

Dr hab. Agnieszka Faligowska, prof. UPP
Katedra Agronomii
Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu
Ul. Wojska Polskiego 28
60-637 Poznań

Ocena rozprawy doktorskiej
mgr Renaty Pawlak
pt. „Reakcja grochu siewnego (*Pisum sativum* L.) na nawożenie dolistne”

1. Ocena problematyki badawczej pracy

Groch jest jedną z najważniejszych gospodarczo roślin bobowatych uprawianych w naszym kraju. Wykorzystanie tego gatunku jest wszechstronne. Ze względu na skład chemiczny nasion, groch stosowany jest w żywieniu zwierząt, a w płodozmianie (podobnie jak i inne rośliny bobowate) przyczynia się do utrzymania żyzności i różnorodności biologicznej gleby. Zgodnie z polityką proekologiczną Unii Europejskiej należy dążyć do zwiększenia bioróżnorodności upraw i przełamania monokultur zbożowych, w celu zapobieżenia problemom współczesnego rolnictwa, jakimi m. in. są: erozja i utrata żyzności gleby oraz spadek zawartości w niej węgla organicznego. W tym kontekście wprowadzenie roślin bobowatych np. grochu siewnego do płodozmianu ma kluczowe znaczenie. Z punktu widzenia praktyki rolniczej na korzyść grochu przemawia również jego duży potencjał plonotwórczy, a uprawa jego ma długą tradycję w naszym kraju. Szeroki wybór odmian zarejestrowanych w Krajowym Rejestrze, a także w Katalogu Wspólnotowym (CCA), aktywność firm nasiennych, to czynniki sprzyjające wzrostowi zainteresowania uprawą roślin bobowatych. Dodatkowo rosnące: zapotrzebowanie na żywność i świadomość społeczna w aspekcie zdrowego odżywiania się, wymuszają poszukiwanie nowych technologii uprawy, bardziej przyjaznych środowisku naturalnemu, które będą kładły nacisk na zmniejszanie intensyfikacji stosowania agrochemikaliów. W tym celu konieczne jest przeprowadzenie szeregu badań, które dostarczą praktyce rolniczej informacji na temat doboru właściwej agrotechniki, wydajnej, a jednocześnie taniej i nie czyniącej szkód środowisku naturalnemu. W tym aspekcie, przedstawiona do recenzji rozprawa doktorska dotyczy istotnego z punktu widzenia współczesnego rolnictwa problemu, a nie rozpoznanego jeszcze w pełni u grochu siewnego.

Biorąc pod uwagę powyższe uważam, że zarówno wybór jak i zakres problematyki poruszanej w pracy doktorskiej Pani mgr Renaty Pawlak, są celowe zarówno pod względem poznawczym jak i aplikacyjnym.

2. Ocena układu pracy

Przedłożona do oceny rozprawa doktorska obejmuje 137 strony maszynopisu, w tym 38 tabel i 8 rycin. Praca składa się z 8 rozdziałów uszeregowanych w sposób logiczny i odpowiadający treści pracy. Rozdziały zamieszczono w następującej kolejności: 1. *Wstęp*, 2. *Hipoteza badawcza i cel pracy*, 3. *Przegląd literatury*, 4. *Metodyka badań*, 5. *Warunki realizacji doświadczenia*, 6. *Wyniki badań*, 7. *Dyskusja*, 8. *Wnioski*. Rozdziały: 4., 5., i 6. zostały podzielone na podrozdziały, co nadaje rozprawie dużą przejrzystość, a między poszczególnymi rozdziałami zostały zachowane właściwe proporcje. Ponadto, rozprawa doktorska zawiera spis literatury (*Bibliografię*), spis tabel i rycin oraz *Streszczenie/Summary* w języku polskim i angielskim, które w sposób syntetyczny przedstawiają cel i zakres badań oraz najważniejsze wyniki. Układ pracy został opracowany w sposób logiczny i odpowiada wymaganiom stawianym rozprawom doktorskim.

Tytuł pracy „Reakcja grochu siewnego (*Pisum sativum* L.) na nawożenie dolistne” jest adekwatny do jej treści. Tematyka rozprawy jest jak najbardziej aktualna, natomiast sam problem badawczy ważny pod względem naukowym, jak i praktycznym.

3. Ocena merytoryczna pracy

We *Wstępie* na 4 stronach w oparciu o liczne publikacje, Autorka przedstawia po krótko ważne ogólnoswiatowe problemy związane z rolnictwem i produkcją żywności na świecie. Opisuje także znaczenie grochu w żywieniu nie tylko zwierząt, ale i ludzi, a następnie rolę makro- i mikroelementów w cyklu życiowym roślin i płynnie przechodzi do przedstawienia zalet stosowania nawożenia dolistnego w kontrze do nawozów doglebowych, wprowadzając nas tym samym stopniowo w problem badawczy, który został sformułowany w kolejnym rozdziale, zatytułowanym: *Hipoteza badawcza i cel pracy*.

W rozdziale 2 Autorka sformułowała hipotezę badawczą oraz cel badań, poprzez który próbuje znaleźć odpowiedź na 3 precyzyjnie postawione pytania. W rozdziale tym Doktoranta określa również na podstawie jakich obserwacji i pomiarów zamierza osiągnąć przedstawiony cel badań.

Rozdział *Przegląd literatury* jest bogato poparty cytatami, a ilość źródeł literaturowych, na które powołuje się Autorka jest imponująca. Na podkreślenie zasługuje fakt, iż Pani Renata Pawlak sięgnęła do publikacji nowych głównie zagranicznych, wydanych w większości po roku 2000. Rozdział ten jest bardzo rozbudowany, co świadczy o gotowości Doktorantki do podjęcia prac badawczych i znajomości problematyki badawczej. Na 24 stronach tego rozdziału Autorka dotknęła takich zagadnień jak: bezpieczeństwo białkowe kraju oraz znaczenie grochu w żywieniu zwierząt i w płodozmianie. Ponadto, skrupulatnie opisała rolę makroelementów w cyklu życiowym roślin, kładąc nacisk na ich znaczenie w procesie brodawkowania i wiązaniu azotu atmosferycznego przez rośliny bobowate. Autorka pracy w rozdziale *Przegląd literatury* zawarła również informacje na temat nawozów dolistnych i biostymulatorów, a mianowicie ich charakterystykę oraz mechanizm działania. Liczne wyniki

doświadczeń innych autorów przytoczone w tym rozdziale wskazują na słuszność tematyki podjętych przez Panią Renatę Pawlak badań.

Podstawą rzetelności prowadzenia badań jest opracowanie poprawnej metodyki. Przedmiotem pracy doktorskiej było doświadczenie polowe, prowadzone w latach 2015 – 2017 w Podkarpackim Ośrodku Doradztwa Rolniczego w Boguchwale. Doświadczenie założono w 4 powtórzeniach, w układzie losowanych bloków z dwoma czynnikami, którymi były: odmiany grochu siewnego i nawożenie dolistne. W rozdziale *Metodyka badań* Autorka zwięźle opisuje schemat doświadczenia i agrotechnikę. Dodatkowo, Autorka w rozdziale tym opisuje sposób pobierania prób i wykonania pomiarów oraz metodykę analiz chemicznych i sposób dokonywania obliczeń wydajności z 1 ha, a także wymienia analizowane cechy roślin. Przedstawiony zakres badań wskazuje na znaczną pracochłonność na etapie gromadzenia danych empirycznych. Podjęty zakres analizowanych cech w kontekście celu pracy jest właściwy. Autorka wyczerpująco przedstawiła opis metod i procedur badawczych oraz analiz składu chemicznego, terminy stosowania nawozów dolistnych oraz dawki składników pokarmowych wprowadzonych z nawozami dolistnymi. Charakterystyka czynnika drugiego jest przedstawiona bardzo szczegółowo, w rozdziale tym, z mojego punktu widzenia, zabrakło jednak charakterystyki czynnika pierwszego, którym były odmiany grochu siewnego. W związku z powyższym proszę o krótkie uzupełnienie tej informacji wraz z uzasadnieniem doboru odmian.

W rozdziale dotyczącym metodyki badań Autorka opisuje również sposób oceny statystycznej. Wyniki badań poddano analizie wariancji dla doświadczenia dwuczynnikowego, w układzie losowanych bloków, a do obliczeń wykorzystano program Statistica. Autorka sprecyzowała, że istotność różnic szacowano według testu post-hoc Tukeya. Według mojej opinii opis analizy statystycznej powinien zostać uzupełniony o informacje o zastosowaniu grup jednorodnych oraz poziomy istotności $p < 0,01$, $p < 0,001$.

W dalszej części pracy Autorka zamieściła rozdział dotyczący warunków realizacji doświadczenia. Moim zdaniem część informacji z rozdziału *Metodyka badań* mogła być przeniesiona do tego rozdziału i zawarta w podrozdziale nt. warunków agrotechnicznych doświadczenia. Uwaga moja ma jednak charakter dyskusyjny i nie zmienia mojej opinii, iż rozdział ten jest czytelny i dostarcza w wystarczający sposób informacji co do warunków glebowych i pogodowych prowadzonych badań. Opis w/w warunków jest zwięzły i precyzyjnie „zilustrowany”.

Rozdział *Wyniki badań* obejmuje 52 stronach maszynopisu. Na wstępie Autorka analizowała wpływ warunków pogodowych w poszczególnych sezonach oraz czynników doświadczenia na przebieg wegetacji grochu. Moim zdaniem wyniki te mają dużą wartość poznawczą i stanowią doskonałe uzupełnienie wiedzy w zakresie charakterystyki odmian grochu.

W dalszej części Autorka omawia wpływ lat badań oraz czynników doświadczenia na obsadę roślin, fizjologiczne cechy plonotwórcze, cechy morfologiczne roślin i kształtujące plon nasion oraz skład chemiczny nasion. Niewątpliwym atutem pracy jest szczegółowa ocena jakościowa nasion, na podstawie której obliczona została wydajność białka. Dane te mogą posłużyć w przyszłości również do

obliczenia wydajności energetycznej nasion oraz wydajności energetycznej plonu nasion, co przyczyni się do wzbogacenia badań w planowanych publikacjach naukowych. Wyniki dotyczące fizjologicznych cech plonotwórczych są bardzo cenne i nowatorskie pod względem poznawczym.

Badania jakie wykonała Doktorantka są bardzo obszerne i przeprowadzone kompleksowo. Wynikające z danych empirycznych zależności zamieszczone w tym rozdziale są udokumentowane statystycznie. Tabele i ryciny są bardzo rozbudowane, co moim zdaniem utrudnia właściwą interpretację wyników badań przy użyciu grup jednorodnych. Mój punkt widzenia potwierdza fakt, iż sama Doktorantka w kilku miejscach nie uniknęła błędów lub też mało precyzyjnie opisała istotne różnice:

- str. 45, tab. 12 – „Średnio dla czynników doświadczenia, największą obsadę po wschodach roślin na 1m² uzyskano w 2017r., istotnie większą w porównaniu do lat 2015 i 2016r.[...]”, natomiast analiza wariancji wykazała istotne różnice jedynie między rokiem 2017 a 2015;

- str. 47, tab. 13 – „Średnio za lata badań, w fazie BBCH 65 najwyższą wartością tego parametru architektury ładu (LAI) charakteryzowała się odmiana Lasso, istotnie wyższą w porównaniu do odmian Mecenasa, Tarchalska i Ezop [...]”, podczas gdy analiza statystyczna wykazała istotną różnicę również wobec odmiany Cysterski;

„Z kolei w fazie BBCH 79 istotnie najwyższą wartość LAI uzyskano u odmiany Batuta, istotnie wyższą w porównaniu do odmian Cysterski i Tarchalska [...]”, zgodnie z analizą statystyczną również istotność stwierdzono wobec odmiany Mecenasa;

- str. 49, ryc. 1 – „W tej fazie rozwojowej (BBCH 65) istotnie najwyższe wartości wskaźnika LAI w 2015r. uzyskano pod wpływem nawożenia N1 i N2, wyższe w porównaniu do kontroli [...]”, jeżeli całe zdanie dotyczy roku 2015 to w fazie BBCH 65 analiza statystyczna nie wykazała istotnych różnic między kontrolą a N1;

- str. 60, tab. 19 – „Zastosowanie nawożenia dolistnego spowodowało w fazach BBCH 65 i BBCH 79 istotny wzrost [...] przewodnictwa szparkowego (gs) w odniesieniu do kontroli, a wartości tych parametrów uzyskanych pod wpływem nawożenia N1 były istotnie wyższe także w porównaniu do nawożenia N2”, analiza statystyczna nie wykazała istotnych różnic w fazie BBCH 79 między N2 i kontrolą oraz między N1 i N2;

„Wartość tego parametru (stężenie wewnątrzkomórkowe CO₂; Ci) w 2016r. była istotnie wyższa niż w 2015r., a nie różniła się istotnie w porównaniu do 2017r.”, w fazie BBCH 65 istotna różnica wystąpiła między 2016r. a 2017r.;

- str. 72, tab. 23 – „Spośród badanych odmian największą liczbą nasion z rośliny wyróżniła się odmiana Batuta, która posiadała ich istotnie więcej w porównaniu do odmian Cysterski i Mentor [...]”, tu istotne różnice występują również wobec pozostałych odmian, a wyjątek stanowi jedynie Tarchalska;

„Najwięcej nasion w strąku wykształciła odmiana Cysterski, istotnie więcej o 0,72 szt. (o 18%) w porównaniu do odmiany Ezop [...]”, istotna różnica dotyczyła także odmiany Mentor, ponieważ należy do tej samej grupy jednorodnej co Ezop;

- str. 73, tab. 24 – ” Najmniej dorodne nasiona uzyskano natomiast u odmiany Cysterski w wariancie N1”, zgodnie z analizą wariancji również na kontroli masa 1000 nasion u tej odmiany miała tą samą wartość, proszę o zweryfikowanie grup jednorodnych w tej tabeli;

- str. 83 tab. 30 – „Istotnie najwięcej P kumulowały nasiona odmiany Tarchalska”, wg danych przedstawionych w tabeli to Ezop ma największą zawartość P w nasionach, jednak analiza wariancji nie wykazała tu istotnej różnicy, proszę o ponowne przeanalizowanie tych danych oraz danych dotyczących zawartości pozostałych makroelementów i weryfikację zdania dotyczącego tych wyników w *Dyskusji* na str. 106;

- str. 87 tab. 35 – „Istotnie więcej Mn o 34,4% kumulowały nasiona na kontroli w 2017r., w porównaniu do tego samego obiektu w 2015r.”, tu istotnych różnic jest więcej niż Autorka podkreśliła w opisie, ponieważ przynależność do tej samej grupy jednorodnej wystąpiła również przy N2 w roku 2017.

Zaznaczyć przede wszystkim należy, iż Doktorantka opisując wpływ czynnika drugiego podjęła wysiłek określenia istotności nie tylko w odniesieniu do kontroli (choć taka interpretacja wyników w zupełności by wystarczyła), ale również i poziomów nawożenia dolistnego względem siebie, co świadczy o bardzo skrupulatnym podejściu do analizy uzyskanych wyników badań.

W trakcie studiowania rozprawy doktorskiej Pani magister Renaty Pawlak odnotowałam pewne nieścisłości w wyrażaniu istotnych różnic w procentach, np. str. 50, tab. 15, Autorka pisze „W fazie BBCH 65 w wariantach nawożenia N1 i N2 zawartość tego barwnika wzrosła w odniesieniu do kontroli odpowiednio o 9,6 i 2,2% (o 2,6 i 2,0 CCI), a w fazie BBCH 79 odpowiednio o 13,9 i 16,4% (o 2,8 i 3,4 CCI).”, natomiast wg moich wyliczeń w fazie BBCH 65 powinno to być 10,6 i 8,2%, a w fazie BBCH 79 - 16,2 i 19,7%. Tego typu mało precyzyjnych stwierdzeń napotkałam w maszynopisie kilka, dlatego proponuję przed przygotowaniem publikacji naukowej, istotne różnice wyrażone w procentach, przeliczyć ponownie.

Ponadto, na str. 45 Autorka pisze „Słabszą zdolnością kiełkowania charakteryzowały się również odmiany Mecenias, Batuta, Tarchalska i Ezop w 2015r. oraz odmiana Batuta w 2016r.”. W niniejszej pracy nie analizowano zdolności kiełkowania, która jest badaniem stricte laboratoryjnym, dlatego proponuję w tym zdaniu użyć zwrotu „polowa zdolność wschodów”, który będzie bardziej adekwatny.

Uwagi szczegółowe mające charakter edytorski to:

- str. 47, tab. 13 – w nagłówku widnieją inne jednostki niż w tabeli oraz w tabeli brak informacji czego dotyczą duże litery w kolumnach;

- str. 60 – powtórzenie słowa „najwyższe” w zdaniu „W BBCH 65 najwyższe istotnie najwyższe wartości parametrów [...]”;

- w opisie wyników, w kilku miejscach w pracy brak spacji między wartością liczbową a jednostką np. na str. 72 i 73;

- w opisie wyników skrót ryc. pisany jest raz z małej a raz z dużej litery;

- str. 80 – powtórzenie wyrazu istotnie w zdaniu „Istotnie największą zawartością białka ogółem w nasionach wyróżniła się odmiana Ezop, która kumulowała istotnie więcej tego składnika pokarmowego w porównaniu do odmian Tarchalska oraz Cysterski i Mentor (o istotnie najmniejszej zawartości białka) [...]”.

Pragnę zaznaczyć, że wykazane w recenzji pracy uchybienia nie obniżają znaczącej wartości naukowej przedstawionej do recenzji rozprawy doktorskiej i w wielu miejscach są to uwagi natury redakcyjnej, które łatwo będzie usunąć na etapie przygotowania publikacji.

W podsumowaniu rozdziału *Wyniki badań*, z mojego punktu widzenia zabrakło przeprowadzenia i omówienia analizy ekonomicznej dotyczącej opłacalności uprawy grochu. We współczesnym rolnictwie to rachunek ekonomiczny decyduje głównie o wprowadzeniu danego gatunku do płodozmianu, a także o stronie agrotechnicznej jego uprawy, może okazać się więc, że przyrost plonu pod wpływem zastosowanych w doświadczeniu nawozów dolistnych oraz biostymulatorów nie gwarantuje pokrycia kosztów ich zastosowania. W związku z powyższym proszę ustosunkować się do pytania dotyczącego opłacalności uprawy grochu przy średnich plonach uzyskanych na kontroli oraz na obiektach N1 i N2 (bez uwzględnienia czynnika I)?

Kolejny rozdział niniejszej rozprawy naukowej to *Dyskusja*, która obejmuje 17 stron maszynopisu. W omawianym rozdziale Doktorantka porównała rezultaty swoich badań z wynikami innych autorów i nie tylko potwierdziła znane z literatury zależności, ale wyjaśniła je poprzez dogłębną analizę wyników badań. Na podkreślenie zasługuje fakt bardzo trafnego doboru literatury krajowej i zagranicznej. Doktorantka bardzo szeroko omawia ujęte w tym rozdziale zagadnienia, w oparciu o pozycje bibliografii wydane w większości po roku 2000.

Podsumowaniem wyników badań i dyskusji jest postawienie przez Doktorantkę 10 wniosków w rozdziale 8. Wnioski te znajdują pełne uzasadnienie we wnikliwie przeanalizowanych wynikach badań. Za szczególnie cenne z punktu widzenia praktyki rolniczej uważam stwierdzenia:

1. ze względu na wielkość plonu nasion i wydajność białka, do uprawy w warunkach Podkarpacia można zalecać odmiany Batuta i Akord,
2. w celu podniesienia wielkości plonu i jakości nasion można zalecać praktyce rolniczej nawożenie dolistne grochu siewnego, szczególnie konwencjonalnymi nawozami / biostymulatorami (N1), a hydrolizat białka pochodzenia zwierzęcego (N2) może być rekomendowany także do stosowania w rolnictwie ekologicznym.

Natomiast z punktu widzenia żywienia zwierząt:

1. nasiona odmian grochu siewnego charakteryzowały się niekorzystnymi, zbyt niskimi wartościami proporcji Ca:P, natomiast stosunki K:(Ca+Mg), K:Na i Fe:Mn, przekroczyły zalecaną górną granicę dla pasz wysokiej jakości. Nawożenie dolistne N1 i N2 nie miało wpływu na kształtowanie proporcji K:(Ca+Mg), Ca:P i K:Na, natomiast pod wpływem nawożenia N2 nastąpił istotny wzrost wartości proporcji Mn:Cu i Mn:Zn.

Ostatni rozdział *Bibliografia* obejmuje aż 347 pozycje literatury. Opracowania anglojęzyczne stanowią blisko 93% bibliografii. W pracy Autorka cytowała podręczniki, oryginalne prace twórcze, strony internetowe oraz materiały konferencyjne. Dobór piśmiennictwa jest bardzo bogaty i związany z tematyką recenzowanej pracy. Dzięki tak bogatej bibliografii Autorce skutecznie udało się uniknąć cytowania tych samych informacji we *Wstępie*, *Przeglądzie literatury* oraz *Dyskusji*. Spis literatury jest przygotowany rzetelnie i bardzo starannie, co wymagało od Doktorantki dużego nakładu pracy.

4. Wniosek końcowy

W podsumowaniu stwierdzam, że Pani mgr Renata Pawlak wykazała się wiedzą merytoryczną i metodyczną oraz umiejętnością interpretacji wyników badań i znajomością literatury przedmiotu. Doświadczenie polowe zostało zaplanowane prawidłowo i zrealizowane zgodnie z założeniami, a uzyskane wyniki pozwoliły na weryfikację postawionej przez Autorkę hipotezy badawczej i osiągnięcie zamierzonego celu badań.

Podsumowując uważam, że rozprawa doktorska Pani mgr Renaty Pawlak nt.: ”Reakcji grochu siewnego (*Pisum sativum* L.) na nawożenie dolistne” spełnia warunki określone w art. 13 ust. 1 o stopniach i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz. U RP nr 65 poz. 595 z . późn. zm.). Tym samym, składam wniosek do Rady Naukowej Dyscypliny Rolnictwa i Ogrodnictwa o jej przyjęcie i dopuszczenie Pani mgr Renaty Pawlak do dalszych etapów przewodu doktorskiego.

Ogromny wkład pracy Doktorantki w przeprowadzone badania, ich duży zakres oraz kompleksowość, a także aktualność problematyki badawczej, staranne i rzetelne przygotowanie rozprawy doktorskiej skłaniają mnie do zaproponowania Radzie Naukowej Dyscypliny Rolnictwo i Ogrodnictwo Uniwersytetu Rzeszowskiego wyróżnienia Pani mgr Renaty Pawlak stosowną nagrodą.

Poznań, dn. 29.07.21r.

Agnieszka Faligowska

