

Prof. dr hab. Henryk Bujak  
Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu  
Katedra Genetyki, Hodowli Roślin i Nasiennictwa  
Centralny Ośrodek Badania Odmian w Słupi Wielkiej

## RECENZJA

**rozprawy doktorskiej mgr inż. Barbary Górynowicz pt. „Zależność plonu nasion i jego komponentów u łubinu wąskolistnego (*Lupinus angustifolius* L.) od warunków meteorologicznych z uwzględnieniem paramentów fluorescencji chlorofilu”**

Praca została wykonana w Instytucie Genetyki Roślin Polskiej Akademii Nauk w Poznaniu pod promotorstwem Pana prof. dr hab. Wojciecha Święcickiego w ramach programu wieloletniego pn. „Ulepszanie krajowych źródeł białka roślinnego, ich produkcji, systemu obrotu i wykorzystania w paszach”, a promotorem pomocniczym rozprawy jest Pani dr Magdalena Gawłowska. Recenzja została wykonana na zlecenie Przewodniczącego Rady Naukowej Dyscypliny Naukowej Rolnictwo i Ogrodnictwo Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu.

Łubin wąskolistny jest tradycyjną rośliną bobowatą grubonasienną gleb lekkich i średnich. Korzyści wynikające z jego uprawy nie dotyczą jedynie uzyskiwanego plonu nasion, ale ze względu na zdolność do wiązania azotu atmosferycznego i poprawy struktury gleby ma on potencjalny wpływ na plonowanie roślin następczych, którymi zwykle są zboża. Nasiona łubinu wąskolistnego są cenione ze względu na ich wartość odżywczą i znajdują szerokie zastosowanie w produkcji pasz oraz żywności i suplementów diety dla ludzi. Najważniejszym składnikiem nasion łubinu wąskolistnego jest białko, którego zawartość może stanowić od 30 do nawet 40-45% suchej masy, ale zawierają one także tłuszcze, błonnik, skrobię, minerały i wiele substancji biologicznie czynnych. Plonowanie łubinu wąskolistnego w poszczególnych latach jest bardzo zmienne i zależy od wielu czynników, takich jak odmiana, warunki wzrostu, nawożenie i zastosowanie środków ochrony roślin, a w sprzyjających warunkach niejednokrotnie plon nasion przekracza 3 tony z hektara. Ważny wpływ na wzrost i plonowanie łubinu wąskolistnego mają warunki meteorologiczne, w tym temperatura, nasłonecznienie, wielkość i rozkład opadów deszczu i wilgotność gleby. Łubin wąskolistny preferuje umiarkowane warunki wilgotności i temperatury. Wysoka wilgotność powietrza i długotrwałe opady mogą prowadzić do rozwoju szeregu chorób powodowanych przez grzyby, z kolei susza

może prowadzić do skrócenia okresu wegetacji i zmniejszenia plonów. Zatem odpowiedni bilans wody i dostępność składników odżywczych są istotne dla prawidłowego wzrostu i rozwoju roślin łąbinu. Polska jest jednym z największych producentów łąbinu wąskolistnego w Europie, co stwarza doskonałe warunki do wykorzystania tej rośliny jako źródła krajowego białka roślinnego. Różnorodność odmianowa w tym gatunku jest duża, a do najważniejszych cech różnicujących odmiany należą kierunek użytkowania, typ wzrostu, barwa kwitów i nasion, cechy jakościowe nasion oraz długość okresu wegetacji.

Zdolność rośliny do wykorzystywania światła i przekształcania go w energię potrzebną do produkcję biomasy, w tym nasion dobrze charakteryzują parametry fluorescencji chlorofilu, takie jak maksymalna wydajność kwantowa PSII, przewodność elektronów czy czas relaksacji fluorescencji. Fluorescencja chlorofilu jest jedną z metod oceny efektywności fotosyntezy roślin. Światło dostarczane roślinom podczas fotosyntezy jest częściowo emitowane jako światło fluorescencyjne, które może być mierzone i analizowane. W przypadku chlorofilu, fluorescencja może być wykorzystana jako wskaźnik kondycji rośliny i jej zdolności do fotosyntezy.

W przedstawionej do oceny rozprawie doktorskiej mgr Barbara Górynowicz przeprowadziła analizę zależności plonu nasion i jego wybranych komponentów u łąbinu wąskolistnego od warunków meteorologicznych, przy uwzględnieniu wybranych parametrów fluorescencji chlorofilu, co jest interesujące dla szerszego zrozumienia wpływu warunków atmosferycznych na rozwój roślin i plon nasion. Zagadnienie jest bardzo interesujące nie tylko z poznawczego, ale także praktycznego punktu widzenia, ponieważ dostarcza ciekawych informacji na temat wpływu czynników zewnętrznych na metabolizm rośliny i efektywność procesów fotosyntezy, a także może pomóc rolnikom w identyfikacji optymalnych warunków uprawy łąbinu wąskolistnego i zwiększenia plonu nasion.

Zakres badań jest bardzo szeroki i obejmuje wielośrodowiskowe doświadczenia polowe a wykorzystywanie kolejnych modeli i narzędzi statystycznych pozwoliło na weryfikację postawionego celu pracy oraz celów szczegółowych. Przeprowadzone i opisane w rozprawie badania obejmowały doświadczenia polowe z 10 odmianami łąbinu wąskolistnego, które prowadzono w latach 2011-2014 w czterech miejscowościach o zróżnicowanych warunkach glebowo-klimatycznych. Dane uzyskane z prowadzonych obserwacji, pomiarów wybranych cech użytkowych i pomiary parametrów fluorescencji zostały opracowane statystycznie, co pozwoliło na uzyskanie interesujących wyników dotyczących wpływu warunków meteorologicznych na rozwój i polowanie nasion łąbinu wąskolistnego.

Przechodząc do oceny formalnej pracy doktorskiej można stwierdzić, że podział treści na rozdziały i podrozdziały jest powszechnie stosowany w tego typu opracowaniach i nie budzi zastrzeżeń. Rozprawa zawiera następujące rozdziały: wstęp i cel badań, przegląd literatury z podziałem na podrozdziały, materiał i metody z wydzielonymi podrozdziałami, wyniki z podrozdziałami, dyskusję z podrozdziałami, wnioski, streszczenia w języku polskim i angielskim oraz spis literatury. Na początku pracy podano wykaz stosowanych skrótów, co znacznie ułatwia czytanie pracy i analizę uzyskanych wyników. Brak jest jedynie spisu tabel i rysunków, być może dlatego, że umieszczono je w treści rozprawy, co jest drobnym uchybieniem technicznym i nie umniejsza wysokiej wartości merytorycznej pracy. Przedstawiony do oceny maszynopis rozprawy posiada 227 stron, w tym 70 tabel i 15 rysunków.

Wprowadzenie do badań przedstawione we wstępie i przeglądzie literatury jest szczegółowe, wielowątkowe oparte na najnowszych danych literaturowych, a równocześnie syntetycznie i jasno informuje czytelnika o zagadnieniach, które są celem dysertacji.

Doktorantka omawia, na podstawie danych literaturowych, systematykę i filogenezę, rodziny bobowatych, dalej charakteryzuje rodzaj *Lupinus L.*, omawia znaczenie gospodarcze, użytkowe i ekologiczne łubinu oraz jego powierzchnię uprawy, strukturę produkcji oraz plony nasion uzyskiwane w Polsce, w Unii Europejskiej i na świecie. Następnie przedstawia charakterystykę łubinu wąskolistnego opisując jego właściwości morfologiczne, rozwój roślin oraz czynniki decydujące o wysokości plonu nasion, po czym przechodzi do omówienia kierunków hodowli nowych odmian tego gatunku. W dalszej części omawia proces fotosyntezy oraz czynniki, które warunkują jej wydajność u roślin. Ponieważ jednym ze sposobów badania wydajności fotosyntezy są pomiary fluorescencji chlorofilu, Doktorantka omawia sposoby prowadzenia takich pomiarów, które mogą być wykorzystywane do określania sprawności aparatu fotosyntetycznego oraz stanu fizjologicznego roślin, a także podaje przykłady ich praktycznego zastosowania w rolnictwie, hodowli roślin, nasiennictwie ogrodnictwie oraz wielu innych dziedzinach nauk biologicznych.

Podsumowując stwierdzam, że Doktorantka bardzo dobrze przygotowała tą część dysertacji i zademonstrowała bardzo dobrą znajomość literatury z zakresu prowadzonych badań. Piśmiennictwo jest bardzo bogate i obejmuje 505 pozycji literatury precyzyjnie naświetlające problematykę badawczą podjętą w rozprawie, a o aktualności i ważności podjętego w pracy problemu świadczy cytowanie najnowszej, opublikowanej w ostatnich latach literatury. Ponadto Kandydatka korzystała także z informacji zawartych na 26 stronach internetowych, których wykaz zamieściła na końcu spisu literatury.

W rozdziale „Materiał i metody” Doktorantka charakteryzuje materiał badawczy jakim było 10 odmian łubinu wąskolistnego wpisanych do Krajowego rejestru, z czego trzy to odmiany samokończące (epigonalne), a pozostałe to odmiany o tradycyjnym typie wzrostu. Odmiany były zróżnicowane pod względem przebiegu faz fenologicznych, barwy kwiatów oraz wysokości plonowania nasion. Doświadczenia polowe z wybranymi odmianami założono w latach 2011-2014 w dwóch, a następnie w czterech miejscowościach metodą losowanych bloków kompletnych. Miejscowości zostały dobrane w taki sposób, aby charakteryzowały się odpowiednim zróżnicowaniem glebowo-klimatycznym. W trakcie wegetacji na każdym poletku prowadzono obserwacje poszczególnych faz rozwojowych, oceniano porażenie przez choroby i wyleganie roślin. Ponadto określono wysokość roślin, plon nasion z poletka, liczbę strąków i liczbę nasion z rośliny, liczbę nasion w strąku i masę 1000 nasion. Zebrane dane liczbowe opracowano statystycznie. W jednej z miejscowości (Wiatrowo) prowadzono pomiary bezpośredniej fluorescencji chlorofili a za pomocą mobilnego fluorometru. Pomiary wykonywano w fazie kwitnienia, fazie rozwoju strąków i fazie dojrzałości zielonej.

Zebrane dane liczbowe opracowano statystycznie. Dla komponentów plonu dla każdej odmiany obliczono współczynniki zmienności natomiast dla plonu nasion wykonano analizy wariancji zgodnie z modelem liniowym dla układu losowanych bloków kompletnych dla każdego z pojedynczych środowisk oraz syntezę ze wszystkich środowisk. Istotność różnic pomiędzy średnimi dla odmian testowano obliczając wartość najmniejszej różnicy (NIR). Określono także precyzję poszczególnych doświadczeń oraz określono udział każdej odmiany w tworzeniu odchyleń interakcyjnych. Komponenty wariancji obliczono metodą największej wiarygodności z restrykcjami REML (ang. *Restricted maximum likelihood*), a do określenia stabilności plonowania odmian łubinu wąskolistnego wykorzystano współczynnik ekowalencji, który obliczono według wzoru Wricke (1962). Do analizy interakcji genotypowo-środowiskowej wykorzystano program SERGEN oraz program MSTAT-C. Wykonano analizy zależności plonu nasion z jego komponentami oraz plonu nasion i jego komponentów z warunkami meteorologicznym wyrażonymi za pomocą współczynnika hydrotermicznego Sielianiowa obliczając odpowiednie współczynniki korelacji oraz współczynniki determinacji. Uzyskane profile przedstawiające przebieg zmienności wybranych parametrów fluorescencji chlorofilu przedstawiono graficznie. Wykonano także analizy korelacji między plonem nasion i jego komponentami a wybranymi parametrami fluorescencji chlorofilu. Wykorzystując pakiet GENSTAT Doktorantka przeprowadziła analizę regresji wielokrotnej w celu zbadania wpływu poziomu radiacji na wartość parametrów fluorescencji oraz wpływu warunków meteorologicznych na plon nasion i jego komponenty, a także długość faz

rozwojowych poszczególnych odmian łubinu wąskolistnego. Zastosowane i opisane w powyższym rozdziale metody statystyczne nie budzą żadnych zastrzeżeń, są dobrze dobrane, a uzyskane rezultaty tych analiz pozwalają na lepsze poznanie wpływu warunków meteorologicznych na rozwój roślin i plonowanie nasion łubinu wąskolistnego i umożliwiły pełną realizację postawionych celów badawczych.

Wyniki ocenianej rozprawy doktorskiej mgr inż. Barbary Góryniewicz są bardzo interesujące i dostarczają nowych informacji dotyczących plonowania odmian łubinu wąskolistnego w różnicowanych warunkach glebowych oraz klimatycznych Polski. Plony nasion w sprzyjających warunkach wilgotnościowych i temperaturowych niektórych odmian przekraczały nawet 6 ton z hektara, co świadczy o wysokim potencjale plonowania tych odmian, niestety w niesprzyjających warunkach spadały poniżej 2 ton z hektara. Wykazano, że główny wpływ na zróżnicowanie wysokości plonu nasion i jego komponentów miały zmienne warunki środowiska. Wyniki potwierdziły także brak związku pomiędzy wysokością plonu a stabilnością plonowania odmian w latach. Odmiany, które charakteryzowały się wysokim plonem nasion w większości nie były odmianami stabilnymi w kolejnych latach. Doktoranta stwierdziła, że stabilność plonowania odmian nie jest zależna od typu wzrostu roślin. Wykazała ponadto, że warunki meteorologiczne, czyli temperatura i dostępność wody przed kwitnieniem i w trakcie kwitnienia w większym stopniu determinowały wielkość plonu nasion niż po kwitnieniu roślin.

Doktorantka wykazała, że produktywność łubinu wąskolistnego zależała od prawidłowego przebiegu procesów fizjologicznych, w tym od intensywności fotosyntezy, która jest ściśle związana z fluorescencją chlorofilu a. Zwraca szczególną uwagę na parametry fluorescencji określające przepływ energii używanej do transportu elektronów i aktywne centrum reakcji, które są dodatnio skorelowane z plonem nasion, liczbą strąków i liczbą nasion w strąku. To ważny wniosek wynikający z pomiarów paramentów fluorescencji chlorofilu, który może być przydatny w programach hodowli nowych odmian łubinu wąskolistnego w trakcie selekcji roślin o najwyższej wydajności fotosyntetycznej. Pomiarów tych parametrów najlepiej jest wykonywać u łubinu wąskolistnego w fazie rozwoju strąków na najlepiej rozwiniętym liściu ze środkowej części rośliny. To bardzo ważny wniosek wypływający z przeprowadzonych przez mgr inż. Barbarę Góryniewicz badań, ponieważ parametry te są wskaźnikami metabolizmu roślinnego oraz efektywności fotosyntezy i mogą odzwierciedlać zdolność rośliny do wykorzystywania światła i przekształcania do w energię potrzebną do produkcji biomasy, w tym nasion.

Rozprawę kończy obszerna i dobrze przeprowadzona dyskusja, w której Doktorantka zestawiała uzyskane wyniki z dostępnymi w literaturze badaniami innych Autorów, odnosząc się kolejno do wszystkich etapów prowadzonych badań własnych. Ten rozdział został opracowany bardzo starannie, zawiera dogłębną analizę wyników własnych, co znacząco podnosi walory naukowe dysertacji i w całej rozciągłości zasługuje na wyróżnienie. Podsumowaniem jest dwanaście stwierdzeń i wniosków wyciągniętych na podstawie przeprowadzonych badań i analiz, które mają potwierdzenie w przedstawionej dokumentacji wyników. W trakcie opracowania rozprawy Doktorantka nie ustrzegła się drobnych błędów językowych, literowych, skrótów myślowych czy przejęzyczeń, które zaznaczyłem w tekście przesłanego do oceny maszynopisu, a które mogą być z łatwością usunięte w trakcie przygotowania Autoreferatu. Mam kilka drobnych wątpliwości czy uwag, do których proszę żeby Doktorantka się odniosła:

1/ Jaka jest, Pani zdaniem, przyczyna barku istotnych zależności pomiędzy polonem nasion a pozostałymi analizowanymi komponentami plonu? Sytuacja taka wystąpiła zarówno dla każdej z odmian, jak i dla syntezy odmian ze wszystkich środowisk. W opisie tabel 26 i 27 Autorka pisze, że wykazano dodatnie korelacji pomiędzy plonem nasion a jego komponentami, jednak ponieważ wartości współczynników korelacji są statystycznie nieistotne, stwierdzenie to jest nieuprawnione.

2/ Ponieważ do analizy statystycznej wyników badań używano programu SERGEN dobrze byłoby zastanowić się czy nie można byłoby wykorzystać biplotów przedstawiających odmiany i środowiska w przestrzeni dwóch pierwszych składowych głównych odchyleń interakcyjnych, co pozwoliłoby wskazać odmiany najlepiej dostosowane do określonych warunków środowiska, w których były badane.

3/ W tabelach 12-15 przedstawiono wyniki analiz wariancji dla pojedynczych doświadczeń w każdej miejscowości z poszczególnych lat podając wszystkie uzyskane wartości, nawet pośrednie (źródło zmienności, liczba stopni swobody, suma kwadratów, średni kwadrat, F empiryczne i wartość tablicowa F). Tabele te można byłoby połączyć w jedną podając jedynie źródło zmienności, liczbę stopni swobody i średni kwadrat z każdej miejscowości z zaznaczeniem gwiazdką ewentualnej jego istotności. Uwaga dotyczy przypadku przygotowywania wyników do publikacji, co zmniejszy liczbę tabel.

4/ Na rysunkach 10 a-j oraz 11 a-j przedstawiono graficznie wpływ warunków meteorologicznych na długość faz fenologicznych dla poszczególnych odmian i wykreślono stosowne proste regresji i obliczono współczynniki determinacji ( $R^2$ ). Proszę o wyjaśnienie z czego wynikają bardzo niskie wartości obliczonych współczynników determinacji.

Powyższe uwagi mają charakter dyskusyjny, a zauważone w pracy drobne niedociągnięcia nie umniejszają jej bardzo wysokiej wartości merytorycznej, poznawczej, naukowej i użytecznej.

### **Wniosek końcowy**

Przedstawiona do oceny rozprawa doktorska wnosi nowe elementy wiedzy na temat wpływu warunków meteorologicznych na metabolizm roślin i efektywność procesów fotosyntezy u łubinu wąskolistnego oraz ich wpływ na wielkość plonu nasion i jego komponentów. Wyniki analizy interakcji genotypowo-środowiskowej, w tym określenie wpływu parametrów fluorescencji chlorofilu na długość faz wzrostu i rozwoju roślin mogą pomóc w znalezieniu genotypów i cech plonotwórczych wykazujących mniejszą zależność od niekorzystnych warunków środowiska. Uzyskane wyniki mogą także pomóc rolnikom w identyfikacji optymalnych warunków uprawy łubinu wąskolistnego, zwiększenia plonu nasion i poprawę stabilności plonowania odmian.

Uważam, że temat podjęty przez Doktorantkę jest bardzo aktualny, a pytania postawione w celach badawczych sformułowane w sposób jasny i prawidłowy. Dzięki zastosowaniu właściwych metod wytyczone cele zostały w pełni zrealizowane, a uzyskane wyniki i wnioski znajdują pełne potwierdzenie w materiale dokumentacyjnym przedstawionym w tabelach i na rysunkach oraz mają bardzo wysoką wartość naukową.

Przedłożona do recenzji rozprawa mgr inż. Barbary Górynowicz pt. „Zależność plonu nasion i jego komponentów u łubinu wąskolistnego (*Lupinus angustifolius* L.) od warunków meteorologicznych z uwzględnieniem parametrów fluorescencji chlorofilu” spełnia wszystkie wymogi stawiane pracom doktorskim z dziedziny nauk rolniczych dyscypliny rolnictwo i ogrodnictwo, zgodnie z ustawą z dnia 14 marca 2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz.U. z 2017 r. poz. 1789), uwzględniając rozporządzenie MNiSW z dnia 19 stycznia 2018 roku w sprawie trybu i warunków przeprowadzania czynności w przewodzie doktorskim, w postępowaniu habilitacyjnym oraz w postępowaniu o nadanie profesora (Dz.U. z 2018 r. poz. 261) zgodnie z art. 179 ustawy z 3 lipca 2018 r. – Przepisy wprowadzające ustawę – Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz.U. z 2018 r. poz. 1669)

Stawiam wniosek do Rady Dyscypliny Naukowej Rolnictwo i Ogrodnictwo Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu o dopuszczenie mgr inż. Barbary Górynowicz do dalszych etapów przewodu doktorskiego.

Biorąc pod uwagę ogromny materiał badawczy i dokumentacyjny zgromadzony w pracy, wzorowe jego opracowanie oraz wyciągnięcie na tej podstawie nowatorskich wniosków, a zwłaszcza wykazanie przydatności wybranych parametrów fluorescencji chlorofilu jako skutecznych kryteriów selekcji roślin w programach hodowlanych odmian łąbinu wąskolistnego, ale także innych gatunków roślin uprawnych, wnioskuję o wyróżnienie ocenianej rozprawy doktorskiej stosowną nagrodą.



Prof. dr hab. Henryk Bujak

Wrocław, dnia 6.10.2023 r.