

**Recenzja rozprawy doktorskiej mgr inż. Macieja Kazek  
pt. „Wpływ odmiany, inokulacji i hydrożelu na plonowanie i jakość nasion  
konwencjonalnej soi (*Glycine max* (L.) Merr).**

Przedmiotem przedstawionej do recenzji pracy jest ocena wpływu wybranych czynników (odmiana, inokulacja nasion szczepionką bakteryjną, zastosowanie hydrożelu) na plonowanie i jakość nasion soi uprawianej w warunkach Polski. Celem prezentowanych badań, jak zaznaczył Autor we wstępie, była ocena czynników poprawiających wzrost i rozwój roślin soi.

Wybór tematyki badawczej jest bardzo trafny zarówno ze względów poznawczych, jak i praktycznych. Soja jest jedną z najważniejszych roślin uprawnych na świecie z uwagi na cenny skład chemiczny nasion. W 2019 roku zebrano w skali świata blisko 340 mln ton nasion soi, a powierzchnia uprawy wynosiła ponad 120 mln hektarów. Największymi producentami soi są USA, Brazylia i Argentyna, ale w krajach tych uprawiane są prawie wyłącznie odmiany modyfikowane genetycznie (GMO). Ze względu na regulacje prawne i oczekiwania konsumentów w krajach należących do Unii Europejskiej, soja genetycznie modyfikowana nie jest uprawiana. W Polsce nie jest to roślina nowa, bo pierwsze próby jej uprawy miały miejsce już pod koniec XIX wieku, ale ze względu na długi okres wegetacji ówczesnych odmian, były to próby nieudane. Wyhodowanie w ostatnich kilkunastu latach odmian o krótszym okresie wegetacji (130–150 dni) stworzyło realne szanse, aby soja mogła być z powodzeniem uprawiana w naszych warunkach klimatycznych. Powierzchnia uprawy soi w Polsce wynosi prawie 20 tys. ha (2019 r.), ale potrzeby są znacznie większe, aby systematycznie ograniczać import śrutę sojowej pochodzącej z roślin genetycznie modyfikowanych. Dlatego badania dotyczące usprawnienia technologii uprawy tej rośliny w kierunku zwiększenia plonowania i zapewnienia wysokiej jakości nasion są niezwykle istotne i mają duże znaczenie użytkowe.

Przedłożona do oceny rozprawa doktorska ma typowy układ dla tego rodzaju opracowań. Zawiera 152 strony i została podzielona na 6 głównych rozdziałów: wstęp, przegląd literatury, materiały i metody badań, wyniki, dyskusja, wnioski. Na końcu został umieszczony spis

literatury obejmujący aż 276 pozycji, w większości anglojęzycznych oraz streszczenie. W pracy zamieszczono 22 tabele oraz 103 rysunki.

We wstępie Autor przedstawił walory soi, skalę produkcji oraz czynniki, które w istotny stopniu mogą wpływać na wartość plonu. W końcowym fragmencie wstępu został sformułowany cel naukowy prezentowanych w dysertacji badań. Hipoteza badawcza, w której Autor założył, że odpowiednio wykonane zabiegi agrotechniczne mogą zagwarantować powodzenie w uprawie konwencjonalnych odmian soi w województwie kujawsko-pomorskim została umieszczona w rozdziale 3. *Materiały i metody*. Lepiej byłoby, gdyby Autor umieścił hipotezę badawczą we wstępie, bezpośrednio po przedstawieniu celu naukowego pracy.

Rozdział *Przegląd literatury* liczy 35 stron i został podzielony, moim zdaniem niepotrzebnie aż na 14 drobnych podrozdziałów, tym bardziej że podrozdziały od 2.6 do 2.12 w istocie mieszczą się tematycznie w podrozdziale 2.5. *Uprawa soi*. Ogólnie stwierdzam, że w przeglądzie literatury mgr Maciej Kazek w sposób wystarczający przedstawił aktualny stan wiedzy na temat uprawy soi i odpowiednio wprowadził czytelnika w tematykę badawczą. Doktorat nie ustrzegł się jednak drobnych błędów oraz niefortunnnych określeń. Na przykład na stronie 9 Autor napisał, że wysokość roślin waha się od kilku centymetrów do 2 metrów. Raczej powinno być od kilkunastu/kilkudziesięciu cm do 2 m. Innym niefortunnym sformułowaniem jest zdanie ze str. 10 „Liście najczęściej opadają zanim dojrzeją”. W rzeczywistości u soi liście opadają zanim dojrzeją strąki. Również na str. 10 Doktorant pisze o „zagęszczeniu nasion” zamiast o zagęszczeniu roślin. W podrozdziale 2.1.2 pojawiają się powtórzenia na temat głównych producentów soi (str. 13). Po raz pierwszy pojawia się tutaj skrót GM, który należałoby wyjaśnić. Niezrozumiałe jest zdanie dotyczące zakazu upraw roślin genetycznie modyfikowanych w Europie: „Zakaz ten jest umotywowany zrównoważonym rozwojem agronomii oraz wykorzystaniem w uprawach konwencjonalnych upraw soi”. Chyba o tym zakazie decydowały inne przesłanki. Na stronie 17 przedstawiono areal uprawy soi w Polsce w latach 2014-2017. Wyraźny spadek powierzchni upraw z 24 tys. ha w roku 2015 do 12 tys. ha w roku 2016 wymaga komentarza, którego w tej części zabrakło. W rozdziale *Miejsce w płodozmianie* powinna znaleźć się informacji o lepszym plonowaniu roślin uprawianych po soi co jest bardzo istotne pod kątem opłacalności uprawy *Glycine max*. W kolejnym rozdziale poświęconemu środkom ochrony roślin Doktorant słusznie uwypuklił istotność i potrzebę redukcji zachwaszczenia, ponieważ obecność chwastów może w drastyczny sposób obniżyć plon nasion. Pan Magister opisuje działanie między innymi linuronu, jednakże powinna

pojawić się w tym miejscu informacja na temat wycofania tej substancji czynnej z użycia (str. 26).

Kończąc ocenę tego rozdziału rozprawy stwierdzam, że dokonany przez Autora przegląd aktualnego stanu wiedzy zawiera wszystkie najważniejsze aspekty dotyczące uprawy soi zarówno w Polsce jak i w świecie. Należy podkreślić fakt, że wszystkie umieszczone informacje podparte są bardzo bogatą bibliografią. Ta część opatrzona jest także wieloma fotografiami i rycinami, które obrazowo przedstawiają istotę niektórych danych.

Rozdział dotyczący materiałów i metod badawczych rozpoczyna się opisem hipotezy badawczej i celu badań, który zresztą został już wcześniej przedstawiony we wstępie. Jak już stwierdziłam, te akapity powinny być umieszczone w innym miejscu opracowania, np. we wstępie.

W rozdziale *Materiały i metody badań* Autor na ogół dobrze opisał metodyki prowadzenia doświadczeń, chociaż w opisie doświadczenia wazonowego brakuje przedstawienia czytelnego schematu doświadczalnego oraz celu wykonania tego eksperymentu, którym było, jak można się domyślać, sprawdzenie przydatności hydrożelu jako środka łagodzącego stres suszy i w związku z tym mającego wpływ na efekty działania szczepionki bakteryjnej. W tym aspekcie niezrozumiały jest przyjęty schemat nawadniania wazonów. Szkoda, że doświadczenie wazonowe zakładano w tak późnym terminie (druga dekada czerwca) i prowadzono jedynie do końca fazy kwitnienia soi, co uniemożliwiło uzyskanie danych o potencjale plonowania soi w poszczególnych kombinacjach doświadczalnych. Metodyka badań polowych została opisana w sposób jasny i wystarczająco szczegółowy, chociaż warto by ją uzupełnić o informację dotyczącą rodzaju użytego siewnika do wysiewu nasion soi. Należy dodać, że Autor bardzo szczegółowo opisał i przedstawił na czytelnych wykresach warunki pogodowe w czasie trwania badań. Kilukrotnie w rozprawie została podkreślana zależność wysokości plonów soi od czynników klimatycznych, dlatego bardzo dobrze, że poświęcono im tak szczegółowy opis.

W rozdziale *Wyniki* zawierającym 68 stron mgr Maciej Kazek opisał wyniki badań uzyskane z doświadczeń polowych prowadzonych w dwóch lokalizacjach na terenie województwa kujawsko-pomorskiego w latach 2015-2017 oraz doświadczenia wazonowego.

Wyniki doświadczenia wazonowego dotyczące parametrów biometrycznych słusznie zaprezentowano w formie wykresów a nie tabel co wpłynęło na czytelność przekazu. Badania te zakończono kalkulacją opłacalności stosowania hydrożelu. Doświadczenia prowadzone w Mochelku miały na celu wykazanie różnic biometrycznych pomiędzy odmianami soi oraz

w latach prowadzenia badań. Wyniki tych doświadczeń dotyczące wysokości roślin, ich obsady, osadzenia pierwszego strąka i ich liczby, liczby brodawek korzeniowych, wysokości plonu, masy tysiąca nasion oraz zawartości substancji odżywczych w nasionach zostały przedstawione w sposób bardzo przejrzysty. Doświadczenie polowe prowadzone w Grocholinie zostało bardzo rozbudowane, przetestowano w sumie 32 obiekty doświadczalne przez 3 sezony wegetacyjne, gdzie zastosowano 8 różnych odmian oraz 4 inokulanty. Wyniki opracowano statystycznie wykorzystując dwuczynnikową analizę wariancji traktując lata jako czynnik losowy, a odmianę i rodzaj inokulantu jako czynniki stałe. Wyliczono także zależności pomiędzy cechami soi a plonowaniem poszczególnych odmian za pomocą współczynnika korelacji liniowej  $r$ -Person. Wykonano ponadto hierarchiczną analizę skupień pomiędzy poszczególnymi cechami soi oraz analizę składowych głównych w celu wyjaśnienia wielocechowości odmian. Przyjęte metody statystyczne są ciekawe i nie budzą żadnych zastrzeżeń.

Szczegółowy opis wyników wszystkich wykonanych badań został zilustrowany 80 wykresami, 15 tabelami oraz 5 zdjęciami. Do najciekawszych wyników uzyskanych w badaniach Doktoranta zaliczam między innymi: wytypowanie odmian soi najbardziej przydatnych do uprawy w województwie kujawsko-pomorskim, wskazanie najskuteczniejszych szczepionek bakteryjnych, konfrontacja wzrostu i plonowania soi z warunkami pogodowymi oraz wskazanie zależności między czynnikami biometrycznymi, plonem, parametrami jakościowymi i odmianami. Jednakże Doktorant nie ustrzegł się niewielkich uchybień w opisie swoich wyników. W moim odczuciu rozdział dotyczący opłacalności stosowania zabiegów inokulacji i hydrożelu w uprawie soi nie został do końca przemyślany. Na podstawie jednosezonowego doświadczenia wazonowego przeprowadzonego w terminie nieagrotechnicznym nie mamy wiedzy na temat potencjalnego wzrostu wartości plonu po zastosowaniu hydrożelu, dlatego taka kalkulacja nie jest do końca wiarygodna. Natomiast bardzo dobrze, że w rozprawie znalazły się informacje o kosztach jakie rolnik musi ponieść chcąc zastosować hydrożel na swojej plantacji. Na rysunkach 25-29 brakuje opisu osi X. Wyniki z doświadczenia realizowanego w Mochelku dotyczące parametrów biometrycznych, masy tysiąca nasion oraz zawartości substancji odżywczych w nasionach w przedstawiono w zależności od odmiany, w latach prowadzenia badań oraz jako średnią z lat na 9 wykresach (rys. 41-45, 47-50), natomiast z opisu tych wykresów wynika, iż przedstawione wartości dotyczą tylko poszczególnych odmian. Wyniki dotyczące obsady po wschodach i w czasie zbioru z doświadczeń prowadzonych w Grocholinie umieszczano na tych samych rysunkach rozróżniając je literami A i B. W takim przypadku sugerowałabym użycie

jednakowej skali dla obu wykresów. Podsumowując tę część dysertacji należy podkreślić, że realizowany przez Doktoranta zakres prac był bardzo obszerny i wymagał dużego zaangażowania. Wykonano wiele czasochłonnych obserwacji i obliczeń, których wyniki zostały zaprezentowane w sposób przejrzysty.

W rozdziale *Dyskusja* mgr inż. Maciej Kazek podsumował wyniki uzyskanych badań konfrontując je z danymi literaturowymi. Rozdział ten zajmuje 10 stron rozprawy i jest podzielony na 5 podrozdziałów odnoszących się do najważniejszych wyników uzyskanych w trakcie realizowanych badań. Doktorant wspomniał także o licznych inicjatywach, które miały wpływ na wzrost areału uprawy soi w Polsce, w tym o projekcie PolSoja finansowanym przez Narodowe Centrum Badań i Rozwoju, realizowanym w latach 2013 – 2018 przez konsorcjum, którego liderem był Instytut Ochrony Roślin – PIB.

Dysertacja zakończona jest 4 wnioskami dotyczącymi doświadczenia wazonowego oraz aż 21 wnioskami z doświadczeń polowych. Moim zdaniem wniosków jest zbyt dużo i zostały sformułowane zbyt obszernie (wniosek 12 wymaga korekty stylistycznej). Podsumowanie powinno zawierać tylko najważniejsze rezultaty prowadzonych badań.

Jednym z ostatnich elementów pracy jest zestawienie pozycji literaturowych cytowanych w opracowaniu. Drobną uwagę dotyczy niealfabetycznego ułożenia bibliografii od pozycji 214 do pozycji 276.

Podsumowując ocenę rozprawy doktorskiej mogę stwierdzić, iż prowadzone doświadczenia były bardzo rozbudowane, a liczne czasochłonne obserwacje wymagały od Doktoranta umiejętności organizacyjnych, technicznych oraz analitycznego myślenia, co w efekcie pozwoliło na zrealizowanie celu pracy dotyczącego wpływu niezależnych zabiegów agrotechnicznych na różne parametry biometryczne i jakościowe w uprawie soi.

Przedstawione w niniejszej recenzji uwagi krytyczne nie umniejszają wartości wykonanych badań i sposobu ich prezentacji. Rozprawa spełnia warunki stawiane pracą doktorską i na tej podstawie z największą przyjemnością przedkładam Radzie Naukowej Dyscypliny Rolnictwo i Ogrodnictwo Uniwersytetu Technologiczno-Przyrodniczego w Bydgoszczy wniosek o dopuszczenie mgr inż. Macieja Kazek do dalszego toku przewodu doktorskiego.

Katarzyna Marinkowska