

Kraków, 2023.09.07

dr hab. inż. Barbara Jagosz, prof. URK
Wydział Biotechnologii i Ogrodnictwa
Uniwersytet Rolniczy im. H. Kołłątaja w Krakowie
Al. Mickiewicza 21
31-120 Kraków

RECENZJA

ROZPRAWY DOKTORSKIEJ PT.

„OCENA POTRZEB I EFEKTÓW NAWADNIANIA SOI (*GLYCINE MAX (L.) MERILL*)
NA OBSZARZE DEFICYTOWYM W WODĘ”

AUTORSTWA MGR INŻ. MICHAŁA KROPKOWSKIEGO

Wpływ zmian klimatu na rolnictwo stał się jednym z najpoważniejszych wyzwań, przed którymi stoi ludzkość. Zmiany klimatyczne, szczególnie ocieplenie, stają się coraz bardziej poważnym wyzwaniem dla produkcji żywności, zagrażając bezpieczeństwu żywnościowemu i gospodarczemu na skalę światową. Jednym z najważniejszych skutków ocieplenia klimatu jest zwiększenie ryzyka susz, które prowadzą do niedoborów wody dostępnej dla roślin. Woda jest kluczowym zasobem w rolnictwie, a braki w jej dostępie mogą prowadzić do spadku plonów. Coraz bardziej nieprzewidywalne okresy suszy lub intensywne opady deszczu mogą negatywnie wpływać na rozwój roślin uprawnych i prowadzić do strat w plonach. Zmieniające się warunki klimatyczne mogą wymagać dostosowania rodzaju upraw, które są możliwe w danym regionie. Niektóre tradycyjnie uprawiane rośliny mogą stać się mniej dostosowane do nowych warunków, co wpłynie na różnorodność produkcji żywności. Konieczność dostosowania się do zmieniającego się klimatu może prowadzić do wzrostu kosztów produkcji rolniczej. Rolnicy mogą być zmuszeni inwestować w nowe technologie i środki zaradcze, aby chronić swoje uprawy przed skutkami zmian klimatycznych.

Scenariusz emisyjny A2, opracowany przez Międzyrządowy Zespół ds. Zmian Klimatu IPCC (ang. Intergovernmental Panel on Climate Change) i zawarty w Special Report on

Emissions Scenarios (SRES), prognozuje, że do końca XXI wieku globalna temperatura wzrośnie o około 4°C. W ramach tego scenariusza zmian klimatu przewiduje się wzrost temperatury w Polsce w zakresie od 2°C do 4°C, przy jednoczesnym braku znaczących zmian w ilości opadów. Wzrost temperatury powietrza przy zachowaniu dotychczasowych opadów atmosferycznych będzie wiązał się z większym zapotrzebowaniem roślin na wodę, co spowoduje konieczność rozwijania systemów nawadniających dla upraw rolniczych. Niemniej jednak, z uwagi na ocieplający się klimat, pojawią się także nowe możliwości wprowadzenia do upraw na obszarze Polski gatunków ciepłolubnych, takich jak na przykład soja.

Współczesne rolnictwo staje przed ogromnym wyzwaniem dostosowania się do zmieniającego się klimatu. Konieczne są globalne i lokalne działania, takie jak inwestycje w dostęp do wody, hodowla odpornych gatunków i odmian roślin, promowanie zrównoważonych praktyk rolniczych i edukacja rolników w zakresie adaptacji do zmian klimatycznych. Polska może odgrywać ważną rolę w tym procesie, kontynuując prace nad strategiami dostosowawczymi i współpracując na arenie międzynarodowej, aby ograniczyć wpływ zmian klimatu na rolnictwo.

Praca doktorska pt. "Ocena potrzeb i efektów nawadniania soi (*Glycine max* (L.) Merrill) na obszarze deficytowym w wodę", autorstwa mgr inż. Michała Kropkowskiego, miała na celu zbadanie wpływu różnych czynników uprawowych, takich jak nawadnianie i nawożenie azotowe, na plon nasion soi oraz ich jakość, a także cechy biometryczne roślin. W ramach rozprawy dokonano szczegółowej oceny efektywności produkcyjnej i ekonomicznej deszczowania roślin soi dwóch odmian: Aldana i Merlin. Dodatkowo, przeprowadzono analizę, która miała na celu zrozumienie zależności między plonem soi a warunkami agrometeorologicznymi, aby określić optymalne poziomy opadów oraz okresy, w których rośliny soi wykazują zwiększone zapotrzebowanie na wodę. W pracy przeprowadzono także analizę potrzeb nawodnieniowych badanego gatunku w uprawie na glebach lekkich znajdujących się w regionie charakteryzującym się niskimi opadami.

Ocena formalna pracy

Rozprawa doktorska autorstwa mgr inż. Michała Kropkowskiego charakteryzuje się układem właściwym dla tego rodzaju opracowań. Praca liczy 121 stron i składa się z 7 rozdziałów, z których większość, z wyjątkiem rozdziału „6. Dyskusja wyników” i „7. Wnioski”, jest podzielona na logiczne podrozdziały, co znacząco wpływa na czytelność i przejrzystość dysertacji. Pojawia się pytanie, czy nie byłoby lepiej połączyć rozdziały „3.

Materiał i metody” oraz „4. Warunki doświadczenia”, tworząc jednolity rozdział prezentujący materiał badawczy i metodologię badawczą oraz czynniki i warunki doświadczenia?

Stosunek obszerności pomiędzy poszczególnymi rozdziałami wydaje się właściwy, zgodnie z oczekiwaniami najbardziej rozbudowany jest rozdział „5. Wyniki badań”. Na końcu rozprawy znajdują się dodatkowe sekcje, w tym „Literatura”, „Streszczenie”, „Abstract” (zawierający streszczenie w języku angielskim), „Spis tabel”, „Spis rysunków” oraz „Spis fotografii”, a cała praca poprzedzona jest „Spisem treści” oraz stroną tytułową.

W rozprawie umieszczono 31 tabel i 28 kolorowych rysunków w formie wykresów, które znajdują się w rozdziałach „2. Przegląd literatury”, „3. Materiał i metody”, „4. Warunki doświadczenia” oraz „5. Wyniki badań”. Tabele oraz rysunki (czyli wykresy) są przeważnie czytelne, klarowne i poprawnie skonstruowane. W rozdziale „3. Materiał i metody” umieszczono dodatkowo 3 fotografie prezentujące poletka doświadczalne.

W sekcji „Literatura” znajdują się 172 ponumerowane i alfabetycznie posortowane pozycje wydawnicze, dodatkowo zamieszczono także 8 źródeł internetowych. Przeważająca część pozycji literaturowych to publikacje obcojęzyczne.

Rozprawa doktorska napisana przez mgr inż. Michała Kropkowskiego cechuje się poprawnym językiem, a występujące nieliczne usterki stylistyczne, gramatyczne oraz interpunkcyjne są łatwe do skorygowania i nie mają wpływu ani na wartość merytoryczną, ani na naukowy wymiar niniejszej dysertacji.

Ocena merytoryczna pracy

Na początku swojej rozprawy doktorskiej, mgr inż. Michał Kropkowski precyzyjnie nakreślił poruszaną problematykę badawczą. Wyraźnie przedstawiony został cel badań oraz hipoteza badawcza, która przewiduje, że zastosowanie systemu nawadniania przyczyni się do zwiększenia plonu nasion soi oraz zapewni jego stabilność, jednocześnie podnosząc jakość nasion. Hipoteza zakłada także, że przeprowadzone badania pozwolą na ocenę potrzeb opadowych i nawodnieniowych badanego gatunku.

Przedstawiony w rozprawie rozdział „2. Przegląd literatury” jest obszerny i stanowi adekwatne wprowadzenie do badanego tematu. W tym rozdziale zostały przytoczone źródła literaturowe związane z celem i znaczeniem uprawy soi w kontekście gospodarki światowej. Poruszono też kwestię obszarów uprawy, plonowania oraz przyszłych perspektyw rozwoju uprawy soi. Ponadto, przegląd literatury uwzględnia szereg prac naukowych poświęconych wymaganiom glebowym i klimatycznym, jak również pokarmowym i wodnym roślin soi.

Istotnym elementem przeglądu literatury są także prace badawcze związane z problematyką zmian klimatycznych i wiążących się z nimi zagrożeń i możliwości w kontekście uprawy soi. W przeglądzie literatury uwzględniono także badania nad potencjalnymi korzyściami i efektywnością stosowania nawadniania w celu minimalizacji skutków deficytu wody oraz prace analizujące aspekty ekonomicznej opłacalności uprawy soi.

W ramach rozdziału „3. Materiał i metody” przedstawiono informacje dotyczące materiału roślinnego zastosowanego w badaniach oraz określono lokalizację prowadzonych doświadczeń. Zaprezentowano też sposób prowadzenia uprawy roślin oraz scharakteryzowano układ doświadczalny i czynniki doświadczenia, a także przedstawiono metodykę oceny plonu, cech biometrycznych, warunków klimatycznych i ekonomicznej efektywności deszczowania. Należy docenić, że prowadzono badania przez cztery lata, co pozwoliło na rzetelne zbadanie wpływu czynników środowiskowych, głównie temperatury powietrza i opadów atmosferycznych, na wyniki eksperymentu. W badaniach polowych przetestowano dwie odmiany soi: Aldana i Merlin. Warto jednak podkreślić, że aby w przyszłości uwydatnić różnice genetyczne, należałoby zwiększyć liczbę testowanych odmian. Dodatkowo, badane odmiany powinny należeć do tej samej grupy pod względem długości okresu wegetacji. Warto również zaznaczyć, że brak w rozdziale „3. Materiał i metody” nazwy naukowej (łacińskiej) badanego gatunku oraz informacji dotyczących źródła pochodzenia nasion zastosowanych do siewu także stanowi drobny mankament. Pierwszym czynnikiem doświadczalnym było nawadnianie, które zastosowano w dwóch wariantach, w których rośliny uprawiane były 1) z zastosowaniem deszczowania lub 2) bez deszczowania, stanowiące kontrolę. Drugim czynnikiem doświadczalnym było nawożenie azotowe. Ten czynnik też zastosowano w dwóch wariantach, w których rośliny uprawiane były 1) z zastosowaniem nawożenia azotem lub 2) bez nawożenia azotem, stanowiące kontrolę. Niemniej jednak, brakuje wyjaśnienia, jak dokładnie prowadzono to nawożenie azotem, w jakiej ilości i w jakiej formie? Doświadczenie polowe przeprowadzono w czterech powtórzeniach, ale nie jest jasne, jaką powierzchnię miały poletka doświadczalne? W tekście rozdziału „3. Materiał i metody” użyto kilka skrótów, takich jak RZD, UTP, COBORU, które, pomimo, że są dość powszechnie znane, wymagają wyjaśnienia. W podrozdziale 3.3. warto byłoby rozszerzyć informacje na temat sprzętu użytego do nawadniania, podając nie tylko typ głowic, ale także inne istotne szczegóły. W podrozdziale 3.4 stwierdzono, że zastosowano herbicyd, ale nie podano, jaki dokładnie herbicyd i w jakim terminie? Podobnie, nie podano informacji o gatunku szkodników, przed którymi prowadzono ochronę, ani o terminie i zastosowanych pestycydach? W podrozdziale 3.5.1 stwierdzono, że „analizie poddano plon nasion w przeliczeniu na 15% wilgotności”, co wymaga wyjaśnienia?

Ponadto, nie podano, w jaki sposób wykonano ocenę masy 1000 nasion, która powinna być przeprowadzona zgodnie z wytycznymi Międzynarodowych Przepisów Oceny Nasion opracowanej przez ISTA (International Seed Science Association). W pracy brak również informacji dotyczących liczby roślin, które poddano ocenie cech biometrycznych, takich jak wysokość roślin, wysokość osadzenia najniższego strąka, liczba strąków na jednej roślinie i liczba nasion z jednej rośliny. Podobnie, brakuje informacji odnośnie sposobu przygotowania próby badawczej oraz metodyki, na podstawie której przeprowadzono ocenę parametrów składu chemicznego, takich jak białko ogólne i tłuszcz surowy.

W rozdziale „4. Warunki doświadczenia”, który, jak już wcześniej wspomniano, powinien zostać włączony do rozdziału „3. Materiał i metody”, przedstawiono charakterystykę warunków glebowych oraz klimatycznych, w jakich przeprowadzono doświadczenie polowe. Doświadczenie to miało miejsce w okolicach Bydgoszczy, w miejscowości Mochełek położonej na obszarze deficytowym w wodę. Warto zwrócić uwagę na szczegółowe i precyzyjne podejście do prezentacji warunków pogodowych, które towarzyszyły przeprowadzonym badaniom. Jeśli chodzi o warunki glebowe, w tekście brakuje informacji na temat analizy chemicznej gleby. Czy taka analiza została przeprowadzona? Jeśli tak, czy nawożenie było prowadzone zgodnie z wynikami tej analizy? Warto dodać, że w podrozdziale 3.4 nie sprecyzowano dawek zastosowanych nawozów. Dodatkowo ani w podrozdziale 3.4, ani w rozdziale 4, nie zawarto informacji na temat instrukcji, zgodnie z którą prowadzono uprawę soi. Dodatkowo, w tabelach 11-14 konieczne jest wyjaśnienie skrótu RPI.

W rozdziale „5. Wyniki badań” szczegółowo i jednocześnie przejrzyście przedstawiono rezultaty czteroletnich badań. Niemniej jednak można mieć pewne zastrzeżenia co do kolejności prezentacji wyników. Zgodnie z informacjami podanymi w rozdziale 3.5.1 najpierw powinna być omówiona ocena biometryczna roślin (wysokość roślin, wysokość osadzenia najniższego strąka oraz średnia liczba strąków i nasion z jednej rośliny), a dopiero potem cechy plonu, czyli plon nasion i masa 1000 nasion. W rozdziale 5 zaprezentowano wyniki rzeczowej analizy potrzeb nawadniania oraz sterowania zabiegami deszczowania w uprawie soi. Przedstawiono wyniki oceny cech biometrycznych roślin soi, a także cech plonu i jakości nasion soi. Kolejnym krokiem było przedstawienie interesujących danych dotyczących prognozowania efektów deszczowania soi oraz ocena ekonomicznej efektywności tego zabiegu. Niniejsze wyniki zaprezentowano w formie 14 wykresów oraz 17 tabel. Warto zwrócić uwagę, że wyniki dotyczące badania cech ilościowych roślin i nasion soi zostały opracowane statystycznie za pomocą programu ANALWAR-5.1.FR. Tutaj pojawia się pytanie: dlaczego takiej analizy statystycznej nie przeprowadzono dla cech jakościowych nasion soi?

Mankamentem jest również brak informacji odnośnie zastosowanego testu statystycznego. Aby tabele i wykresy były zrozumiałe bez konieczności szukania skrótów w tekście rozprawy, sugeruję wyjaśnienie skrótów "W0" i "W1" na wykresach 18-21 oraz skrótu "r.n." w tabelach 16-24. W tabeli 25 również należy wyjaśnić znaczenie znaku "*". Na wykresach (oś Y) 22 i 23, zamiast „Zawartość”, należy użyć „Zawartość białka ogólnego”, a na wykresie 24 i 25, zamiast „Zawartość” powinno się umieścić „Zawartość tłuszczu surowego”.

Niewątpliwie, warto podkreślić, że obfitość oraz różnorodność wyników przedstawionych w dysertacji świadczy o ogromnym wkładzie pracy oraz czasu, jaki mgr inż. Michał Kropkowski poświęcił w uzyskanie i późniejsze opracowanie tak znacznej ilości zróżnicowanych danych będących efektem kilkuletnich doświadczeń i badań.

Na szczególną uwagę zasługuje zwięzłe, wnikliwie oraz interesująco skonstruowany rozdział „6. Dyskusja wyników”, w którym mgr inż. Michał Kropkowski, opierając się na własnych wynikach badań i licznych doniesieniach naukowych, analizuje korzyści wynikające z zastosowania nawadniania roślin soi. Autor rozpatruje wielkość uzyskanych plonów, jakość nasion oraz zmiany cech biometrycznych roślin soi w zależności od zastosowanych czynników doświadczenia, takich jak nawadnianie i nawożenie azotowe. Szczegółowo rozważa również wpływ warunków pogodowych, zwłaszcza temperatury i opadów, na rozwój i plonowanie soi. W tym rozdziale znajdują się także analiza dotycząca ekonomicznej opłacalności deszczowania roślin badanego gatunku.

W rozdziale „7. Wnioski”, mgr inż. Michał Kropkowski podsumowuje wyniki swoich badań, które wykazały, że nawadnianie prowadzi do zwiększenia plonu nasion soi. Jeśli chodzi o wpływ czynników, które były zastosowane w doświadczeniu, na pozostałe badane cechy roślin i nasion soi, stwierdzono, że wyniki są silnie uzależnione od sezonu wegetacyjnego oraz odmiany. Wykazano również, że potrzeby deszczowania soi uprawianej w okolicach Bydgoszczy występują w prawie 50% lat. Ciekawym rezultatem przeprowadzonych badań jest stwierdzenie, że ekonomiczna efektywność deszczowania soi rośnie wraz z rozmiarem obszaru uprawy. Przeprowadzone badania są wieloaspektowe, a wyniki liczne. Niemniej jednak można by nieco bardziej zwięzłe przedstawić rozdział „7. Wnioski”, który wydaje się zbyt rozbudowany. Ostatecznie warto podkreślić, że Autor potwierdza osiągnięcie celów pracy, które zostały wyznaczone na jej początku.

Podsumowanie

Zmiany klimatu i ocieplenie mają poważne konsekwencje dla światowego i polskiego rolnictwa. Wymaga to skoordynowanego działania na wielu poziomach, aby zapewnić bezpieczeństwo żywnościowe i ochronić rolnictwo przed skutkami zmian klimatycznych. Działania te są nie tylko ważne dla przyszłości rolnictwa, ale także dla globalnego bezpieczeństwa żywnościowego i ekologicznej równowagi.

Rozprawa doktorska pt. "Ocena potrzeb i efektów nawadniania soi (*Glycine max* (L.) Merrill) na obszarze deficytowym w wodę", autorstwa mgr inż. Michała Kropkowskiego, jest badaniem o znaczącym wpływie na rolnictwo z uwagi na rosnący problem susz oraz zapotrzebowanie na zrównoważone praktyki uprawy roślin. Praca ta stanowi istotny wkład w rozwijającą się dziedzinę rolnictwa osadzonego w warunkach niedoboru wody, a zwłaszcza w kontekście uprawy soi, istotnej rośliny w światowej gospodarce.

Autor w sposób przejrzysty i systematyczny przedstawia, zarówno problematykę ogólną dotyczącą globalnych wyzwań suszy, jak i specyfikę uprawy soi. Przygotowanie teoretyczne jest solidne, co pozwala czytelnikowi zrozumieć kontekst badawczy oraz istotę problemu. Wprowadzenie do zagadnienia jest klarowne i motywujące, ukazujące aktualność tematu i potrzebę dalszych badań.

Jednym z mocnych punktów rozprawy jest szeroki zakres prac i metod badawczych. Autor przedstawia kroki prowadzące do uzyskania wyników oraz analizuje ich wiarygodność. Zastosowanie odpowiednich narzędzi i eksperymentalne podejście do badania wpływu nawadniania i nawożenia azotem na plonowanie soi jest godne uznania. Wyniki eksperymentów są rzetelnie przedstawione i wnikliwie przeanalizowane, co pozwala na wyciągnięcie wniosków zgodnych z danymi empirycznymi.

Mgr inż. Michał Kropkowski skrupulatnie analizuje nie tylko wpływ warunków klimatycznych oraz nawadniania i nawożenia na plonowanie roślin soi, ale również aspekty ekonomiczne związane z zastosowaniem deszczowania. Takie podejście wskazuje na pełne zrozumienie problemu oraz gotowość do wypracowania praktycznych zastosowań wyników badań. Rozważania nad optymalizacją procesów uprawy i zrównoważonym gospodarowaniem zasobami są ważnym elementem rozprawy.

Jednocześnie, choć praca jest ogólnie rzecz biorąc starannie przygotowana, istnieją pewne obszary, które mogłyby być udoskonalone. W metodyce badawczej pojawiają się nieścisłości i braki. W niektórych miejscach brakuje dogłębniejszej analizy pewnych wyników, a także szerszego kontekstu porównawczego z istniejącymi badaniami w tej dziedzinie.

Ponadto, mogłyby zostać omówione ewentualne ograniczenia metodologiczne i sposób, w jaki mogą one wpłynąć na interpretację wyników.

Należy podkreślić, że rozprawa doktorska mgr inż. Michała Kropkowskiego pt. „Ocena potrzeb i efektów nawadniania soi (*Glycine max* (L.) Merrill) na obszarze deficytowym w wodę” stanowi ważny wkład w dziedzinę rolnictwa. Autor prezentuje dogłębne zrozumienie tematu, a dokładna metodyka oraz solidna analiza wyników dodają wagi tej dysertacji. Praca ta jest wartościowym źródłem informacji dla badaczy i praktyków zainteresowanych problematyką rolnictwa w warunkach niedoboru wody.

Wniosek końcowy

Podsumowując, stwierdzam, że rozprawa doktorska pt. „Ocena potrzeb i efektów nawadniania soi (*Glycine max* (L.) Merrill) na obszarze deficytowym w wodę”, autorstwa mgr inż. Michała Kropkowskiego, stanowi wnikliwe opracowanie istotnego i aktualnego problemu naukowego. Praca ta podkreśla znakomite umiejętności badawcze mgr inż. Michała Kropkowskiego, co świadczy o jego dojrzałości naukowej, jak i solidnym przygotowaniu do dalszej pracy badawczej.

Na tej podstawie potwierdzam, że przedstawiona mi do recenzji rozprawa doktorska pt. **„Ocena potrzeb i efektów nawadniania soi (*Glycine max* (L.) Merrill) na obszarze deficytowym w wodę”, autorstwa mgr inż. Michała Kropkowskiego, spełnia wszystkie wymagania określone w ustawie z dnia 14 marca 2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki. **W związku z powyższym, składam wniosek o dopuszczenie mgr inż. Michała Kropkowskiego do dalszych etapów przewodu doktorskiego.****



dr hab. inż. Barbara Jagosz, prof. URK