



prof. dr hab. Bogdan Kulig

Kraków, 10.08.2021 r.

Katedra Agroekologii i Produkcji Roślinnej
Uniwersytet Rolniczy w Krakowie
al. Mickiewicza 21
31-120 Kraków

Recenzja

rozprawy doktorskiej **mgr inż. Martina Kałuży**

pt. „Wpływ wiosennego nawożenia różnymi formami azotu na rozwój i plonowanie rzepaku ozimego” wykonanej w Instytucie Agroekologii i Produkcji Roślinnej na Wydziale Przyrodniczo-Technologicznym Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu pod kierunkiem dr hab. inż. Władysława Malarza

Podstawa Prawna wykonania recenzji

Recenzja rozprawy doktorskiej została wykonana w odpowiedzi na pismo (nr PD 00000.4100.5.2021) prof. dr hab. Marcina Kozaka Przewodniczącego Rady Dyscypliny Rolnictwo i Ogrodnictwo Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu.

Uzasadnienie podjętego tematu badań

Rzepak ozimy jest w naszym kraju podstawową rośliną oleistą wykorzystywaną w przemyśle spożywczym i jako odnawialne źródło energii (biodiesel). W ostatnich latach powierzchnia jego uprawy kształtowała się w zakresie 800-950 tys. ha. Średni plon nasion wynosi 3 t/ha, największe plony notuje się w woj. opolskim (3,2 t/ha) a najmniejsze w świętokrzyskim (2.5 t/ha). Polska należy do czołowych producentów nasion rzepaku w Europie po Francji i Niemczech. Wykorzystanie potencjału produkcyjnego gatunku według danych COBORU wynosi około 67% i jest znacznie większe niż roślin zbożowych (36-53%). Uprawia się go w 90 tys. gospodarstwach rolnych podczas gdy zboża w prawie 1,1 mln gospodarstwach. Z tego powodu jego rzeczywisty udział w strukturze zasiewów znacznie



przekracza średni statystyczny wynoszącą około 8%. Sytuacja taka powoduje niekorzystne zjawiska ograniczające plonowanie i zdrowotność roślin (kiła kapusty), kompensację chwastów, kumulację gradacji szkodników łuszczykowych. Istotnym warunkiem powodzenia uprawy jest dobór odmian, terminowy siew oraz poprawna uprawa roli. Ponadto rzepak jest rośliną wymagającą pod względem zapotrzebowania na makro- i mikroelementy oraz stosowania zbiegów ochrony roślin, zwłaszcza insektycydów. Spośród makroelementów azot jest pierwiastkiem najbardziej plonotwórczym a jego zapotrzebowanie na jednostkę plonu rzepaku jest prawie dwa razy większe niż w przypadku pszenicy. Stąd dawki tego składnika pod rzepak są wysokie i kształtują się najczęściej w przedziale 160-240 kg N/ha. Ze względu na ograniczone wykorzystanie składnika z nawozów przez rośliny na poziomie 50-70%, pozostała część ulega rozproszeniu w środowisku wywołując m.in. eutrofizację wód. Azot jest szczególnie istotny dla rzepaku w okresie wczesnowiosennym, w którym rośliny pobierają około 80% składnika. Jego niedobór objawia się słabym wykształceniem rozgałęzień bocznych, mniejszymi blaszkami liściowymi, żółknięciem liści zwłaszcza starszych, wcześniejszymi krótszym kwitnieniem, co w konsekwencji przekłada się na wielkość plonu. Z powyższych przesłanek wynika konieczność zwiększenia efektywności wykorzystania składnika z nawozów, a przez to zmniejszenia obciążenia środowiska azotanami. Jednym ze sposobów zmniejszenia rozproszenia azotu w środowisku jest stosowanie nawozów o spowolnionym i kontrolowanym działaniu tj. nawozów należących do grup CRF (Controlled Release Fertilizers) i SRF (Slow Release Fertilizers) oraz nawozów konwencjonalnych zawierających inhibitory ureazy i nityfikacji.

W związku z potrzebą ograniczenia negatywnego oddziaływania nawozów azotowych na środowisko przy jednoczesnym utrzymaniu plonu na stosunkowo wysokim poziomie celowe jest podejmowanie badań porównawczych technologii stosowania nawozów azotowych o różnym sposobie działania. Z tego względu podjęcie badań uznaję za zasadne, a temat pracy sformułowano prawidłowo i odpowiada treściom zawartym w pracy.

Ocena formalna pracy

Praca obejmuje 96 stron maszynopisu i została podzielona na 12 rozdziałów (z licznymi podrozdziałami) ułożonych w logicznej typowej dla tego typu prac kolejności.



Doktorant sprecyzował cel badań obejmujący określenie wpływu wiosennego nawożenia azotowego nawozami zawierającymi inhibitory nitryfikacji i ureazy w porównaniu do nawozów tradycyjnych na rozwój, morfologię, plonowanie i skład chemiczny odmian rzepaku ozimego.

Szczegółowe cele badań dotyczyły oceny: 1) rozwoju roślin odmian rzepaku ozimego na tle zmiennych warunków pogodowych, 2) zawartości azotu w liściach rzepaku, 3) cech morfologicznych i elementów struktury plonu badanych odmian rzepaku, 4) zawartości składników pokarmowych oraz mineralnych w nasionach i śrucie rzepakowej, 5) poziomu plonowania odmian oraz wydajności składników pokarmowych, 6) jakości nasion rzepaku.

Zakres badań obejmował przeprowadzenie doświadczeń polowych w latach 2014-2017, oznaczenie wybranych cech biometrycznych, plonu nasion oraz wydajności białka i tłuszczu, analizę składu chemicznego zgromadzonego materiału roślinnego oraz wykonanie obliczeń statystycznych.

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

Lp.	Tytuł rozdziału	Liczba stron	udział (%)
1.	Wstęp	4	4,35
2.	Przegląd piśmiennictwa	20	21,74
3.	Cel i zakres badań	1	1,09
4.	Metodyka badań	3	3,26
5.	Lokalizacja i warunki przyrodnicze	10	10,87
6.	Rozwój roślin	4	4,35
7.	Wyniki badań	19	20,65
8.	Dyskusja	7	7,61
9.	Wnioski	2	2,17
10.	Piśmiennictwo	20	21,74



11.	Streszczenie	1	1,09
12.	Abstract	1	1,09

Analiza powyższego zestawienia wskazuje, zrównoważony podział treści pomiędzy poszczególnymi rozdziałami, gdyż „Wstęp” i „Przegląd piśmiennictwa” stanowią około 26% objętości pracy, rozdziały „Metodyka badań” , „Lokalizacja i warunki przyrodnicze”. „Wyniki badań”, „Dyskusja” i „Wnioski” łącznie ponad 45%. Duży nakład pracy poniesiony przez Doktoranta związany był z przeprowadzeniem badań polowych, analiz laboratoryjnych, zestawieniem i statystyczną analizą wyników oraz ich omówieniem. Pod względem formalnym przedstawiona praca spełnia wymagania stawiane rozprawom doktorskim w dziedzinie nauk rolniczych w dyscyplinie rolnictwo i ogrodnictwo.

Ocena merytoryczna rozprawy doktorskiej

W rozdziale „Wstęp” Autor przedstawił znaczenie gospodarcze i powierzchnię uprawy rzepaku, czynniki warunkujące poziom plonowania oraz niektóre problemy związane z jego uprawą. Doktorant wskazał na wysoką pozycję Polski jako producenta nasion rzepaku ozimego.

Rozdział „Przegląd piśmiennictwa” jest stosunkowo obszerny, zajmuje około 21 % objętości pracy. Łącznie w tym rozdziale i rozdziale „Dyskusja” Doktorant zacytował 215 pozycji literatury, w tym 137 w języku angielskim (64%). W rozdziale tym Doktorant skupił się na następujących problemach: oddziaływaniu azotu na środowisko, nawożeniu rzepaku, sposobach ograniczenia nadmiaru azotu w glebie, charakterystyce nawozów o kontrolowanym i spowolnionym działaniu, postępie biologicznym w hodowli rzepaku oraz reakcji odmian rzepaku na nawożenie azotem. Z przeglądu literatury wynika cel badań i hipoteza badawcza. W hipotezie roboczej założono, że nawozy azotowe zawierające inhibitory nityfikacji i ureazy, będą wpływały na wzrost i rozwój rzepaku ozimego, co w konsekwencji może wpłynąć na zwiększenie plonu nasion i wydajność składników pokarmowych.

W rozdziale 4 – „Metodyka badań” Doktorant zawarł opis badań polowych i laboratoryjnych oraz zastosowane metody analizy statystycznej wyników. Badania polowe zostały



zrealizowane w uniwersyteckiej stacji badawczej w Pawłowicach w trzech sezonach wegetacyjnych (w latach 2014-2017). Doświadczenie dwuczynnikowe prowadzono w układzie split-plot w czterech powtórzeniach, w którym podbloki I rzędu stanowiły odmiany (3) – Jimmy, SY Alister F1 oraz SY Kolumb F1, a drugim czynnikiem był rodzaj nawozu azotowego (4) – saletra amonowa, mocznik, Alzon i UREAstabil. Dawka azotu została podzielona na dwie części po 80 kg zastosowane przed ruszeniem wiosennej wegetacji oraz w fazie pąkowania. Pierwszą część dawki stosowano w formie saletry a drugą według schematu doświadczenia. Powierzchnia poletek wynosiła 15 m². Przed założeniem doświadczenia pobierano próby glebowe, oddzielnie dla każdego powtórzenia. Poddawano je analizom chemicznym w celu oznaczenia zasobności gleby w podstawowe składniki pokarmowe oraz odczynu pH. W próbkach liści zebranych w fazach – oczątku pąkowania (I termin-BBCH 50-55) oraz pełni kwitnienia (II termin - BBCH 65) oznaczano azot ogólny metodą destylacyjną Kjeldahla. Po wschodach, przezimowaniu oraz przed zbiorem rzepaku określono obsadę roślin na 2 m.b. rzędu a następnie przeliczono na 1 m². Na podstawie obsady roślin wiosną i jesienią określono zimowanie roślin. Na 10 losowo wybranych roślinach z każdego poletka określono elementy struktury plonu oraz następujące cechy morfologiczne: wysokość roślin do wierzchołka pędu głównego, wysokość osadzenia I rozgałęzienia, liczbę rozgałęzień I rzędu na roślinie, liczbę łuszczyń z rośliny. Na 20 losowo pobranych łuszczyinach z każdego poletka, pochodzących ze środkowej części pędu głównego oznaczono liczbę i masę nasion z łuszczyzny. Po oczyszczeniu nasion i sprowadzeniu wilgotności nasion do wilgotności 9%, określono wielkość plonu oraz masę 1000 nasion. W nasionach rzepaku oznaczono zawartość suchej masy, białka ogółem, włókna surowego, popiołu surowego, tłuszczu surowego oraz zawartość P i K.

Uzyskane wyniki zostały poddane analizie statystycznej (ANOVA) wykonanej zgodnie z układem doświadczenia dwuczynnikowego wg układu losowanych podbloków. Do oceny istotności różnic pomiędzy średnimi obiektowymi wykorzystano test T-studenta obliczając NIR na poziomie istotności $p=0,05$.

Rozdział 5 „Lokalizacja i warunki przyrodnicze” obejmował następujące zagadnienia – lokalizację geograficzną, warunki klimatyczne, warunki badań i agrotechnikę. Agrotechnikę i ochronę plantacji w doświadczeniu polowym prowadzono zgodnie z aktualnymi zaleceniami. Warunki meteorologiczne scharakteryzowano poprzez przedstawienie średniej



miesięcznej temperatury powietrza oraz sumy opadów na tle wielolecia, natomiast nie zastosowano odniesień porównawczych (np. do potrzeb opadowych). Opis warunków glebowych zawiera informację o typie gleby, klasie i zasobności w podstawowe makroelementy i pH gleby.

W okresie wegetacji przeprowadzono obserwacje faz rozwojowych i pomiary cech biometrycznych. Terminy występowania następujących faz wg BBCH: 0, 10, 13-14, 15-16, 17-18, 52, 61, 69, 80, 84, 89, 99 przedstawiono w osobnym rozdziale „Rozwój roślin”.

Rozdział „Wyniki badań” jest jednym z najobszerniejszych obejmuje 19 stron tj. 21% objętości pracy. Wyniki zestawiono w 21 tabelach o czytelnym, prawidłowym układzie, a 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 podzielony na 8 podrozdziałów obejmujących następujące cechy: obsada roślin, zawartość azotu w liściach, cechy morfologiczne i elementy struktury plonu, skład mineralny nasion rzepaku, zawartość składników organicznych w nasionach i śrucie, plon nasion białka i tłuszczu surowego., zawartość glukozyolanów.

Przebieg pogody istotnie wpływał na plonowanie rzepaku ozimego (2,93-4,09 t/ha). Średni plon nasion kształtował się na poziomie 3,59 t/ha. Spośród badanych odmian największym plonem nasion wykazała się odmiana Alister, następnie Kolumb i Jimmy. Największy plon nasion uzyskano z kombinacji nawozowej 80+80 kg N/ha zastosowanej w formie saletry amonowej, zastosowanie w drugiej dawce mocznika spowodowało zmniejszenie plonu nasion i tłuszczu o 6,4%, plonu białka ogólnego o 9,3%; w przypadku mocznika z inhibitorem nityfikacji wartości te były mniejsze w porównaniu do saletry odpowiednio o 6,1% , 5,8% i 9,9%, a w przypadku mocznika z inhibitorem ureazy plony były jeszcze mniejsze o 6,9%, 7,1% i 7,8% (odpowiednio dla plonu nasion, tłuszczu surowego oraz białka ogółem). Odmiany oraz przebieg pogody w poszczególnych sezonach wegetacyjnych wpłynęły istotnie na zawartość tłuszczu surowego, białka ogółem, włókna surowego, popiołu oraz związków bezazotowych wyciągowych w nasionach rzepaku, natomiast sposób nawożenia nie wpłynął istotnie na te cechy. Liczba łuszczyń na roślinie, masa nasion w łuszczyńce oraz masa 1000 nasion były istotnie uzależnione od przebiegu pogody w poszczególnych sezonach wegetacyjnych, odmiany oraz sposobu nawożenia, natomiast badane czynniki nie wpłynęły istotnie na liczbę nasion w łuszczyńce. Zawartość azotu



w liściach w okresie pąkowania i kwitnienia była zróżnicowana w poszczególnych latach badań, na co duży wpływ miała ilość i rozkład opadów w okresie wiosennym. Czynniki odmianowy i sposób nawożenia istotnie wpłynęły na tę cechę tylko w fazie kwitnienia.

Rozdział „Dyskusja wyników” obejmuje 7 stron maszynopisu. Doktorant w przejrzysty sposób przeprowadził porównanie uzyskanych przez siebie wyników z doniesieniami autorów krajowych i zagranicznych w następujących zagadnieniach tematycznych: wpływ warunków pogodowych na plonowanie rzepaku ozimego, kształtowanie się wartości elementów struktury plonu i cech morfologicznych roślin, skład chemiczny nasion (zawartość tłuszczu surowego, białka ogółem, glukozydów), reakcji rzepaku na stosowanie nawozów z inhibitorami nityfikacji i ureazy. Przeprowadzona dyskusja ma duży walor naukowy i daje czytelnikowi możliwość zapoznania się z innymi opiniami w odniesieniu do omawianych zagadnień.

Wnioski – Doktorant przedstawił 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 3,6 i 9. Autor odnosi się w nich do zawartości azotu w liściach, wpływu sposobu nawożenia na plonowanie i wydajność tłuszczu i białka z jednostki powierzchni oraz udziela rekomendacji dla wariantu z saletrą amonową mając na celu najlepsze plonowanie rzepaku.

Bibliografia – zawarta w rozdziale „Piśmiennictwo” bardzo obszerna (215 pozycji), duży udział publikacji w języku angielskim (64%), dostosowana do tematu i umożliwiająca wyjaśnienie niektórych zależności i uzyskanych wyników.

Z walorów przedstawionej rozprawy doktorskiej na szczególne podkreślenie zasługują:

- 1) tematyka badawcza o znaczeniu naukowo-poznawczym i użytkowym odnoszącym się do oddziaływania nawozów azotowych o różnym tempie uwalniania składnika na plonowanie, skład chemiczny i kształtowanie się cech morfologicznych u rzepaku ozimego,



2) przedstawiony zakres badań i związany z tym duży nakład pracy włożony w celu pozyskania przedstawionych wyników,

3) zastosowanie wielu metod badawczych i dobre opanowanie warsztatu analiz statystycznych.

Uwagi szczegółowe, nie umniejszające wartości pracy a mogące podnieść jej walory w czasie przygotowania do druku:

- Niewielki udział grafiki – proponuję część wyników prezentować graficznie.
- Uwaga szczegółowa w kilku miejscach Doktorant używa słowa wyższy zamiast większy np. powinno być większy plon a wyższy poziom plonowania.
- Przy omawianiu wpływu warunków meteorologicznych na przebieg wzrostu i plonowanie rzepaku należy zastosować obiektywną metodę naukową – np.: stosując współczynnik hydrotermiczny Sielianinowa lub klimatogramy Waltera, albo przeprowadzić ocenę warunków wodnych przez porównanie do wielolecia wg kryteriów Kaczorowskiej lub porównanie z opadami optymalnymi wg Klata, a dla temperatury wg Ziernickiej,
- Wartości NIR należy podawać z dokładnością o 1 miejsce większą niż dane w tabelach.

Wniosek końcowy

Rozprawa doktorska „Wpływ wiosennego nawożenia różnymi formami azotu na rozwój i plonowanie rzepaku ozimego” autorstwa mgr inż. Martina Kałuży stanowi oryginalne rozwiązanie problemu naukowego dotyczącego sposobu pogłównego nawożenia azotem, z wykorzystaniem nawozów tradycyjnych oraz zawierających inhibitory nitryfikacji i ureazy. Autor zebrał obfity materiał wynikowy, a następnie właściwie go opracował i zinterpretował wykorzystując metody statystyczne. Stwierdzone w wyniku badań zależności szeroko konfrontuje z doniesieniami innych autorów zawartych w czasopiśmie krajowym i światowym. Praca wnosi nowe elementy do dyscypliny rolnictwo i ogrodnictwo w zakresie innowacyjnych technologii nawożenia rzepaku ozimego. Tematyka i zakres badań oraz uzyskane wyniki w pełni wpisują się w dyscyplinę – rolnictwo i ogrodnictwo, a Doktorant posiadał umiejętność prowadzenia wieloczynnikowych doświadczeń polowych.



**UNIwersYTET
ROLNICZY
W KRAKOWIE**

Stwierdzam, że recenzowana praca spełnia warunki stawiane pracom doktorskim zawarte w art.13, ust. 1 Ustawy z dnia 14 marca 2003 roku, o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz.U. z 2003 r. poz. 595 z późn.zm.) w związku z art. 179, ust.1 Ustawy z dnia 3 lipca 2018 r. – Przepisy wprowadzające ustawę – Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz.U. z 2018 r., poz. 1669) i wnioskuję do Rady Dyscypliny Rolnictwo i Ogrodnictwo Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu o dopuszczenie mgr inż. Martina Kałuży do publicznej obrony, zgodnie z przepisami ustawy o stopniach i tytule naukowym.

Kraków, 10.08.2021 r.

Prof. dr hab. Bogdan Kulig