

Prof. dr hab. Hanna Sulewska
Katedra Agronomii
Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu
60-632 Poznań, ul. Dojazd 11

O c e n a

rozprawy doktorskiej mgr inż. **Damiana Wacha**

pt. „Przydatność wybranych wskaźników fizjologicznych do oceny wrażliwości kukurydzy na stres suszy zależnie od zaopatrzenia w potas”

wykonanej pod opieką naukową prof. dr hab. Alicji Pecio

Kukurydza, obok pszenicy i ryżu jest gatunkiem strategicznym w światowej produkcji rolniczej. Także w Polsce, od momentu pojawienia się odmian mieszańcowych o długości wegetacji dopasowanej do naszych warunków klimatycznych, znaczenie tego gatunku znakomicie wzrosło i w 2015 zajmował on 1 225 463 ha (GUS 2015).

Wielkie zainteresowanie produkcją kukurydzy wynika z dużego potencjału produkcyjnego tej rośliny, jak również z szerokiego spektrum zastosowań plonu: od wykorzystania paszowego w żywieniu wszystkich grup zwierząt, poprzez przetwarzanie w przemyśle spożywczym do produkcji energii.

Polska jest krajem o niskiej zasobności w wodę słodką, gdyż jej dostępność na 1 mieszkańca jest podobna jak w Egipcie. Krajowy Zarząd Gospodarki Wodnej podaje: że w naszym kraju na jednego mieszkańca przypada ok. 1 580 m³ wody na rok, podczas gdy na jednego mieszkańca Europy – 4 560 m³ /rok.

Wieloletnie obserwacje, prowadzone m.in. przez IUNG-PIB na terenie całego kraju, wykazały nasilające się występowanie okresów suszy, zwłaszcza w województwach lubuskim i wielkopolskim. Dla produkcji rolniczej szczególnie groźne są niedobory wody pojawiające się w okresach największych potrzeb wodnych uprawianych gatunków, a takie coraz częściej występują w całej Polsce.

Obecnie wiadomo już, że większą zawartością wody dostępnej dla roślin charakteryzują się gleby zasobne w potas. Tę funkcję potasu należy traktować jako istotny mechanizm reakcji roślin uprawnych na niedobór wody, gdyż dostępność potasu m.in. warunkuje produktywność

azotu przy utrudnionym dostępie wody podczas wzrostu roślin. Niestety polskie gleby w większości mają niski poziom zasobności w potas.

Z powyższych względów wybór tematu i zakres podjętych przez Doktoranta badań uznaję za bardzo aktualny i cenny zarówno w poznawczym jak i utylitarnym aspekcie.

W dysertacji doktorskiej mgr inż. Damian Wach przedstawił wyniki doświadczeń wazonowych prowadzonych w kontrolowanych warunkach wodnych w hali wegetacyjnej.

Przedłożona do oceny rozprawa doktorska mgr inż. Damiana Wacha obejmuje 133 strony maszynopisu. Składa się ona z 9 rozdziałów, uszeregowanych w sposób następujący: Wstęp, Przegląd piśmiennictwa, Metodyka badań, Wyniki badań, Dyskusja, Podsumowanie i wnioski, Piśmiennictwo, Streszczenie i Abstract. Przyjęty przez Autora układ pracy jest prawidłowy, a kolejność rozdziałów zgodna ze standardami obowiązującymi w tego rodzaju opracowaniach.

Rozdział „Wstęp” dobrze uzasadnia wybór tematu badań. Zawiera informacje o znaczeniu gospodarczym kukurydzy, charakterystykę gatunku, który oszczędnie gospodaruje wodą, jednak z racji potencjału produkcyjnego ma duże potrzeby wodne. Udokumentowano tu także nasilanie się problemu suszy, co jest groźne w wielu rejonach naszego kraju, w którym udział gleb lekkich wynosi 60,8%. Przedstawiono tu również wyniki najnowszych badań dotyczących roli potasu w poprawianiu gospodarki wodnej i azotowej roślin w warunkach niedoboru wody. Rozdział ten został opracowany logicznie, jest zwarty i dobrze wprowadza do jasno postawionych hipotez badawczych i celu pracy.

Przegląd Piśmiennictwa poszerza informacje dotyczące badanego gatunku o statystyki światowe. Zawarto tu także scenariusze dotyczące prognoz zmian klimatycznych w Polsce i na świecie. Ponadto przedstawiono w nim szczegółowe informacje dotyczące roli potasu w roślinie kukurydzy, jego aktywnym i pasywnym pobieraniu, a także o stężeniach tego pierwiastka w roślinie oraz ważnych dla gospodarki wodnej rośliny strukturach takich jak wakuole i komórki przysparkowe. Autor umiejętnie dobrał pozycje literatury, w sposób który pozwolił mu dokonać analizy przebiegu okresów krytycznych w rozwoju kukurydzy w kontekście zaopatrzenia roślin w wodę, na tle potrzeb pokarmowych badanego gatunku.

Cenny dla wprowadzenia w tematykę badawczą uznaję dobór i analizę pozycji literatury dotyczących reakcji roślin kukurydzy na wystąpienie krótko i długoterminowych okresów suszy rolniczej. Na szczególne podkreślenie zasługuje przedstawienie najnowszych, pochodzących z ostatnich kilku lat, wyników badań obrazujących skutki działania stresu suszy na poziomie komórki oraz wyjaśniających zmiany zachodzące w fizjologii rośliny. W omawianym rozdziale Doktorant przedstawił także pomiary i testy fizjologiczne, które można wykonać na roślinie oraz ich interpretację służącą ocenie poziomu stresu jaki w niej wystąpił.

Zawarty w pracy przegląd piśmiennictwa bardzo dobrze uzasadnia potrzebę podjęcia pogłębionych badań nad wpływem potasu na przebieg procesów fizjologicznych kukurydzy w warunkach stresu suszy, co dotychczas w literaturze nie zostało szczegółowo opisane.

Rozdział został opracowany w sposób syntetyczny, zawiera wyniki najnowszych badań związanych z podjętym tematem badań, nie zawiera zbędnych informacji, dobrze świadczy o Autorze posiadającym umiejętność analitycznego myślenia.

Rozdział „Wyniki badań” rozpoczyna bardzo szczegółowa ocena zastosowanego w doświadczeniu wazonowym podłoża. Bardzo wysoko oceniam przeprowadzenie analiz jego właściwości wodnych, fizycznych oraz chemicznych. Tak skrupulatne przygotowanie się do przeprowadzania doświadczeń wykonywanych w warunkach naturalnego oświetlenia roślin osłanianych przesuwным dachem hali wegetacyjnej tylko na czas opadów atmosferycznych, pozwala na uzyskanie wiarygodnych wyników, poszerzających wiedzę w badanym temacie jak i mających aspekt aplikacyjny, dzięki stworzeniu warunków w dużym stopniu symulujących stres suszy na polu. Wazony ustawiono tak aby uzyskać obsadę wynoszącą 70 tys. roślin na hektarze. Pamiętając o tym, że rozmieszczenie roślin nie odpowiadało prawdopodobnie stosowanemu w warunkach produkcyjnych, przyjęta obsada zgodna była z zalecaną dla uprawy kukurydzy w rejonach posusznych.

Doświadczenia zakładano jako trzyczynnikowe z pełnym rozlosowaniem ich poziomów, a ponadto jako czwarty czynnik przyjęto termin pomiaru wskaźników fizjologicznych w okresie wegetacji roślin. Wydzielenie czynnika czwartego rzędu możemy umownie przyjąć za zasadne, mimo, że w odróżnieniu od pozostałych trzech czynników nie podlegał on losowaniu, co wg podstawowych zasad doświadczalnictwa warunkuje poprawne wykorzystanie metod analizy statystycznej. Traktowanie terminu obserwacji jako czynnika stosowane jest często w doświadczeniach rolniczych, stąd takiego podejścia Autora, jako recenzent nie uznaję za błędne.

Dobór poziomów badanych czynników jest właściwy, pozwala na ocenę reakcji na stres suszy odmian predestynowanych do uprawy zarówno na ziarno jak i na kiszonkę. Drugi z czynników badawczych: stres suszy (wilgotność 5-6% wagowych) prowokowano we wczesnej fazie rozwoju - 6-7 liści kukurydzy oraz później – w fazie ukazywania się wiech i odnoszono do obiektu kontrolnego – nie poddawanego stresowi. Układ doświadczenia jest właściwy i pozwalał na indywidualną ocenę reakcji na dany termin wystąpienia stresu, gdyż każdą z roślin poddawano stresowi tylko raz. Z kolei trzeci czynnik badawczy: zasobność podłoża w potas, zróżnicowano do poziomów niskiej, wysokiej i bardzo wysokiej zasobności. Za prawidłowe, dla tego typu doświadczeń, należy uznać zastosowanie kropelkowego systemu nawadniania wazonów, w których wilgotność podłoża ponadto indywidualnie regulowano wagowo.

W rozprawie doktorskiej mgr inż. Damiana Wacha dobrze przedstawiono metody jakimi posługiwano się podczas wykonywania obserwacji i pomiarów na testowych roślinach, precyzyjnie poinformowano o warunkach w jakich je przeprowadzano, a także o danych dotyczących wykorzystywanego sprzętu pomiarowego. W pracy przedstawiono wskaźniki wymiany gazowej (trzy), wskaźniki fluorescencji chlorofilu (dwa), zawartość chlorofilu, zawartość flawonoidów i chlorofilu (trzy), temperaturę liścia, zawartość potasu w soku komórkowym. Wszystkie te oznaczenia wykonano nowoczesnymi metodami przeżyciowymi.

Doktorant szczegółowo przedstawił warunki pogodowe jakie panowały w latach prowadzenia doświadczeń, podając sumy temperatur efektywnych, temperaturę powietrza i jego wilgotność w poszczególnych okresach wegetacji roślin kukurydzy, zaznaczając na wykresach okresy prowokowanych stresów suszy. Rozdział ten kończy opis przebiegu faz rozwojowych obu badanych odmian.

Wyniki doświadczeń przedstawiono w 76 tabelach oraz na 65 rysunkach. Drobnym niedociągnięciem w opracowaniu tego rozdziału jest zastosowanie skomplikowanej numeracji, nawiązującej do numeru rozdziału, w którym zamieszczono tabelę/rysunek, co moim zdaniem utrudnia podążanie za treściami zawartymi w pracy.

Wyniki pracy umiejętnie pogrupowano i przedstawiono w podrozdziałach zatytułowanych: „**Plon i elementy plonu**”, w skład którego wchodzi: Plon części nadziemnej rośliny, Plon ziarna z rośliny, Wskaźnik zbioru, Struktura plonu ziarna odmian, Masa korzeni.

Autor błędnie nazywa komponenty plonowania\składowe plonu – jego strukturą. Strukturą plonu przyjęto nazywać udział poszczególnych frakcji np. ziarna drobnego, ziarna grubego... lub udział poszczególnych części rośliny w plonie części nadziemnej.

W podrozdziale „**Zawartość w suchej masie**” przedstawiono: Zawartość potasu w s.m. ziarna, łodygi, liści, liści okrywowych oraz korzeni.

Kolejnym podrozdziałem jest „**Pobranie potasu**” i zawiera on Pobranie potasu przez masę nadziemną rośliny i przez ziarno oraz Wskaźnik zbioru potasu.

„**Wskaźniki fizjologiczne**” to podrozdział, w skład którego wchodzi wskaźniki wymiany gazowej tj.: Tempo fotosyntezy netto, Przewodnictwo szparkowe, Tempo transpiracji; Wskaźniki fluorescencji chlorofilu tj.: Maksymalna wydajność fotochemiczna fotoukładu II (Fv/Fm), Wskaźnik funkcjonowania fotoukładu II (PI); Zawartość chlorofilu określona metodami pośrednimi tj.: Zawartość chlorofilu oraz Indeks zieloności liścia SPAD; Zawartość flawonoidów, Wskaźnik *Nitrogen Balance Index* NBI, Temperatura liścia, Stężenie potasu w soku komórkowym.

Każdy z podrozdziałów, a nawet grup omawianych cech podsumowano, wskazując najistotniejsze z uzyskanych wyników badań. Takie podejście do opracowania wyników jest rzadko spotykane i w tak szerokim opracowaniu stopniowo i logicznie systematyzuje zebrane dane pozwalając czytającemu łatwo podążać za myślą przewodnią dysertacji.

Rozdział ten został opracowany w sposób wzorowy, przedstawiono w nim i jasno skomentowano wszystkie istotne w analizie wariancji wyniki przeprowadzonych eksperymentów. Forma w jakiej opracowano wyniki badań z pewnością ułatwi dalsze przygotowanie ich do druku w formie kilku cennych publikacji.

„Dyskusję wyników” również podzielono na cztery podrozdziały, które są logicznym następstwem wydzielonych w rozdziale „Wyniki badań”. Rozdział ten został napisany w

sposób bardzo interesujący. Autor umiejętnie skonfrontował wyniki badań własnych, zasadniczo, z najnowszą literaturą tematu.

Do największych osiągnięć Doktoranta zaliczam:

Wykazanie, że wystąpienie trzytygodniowego stresu suszy w fazie 6-7 liścia silniej wpływa na redukcję plonu nadziemnej masy rośliny, a zwłaszcza ziarna niż stres pojawiający się w późniejszym okresie, tj. w początku wiechowania roślin kukurydzy.

Cennym osiągnięciem Autora jest zwalidowanie spadków plonu pojawiających się w konsekwencji przebytych stresów suszy. Po przebyciu stresu wczesnego w fazie 6-7 liścia plon nadziemnej masy rośliny ulegał zmniejszeniu o 40%, a plon ziarna o 50%. Z kolei po stresie suszy pojawiającym się w początku wiechowania roślin kukurydzy redukcja biomasy wynosiła 34%, a plonu ziarna 42%. Wyniki te mają dużą wartość poznawczą ale również aplikacyjną.

Wartościowym rezultatem prac mgr inż. Damiana Wacha jest ponadto wykazanie, że zwiększenie zasobności podłoża w potas do poziomu optymalnej zasobności powodowało niewielkie zwwyżki plonu zarówno biomasy jak i ziarna kukurydzy, które oceniono odpowiednio na 11 i 17% oraz wskazanie, że stosowanie bardzo wysokich dawek tego składnika nie działa plonotwórczo.

Za interesujące i bardzo cenne w aspekcie prognozowania skutków zaistniałej suszy jest uszeregowanie przez Autora przydatności aż 11 przyżyciowych wskaźników fizjologicznych roślin i wykazanie, że przewodnictwo szparkowe, a za nim tempo transpiracji są w takich ocenach najcenniejsze.

Nie potwierdzenie przez Doktoranta interakcji pomiędzy stosowaniem wzrastających dawek potasu i tolerancją roślin kukurydzy na stres suszy, o której wiele już napisano, stanowi ciekawy głos w dyskusji naukowej i może prowokować do podjęcia pogłębionych badań w tym zakresie.

W mojej opinii na pochwałę zasługuje umiejętność z jaką Autor przeprowadził całą dyskusję wyników. Doktorant wyjaśnia zaistniałe sytuacje, doskonale umie powiązać uzyskane rezultaty z warunkami prowadzenia badań i skomentować je na tle innych badań.

Również rozdział „Podsumowanie i wnioski” został opracowany z ogromną starannością, po dogłębnym przemyśleniu całości prowadzonych badań i osiągniętych rezultatów. Doktorant jawi się jako dojrzały naukowiec, o analitycznym umyśle, który stał się wysokiej klasy specjalistą w zakresie oddziaływań stresów suszy w aspekcie zaopatrzenia roślin w potas na rozwój, plonowanie oraz przebieg procesów fizjologicznych roślin kukurydzy.

W wykazie piśmiennictwa ujęto 101 pozycji krajowych i zagranicznych, ściśle związanych z tematem badań, wśród których znajdują się aż 24 pozycje opublikowane w ostatnich 5 latach.

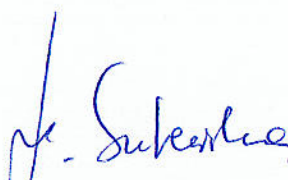
Wiele aspektów badań przeprowadzonych przez Doktoranta należy uznać za pionierskie w naszym kraju. Stanowią one bardzo cenne potwierdzenie wyników dotyczących reakcji kukurydzy na stres suszy pojawiający się w obu newralgicznych dla wzrostu i plonowania rośliny okresach, a uzyskanych zaledwie kilka lat wcześniej w innych warunkach klimatycznych. Pragnę podkreślić, że Autor całą dyskusję dotyczącą plonów zasadniczo przeprowadził z literaturą światową, pochodzącą z ostatnich kilku lat, co wskazuje na oryginalność pomysłu badawczego, gdyż podczas planowania doświadczeń nie były one jeszcze dostępne.

Praca została napisana bardzo starannie, ładnym językiem, obok tabel zawiera liczne rysunki i zdjęcia, które znakomicie urozmaicają i ułatwiają odbiór treści zawartych w pracy.

Praca zawiera nieliczne, drobne błędy, które zaznaczyłam w manuskrypcie, natomiast w recenzji chcę wskazać, że powtarzający się tytuł wielu tabel w rozdziale „Wyniki badań” – „Wyciąg z analizy wariancji...” w moim odczuciu nie jest właściwy. Proponuję w przyszłości używać zwrotu - „Wyniki analizy wariancji...”.

Przedstawiona do oceny rozprawa doktorska mgr inż. Damiana Wacha spełnia wymagania stawiane w par. 13 p. 1 Ustawy o stopniach i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz. U RP nr 65 poz. 595 z dnia 16 kwietnia 2003 z późn. zm.). Stawiam przeto wniosek do Rady Naukowej IUNG-PIB w Puławach o dopuszczenie mgr inż. Damiana Wacha do dalszego etapu przewodu doktorskiego.

Aktualność problematyki badawczej oraz bardzo staranne przygotowanie rozprawy doktorskiej skłaniają mnie do zaproponowania Wysokiej Radzie wyróżnienia Pana mgr inż. Damiana Wacha stosowną nagrodą.



Hanna Sulewska

Poznań, 30 sierpnia 2016r