

Warszawa 01.02.2021r.

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

Recenzja

rozprawy doktorskiej mgr inż. Bartłomieja Nowickiego

**nt. „Wpływ dolistnego dokarmiania pszenicy ozimej mikroelementami i
ochrony fungicydowej na gospodarkę azotową roślin w krytycznych fazach
formowania plonu”**

**wykonanej w Katedrze Chemii Rolnej i Biogeochemii Środowiska
w Uniwersytecie Przyrodniczym w Poznaniu.**

Wprowadzenie

Niniejsza opinia została przygotowana w odpowiedzi na pismo Pana Prof. dr hab. Andrzeja Bleharczuka, Przewodniczącego Rady Naukowej Dyscypliny Rolnictwo i Ogrodnictwo Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu, z dnia 20.10.2020 roku.

1. Ocena problematyki badawczej pracy

Pszenica ozima to jedna z najważniejszych roślin uprawnych na świecie i w Polsce. Mnogość odmian pozwala na wybór optymalnej dla potrzeb każdego rolnika. Jednak by uprawa przynosiła realne zyski, warto poznać wymagania tego zboża i warunki jego prawidłowej uprawy. Potencjał plonowania tego gatunku wynosi kilkanaście ton z hektara. W naszym kraju przeciętne plony ziarna wynoszą około 4,5 t/ha. Taki poziom plonowania w Polsce jest niezadawalający. Jedną z przyczyn tak niskich plonów może być niewłaściwa technologia nawożenia szczególnie azotowego. Na podstawie przeprowadzonych w IUNG-u badania wykorzystanie azotu z nawozów mineralnych w Polsce wynosi tylko około 55%. Tak małe wykorzystanie azotu nie tylko wskazuje na niską efektywność nawożenia azotowego ale stwarza zagrożenia zanieczyszczenia środowiska azotanami. Na poprawę działania azotu ma wpływ optymalne nawożenie pozostałymi makroelementami oraz mikroelementami. Prawidłowe nawożenie pszenicy wpływa korzystnie na takie elementy wzrostu rośliny jak:

formowanie pędów i korzeni, intensywność wymiany gazowej i fotosyntezy, rozwój kłosów czy liczbę ziaren w kłosie.

Azot jest jednym z najważniejszych składników plonotwórczych. Pokrycie zapotrzebowania roślin na azot jest podstawą uzyskania optymalnej struktury plonu oraz uzyskania wysokiego plonu ziarna o dobrej jakości. Podstawowymi wyznacznikami plonu są liczba ziarniaków na jednostce powierzchni i ich masa. W praktyce pierwsza ze składowych plonu obejmuje dwa elementy: liczbę kłosów i liczbę ziaren w kłosie. Każdy z trzech wymienionych elementów struktury plonu kształtuje się w innej fazie rozwoju rośliny. Istotne znaczenie dla prawidłowego żywienia roślin azotem ma także podział zaplanowanej dawki i ich zastosowanie w optymalnych terminach. Podział dawki azotu z jednej strony umożliwia elastyczne dostosowanie podaży azotu do wymagań rośliny, jej tempa wzrostu i stadiów rozwojowych a z drugiej strony daje możliwość korygowania dawki i formy nawozu azotowego w trakcie sezonu wegetacyjnego w zależności od potrzeb łąnu i przebiegu pogody. Krytyczne fazy zapotrzebowania roślin na azot występują: w fazie późnego krzewienia, na początku fazy strzelania w źdźbło, w okresie od końca strzelania w źdźbło do fazy kłoszenia. Pszenica akumuluje 60–80% potrzebnego azotu w okresie wzrostu wegetatywnego, natomiast podczas nalewania ziarna dochodzi do jego remobilizacji z organów wegetatywnych. Ponieważ w tym czasie maleje aktywność systemu korzeniowego dobre efekty może mieć dokarmianie dolistne.

Wysokie nawożenie azotowe może powodować większą wrażliwość roślin na porażenie przez choroby grzybowe. Wymaga to stosowania ochrony fungicydowej. Jednym ze sposobów zwiększenia odporności roślin na choroby grzybowe może być stosowanie oprysków mikroelementami takimi jak cynk, miedź czy mangan. Mikroelementy w roślinach odpowiedzialne są za: intensywność fotosyntezy (Fe, Mn, Zn), redukcję azotanów (Mo, Fe, Cu), układy enzymatyczne kontrolujące syntezę białek, tłuszczów i innych metabolitów (Cu, Zn). Wpływają na poprawę jakości podstawowych parametrów ziarna, takich jak gęstość w stanie zsypanym i masa 1000 nasion. Im wyższa gęstość, tym lepsza przydatność do przemiału i większa wydajność mąki. Zapotrzebowanie na mikroelementy wzrasta wraz z intensyfikacją uprawy. Im wyższy plon, tym rośliny wykazują większe na nie zapotrzebowanie. W technologii nawożenia mikroelementami najczęściej wykorzystuje się podanie w formie nalistnej. Korzyści wynikające z tej formy aplikacji, to przede wszystkim: szybka przyswajalność podawanych pierwiastków, możliwość łączenia z zabiegami ochrony roślin (niższe zużycie paliwa, oszczędność czasu, mniejsze ugniatanie gleby).

Podjęte przez Autora pracy problemy badawcze, związane z oceną czynników

agrotechnicznych takich jak nawożenie azotem, mikroelementami oraz ochrona fungicydowa, wpływających na plony i jakość ziarna pszenicy ozimej a szczególnie na efektywność nawożenia azotowego, jest uzasadniony zarówno ze względów poznawczych jak i praktycznych. Ocena wpływu dolistnej aplikacji składników pokarmowych na dynamikę wzrostu pszenicy, połączonej lub nie z ochroną fungicydową, pozwoli udoskonalić technologię nawożenia tego gatunku. Uzyskane wyników badań mogą mieć praktyczne znaczenie w optymalizacji zaleceń nawozowych dla pszenicy ozimej co może przyczynić się do lepszego wykorzystania potencjału plonowania tego gatunku.

2. Formalna analiza rozprawy

Przedstawiona do oceny praca ma typowy układ dla opracowań opartych na wynikach badań eksperymentalnych. Jest opracowaniem obszernym, liczącym 245 stron znormalizowanego komputeropisu łącznie z literaturą. Literatura obejmuje 201 pozycje. W pracy Autor zamieścił 81 tabel, 73 rysunki i 24 tabele w aneksie.

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

Zasadniczą treść opracowania przedstawiono w następujących rozdziałach: wstęp, materiały i metodyka badań, wyniki badań, dyskusja wyników, wnioski, literatura, aneks. Poszczególne rozdziały pracy ściśle się zazębiają i stanowią kompendium wiedzy na temat wpływu badanych czynników na plon i jakość ziarna pszenicy ozimej, elementy struktury plonu, efektywność nawożenia azotowego, dynamikę akumulacji azotu, zawartość makro i mikroelementów w ziarnie i słomie oraz właściwości chemiczne gleby. Praca napisana jest poprawnie. Przedstawione w niej zagadnienia omówiono wyczerpująco.

3. Merytoryczna analiza pracy

Doktorant w latach 2014–2016, w gospodarstwie należącym do Hodowli Roślin Smolice, założył dwuczynnikowe doświadczenie polowe w układzie całkowicie losowym. W którym oceniał wpływ dolistnego dokarmiania pszenicy ozimej mikroelementami w połączeniu lub nie z ochroną fungicydową, na gospodarkę azotową roślin.

W 20 stronicowym **Wstępie** Autor wprowadza czytelnika w temat pracy, formułuje cel główny i cele szczegółowe, przedstawia hipotezę badawczą oraz krótki przegląd literatury.

W rozdziale tym Doktorant szczegółowo przedstawia cel badań i precyzyjnie omawia hipotezę badawczą w oparciu o literaturę. Należy zaznaczyć, że podjęty przez doktoranta cel badawczy jest bardzo obszerny i ma duże znaczenie naukowe i praktyczne. W przeglądzie literatury autor omawia aktualny stan badań dotyczący zagadnień wchodzących w zakres badań własnych. Koncentrując się głównie na opisanu fizjologii plonowania pszenicy ozimej oraz wpływu nawożenia azotem i mikroelementami na plon, jakość ziarna oraz wpływ tych czynników na porażenie roślin przez choroby grzybowe. Najwięcej uwagi poświęca na wpływ wybranych mikroelementów na działanie azotu oraz na ograniczenie porażenia pszenicy przez choroby grzybowe. Opisuje zagadnienia współdziałania nawożenia azotem i mikroelementami oraz zabiegami ochrony roślin na efektywność nawożenia azotem oraz plonowanie i jakość ziarna pszenicy. Według mojej wiedzy Autor prezentuje obecny stan wiedzy oraz dorobek krajowych i licznych zagranicznych ośrodków naukowych związany z tematem dysertacji, dotyczący wyżej wymienionych zagadnień.

Drugi rozdział rozprawy obejmuje zawarty na 15 stronach opis przeprowadzonych badań i zastosowanej **metodyki**. W tej części pracy Autor dokładnie opisuje schemat doświadczenia z charakterystyką zastosowanych nawozów i fungicydów. W kolejnych latach badań bardzo szczegółowo opisuje zastosowaną agrotechnikę. Przedstawia charakterystykę parametrów fizyko-chemicznych gleby w kolejnych okresach wegetacji, na której przeprowadzono eksperyment polowy. Dokładnie podaje opis zastosowanych metod chemicznych analizy gleby i roślin przedstawiając także odpowiednie odniesienia do literatury. Bardzo ważnym uzupełnieniem badań fizyko-chemicznych jest przeprowadzona na podstawie 8 parametrów ocena jakości technologicznej ziarna. Dodatkowo na podstawie otrzymanych wyników doktorant wyznaczył 16 wskaźników syntetycznych. Wskaźniki te pozwoliły na znacznie dokładniejszą interpretację uzyskanych wyników. Ważnym uzupełnieniem tego rozdziału jest charakterystyka warunków pogodowych w poszczególnych sezonach wegetacyjnych. Jak wykazała przeprowadzona w dalszej części pracy analiza uzyskanych wyników, warunki pogodowe w poszczególnych latach miały decydujący wpływ na plonowanie jak i działanie badanych czynników.

Walory pracy podnosi szczegółowo opracowana analiza statystyczna wyników badań. Autor zastosował różne metody statystyczne. Na podkreślenie zasługuje wykorzystanie do oceny wyników analiza regresji metody krokowej wstecznej oraz metody analizy ścieżkowej.

Omawiając trzyletnie doświadczenie polowe Autor podaje, że było to dwuczynnikowe doświadczenie polowe przeprowadzone w układzie split-plot w czterech powtórzeniach. Czynnikiem doświadczalnym były :

1. osiem poziomów nawożenia azotem
2. dolistne dokarmianie pszenicy mikroelementami i ochrona fungicydowa (3 czynniki)

Schemat doświadczenia obejmuje 84 poletka. Rośliną testową była pszenica ozima odmiany Wydma.

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 polowych i laboratoryjnych uwzględniający parametry oceniające jakość roślin. Autor wykazał należytą dbałość o zapewnienie statystycznej poprawności wnioskowania poprzez właściwe zaplanowanie eksperymentów.

Zasadniczą część pracy stanowi rozdział **Wyniki**, który został opracowany na podstawie uzyskanych rezultatów z przeprowadzonych doświadczeń. Podzielono go na dwadzieścia trzy podrozdziały a pięć z nich jeszcze na dodatkowe podrozdziały. Autor szczegółowo opisał w kolejnych podrozdziałach wpływ badanych czynników na: plony, strukturę plonu, jakość ziarna, plon biomasy w 4 fazach rozwojowych, wskaźniki gospodarką (suchą masą, azotem w łanie, efektywności nawożenia azotem), zawartość składników pokarmowych w plonie i w fazach rozwojowych, index SPAD, porażenie pszenicy przez choroby grzybowe, akumulacje składników w poszczególnych częściach roślin oraz w kilku fazach rozwojowych, indeks żniwny i zawartość azotu mineralnego w glebie. Dodatkowo Doktorant wyznaczył macierze korelacji między badanymi czynnikami co ułatwiło wnioskowanie oraz ocenę, który z badanych czynników w większym lub w mniejszym stopniu wpływa na badany parametr. Prezentację wyników Autor przedstawił bardzo szczegółowo (rozdział liczy 128 str.) i poprawnie, zarówno pod względem merytorycznym jak i statystycznym. Dokonał starannej, logicznej analizy i interpretacji uzyskanych wyników badań z wykorzystaniem bardzo dobrze dobranych 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. Należy podkreślić, że dobór materiału analitycznego oraz zastosowane metody badań i statystyka świadczą o bardzo dobrym opanowaniu przez Doktoranta nowoczesnego warsztatu badawczego.

W rozdziale **Dyskusja** Autor na 40 stronach w umiejętny sposób konfrontuje wyniki badań własnych z rezultatami badań innych autorów i dotychczasowym stanem wiedzy. Doktorant skupił się w tym rozdziale na skonfrontowanie własnych wyników z literaturą w siedmiu podrozdziałach: plon ziarna, jakość ziarna, plon i jakość biomasy, ocenie stanu odżywienia

roślin badanymi składnikami pokarmowymi w okresie wegetacji, akumulacji azotu, efektywnością nawożenia azotem i zawartością azotu mineralnego w glebie. We wszystkich podrozdziałach Autor szczegółowo analizuje uzyskane wyniki w odniesieniu do literatury i w sposób bardzo dojrzały, świadczący o dużej wiedzy, wyjaśnia przyczyny wskazujące dlaczego uzyskane wyniki znajdują potwierdzenie lub nie w literaturze. Rozdział ten napisany jest bardzo dobrze. Na uwagę zasługuje również zamieszczone w tym rozdziale czytelne wykresy i tabele, co przedkłada się na łatwe śledzenie zawartych w nich informacji.

Przedstawione **Wnioski** (w liczbie 22) są uprawnione i wynikają z postawionego celu, analizy wyników oraz z całości opracowania. Biorąc pod uwagę bardzo obszerny zakres badań ilość tych wniosków być może jest uzasadniona. W mojej opinii są one jednak zbyt obszerne co zaburza jasny przekaz dla odbiorcy. Być może warto w publikowaniu wyników skupić się na najważniejszych rezultatach tych badań tak pod względem naukowym jak i praktycznym. Uważam, że wnioski 3,4,5,6,13,15,17,21 są wnioskami, które dają praktyczne rekomendacje jak udoskonalić nawożenie pszenicy ozimej. Inne wnoszą istotne informacje pozwalające lepiej poznać reakcje roślin pszenicy na różne czynniki wzrostu w powiązaniu z przebiegiem pogody.

4. Wniosek końcowy

Praca doktorska mgr inż. **Bartłomieja Nowickiego** zawiera bardzo duży materiał eksperymentalny, który został wszechstronnie opracowany z zastosowaniem metod statystycznych. Nie budzi ona 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 i mogą mieć praktyczne zastosowanie w doskonaleniu doradztwa nawozowego w uprawie pszenicy ozimej a prawdopodobnie również innych gatunków roślin zbożowych. Wnoszą one nowe istotne treści poznawcze do problematyki dotyczącej nawożenia dolistnego zbóż w połączeniu z ochroną fungicydową.

Tym samym stwierdzam, że rozprawa doktorska Pana **Bartłomieja Nowickiego** nt. „Wpływ dolistnego dokarmiania pszenicy ozimej mikroelementami i ochrony fungicydowej na gospodarkę azotową roślin w krytycznych fazach formowania plonu” wykonana pod kierunkiem prof. UPP dr hab. Witolda Szczepaniaka, 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. A w szczególności ze względu na zawarte w pracy elementy nowatorskie, duży potencjał aplikacyjny uzyskanych wyników badań i wkład w rozwój dyscypliny rolnictwo i ogrodnictwo.

W związku z powyższym przedkładam Przewodniczącemu Rady Naukowej Dyscypliny Rolnictwo i Ogrodnictwo – Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu wniosek o dopuszczenie mgr inż. Bartłomieja Nowickiego do dalszych etapów przewodu doktorskiego.

Jednocześnie z uwagi na szeroki zakres badań oraz dużą wartość poznawczą i utylitarną rozprawy doktorskiej wnioskuję o jej wyróżnienie.

Wojciech Stępień

