Warszawa 30.08.2020r.

dr hab. Wojciech Stępień, prof. SGGW
Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie,
Instytut Rolnictwa,
Samodzielny Zakład Chemii Rolniczej

Recenzja

rozprawy doktorskiej mgr inż. Arkadiusza Światły

nt. „Plon i jakość kukurydzy zwyczajnej (Zea mays L.) nawożonej roztworem saletrzano- mocznikowym"

wykonanej w Katedrze Chemii Rolnej i Ochrony Środowiska w Uniwersytecie Warmińsko-Mazurskim w Olsztynie.

Wprowadzenie

Niniejsza opinia została przygotowana w odpowiedzi na pismo Pani Prof. dr hab. Agnieszki Pszczółkowskiej, Przewodniczącej Rady Naukowej Dyscypliny rolnictwo i ogrodnictwo, Uniwersytetu Warmińsko - Mazurskiego w Olsztynie, z dnia 18.08.2020 roku.

1. Ocena problematyki badawczej pracy

Kukurydza jest rośliną o dużym znaczeniu gospodarczym. Jest jedną z najbardziej wydajnych roślin uprawnych w świecie, co powoduje, że jest jedną najważniejszych upraw. Kukurydza może być wszechstronnie użytkowana, np. na kiszonkę, na ziarno, na CCM (CCM – skrót od ang. *corn-cob-mix* i oznacza kiszonkę z rozdrobnionych kolb kukurydzy), do bezpośredniego spożywania (kukurydza cukrowa do celów spożywczych) czy jako surowiec do produkcji biopaliw (etanol, biogaz). Tak wszechstronne możliwości wykorzystania kukurydzy oraz jej wysoka produktywność powodują bardzo dynamiczny wzrost powierzchni jej uprawy kukurydzy w Polsce. Ponadto kukurydza może być uprawiana po kukurydzy (w monokulturze) a także na glebach lżejszych zaliczanych do kompleksu żytniego dobrego i żytniego słabego (klasa IV b). Duża produktywność kukurydzy oznacza jej wysokie potrzeby pokarmowe, a zwłaszcza zapotrzebowanie na azot. Stosowanie dużych dawek azotu w szczególności na glebach lekkich niesie ze sobą zagrożenia środowiskowe, ponieważ może prowadzić do koncentracji azotanów w glebie, skażenia wód gruntowych oraz eutrofizacji zbiorników wodnych. Z drugiej strony zbyt małe dawki azotu mogą uniemożliwiać

wykorzystanie potencjału produkcyjnego kukurydzy, co przekłada się na mniejsze plony. W tej sytuacji kluczową rolę odgrywa efektywność pobierania azotu przez rośliny, co ma największe znaczenie zwłaszcza na glebach ubogich w azot. Racjonalne nawożenie kukurydzy azotem obejmuje właściwy dobór nawozu, ustalenie dawki nawozu oraz terminu jego zastosowania.

Najważniejszymi obok azotu składnikami pokarmowymi są dla kukurydzy fosfor i potas. Prawidłowe odżywienie kukurydzy fosforem wpływa na dobre zawiązywanie się kolb kukurydzy. Fosfor ma także kluczowe znaczenie w kształtowaniu optymalnie długiego okresu „nalewania ziarna", co przekłada się bezpośrednio na wysokie plony. Podobnie jak w przypadku azotu dobór nawozów fosforowych jest uzależniony od terminu oraz sposobu ich aplikowania (techniki ich stosowania). Kukurydza jest rośliną bardzo wrażliwą na niskie temperatury, które powodują zmniejszone pobieranie składników pokarmowych a zwłaszcza fosforu. Wobec tych ograniczeń fizjologicznych kukurydzy najbardziej optymalnym rozwiązaniem jest stosowanie nawozów, w których fosfor jest w formach dobrze rozpuszczalnych. Taka forma fosforu znacznie zwiększa jego dostępność dla roślin w niekorzystnych okresach. Fosfor jest składnikiem szczególnie ważnym dla kukurydzy w początkowym etapie wzrostu, ponieważ odpowiada za rozwój systemu korzeniowego rośliny a zatem także za szybki rozwój początkowy roślin. Fosfor jest także ważnym składnikiem w fazie kwitnienia kukurydzy. Ważnymi składnikami poprawiającymi efektywność nawożenia azotem są siarka i magnez. Wykorzystanie azotu z nawozów mineralnych w Polsce jest niezadawalające. Jak podaje IUNG wynosi ono między 50 a 60 %. Jedną z przyczyn jest niezbilansowane nawożenie pozostałymi składnikami pokarmowym takimi jak fosfor, potas, siarka i magnez. Ważną przyczyną jest też nienajlepszy dobór formy i sposobu aplikacji nawozów azotowych. W związku z tym dokonując wyboru technologii i sposobu nawożenia kukurydzy obok innych czynników należy wziąć pod uwagę dobór nawozów w sposób pozwalający na efektywne wykorzystanie potencjału plonotwórczego kukurydzy.

Podjęty przez Autora pracy problem badawczy, związany z porównaniem efektywności rolniczej tradycyjnego RSM-u z nowymi formami RSM-u z dodatkiem fosforu, siarki czy magnezu jest uzasadniony zarówno ze względów poznawczych jak i praktycznych. Oceniano wpływ tych nawozów na plon, jego strukturę i cechy jakościowe ziarna oraz na zawartość makro i mikroelementów w glebie.

2. Formalna analiza rozprawy

Przedstawiona do oceny praca ma typowy układ dla opracowań, opartych na wynikach badań eksperymentalnych. Jest opracowaniem obszernym, liczącym 139 stron znormalizowanego komputeropisu łącznie z literaturą, która obejmuje 194 pozycje. W pracy Autor zamieścił 40 tabel i 30 rysunków.

Tytuł pracy jest komunikatywny i kompatybilny z treścią recenzowanej dysertacji. Układ pracy Autor opracował w sposób logiczny z zachowaniem właściwych proporcji między rozdziałami, a tym samym odpowiada wymaganiom stawianym rozprawom doktorskim.

Zasadniczą treść opracowania przedstawiono w następujących rozdziałach: **Wstęp i cel pracy**, **Przegląd literatury**, **Metodyka badań**, **Omówienie i dyskusja wyników**, **Wnioski**, **Literatura**. Poszczególne rozdziały pracy ściśle się zazębiają i stanowią kompendium wiedzy na temat wpływu badanych nawozów na plon ziarna i słomy, elementy struktury, efektywność nawożenia, zawartość makro i mikroelementów w ziarnie i słomie, wartość paszową ziarna oraz właściwości chemiczne gleby. Praca napisana jest na ogół dobrym językiem, a przedstawione w niej zagadnienia zostały omówione wyczerpująco.

3. Merytoryczna analiza pracy

Doktorant w latach 2015–2017 w ramach projektu badawczego zleconego przez Zakłady Azotowe w Puławach przeprowadził badania, na podstawie których dokonał kompleksowej oceny działania różnych form nawozów azotowych opartych na RSM na plonowanie i jakość ziarna i słomy kukurydzy.

Już we **Wstępie** Autor wprowadza czytelnika w temat pracy i formułuje cel główny i cele szczegółowe oraz podaje hipotezę badawczą.

Po krótkim wstępie następuje 12 stronicowy **przegląd literatury**. W rozdziale tym Doktorant omawia aktualny stan badań odnośnie zagadnień wchodzących w zakres badań własnych, koncentrując się głównie na opisaniu wpływu makro i mikroelementów na plonowanie i jakość ziarna i słomy kukurydzy. Najwięcej uwagi poświęca nawożeniu azotowemu. Wskazuje na możliwość stosowania różnych form nawozów azotowych oraz różnych technologii ich aplikacji w produkcji kukurydzy. Według mojej wiedzy Autor prezentuje obecny stan wiedzy oraz dorobek krajowych i licznych zagranicznych ośrodków naukowych związany z tematem dysertacji, dotyczący wyżej wymienionych zagadnień.

Trzeci rozdział rozprawy obejmuje zawarty na 9 stronach opis przeprowadzonych badań i zastosowanej **metodyki**. W tej części pracy Autor podaje charakterystykę gleby, na której przeprowadzono eksperyment polowy, schemat doświadczenia oraz opis zabiegów agrotechnicznych i daty poszczególnych faz rozwojowych kukurydzy. Dokładnie podaje opis zastosowanych metod chemicznych oraz omawia przeprowadzone doświadczenie polowe.

W odniesieniu do metod chemicznych szczegółowo podaje wykaz metod zastosowanych do analizy materiału roślinnego i gleby, podając także odpowiednie odniesienia do literatury.

Omawiając trzyletnie doświadczenie polowe Autor podaje jego charakterystykę wskazując, że było to jednoczynnikowe doświadczenie polowe przeprowadzone w układzie losowanych bloków w czterech powtórzeniach. Schemat doświadczenia obejmuje 8 obiektów: kontrolę bez nawożenia azotem oraz 7 kombinacji nawożonych różnymi formami nawozów azotowych. Rośliną testową była kukurydza odmiany NK Borago (FAO 220), którą uprawiano na glebie płowej wytworzonej z gliny średniej. We wszystkich latach badań zabiegi agrotechniczne wykonywano zgodnie z wymaganiami dla tego gatunku.

Opis tego rozdziału wskazuje, że zastosowane metody badawcze są właściwie dobrane z punktu widzenia celów i zakresu proponowanych w pracy badań. Dużą wartością ocenianej pracy jest bardzo szeroki zakres badań laboratoryjnych uwzględniający tak parametry oceniające jakość roślin z uwzględnieniem wymagań pokarmowych trzody chlewnej i drobiu, dla których kukurydza jest podstawową paszą oraz ocena zawartości makro, mikroelementów i pierwiastków śladowych. Autor wykazał należytą dbałość o zapewnienie statystycznej poprawności wnioskowania poprzez poprawne zaplanowanie eksperymentów.

W odniesieniu do opisu metodycznego mam kilka uwag, które podaję pod rozwagę Autorowi:

- Charakterystyka nawozów mogłaby być bardziej szczegółowa. Brak informacji czym różnią się nawozy RSM P medium od RSM P starter (nawozy te nie występują w powszechnym obrocie rynkowym), brak informacji o zawartości siarki i magnezu w RSM z dodatkiem tych pierwiastków. Autor skupił się jedynie na podaniu dawek NPK na poszczególnych kombinacjach.
- Można mieć uwagę do doboru gleby do badań, szczególnie w zakresie oceny działania dwóch form fosforu. Wybrana gleba charakteryzowała się bardzo wysoką zasobnością w P przyswajalny. W tych warunkach należy oczekiwać raczej słabego działania tego pierwiastka na wzrost i plonowanie kukurydzy.

Zasadniczą część pracy stanowi rozdział czwarty **Omówienie i dyskusja wyników**, który został opracowany na podstawie uzyskanych rezultatów z przeprowadzonych doświadczeń. Podzielono go na siedem podrozdziałów: i) pierwszy – opisuje warunki meteorologiczne z 3 lat badań; ii) drugi - analizuje wpływ nawożenia na elementy struktury plonu; iii) trzeci – weryfikuje oddziaływanie badanych czynników na plon ziarna i słomy kukurydzy; iiii) czwarty – przedstawia opracowanie i ocenę efektywności rolniczej i fizjologicznej azotu z poszczególnych nawozów w kolejnych latach; iiiii) piąty – przedstawia wyliczone wskaźniki wartości paszowej ziarna: iiiiii) szósty – opisuje wpływ badanych nawozów na zawartość makro i mikroelementów oraz pierwiastków śladowych w ziarnie i słomie kukurydzy. Dodatkowo Autor wyliczył wykorzystanie azotu z poszczególnych nawozów azotowych.; iiiiiii) siódmy – ocenia wpływ nawożenia na właściwości chemiczne gleby po zbiorze roślin. Prezentację wyników Autor przedstawił poprawnie, zarówno pod względem merytorycznym jak i statystycznym. Dokonał starannej, logicznej analizy i interpretacji uzyskanych wyników badań z wykorzystaniem metod statystycznych. Tekst tego rozdziału może być jednak „trudny" dla mniej zorientowanego odbiorcy, co wynika z przyjętej przez Autora analitycznej metody opisywania wyników i dużej ilości danych liczbowych. Interesującym efektem tej pracy jest wykazanie, że decydujący wpływ na efektywność nawożenia azotowego ma przebieg pogody w danym roku. Autor wykazał, ze przebieg pogody ma większy wpływ na plony i wykorzystanie azotu niż forma zastosowanego nawozu azotowego. Należy podkreślić, że dobór materiału analitycznego oraz zastosowane metody chemiczne i statystyczne świadczą o dobrym opanowaniu przez Doktoranta nowoczesnego warsztatu badawczego.

W Dyskusji wyników Autor w umiejętny sposób konfrontuje wyniki badań własnych z rezultatami innych autorów i dotychczasowym stanem wiedzy odpowiadającym głównym zagadnieniom badawczym poruszonym w rozprawie. Zawiera ona poprawnie przeprowadzoną interpretację badań własnych na tle wyników uzyskanych przez innych autorów. Wszystkie wyniki własnych badań są porównane z danymi literaturowymi. Analiza tego rozdziału wskazuje, że doktorant umiejętnie wykorzystał wiedzę zdobytą w czasie czytania literatury do interpretacji własnych wyników.

Przedstawione **Wnioski** (w liczbie 15) są uprawnione i wynikają z postawionego celu, analizy wyników oraz z całości opracowania. W mojej opinii są jednak zbyt obszerne i wymagają dopracowania, niektóre można skrócić i połączyć np. 10 i 11, w czasie przygotowywania pracy do druku. Wniosek 15 w mojej opinii jest zbyt optymistyczny. Z

wyników badań nie wynika, że dodatki makroelementów istotnie poprawiają działanie RSM – u.

Studiując tę ciekawą dysertację nasunęły mi się następujące sugestie i uwagi, z którymi z obowiązku opiniodawcy chciałbym się podzielić z Doktorantem oraz prosić o wyjaśnienie. Pragnę w tym miejscu podkreślić, że mają one jedynie charakter porządkujący i w żaden sposób nie umniejszają wartości merytorycznej tej pracy:

- Jak ocenia Pan wzbogacenie RSM o polifosforan amonu (APP). Badania wykonane w pracy nie dają jednoznacznej pozytywnej opinii tej formy fosforu w stosunku do zastosowanej równolegle formy stałej P w Agrofosce.
- Jakie praktyczne zalecenia proponuje Pan aby poprawić wykorzystanie azotu mineralnego przez kukurydzę. Średnie z trzech lat wykorzystanie było poniżej 40%. Wskazuje to na duże obciążenie środowiska azotem.

W podsumowaniu pragnę nadmienić, że treść rozprawy doktorskiej Pana mgr inż. Arkadiusza Światły kwalifikuje Kandydata do ubiegania się o stopień doktora nauk rolniczych w Dyscyplinie Rolnictwo i Ogrodnictwo.

4. Wniosek końcowy

Praca doktorska mgr inż. Arkadiusza Światły zawiera duży materiał eksperymentalny, który został wszechstronnie opracowany z zastosowaniem metod statystycznych i nie budzi zastrzeżeń ani od strony merytorycznej ani pod względem metodyki przeprowadzonych eksperymentów. Analiza uzyskanych wyników badań, przeprowadzona dyskusja, a także trafnie dobrana literatura w całej rozciągłości odpowiadają na postawione cele badawcze. Uzyskane wyniki są wartościowe pod względem naukowym a wykazane niedociągnięcia są stosunkowo łatwe do usunięcia w toku procesu redakcyjnego przygotowującego pracę do publikacji. Wnoszą one nowe istotne treści poznawcze do problematyki dotyczącej różnych technologii stosowania nawozów płynnych opartych na roztworze saletrzano- mocznikowym (RSM) oraz problematyce wykorzystania polifosforanów w nawożeniu roślin.

Tym samym stwierdzam, że rozprawa doktorska Pana **Arkadiusza Światły** nt. „Plon i jakość kukurydzy zwyczajnej (Zea mays L.) nawożonej roztworem saletrzano-mocznikowym" wykonana pod kierunkiem Prof. dr hab. Jadwigi Wierzbowskiej spełnia warunki określone w Ustawie z dnia 14 marca 2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz stopniach i tytule w zakresie sztuki z późniejszymi zmianami w brzmieniu z dnia 15 września 2017 r. (Dz. U. 2017 r. poz. 1789.), zgodnie z Art. 175. 1. Ustawy z dnia 3

lipca 2018 r. Przepisy wprowadzające ustawę – Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz.U. 2018 poz. 1669) i Ustawie z dnia 20 lipca 2018 roku Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce oraz Rozporządzeniu Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego z dnia 20 września 2018 r. w sprawie dziedzin nauki i dyscyplin naukowych oraz dyscyplin artystycznych. W związku z powyższym przedkładam Przewodniczącemu Rady Naukowej Dyscypliny Rolnictwo i Ogrodnictwo – Uniwersytetu Warmińsko - Mazurskiego w Olsztynie wniosek o dopuszczenie mgr inż. Arkadiusza Światły do dalszych etapów przewodu doktorskiego.

Wojciech Stępień