

Wrocław, 28 kwietnia 2021

Recenzja rozprawy doktorskiej Pani mgr inż. Dagmary Migut
**Wpływ nawożenia dolistnego technologią Dr Green na wzrost, rozwój, plonowanie i
jakość ziarna kukurydzy**

*Praca doktorska Pani mgr inż. Dagmary Migut została wykonana w Zakładzie Inżynierii
Produkcji Rolno-Spożywczej Uniwersytetu Rzeszowskiego pod kierunkiem
Pana prof. dr hab. inż. Józefa Gorzelanego*

Badania przedstawione w pracy doktorskiej dotyczą efektów dolistnego nawożenia trzech odmian kukurydzy w aspekcie plonotwórczym, jak również ekonomicznym. Temat badań podjęty przez Doktorantkę uważam za istotny, zważywszy na znaczenie gospodarcze kukurydzy, która jest jedną z najpowszechniej uprawianych roślin na świecie. Możliwości jej wszechstronnego wykorzystania sprawiają, że również w naszym kraju gatunek ten zyskuje na znaczeniu i jest uprawiany w coraz szerszym zakresie. Jednocześnie nawożenie dolistne staje się popularnym zabiegiem nawozowym wśród producentów rolnych, między innymi ze względu na możliwość uzupełniania niedoborów składników pokarmowych w trakcie wegetacji, które nie zostały pobrane z gleby wskutek różnego rodzaju stresów, np. suszy, dużej konkurencji chwastów, czy inwazji szkodników.

Recenzowana rozprawa liczy 149 stron, w tym 37 tabel i 12 rycin. Składa się z 7 rozdziałów: wstępu, hipotez badawczych i celu pracy, przeglądu literatury, materiałów i metod badań, warunków prowadzenia doświadczenia, wyników badań i dyskusji oraz wniosków. Bibliografia zawiera 418 pozycji, głównie angielskojęzycznych, w tym około 70% wydanych po 2010 roku. Do pracy dołączono streszczenie w języku polskim i angielskim oraz aneks zawierający karty technologiczne produkcji roślinnej pięciu gospodarstw rolnych.

Doktorantka przeprowadziła trzy jednoroczne ścisłe doświadczenia polowe, w których badała wpływ dolistnej aplikacji wieloskładnikowych nawozów firmy Dr Green na wzrost i rozwój 3 odmian kukurydzy, na ich zdrowotność oraz na wielkość plonu i jego strukturę, a także na jakość ziarna. Dodatkowo wykonała obliczenia kosztochłonności i energochłonności technologii uprawy kukurydzy w pięciu gospodarstwach rolnych, które stosowały nawozy Dr Green.

Do badań nad efektami dolistnego nawożenia kukurydzy zostały użyte 2 nawozy: Dr Green- Kukurydza i Dr Green Start, które stosowano w różnych dawkach. Uważam, że praca doktorska nie powinna dotyczyć nawozów komercyjnych, tym bardziej wymienionych z nazwy, chyba że są one jedynymi w swoim rodzaju i wyróżniają się szczególnym składem

chemicznym w porównaniu z innymi nawozami dolistnymi przeznaczonymi do stosowania w uprawie kukurydzy. Na rynku są dostępne nawozy dolistne do nawożenia kukurydzy, produkowane przez inne firmy, które mają bardzo podobny skład pierwiastkowy i podobną zawartość składników w porównaniu z nawozami Dr Green. Jeżeli nawozy użyte w niniejszych badaniach charakteryzują się np. nowatorską formą składników pokarmowych dostosowaną do wymagań kukurydzy lub specjalnymi dodatkami stymulującymi ich pobieranie, albo jeszcze inną specyficzną cechą odróżniającą je od pozostałych produktów nawozowych przeznaczonych do dolistnego dokarmiania kukurydzy, to Doktorantka powinna to podkreślić i dokładnie opisać. Byłoby to uzasadnieniem wyboru nawozów firmy Dr Green do testowania ich efektywności. Takie wyjaśnienie powinno się znaleźć we wstępie do pracy.

Niewątpliwym plusem dysertacji jest obszerny przegląd literatury, który został podzielony na kilka logicznie uporządkowanych podrozdziałów dotyczących historii uprawy kukurydzy, systematyki i właściwości biologicznych, postępu hodowlanego, kierunków jej wykorzystania, wymagań glebowo-klimatycznych i rejonizacji oraz wskaźników ekonomicznych produkcji kukurydzy. W tym rozdziale Doktorantka udowodniła, że posiada szeroką wiedzę na temat zagadnień dotyczących tej rośliny, popartą dużą ilością cytowanych publikacji. Wykazała się przy tym umiejętnością właściwego korzystania z literatury naukowej, w tym również zagranicznej.

W metodyce opis modelu ścisłego doświadczenia polowego jest niejasny i mało dokładny. Schemat doświadczenia obejmował 3 odmiany (I czynnik) i 3 warianty nawozowe wraz z obiektem kontrolnym (II czynnik). Warianty nawozowe polegały na zróżnicowaniu dawkowania nawozów Dr Green–Kukurydza i Dr Green Start. Nie wiadomo czy oba nawozy były stosowane jednocześnie w jednej aplikacji czy w inny sposób, w jakim stężeniu i przy pomocy jakiego sprzętu oraz czy kukurydza na poletkach kontrolnych była jednocześnie opryskiwana wodą. Nie wiadomo w jakiej formie były stosowane nawozy doglebowe. Nie podano wielkości poletka doświadczalnego. Jak już wspomniano, charakterystyka nawozów jest niepełna. Informacje o nawozach są zawarte w tabeli, w której zamieszczono tylko zawartość poszczególnych składników w masie nawozu oraz ich sumę, która o niczym nie mówi i jest merytorycznie błędna.

Doktorantka szczegółowo podała natomiast wszystkie procedury laboratoryjne, którymi posługiwała się, wykonując analizy chemiczne gleby i materiału roślinnego, co należy zaliczyć do pozytywów tej pracy. Uważam jednak, że część opisująca metody analiz gleby, która znajduje się w podrozdziale „4.1. Opis modelu doświadczalnego”, powinna być umieszczona w rozdziale „4.5. Oceny laboratoryjne”. Bardzo szczegółowo została również opisana metodyka wyliczania kosztochłonności i energochłonności produkcji kukurydzy na ziarno.

Podczas prowadzenia obserwacji polowych, dotyczących różnych cech oceniających stan uprawy, Doktorantka posługiwała się skalą 9-stopniową. W metodyce zamieściła opis skali w formie tabeli, w której kolejnym stopniom przyporządkowany jest procentowy udział roślin w łanie określający stan uprawy od bardzo dobrego (9°) do bardzo złego (1°). Stan bardzo dobry odpowiada maksymalnie 5% udziałowi roślin wykazujących określoną cechę. Skala jest dopasowana do oceny cech negatywnych, np. porażenia chorobami. W przypadku innych cech, np. wschodów roślin czy wczesnego wigoru, skalę należałoby skalibrować odwrotnie.

Przykładowo, jeśli weszło tylko 5% roślin z pewnością nie można określić stanu uprawy jako bardzo dobry, a raczej wtedy, gdy weszło 95% roślin.

Opisując warunki prowadzenia doświadczenia Doktorantka bardzo dobrze przedstawiła przebieg pogody w latach badań, porównując go do średniej wieloletniej. Oprócz miesięcznej sumy opadów i średniej miesięcznej temperatury w okresie wegetacji kukurydzy, posłużyła się współczynnikiem hydrotermicznym Sielanianowa, który charakteryzuje stan wilgotności w czasie wegetacji od skrajnie suchego do skrajnie wilgotnego. Opis warunków glebowych natomiast wymagałby korekty i uzupełnienia. Przede wszystkim w aktualnej systematyce gleb Polski nie ma takiego typu gleby jak „czarnoziemy zdegradowane”. Ponadto należałoby podać dokładniej skład granulometryczny gleby doświadczalnej, tzn. procentowy udział poszczególnych frakcji granulometrycznych, w tym zawartość części spławialnych (średnica $< 0,02$ mm), co pozwala na zakwalifikowanie gleby do odpowiedniej kategorii agronomicznej. Dopiero na tej podstawie można wycenić zasobność gleby w makroelementy. Wycena zasobności gleby doświadczalnej w K i Mg jest błędna. Jeżeli przyjąć, że gleba należała do kategorii agronomicznej gleb lekkich, to zawartość K była wysoka tylko w 2018 roku, a zawartość Mg była bardzo wysoka, a nie średnia, jak to zostało podane w pracy. Bardzo ważną cechą gleby, charakteryzującą jej właściwości, jest zawartość węgla organicznego, który ma wpływ na dostępność większości mikroelementów. W charakterystyce gleby doświadczalnej powinna być podana jego zawartość.

Wyniki badań zostały przedstawione w tabelach i na rycinach wraz z ich omówieniem w konfrontacji z danymi literaturowymi. Niektóre z przedstawionych tabel uważam za zbędne. Ocena szybkości pojawienia się znamion na podstawie kolejnych dni roku, w których to nastąpiło (tab. 15), a zaraz po niej ocena na podstawie ilości dni od wschodów do pojawienia się znamion (tab.16) nie ma sensu. Należało przedstawić tylko jedną z tych tabel. Podobna sytuacja dotyczy dojrzałości pełnej ziarna (tab. 17 i 18). Należałoby również zrezygnować z przedstawiania niektórych analiz chemicznych materiału roślinnego. Zawartość popiołu, substancji bezazotowych czy zawartość sodu, którego nie było w składzie badanych nawozów, jest zbędna do wnioskowania na temat wpływu stosowanego nawożenia dolistnego na wielkość i jakość plonu kukurydzy. Nie oznaczono natomiast zawartości boru w roślinach, który jak sama Doktorantka wspomniała, obok cynku jest bardzo ważnym mikroelementem dla kukurydzy.

Wszystkie tabele z wynikami są skonstruowane w ten sam sposób, co z pewnością ułatwia czytelnikowi percepcję danych. Podane są wyniki dla każdego roku, każdej odmiany i każdego wariantu nawozowego, ale statystycznie oceniono tylko różnice między średnimi dla lat, dla odmian oraz średnimi dla wariantów nawozowych. Jeśli doświadczenie realizowano jako dwuczynnikowe, co zostało podane w metodyce, to należało wyliczyć przedział ufności dla interakcji między czynnikami. Pozwoliłoby to na ocenę istotności różnic między wariantami nawozowymi dla każdej odmiany oddzielnie. Wszystkie wyniki są podawane łącznie z odchyleniem standardowym, ale pod tabelą nie ma wyjaśnienia, że każda wartość jest podana z niepewnością w postaci odchylenia standardowego. Zapis pod tabelami dotyczący istotności różnic jest niezrozumiały. Powinien brzmieć: „Wartości oznaczone tymi samymi literami wskazują na brak istotnej różnicy według testu Tukeya ($P < 0,05$)”.

Wnioski są na ogół prawidłowo wyciągnięte, ale niektóre należałoby nieco zmodyfikować lub uzupełnić.

We wniosku 1. zawarto stwierdzenie, że nawożenie dolistne wpłynęło pozytywnie na wzrost i rozwój kukurydzy w kolejnych fazach rozwojowych oraz kształtowanie się cech morfologicznych, szczególnie stanu zieloności liści. Z oceny statystycznej wynika jednak, że nie było istotnych różnic pomiędzy kontrolą a wariantami nawozowymi dla takich cech jak wczesny wigor (tab. 14), termin pojawienia się znamion (tab. 15 i 16), termin osiągnięcia pełnej dojrzałości ziarna (tab. 17 i 18), wysokość roślin (tab. 25). Jedynie stan zieloności liści na obiektach nawożonych był rzeczywiście lepszy niż na kontroli.

Wniosek 2. jest nieprecyzyjny. Należało napisać, że nawożenie dolistne przyczyniło się do zmniejszenia porażenia kukurydzy głównią guzowatą i do zmniejszenia uszkodzeń spowodowanych przez omacnicę prosowiankę, natomiast nie miało wpływu na zmniejszenie porażenia fuzariozą kolb, a także rdzę kukurydzy.

We wniosku 4. pominięty został wpływ dolistnego nawożenia na zawartość cynku, który jest kluczowym, mikroelementem dla kukurydzy.

We wniosku 7. powinno się znaleźć stwierdzenie, że nawożenie dolistne stosowane w analizowanych gospodarstwach, nie wpłynęło na wzrost efektywności ekonomicznej produkcji kukurydzy na ziarno, w porównaniu do technologii bez nawożenia dolistnego.

Ponadto uważam, że we wnioskach powinno się określić, który wariant nawozowy okazał się najbardziej plonotwórczy, a także która odmiana reagowała najlepiej na nawożenie dolistne, skoro w doświadczeniu zastosowano 3 warianty nawozowe i 3 odmiany kukurydzy.

Pytania, na które Doktorantka powinna odpowiedzieć podczas obrony dysertacji zamieszczam poniżej:

1. Jak zostało ustalone dogłębne nawożenie mineralne azotem, fosforem i potasem i dlaczego jesienią zastosowano $2,5 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ węglanu wapnia, jeśli odczyn gleby przed zastosowaniem nawożenia mineralnego był lekko kwaśny i wahał się w zakresie pH od 5,8 do 6,1 czyli był odpowiedni dla kukurydzy.
2. Dlaczego niektóre wyniki obserwacji polowych, np. daty wschodów, czy daty pojawienia się znamion, zostały wyrażone w liczbach dni, jakie upłynęły od początku roku oraz dodatkowo w liczbach dni od wschodów kukurydzy.
3. Czym należy tłumaczyć zwiększenie zawartości potasu w łodygach, liściach i w ziarnie kukurydzy dokarmianej dolistnie, jeśli aplikowane nawozy nie zawierały tego składnika.

Podsumowanie:

Dolistna aplikacja dwóch nawozów w uprawie kukurydzy, które dostarczają roślinie łącznie cztery makroelementy i sześć mikroelementów w ściśle określonych proporcjach, pozwala na wyciągnięcie wniosków dotyczących efektów zastosowania tylko tego jednego zestawu składników pokarmowych. Badania przedstawione w rozprawie doktorskiej nie rozwiązują więc problemu naukowego o charakterze uniwersalnym. Należy jednak uznać, że przedstawiona dysertacja stanowi pewien wkład do badań mających na celu poszukiwanie najbardziej korzystnego sposobu nawożenia kukurydzy z ekonomicznego punktu widzenia, jak również jakości uzyskanego ziarna. Mimo pewnych mankamentów pracy, Autorka wykazała się umiejętnością prowadzenia eksperymentu naukowego, szeroką wiedzą i umiejętnością korzystania z literatury przedmiotu. Stwierdzam zatem, że rozprawa doktorska Pani mgr inż. Dagmary Migut spełnia warunki stawiane rozprawom doktorskim zgodnie z

obowiązującą Ustawą o Stopniach Naukowych i Tytule Naukowym oraz Stopniach i Tytule w Zakresie Sztuki. W związku z tym zwracam się do Szanownej Rady Naukowej Kolegium Nauk Przyrodniczych Uniwersytetu Rzeszowskiego o dopuszczenie Pani mgr inż. Dagmary Migut do dalszych etapów przewodu doktorskiego.