UNIWERSYTET ROLNICZY W KRAKOWIE

prof. dr hab. Bogdan Kulig

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

Kraków, 30.06.2021 r.

Recenzja

rozprawy doktorskiej **mgr inż. Mateusza Mikołaja Sokólskiego**
pt. „Wielokryteriowa ocena efektywności produkcji nasion rzepaku ozimego w różnych systemach uprawy roli i siewu" wykonanej w Katedrze Agrotechnologii i Agrobiznesu na Wydziale Rolnictwa i Leśnictwa Uniwersytetu Warmińsko-Mazurskiego pod kierunkiem prof. dr hab.inż. Krzysztofa Jankowskiego

Uzasadnienie podjętego tematu badań

Rzepak jest naszym kraju podstawową rośliną oleistą wykorzystywaną w przemyśle spożywczym i jako odnawialne źródło energii (biodisel). W ostatnich latach powierzchnia jego uprawy kształtowała się w zakresie 800-950 tys. ha. Średni plon nasion wynosi 3 t /ha, największe notuje się w woj. opolskim (3,2 t/ha) a najmniejsze w świętokrzyskim (2.5 t/ha). Polska zatem 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. gospodarstw rolnych podczas gdy zboża w prawie 1,1 mln gospodarstw. Z tego powodu jego rzeczywisty udział w strukturze zasiewów znacznie przekracza średni statystyczny wynoszącą około 7%. Sytuacja taka powoduje niekorzystne zjawiska ograniczające plonowanie i zdrowotność roślin (kiła kapuściana), kompensację chwastów, kumulację pojawu szkodników łuszczynowych. Istotnym warunkiem powodzenia uprawy jest dobór odmian, terminowy siew oraz poprawna uprawa roli. Rzepak jest rośliną wymagającą pod względem stosowania zbiegów ochrony roślin, zwłaszcza insektycydów. Klasyczna uprawa roli jest sposobem najczęściej wykorzystywanym przez rolników ale jest to system

kosztowny i czasochłonny i energochłonny. Alternatywą dla uprawy klasycznej jest system bezorkowy – z ograniczona liczbą przejazdów skutkujący zmniejszeniem energochłonności i kosztochłonności zabiegów.

W związku z ewoluowaniem preferencji uprawy roli od sposobu klasycznego do uprawy strip-till lub do systemu bezorkowego celowym się wydaje ocena technologii uprawy roli i siewu pod względem kryteriów agronomicznych, ekonomicznych, czy energetycznych. Z tego względu podjęcie badań uznaję za zasadne, a temat odpowiada treściom zawartym w pracy.

Ocena struktury pracy

Praca obejmuje 152 strony maszynopisu został podzielona na 7 rozdziałów ułożonych w logicznej typowej dla tego typ prac kolejności. Doktorant sprecyzował cele szczegółowe badań obejmjące:

1) określenie wpływu regulacji zachwaszczenia, regulacji wzrostu, nawożenia azotem oraz siarką na wzrost i rozwój roślin rzepaku ozimego w warunkach zróżnicowanych sposobów uprawy roli;
2) określenie bezpośrednich efektów produkcyjnych (plon nasion) rzepaku ozimego uprawianego w rożnych sposobach uprawy roli pod wpływem trzech poziomów nakładów - niski, średni i wysoki w wyniku stosowania wybranych czynników plonotwórczych (regulacja wzrostu, nawożenie azotem i siarką) i plonochronnych (regulacja zachwaszczenia);
3) zbadanie i porównanie wpływu zróżnicowanego poziomu regulacji zachwaszczenia, regulacji wzrostu, nawożenia azotem i siarką oraz sposobów uprawy roli na wartość technologiczną surowca olejarskiego;
4) określenie efektywności agronomicznej, ekonomicznej oraz energetycznej technologii uprawy rzepaku ozimego w zależności od poziomów intensywności badanych czynników agrotechnicznych.

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

lp.	nazwa rozdziału	stron	udział (%)
1.	Wstęp i cel badań	6	4,20
2.	Przegląd piśmiennictwa	23	16,08
3.	Materiał i metody badań	14	9,79
4.	Wyniki badań	46	32,17
5.	Dyskusja	12	8,39
6.	Wnioski	2	1,40
7.	Spis literatury	12	8,39
	Aneks	25	17,48
	Streszczenie	3	2,10

Analiza powyższego zestawienia wskazuje, że największy nakład pracy związany jest z omówieniem wyników oraz ich zestawienie (dane surowe w aneksie) a w następnej kolejności z przygotowaniem dyskusji i przeglądu literatury, co wskazuje na poprawny rozkład treści pomiędzy rozdziałami, a także odzwierciedla duży nakład pracy jaki Doktorant włożył w celu pozyskania i opracowanie wyników, co dokładniej zostanie przedstawione w szczegółowej charakterystyce rozdziału 4.

Ocena szczegółowa głównych rozdziałów

We wstępie Autor przedstawił plonowanie i powierzchnię uprawy rzepaku w świecie, Europie i w Polsce, jego plonowanie i czynniki je warunkujące. Wskazał na wysoką pozycję Polski jako producenta nasion rzepaku ozimego. Na zakończenie rozdziału Doktorant zaprezentował cele szczegółowe pracy, nie sprecyzował jednak wyraźnie celu ogólnego wynikającego z tytułu pracy ani hipotezy badawczej. Cele szczegółowe sformułowane poprawnie korespondują z tematem pracy i wnioskami.

Przegląd literatury obszerny, zajmujący około 12 % objętości pracy. Łącznie w tym rozdziale i rozdziale Dyskusja Autor z wykorzystaniem 216 pozycji literatury, w tym 184 pozycji w języku angielskim (85%). W „przeglądzie literatury" Doktorant skupił się na następujących problemach: Sposoby uprawy roli: klasyczny, uproszczony, strip-till i siew bezpośredni i wpływ na warunki kiełkowania oraz polową zdolność wschodów, regulację

zachwaszczenia, stosowania regulatorów wzrostu i ich wpływ na cechy morfometryczne pokroju roślin, ograniczenie wylegania. Omówiono wpływ nawożenia azotem i siarka oraz w/w czynników na wielkość i jakość plonu. W dalszej części przeglądu Autor przedstawił ekonomiczną i energetyczną efektywność produkcji nasion rzepaku ozimego.

W rozdziale 4 – Materiał i metody badań - Doktorant zawarł opis badań laboratoryjnych i polowych oraz zastosowane metody analizy statystycznej wyników. Badania polowe zostały zrealizowane w uniwersyteckiej stacji badawczej w Bałcynach (53°35'46.4" N, 19°51'19.5" E), w trzech sezonach wegetacyjnych (2016/2017, 2017/2018 oraz 2018/2019). Doświadczenie prowadzono układzie frakcyjnym typu 3^{5-1} w dwóch powtórzeniach, w którym jednocześnie testowano 5 czynników stałych (A, B, C, D, E) na trzech poziomach (0, 1, i 2). Czynnikami doświadczenia były:

A. uprawa roli i siew: (A0) uprawa pasowa, (A1) uprawa bezorkowa, (A2) uprawa orkowa.

B. regulacja zachwaszczenia: (B0) zabieg przedwschodowy, (B1) zabieg nalistny, (B2) zabiegi sekwencyjne.

C. regulacja wzrostu: (C0) brak, (C1) jesienna, (C2) jesienna i wiosenna.

D. wiosenne nawożenie azotem: (D0) 160, (D1) 200, (D2) 240 kg N ha^{-1} .

E. wiosenne nawożenie siarką: (E0) 0, (E1) 40, (E2) 80 kg S ha^{-1} .

W wielokryteriowej ocenie efektywności produkcji nasion rzepaku uwzględniono jako kryterium: (i) analizę agronomiczną: chemizm gleby, ocena wzrostu i rozwoju roślin w okresie wegetacji jesiennej i wiosennej, ocena zachwaszczenia łanu, analiza komponentów plonu, plon nasion i słomy, indeks żniwny; (ii) analizę jakościową: ocena zawartości tłuszczu surowego, profil kwasów tłuszczowych, zawartość białka ogólnego, skład jakościowy włókna (ADF, NDF), skład ilościowy i jakościowy GLS; (iii) analizę ekonomiczną: analiza struktury rodzajowej kosztów produkcji oraz według operacji agrotechnicznych, wartość pieniężna plonu nasion, dochód z działalności oraz efektywność ekonomiczna procesu wytwórczego (koszt jednostkowy, wskaźnik opłacalności); (iv) analizę energetyczną: analiza nakładów energetycznych według strumieni energii i operacji agrotechnicznych, jednostkowa wartość energetyczna nasion (wartość opałowa), wolumenu energii zakumulowanej w plonie nasion, zysk energii oraz sprawność energetyczna produkcji nasion

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

Ponadto rozdział ten zawiera dane o właściwościach fizyko-chemicznych gleby pobranej przed założeniem doświadczenia. Analizę statystyczną (ANOVA) wykonano zgodnie z układem doświadczenia czynnikowego 3^5-1 w programie Statistica 13,3 Do oceny isotnosci różnic pomiędzy średnimi obiektowymi wykorzystano test Tukey'a HSD przy poziomie istotności p=0,05. W analizę danych uwzględniono kilka cech w obebie danej grypy cech, np: i) stopień rozwoju roślin przed zahamowaniem jesiennej wegetacji został opisany - liczbą wykształconych liści, liczba blizn po liściach, grubością szyjki korzeniowej, wysokością wyniesienia pąka wierzchołkowego, długością korzenia palowego, świeżą i suchą masą korzeni); ii) cechy opisujące architekturę łanu - wysokość łanu, długość roślin, grubość łodygi u podstawy, liczba rozgałęzień bocznych, wysokość pierwszego rozgałęzienia, ugięcie łanu), iii) stopień zachwaszczenia (świeża i sucha masa chwastów), iv) elementy struktury plonu (obsada, liczba łuszczyn na roślinie, liczba nasion w łuszczynie oraz masa 10000 nasion); v) plonowanie i skład chemiczny (plon nasion, plon słomy, indeks żniwny, zawartość tłuszczu, białka i włókna i glukozynolanów w nasionach).

Rozdział wynik badań jest najobszerniejszy obejmuje 46 strony tj. 34% objętości pracy. Wyniki zestawiono w 62 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 10 podrozdziałów.

Spośród analizowanych technologii produkcji najwyższy plon nasion rzepaku ozimego (6,66 Mg ha^{-1}) uzyskano w warunkach uprawy bezorkowej, stosując przedwschodową regulacją zachwaszczenia, jesienną regulację wzrostu oraz najwyższe dawki azotu oraz siarki (240 kg N i 80 kg S ha^{-1}). Z kolei najniższy plon nasion (4,95 Mg ha^{-1}) uzyskano w technologii orkowej, z nalistną regulacją zachwaszczenia, jesienną regulacją wzrostu, najwyższą dawką azotu (240 kg ha^{-1}) i brakiem nawożenia siarką. Nasiona rzepaku ozimego z obiektów uprawianych pasowo gromadziły 498 g kg^{-1} s.m. tłuszczu surowego. W warunkach uprawy bezorkowej oraz orkowej obserwowano o 2-3% mniejszą akumulację tego składnika w nasionach rzepaku ozimego. Nasiona z obiektów z uprawą pasową i bezorkową charakteryzowały się większą zawartością kwasu oleinowego, lecz mniejszą akumulacją

kwasu linolenowego, w porównaniu do uprawy orkowej. Rośliny rzepaku ozimego nawożone wiosną 160 i 200 kg N ha^{-1} gromadziły w nasionach zbliżoną ilość tłuszczu (495 i 494 g kg^{-1} s.m.). Istotne obniżenie zawartości tego składnika obserwowano pod wpływem zwiększonego nawożenia azotem do 240 kg ha^{-1} (484 g kg^{-1} s.m.). Największą akumulację białka ogólnego w nasionach rzepaku ozimego obserwowano w warunkach uprawy bezorkowej oraz orkowej (196 g kg^{-1} s.m.), a zdecydowanie niższą w uprawie pasowej (189 g kg^{-1} s.m.). Zawartość białka ogólnego w nasionach wzrastał wraz ze zwiększeniem nawożeniem azotem – od 191 (160 kg N ha^{-1}) do 199 g kg^{-1} s.m. (240 kg N ha^{-1}). Nawożenie siarką najsilniej, spośród badanych elementów technologii uprawy rzepaku ozimego, wpływało na syntezę GLS w nasionach. Wzrost sumy GLS na skutek zwiększenia nawożenia siarką z 0 do 80 kg ha^{-1} wyniósł średnio 35%, głównie za sprawą zwiększonej akumulacji GLS alkenowych (glukonapina o 51%, glukobrassicanapina o 75%, progoitryna o 40%).

Dyskusja wyników - obszerna (22 strony maszynopisu) i merytoryczna, z wykorzystaniem licznych pozycji piśmiennictwa naukowego. W poszczególnych częściach dyskusji Autor poruszał następujące zagadnienia: wpływ czynników agrotechnicznych na plonowanie rzepaku ozimego (upraw roli i siew, regulacja zachwaszczenia i wzrostu jesiennego i wiosennego, nawożenie pogłówne azotem i siarką),wartość użytkową surowca, efektywność ekonomiczna i energetyczną. Autor wskazuje, że technologie wysokonakładowe oparte o klasyczną uprawę roli charakteryzują się mniejszą efektywnością ekonomiczną i energetyczną, co znajduje potwierdzenie w wielu innych badaniach. Zwiększone nawożenie oraz większa liczba zabiegów herbicydowych powoduje zwiększenie plonu o 20% podczas gdy nakłady energetyczne wrastają o 50%, w końcowym rachunku prowadząc do mniejszej efektywności energetycznej.

Wnioski – Doktorant przedstawił 8 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 i 6. Autor stwierdza w nich, między innymi że rzepak ozimy nalepiej plonował w warunkach uprawy pasowej (6,60 t/ha) i ta technologia cechował się także największą opłacalnością (308%).

UNIWERSYTET ROLNICZY W KRAKOWIE

Bibliografia – bardzo obszerna, duży udział publikacji w języku angielskim (85%), brakowało mi cytowania niektórych polskich naukowców zajmujących się doskonaleniem technologii uprawy rzepaku. Tę usterkę można usunąć na etapie przygotowania pracy do druku w czasopismach naukowych.

Z walorów przedstawionej rozprawy doktorskiej na szczególne podkreślenie zasługują:

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

2) zastosowanie innowacyjnych metod badawczych – układ doświadczenia czynnikowego pozwalający na zbadanie dużej liczby kombinacji technologicznych, jak i zastosowanie analizy wielokryteriowej uwzgledniającej kryteria agronomiczne, energetyczne i ekonomiczne.

3) dobre opanowanie warsztatu analiz statystycznych

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

- Monotonia tabel, brak grafiki – proponuję cześć 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 plonowania rzepaku należy zastosować obiektywną metodę naukową – np.: stosując współczynnik hydrotermiczny Sielianinowa lub klimatogramy, albo przeprowadzić ocenę warunków wodnych przez porównanie do wielolecia wg kryteriów Kaczorowskiej, a dla temperatury wg Ziernickiej, porównanie z opadami optymalnymi wg Klata.
- Możliwość szerszego uwzględnienia piśmiennictwa krajowego
- Brak syntetycznego wskaźnika rankingowego – można go zaproponować, przydzielając odpowiednie wagi każdemu kryterium.
- Wykorzystać analizę regresji dla nawożenia azotem i siarką.

UNIWERSYTET ROLNICZY W KRAKOWIE

Podsumowanie

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. Praca wnosi nowe elementy do dyscypliny rolnictwo i ogrodnictwo w zakresie innowacyjnych technologii uprawy rzepaku ozimego.

Stwierdzam, że recenzowana praca spełnia warunki stawiane pracom doktorskim i wnioskuję do Rady Dyscypliny Rolnictwo i Ogrodnictwo Uniwersytetu Warmińsko-Mazurskiego o dopuszczenie mgr inż. Mateusza Mikołaja Sokólskiego do publicznej obrony, zgodnie z przepisami ustawy o stopniach i tytule naukowym.

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

Kraków, 30.06.2021 r.

Prof. dr hab. Bodan Kulig