

Prof. dr hab. Bogdan Kulig
Instytut Produkcji Roślinnej
Uniwersytet Rolniczy im. Hugona Kołłątaja w Krakowie
al. Mickiewicza 21
31-120 Kraków

Kraków, 06.03.2019 r.

Recenzja

rozprawy doktorskiej **mgr inż. Barbary Romankiewicz**
pt. „Wpływ przedsiewnej stymulacji nasion zmiennym polem magnetycznym na wzrost,
rozwój i plonowanie grochu siewnego” wykonanej w Katedrze Produkcji Roślinnej na
Wydziale Biologiczno-Rolniczym Uniwersytetu Rzeszowskiego pod kierunkiem
dr hab. inż. Ewy Szpunar-Krok, prof. Uniwersytetu Rzeszowskiego

Uzasadnienie podjętego tematu badań

W ostatnich latach powierzchnia uprawy roślin bobowatych grubonasiennych w Polsce systematycznie rośnie. W 2015 roku kształtowała się ona na poziomie 251 tys. ha i była prawie 2-krotnie większa w odniesieniu do 2005 r. Nasiona roślin bobowatych grubonasiennych są cennym źródłem pożywienia dla ludzi i paszy dla zwierząt. Odznaczają się wysoką zawartością białka, skrobi, błonnika pokarmowego oraz witamin i minerałów. Zwiększenie powierzchni uprawy roślin bobowatych grubonasiennych na nasiona wynika ze docenienia ich roli w zmianowaniu, gdyż wzbogacają glebę w materię organiczną, a w szczególności dzięki symbiozie z bakteriami brodawkowymi pozostawiają znaczne ilości azotu ($40 \text{ do } 100 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$), co przyczynia się do lepszego plonowania roślin następczych przy ograniczonych nakładach na nawożenie. Wsparcie finansowe do produkcji roślin bobowatych grubonasiennych uaktywniło segment rynku produkcji i sprzedaży materiału siewnego tych roślin, przyczyniając się tym samym do odnoszenia korzyści ekonomicznych przez firmy nasienne. Jakość materiału siewnego zależy między innymi od warunków uprawy, technologii zbioru, warunków przechowywania oraz jego przygotowania poprzez zastosowanie różnorodnych metod, w tym metod fizycznych. Jedną z nich jest przedsiewna stymulacja nasion polem magnetycznym. Przedsiewna stymulacja nasion polem magnetycznym może stanowić uzupełnienie chemicznych metod ochrony nasion w rolnictwie konwencjonalnym i integrowanym. W wielu badaniach naukowych prowadzonych nad wpływem pola magnetycznego na rośliny, uzyskano pozytywny efekt dla niższych wartości indukcji pola zmiennego niż w przypadku pola stałego. Można jednak także spotkać doniesienia o pozytywnym wpływie stałego, a negatywnym zmiennego pola magnetycznego na kiełkowanie i początkowy wzrost roślin (rzodkiewka). Zagadnienia oddziaływania pola magnetycznego na kiełkowanie i wzrost roślin nie są w pełni rozpoznane, zwłaszcza w warunkach polowych, z tego względu podjęcie badań uznaję za zasadne, a treści zawarte w pracy odpowiadają jej tematowi.

Ocena struktury pracy

Praca obejmuje 132 strony maszynopisu została podzielona na 8 rozdziałów ułożonych w logicznej, typowej dla prac eksperymentalnych kolejności. Praca zawiera

sprecyzowany cel i hipotezę badawczą. Celem badań była ocena wpływu przedśiewnej stymulacji nasion grochu siewnego (*Pisum sativum* L.) zmiennym polem magnetycznym na plonowanie i skład chemiczny nasion oraz wybrane cechy morfologiczne, wskaźniki wegetacyjne i fizjologiczne. W hipotezie badawczej założono, iż przedśiewna stymulacja nasion grochu siewnego zmiennym polem magnetycznym wpłynie korzystnie na przebieg procesu kiełkowania nasion, a przez to również na wzrost i rozwój roślin w kolejnych fazach rozwojowych oraz kształtowanie ich cech morfologicznych, co będzie determinować wielkość plonu i skład chemiczny nasion. Założono również, że stymulacja nasion zmiennym polem magnetycznym może modyfikować przebieg procesów fizjologicznych zachodzących w roślinach grochu siewnego.

Podział treści pracy na poszczególne rozdziały przedstawia się następująco (tabela):

lp.	nazwa rozdziału	stron	udział (%)
1.	Wstęp	3	2,3
2.	Hipoteza badawcza i cel pracy	1	0,8
3.	Przegląd literatury	19	14,7
4.	Materiał i metody badań	7	5,4
5.	Warunki realizacji doświadczenia	3	2,3
6.	Wyniki badań	44	34,1
7.	Dyskusja	22	17,1
8.	Wnioski	2	1,6
	Spis literatury	26	20,2
	Streszczenie	2	1,6
	razem	129	100,0

Analiza powyższego zestawienia wskazuje, że największy nakład pracy związany jest z omówieniem wyników oraz ich dyskusja, a w następnej kolejności z przygotowaniem przeglądu literatury, co wskazuje na poprawny rozkład treści pomiędzy rozdziałami, ale również odzwierciedla duży nakład pracy jaki Doktorantka włożyła w pozyskanie wyników, co dokładnie zostanie przedstawione w szczegółowej charakterystyce rozdziału 4.

Ocena szczegółowa głównych rozdziałów

We „Wstępie” Autorka zwróciła uwagę na znaczenie gospodarcze i przyrodnicze roślin bobowatych grubonasiennych oraz nawiązała do badań związanych z oddziaływaniem pola magnetycznego na jakość materiału siewnego.

Cel pracy z hipotezą badawczą sformułowane poprawnie korespondują z tematem pracy i wnioskami. Przegląd literatury obszerny, zajmujący około 15 % objętości pracy. Łącznie w tym rozdziale i rozdziale „Dyskusja” Autorka wykorzystała 371 pozycji literatury, w tym 225 pozycji w języku angielskim (61%). W „przeglądzie literatury” Doktorantka skupiła się na następujących problemach: znaczeniu gospodarczym grochu siewnego, jego wartości odżywczej i paszowej, wskaźnikach obrazujących występowanie stresu oraz ocenie produktywności roślin i oddziaływanie pola magnetycznego na plonowanie grochu i innych gatunków, a także rozwoju systemu korzeniowego oraz parametrach zdolności kiełkowania wybranych gatunków.

W rozdziale 4 „Materiał i metody badań” Doktorantka zawarła opis badań laboratoryjnych i polowych oraz zastosowane metody analizy statystycznej wyników. Badania przeprowadzono w latach 2012-2014 w oparciu o dwa ściśle doświadczenia laboratoryjne oraz jedno doświadczenie polowe, zlokalizowane w Podkarpackim Ośrodku

Doradztwa Rolniczego w Boguchwale koło Rzeszowa (N 49°59' E 21°57'). W doświadczeniach przyjęto następujące czynniki i ich poziomy:

I czynnik – przedsiewna stymulacja nasion:

- nasiona niestymulowane (kontrola),
- stymulacja nasion zmiennym polem magnetycznym, przy następujące parametry:
indukcja (B) – 35 mT, częstotliwość (f) – 50 Hz, czas ekspozycji (t) – 30 s.

II czynnik – odmiana grochu siewnego *Pisum sativum* L. (partim), ogólnoużytkowa, typ wąsolistny, kwiaty białe: Batuta, Bohun, Cysterski, Lasso, Medal, Tarchalska.

Doświadczenia laboratoryjne przeprowadzono w układzie całkowicie losowym w 4 powtórzeniach, co zapewnia odpowiednią liczbę stopni swobody dla obliczeń statystycznych. W doświadczeniu pierwszym Doktoranta dokonała oceny zdolności kiełkowania nasion oraz następujących cech morfologicznych siewek grochu siewnego: długość siewek (cm), długość korzenia (cm), długość pędu (cm), świeża masa 1 siewki (g). Badania prowadzono zgodnie z przepisami International Seed Testing Association (ISTA). W drugim doświadczeniu laboratoryjnym określono wybrane parametry kiełkowania nasion grochu siewnego: wskaźnik szybkości kiełkowania nasion (ang. germination rate, GR) według Maguire'a [Maguire 1962] oraz wskaźnik średniego czasu kiełkowania 1 nasiona (ang. average germination time, E) według Pieper'a.

Agrotechnikę i ochronę plantacji w doświadczeniu polowym prowadzono zgodnie z aktualnymi zaleceniami. W okresie wegetacji przeprowadzono obserwacje faz rozwojowych i pomiary cech biometrycznych oraz wskaźników fizjologicznych.

Rozdział „Warunki realizacji doświadczenia” opisuje warunki klimatyczno-glebowe panujące Polu Doświadczalnym Podkarpackiego Ośrodka Doradztwa Rolniczego w Boguchwale koło Rzeszowa. Charakterystykę warunków termiczno-opadowych w okresie wegetacji grochu siewnego opracowano na podstawie współczynnika hydrotermicznego Sielianinov'a . Ponadto rozdział ten zawiera dane o właściwościach fizyko-chemicznych gleby pobranej przed założeniem doświadczenia (badania w laboratorium Okręgowej Stacji Chemiczno-Rolniczej w Rzeszowie). Analizę statystyczną zgodnie z układem doświadczenia wykonano w programie ANALWAR 5 FR, opracowanym przez prof. Franciszka Rudnickiego. Istotność różnic pomiędzy średnimi obiektowymi wykazano za pomocą testu porównań wielokrotnych Tukey'a, przy poziomie istotności $p=0,05$. Do przedstawienia zależności korelacyjnych pomiędzy wybranymi cechami roślin grochu siewnego (średnio dla odmian) wykonano analizę korelacji liniowej Pearson'a dla wariantu kontrolnego i z przedsiewną stymulacją nasion zmiennym polem magnetycznym.

Rozdział „Wyniki badań” jest najobszerniejszy obejmuje 44 strony tj. 34% objętości pracy. Wyniki zestawiono w 22 tabelach o czytelnym, prawidłowym układzie, ich analiza wskazuje wysoką wiarygodność pozyskanych danych. Dla lepszego zobrazowania uzyskanych rezultatów oraz urozmaicenia przedstawianych treści można było wykonać kilka wykresów poglądowych. Rozdział ten został podzielny na dwa podrozdziały: „Badania laboratoryjne” i „Badania polowe”, a w obrębie tego drugiego wyodrębniono 8 podrozdziałów 2-rzędu. W podrozdziale o badaniach laboratoryjnych - Doktorantka scharakteryzowała wyniki dotyczące zdolności i wskaźników kiełkowania nasion oraz cech morfologicznych siewek, a w podrozdziale badania polowe: przebieg wegetacji roślin, obsadę roślin po wschodach, wskaźniki fizjologiczne (LAI, względna zawartość chlorofilu, wybrane wskaźniki fluorescencji chlorofilu a), cechy morfologiczne roślin oraz kształtujące plon nasion, jak również plon nasion. Ponadto w ramach tego podrozdziału omówiono zależności korelacyjne pomiędzy wybranymi cechami roślin oraz skład chemiczny nasion (zawartość składników organicznych i zawartość składników mineralnych).

W warunkach laboratoryjnych Doktorantka udowodniła, że przedsiewna stymulacja nasion zmiennym polem magnetycznym spowodowała u badanych odmian grochu siewnego istotne zwiększenie ich zdolności kiełkowania. W trzyletnim okresie badań, w warunkach laboratoryjnych wykazano istotny wpływ działania zmiennego pola magnetycznego na kształtowanie wartości wskaźnika Maguire'a (obrazującego szybkość kiełkowania nasion) oraz wskaźnika Pieper'a (wskazującego na średni czas potrzebny do skielkowania 1 nasiona). Stymulacja nasion zmiennym polem magnetycznym spowodowała istotne skrócenie średniego czasu kiełkowania 1 nasiona, o czym świadczy niższa (średnio o 18,2%) wartość wskaźnika Pieper'a, a także istotne zwiększenie długości siewek (średnio o 1,1 cm), korzenia (średnio o 0,7 cm) i pędu (średnio o 0,4 cm) oraz świeżej masy siewek (o 0,04 g) w porównaniu do siewek wyrosłych z nasion niestymulowanych. Pod wpływem działania pola magnetycznego nastąpiło istotne zwiększenie obsady roślin po wschodach (średnio o 3,9%) i wskaźnika LAI (średnio o $0,27 \text{ m}^2 \cdot \text{m}^{-2}$) w porównaniu do kontroli. Rośliny grochu siewnego wyrosłe z nasion stymulowanych zawierały istotnie więcej (średnio o 1,3 CCI) chlorofilu w porównaniu do kontroli. Po zastosowaniu stymulacji nasion polem magnetycznym wskaźniki fluorescencji chlorofilu a - F_v/F_m , F_v/F_0 oraz PI przyjęły istotnie większe wartości w odniesieniu do kontroli. Spośród badanych odmian, średnio za lata badań, najwyższe wartości omawianych wskaźników osiągnęła odmiana Batuta, ale istotne różnice wykazano jedynie w stosunku do odmiany Cysterski. Przedsiewna stymulacja nasion zmiennym polem magnetycznym spowodowała istotne zwiększenie plonu nasion średnio o 4,7% (o $0,17 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$) w odniesieniu do kontroli. Średnio za trzy lata badań, istotnie największym plonem nasion wyróżniała się odmiana Batuta.

Dyskusja wyników - obszerna (22 strony maszynopisu) i merytoryczna, z wykorzystaniem licznych pozycji piśmiennictwa naukowego. W poszczególnych częściach dyskusji Autorka poruszała następujące zagadnienia: wpływ stymulacji polem magnetycznym na zdolność kiełkowania oraz mechanizmy jego oddziaływania. Następnie skonfrontowała z licznymi pracami naukowymi zagadnienie wpływu zmiennego pola magnetycznego na cechy morfologiczne siewek i zmiany ultrastrukturalne w mersystemach komórek korzeni, modyfikującym oddziaływaniem warunków pogodowych na badane cechy morfologiczne i fizjologiczne w aspekcie stymulacji polem magnetycznym, kształtowania się LAI, wskaźników fluorescencji chlorofilu a w zależności od badanych czynników jako miary efektywności aparatu fotosyntetycznego, a w końcowej części oddziaływania pola magnetycznego na plon nasion grochu siewnego oraz jego skład chemiczny. Doktorantka szeroko dyskutowała te cechy odnosząc się do prac innych Autorów wykonujących podobne badania na bobiku, grochu, soi, cebuli, pszenicy bawełnie i wielu innych.

Wnioski – Doktorantka przedstawiła 9 wniosków, których duża liczba wynika z bardzo szerokiego zakresu badań. Korespondują one z tematem pracy i celem badań. Wnioskowanie oparte jest o olbrzymi materiał dowodowy poddany analizie statystycznej.

Na szczególne podkreślenie zasługuje wniosek 7. Autorka stwierdza w nim, między innymi że plon nasion na obiektach stymulowanych zmiennym polem magnetycznym był silnie dodatnio skorelowany ze wskaźnikami fluorescencji chlorofilu a, natomiast z praktycznego punktu widzenia wniosek 4 mówiący o pozytywnym wpływie stymulacji polem magnetycznym na istotne cechy biometryczne i wskaźniki fizjologiczne oraz plon nasion.

Bibliografia – bardzo obszerna, można było z powodzeniem ograniczyć liczbę cytowanych prac. Z drugiej strony, tak szeroki zakres piśmiennictwa świadczy o dociekliwości naukowej Doktorantki.

Z walorów przedstawionej rozprawy doktorskiej na szczególne podkreślenie zasługują:

1) szeroka tematyka badawcza o znaczeniu naukowo-poznawczym i użytkowym oraz związany z tym duży nakład pracy włożony w celu pozyskania przedstawionych wyników oraz bardzo obszerny przegląd piśmiennictwa naukowego,

2) zastosowanie nowych technik badawczych – wskaźniki fluorescencji chlorofilu a, wskaźnik LAI i wskaźnik względnej zawartości chlorofilu jako wyraz reakcji roślin na wystąpienie stresu (stymulacji) w wyniku traktowania nasion oddziaływaniem pola magnetycznego,

3) weryfikacja polowa doświadczeń laboratoryjnych celem potwierdzenia skuteczności proekologicznego zabiegu przygotowania nasion do siewu poprzez traktowanie oddziaływaniem pola magnetycznego.

Uwagi szczegółowe:

- Wykres 1 dotyczy prawdopodobnie powierzchni uprawy roślin strączkowych jadalnych.
- W kilku miejscach Doktorantka używa słowa „wyższy” zamiast „większy” oraz „niższy” zamiast „mniejszy”, np. powinno być większy plon a wyższy poziom plonowania,
- W tabeli 20 powinny się znaleźć cechy pierwotne kształtujące plon nasion – tj. oprócz obsady i masy 1000 nasion, także liczba strąków na roślinie i liczba nasion w strąku. Masa nasion z rośliny jako cecha wtórna powinna być osobno wśród cech wtórnych (wynikowych) lub wspólnie z pierwotnymi.
- Zależności korelacyjne przedstawione w tabelach 23 i 24, zwłaszcza cechy wykazujące wysoki stopień korelacji, można było zobrazować za pomocą wykresów prostych regresji.
- Uwagi stylistyczne zaznaczyłem w tekście pracy.

Powyższe uchybienia czy braki nie umniejszają wartości naukowej przedstawionej pracy.

Podsumowanie

Autorka zebrała obfity materiał wynikowy, a następnie właściwie go opracowała i zinterpretowała wykorzystując metody statystyczne. Stwierdzone w wyniku badań zależności szeroko konfrontuje z doniesieniami innych autorów. Praca wnosi nowe elementy do teorii i praktyki uprawy grochu siewnego i produkcji materiału siewnego.

Stwierdzam, że recenzowana praca spełnia wszystkie wymagania stawiane w Ustawie o stopniach naukowych i tytule naukowym z dnia 14 marca 2003 roku wraz z późniejszymi zmianami i wnioskuję do Rady Wydziału Biologiczno-Rolniczego Uniwersytetu Rzeszowskiego o dopuszczenie mgr inż. Barbary Romankiewicz do publicznej obrony, zgodnie z obowiązującymi przepisami.

Biorąc pod uwagę oryginalność badań, kompleksowość podejścia do problemu badawczego oraz zakres wykonanych pomiarów i ich pracochłonność wnioskuję o wyróżnienie niniejszej rozprawy doktorskiej.

Kraków, 06.03.2019 r.



Prof. dr hab. Bogdan Kulig