ lepsza tolerancja stresów, kontrola architektury korzeni i bardziej efektywne pobieranie składników pokarmowych, mogą przełożyć się na zwiększenie plonowania co należy do najważniejszych celów współczesnego rolnictwa.

W kolejnej publikacji badania rozszerzono o profil fitohormonów i ustalono, że za większe krzewienie mutantu niewrażliwego na SL może odpowiadać wzrost cytokinin i spadek auksyn oraz wytypowano kolejne TF o funkcjach związanych z regulacją hormonalną. Porównanie z danymi dla *Arabidopsis thaliana* wykazało, że te TF uczestniczą w transdukcji sygnału SL zarówno u rośliny jednoliściennej jak i dwuliściennej, co wskazuje na konserwację mechanizmów regulacyjnych. To odkrycie pokazuje, że mechanizmy te mają uniwersalne znaczenie dla funkcjonowania roślin.

Nowatorskie i bardzo ciekawe wyniki znalazły się w ostatniej publikacji gdzie mgr Magdalena Korek zaobserwowała odmienne strategie u mutantów hvd14.d i hvd53a.f w warunkach suszy. Na uwagę zasługuje fakt, że mutant hvd53a.f posiadający mutację w genie HvD53A kodującym represor SL został wyprowadzony w ramach rozprawy. Mutant ten w odróżnieniu od mutantu hvd14.d wrażliwego na deficyt wody, wykazywał zwiększoną tolerancję na suszę, dzięki obniżonej, lecz stabilnej efektywności fotosyntezy co Doktorantka interpretowała jako przejaw kompromisowej strategii rozwojowej. Jednym z proponowanych przez doktorantkę kandydatów wyjaśniających kontrast między tymi fenotypami jest czynnik transkrypcyjny JUB1, który kontroluje ekspresję genów odpowiedzialnych za utrzymanie równowagi redoks. Należy docenić również fakt, że Doktorantka zaproponowała mechanizm wyjaśniający różnice fenotypowe pomiędzy hvd14.d a hvd53a.f wskazując w nim na CCA1 jako kluczowy TF zależny od SL. Odkrycie to wskazuje na kolejną, istotną funkcję strigolaktonów, polegającą na integracji procesów rozwojowych z zegarem okołodobowym.

Przeprowadzone badania pozwoliły zidentyfikować szereg TF biorących udział między innymi w różnicowaniu aparatów szparkowych, homeostazie ROS, regulacji zegara okołodobowego, odpowiedzi na fitohormony oraz retencji wody co uzupełnia obraz wielowymiarowej roli SL w integracji procesów rozwojowych i odpowiedzi roślin na czynniki środowiskowe. Cennym elementem pracy jest odkrycie, że sygnalizacja SL nie ogranicza się wyłącznie do kontroli architektury roślin, lecz obejmuje również mechanizmy adaptacji do suszy.

Podsumowując, przedstawiona do oceny rozprawa mgr Magdaleny Korek jest oryginalnym i nowatorskim osiągnięciem, zarówno pod względem problematyki jak i zastosowanych metod oraz wnosi znaczący wkład w rozwój nauk biologicznych.

Ocena końcowa

Przedstawiona do oceny rozprawa doktorska stanowi oryginalne, wielowątkowe i wartościowe opracowanie naukowe, wnoszące istotny wkład w stan wiedzy o roli SL w we wzroście i rozwoju roślin. Pani mgr Magdalena Korek zrealizowała założone cele badawcze uzyskując oryginalne i nowatorskie wyniki oraz wykazując się zarówno wiedzą teoretyczną jak i praktycznymi umiejętnościami prowadzenia samodzielnej pracy badawczej. Napisana rozprawa dowodzi umiejętności krytycznego myślenia i dojrzałości naukowej. **Biorąc wszystkie argumenty pod uwagę stwierdzam, że rozprawa doktorska mgr Magdaleny Korek pt. "Poznanie szlaków transdukcji sygnału strigolaktonów u jęczmienia." stanowi oryginalne osiągnięcie naukowe i w pełni spełnia wymagania zawarte w art. 187 ustawy z dnia 18 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz.U. 2024 poz. 1571) stawiane pracom doktorskim. W związku z powyższym wnioskuję do Rady Naukowej Instytutu Biologii, Biotechnologii i Ochrony Środowiska Uniwersytetu Śląskiego w Katowicach o dopuszczenie Pani mgr Magdaleny Korek do dalszych etapów postępowania w sprawie o nadanie stopnia doktora.**

Na docenienie zasługuje także interdyscyplinarność rozprawy oraz umiejętność interpretacji wyników uzyskanych za pomocą różnych technik i metod. Szczególnie należy docenić warsztat badawczy Doktorantki. Zastosowanie nowoczesnych metod selekcji mutantów (TILLING), precyzyjne fenotypowanie oraz zaawansowane techniki bioinformatyczne umożliwiły integrację danych transkryptomicznych i metabolomicznych, co pozwoliło na uzyskanie wielowymiarowego obrazu badanych procesów. Rozprawa charakteryzuje się również wysoką jakością opracowania graficznego i edytorskiego, spójnością konstrukcji i dobrze udokumentowanym wkładem własnym Doktorantki. Ponadto powyżej przeciętnej oceniam inną aktywność doktorantki tj. prezentacje konferencyjne, działania popularyzujące, staże i szkolenia. Co do uwag zawartych w recenzji to nie wpływają one znacząco na bardzo wysoką ocenę całości.

W związku z tym składam do Rady Naukowej Instytutu Biologii, Biotechnologii i Ochrony Środowiska Uniwersytetu Śląskiego w Katowicach wniosek o wyróżnienie rozprawy doktorskiej mgr Magdaleny Korek.

Ewa Pocięcha

Ewa Pocięcha