

Warszawa, 2021-02-19

Prof. dr hab. inż. Wojciech Lipiński
Krajowa Stacja Chemiczno-Rolnicza
w Warszawie

RECENZJA
rozprawy doktorskiej
mgr inż. Mariusza Stepaniuka
pt. „Efektywność plonotwórcza siarki w zależności
od poziomu i sposobu jej aplikacji w monokulturze rzepaku ozimego”

Z punktu widzenia przepisów o nawozach i nawożeniu, siarka zdefiniowana jest jako „drugorzędny składnik pokarmowy”. Jednak w życiu flory i fauny jej funkcje nie ustępują podstawowym pierwiastkom, takim jak N, P i K.

W produkcji roślinnej źródłem siarki jest gleba, nawozy (naturalne, organiczne i mineralne), środki wspomagające uprawę roślin, ale także odpady używane w rolnictwie oraz opady atmosferyczne. Emitowana przez zakłady przemysłowe była jedną z głównych przyczyn antropopresji o szerokim zasięgu i znaczącej intensywności, także w oddziaływaniu na gleby użytkowane rolniczo, stanowiąc jednocześnie zasadnicze źródło tego pierwiastka dla roślin uprawnych. W wyniku różnokierunkowych działań na rzecz ochrony środowiska, nastąpiło zmniejszenie jej dopływu do atmosfery, tak w Polsce jak i wielu innych rejonach Europy.

Przy relatywnie ubogich w ten składnik glebach naszego kraju (większość charakteryzuje się zasobnością niską) i znaczącym pobraniu z biomasą roślin, niedobory siarki mogą wywierać limitujący wpływ na wielkość produkcji roślinnej, co uzasadnia potrzebę jej dostarczania w nawozach.

Wraz ze zmniejszeniem emisji siarki do atmosfery, nastąpił znaczący wzrost powierzchni uprawy rzepaku w Polsce z 447 tys. ha w roku 2000, do ponad 800 tys. ha w ostatnich latach. Tym samym zwiększyły się blisko dwukrotnie zbiory tej rośliny i chociaż przeciętne plonowanie pozostało na zbliżonym poziomie, to pobranie siarki uległo podwojeniu. Podkreślenia wymaga fakt, iż województwo lubelskie, gdzie realizowano badania będące przedmiotem dysertacji, zajmuje czołową pozycję zarówno w powierzchni zasiewów rzepaku, ale także w zbiorach i plonach, przewyższających przeciętne wartości krajowe.

Na gospodarkę siarką w przyszłości wpływać mogą kolejne ograniczenia jej emisji do środowiska, na skutek implementacji dyrektywy Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 14 grudnia 2016 r. w sprawie redukcji krajowych emisji niektórych rodzajów zanieczyszczeń atmosferycznych (NEC). Poziom redukcji rocznych wielkości emisji antropogenicznych dwutlenku siarki, zgodnie z krajowymi zobowiązaniami ma wynieść do roku 2030 - 59%, a do roku 2050, aż 70%. Dyrektywa ta nie wyczerpuje listy innych wcześniejszych regulacji np. 2010/75/UE z dnia 24 listopada 2010 r., w sprawie emisji przemysłowych (w skrócie IED). Jednocześnie kolejne ograniczenia mogą się pojawić w związku z nowymi wymogami Rozporządzenia Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2019/1009 z dnia 5 czerwca 2019 r. ustanawiającymi przepisy dotyczące udostępniania na rynku produktów nawozowych UE (...).

Przytoczone fakty potwierdzają ogólną tendencję do zwiększenia potrzeb nawozowych rzepaku w odniesieniu do siarki, także z uwagi na znaczące pobranie tego składnika z plonem, na tle licznych ograniczeń środowiskowych. Tym samym podejmowanie problematyki nawożenia siarką gatunków o szczególnych wymaganiach względem tego pierwiastka jest cenną inicjatywą badawczą. W świetle powyższego należy pozytywnie ocenić trafność wyboru tematyki badań, ich realizację oraz uzyskane wyniki, przedstawione do oceny w przedłożonej rozprawie doktorskiej.

1. Formalna analiza rozprawy

Tytuł rozprawy doktorskiej odzwierciedla jej treść i analizowane zagadnienia. Na pracę składa się 208 stron tekstu (łącznie ze stroną tytułową i spisem treści). Zamieszczono w niej 47 tabel, 124 rysunki i dwie fotografie. Materiały źródłowe obejmują 266 pozycji, z czego ponad 40% zajmują opracowania polskojęzyczne, niecałe 60% obcojęzyczne.

Rozprawa została przygotowana w 8 rozdziałach: 1. *Wstęp*; 2. *Przegląd piśmiennictwa*; 3. *Cel badań i hipotezy badawcze*; 4. *Materiał i metody*; 5. *Omówienie wyników badań*; 6. *Dyskusja*; 7. *Podsumowanie i wnioski*; 8. *Spis literatury*. Na końcu pracy zamieszczono spisy tabel, rysunków i zdjęć, a całość tekstu została poprzedzona *Streszczeniem w języku polskim i angielskim*. Rozdziały 2, 4, 5 i 6 (*Przegląd piśmiennictwa, Materiał i metody, Omówienie wyników badań, Dyskusja*) zostały podzielone na podrozdziały, przyczyniając się do większego porządku w przygotowanej treści opracowania.

Dane liczbowe w pełni obrazują materiał badawczy, a statystyczna analiza wyników podnosi wartość merytoryczną rozprawy, dając podstawę do właściwego sprecyzowania ostatecznych konkluzji.

Pod względem edytorskim opracowanie wywołuje pewne zastrzeżenia, jednak nie wpływają one na walory naukowe. Strona formalna pracy nie budzi zastrzeżeń.

2. Merytoryczna ocena rozprawy

Tytuł pracy doktorskiej „Efektywność plonotwórcza siarki w zależności od poziomu i sposobu jej aplikacji w monokulturze rzepaku ozimego” wywołuje refleksję nad zasadnością zastosowanego pojęcia „poziom”. O ile sposób aplikacji nie budzi wątpliwości, to warunkowanie efektów badań nawozowych „poziomem” składnika jest uproszczeniem, a nawet kolokwializmem.

W rozdziale *Wstęp*, liczącym 1,5 strony tekstu, Autor w uogólniony sposób wprowadza do podjętej tematyki, nakreślając znaczenie gospodarcze rzepaku w świecie oraz rolę jego uprawy w kraju, argumentując to danymi statystycznymi. Uwidacznia dostępność odmian na krajowym rynku oraz sygnalizuje podstawy nawożenia siarką tej rośliny, ze zwróceniem uwagi na jej uprawę w monokulturze. Przytoczone dane nie zostały poparte jakimikolwiek materiałami źródłowymi, a przecież nie są wynikami Autora rozprawy. Rozdział kończy się sformułowaniem celu opracowania. Ten akcent pojawia się jeszcze dwukrotnie i ostatecznie nie jest wiadome, jaka jest ich ranga lub gradacja w kolejnych częściach? Jakimi przesłankami kierowano się przy rozproszeniu celu pracy?

Rozdział *Przegląd piśmiennictwa* składa się z 32 stron tekstu z wyodrębnionymi tematycznie zagadnieniami. Omówiono w nich pochodzenie rośliny testowej, jej znaczenie gospodarcze, w tym zmiany powierzchni zasiewów, co jest powtórzeniem ze wstępu. Kolejną kwestią były wymagania klimatyczno-glebowe oraz ważne z punktu widzenia tematu pracy – stanowisko i przedplon – potraktowane dość skrótowo. Autor dokonuje również charakterystyki potrzeb pokarmowych rzepaku, zwracając uwagę zarówno na makro jak i mikroelementy, siarce poświęcając jeden akapit (6 zdań). Obszerną częścią jest omówienie źródeł siarki w glebie. Podrozdział zawiera w tytule „bilans siarki w glebie”. Bilans pierwiastków prowadzi się najczęściej w parciu o dwie techniki (z których żadna nie została zastosowana w przeprowadzonych badaniach), ale żadna z nich nie odnosi się do bilansu

składnika w glebie i nie obejmuje glebowych form pierwiastków. Dopiero w połowie rozdziału Autor wkracza w zagadnienia związane z istotą pracy, omawiając dostępność siarki dla roślin, pobieranie tego składnika oraz jego funkcje fizjologiczne. Przywołuje dane literaturowe potwierdzające jej oddziaływanie na plon i wybrane jego cechy jakościowe. Część cytowanej w rozdziale literatury nie wniosła żadnych wartości poznawczych.

Rozdział trzeci zatytułowano *Cel badań i hipotezy badawcze*. Treść tej części pracy była już zawarta we wcześniejszym tekście. Wątpliwość budzi hipoteza pierwsza, w której jest mowa o „małej zawartości siarki” i „intensywnym nawożeniu innymi składnikami”. Te stwierdzenia są nieprecyzyjne, a także nie znajdują potwierdzenia w dalszej części tekstu. Niemniej jednak sformułowany przez Autora cel (mimo wcześniejszej uwagi) koresponduje z tytułem pracy, a hipotezy badawcze zostały zweryfikowane w trzyletnim doświadczeniu polowym.

Czwarty rozdział *Materiał i metody*, złożony z 12 stron tekstu, wzbogacony został fotografiami oraz siedmioma tabelami. W tej części dokonano charakterystyki terenu badań, a mianowicie lokalizacji, właściwości gleby oraz warunków meteorologicznych w czasie trwania doświadczenia polowego, na tle danych od roku 1996.

Glebę, na której uprawiano rzepak, sklasyfikowano jako pył ilasty i można uznać, że jest to gleba ciężka (mimo iż nie podano udziału cząstek o wymiarach poniżej 0,02 mm). W oparciu o ocenę zasobności gleby w przyswajalne formy makro i mikroelementów, niewłaściwie przyporządkowano zawartość Mg oraz żelaza do klas zasobności. Nie jest wiadome według jakiej klasyfikacji oceniono zawartość siarki ogółem i jakie to miało znaczenie?

Opis doświadczenia został wykonany przejrzyście, zwłaszcza schemat zawarty w tabeli 6 i to decyduje o pozytywnej ocenie tego rozdziału. Wątpliwości budzą następujące kwestie metodyczne:

1. rzepak wykazuje dużą wrażliwość na niedobory Mn i B. Nie wykonano badania boru zarówno przed założeniem doświadczenia jak i w trakcie trwania badań – co zadecydowało o pominięciu tego pierwiastka?
2. w badaniach stosowano nawożenie siarczanem sodu, nie podano jednak jaki to był nawóz – czy to był nawóz?
3. Autor podaje (str. 17), że pobranie jednostkowe siarki przez rzepak kształtuje się na poziomie 15-20 kg S na tonę. Co zatem stanowiło przesłankę ustalenia dawek tego składnika w ilości 20, 40 i 60 kg na ha przy niskiej zasobności gleby, gdzie na tej samej

stronie podano łączne jej pobranie z plonem 3,5 t nasion rzepaku, na poziomie 60-80 kg S na ha?

4. z informacji zawartych na str. 51 wynika, że zastosowano 15 kg N przedsięwzięciu, podczas gdy w tab. 7 podano, iż było to 31 kg saletry amonowej zawierającej 32% N – jaką zatem ilość N zastosowano?
5. Autor nie uznaje za zasadne podawania dawki czystego składnika w nawożeniu, a jedynie ilości nawozów, z których można sobie tę dawkę wyliczyć. To nieprofesjonalne podejście w doświadczeniu nawozowym. Z danych zawartych w tabeli 7 wynika, że zastosowano 450 kg saletry amonowej zawierającej 32% N i 31 kg NH_4NO_3 przedsięwzięciu. Jak Autor uzasadni taką dawkę N?
6. Na jakiej podstawie wyznaczono dawki fosforu i potasu, wynoszące odpowiednio 40 i 60 kg na ha, przy niskiej zasobności gleby w te składniki? W jaki sposób korespondują one z treścią hipotezy pierwszej, a w jaki z tekstem zamieszczonym od góry na str. 18?
7. W jakim celu oznaczono kwasowość hydrolityczną i sumę zasad?

Czy na podstawie tych niejasności Autor może miarodajnie określić czynnik (tylko z tych wymienionych) najbardziej limitujący plon rzepaku i jego jakość?

Istotą opracowania były wskaźniki efektywności rolniczej netto, brutto i fizjologicznej (netto oraz brutto) siarki, a także jej wykorzystanie. Oceniono również wartość siewną nasion rzepaku. Wyniki badań poddano ocenie statystycznej, co ostatecznie miało się przyczynić do ich interpretacji i sformułowania wniosków.

Mimo licznych niedomówień, rozdział ten został opracowany szczegółowo i nie budzi większych zastrzeżeń.

Rozdział *Wyniki badań*, to najobszerniejsza część pracy, obejmująca 96 stron tekstu wraz z tabelami i rysunkami. Omówiono kolejno plonowanie rzepaku, cechy jakościowe nasion, skład chemiczny nasion i słomy oraz wskaźniki efektywności i wykorzystania siarki z zastosowanego siarczanu sodu.

Cenną częścią pracy jest kompleksowe obliczenie pobrania składników mineralnych - makro i mikroelementów w plonie głównym i ubocznym, pod wpływem zastosowanych czynników eksperymentalnych. Są to dane o uciążliwym znaczeniu. Szkoda, że zbrakło w nich boru. Na uwagę zasługuje również wyznaczenie wskaźników efektywności nawożenia siarką oraz jej wykorzystania przez poszczególne elementy plonu, co znacząco podnosi wartość

opracowania. Pozytywnie należy ocenić także szczegółowe omówienie uzyskanych wyników na tle warunków pogodowych.

Rodzą się natomiast pytania o zasadność użycia w tytułach podrozdziałów pojęcia „akumulacja”. Czy jest to właściwe zastosowanie w odniesieniu do pobrania składników, które jest zdefiniowane w chemii rolnej i w przepisach prawa? Nie wiadomo z jakich powodów w omówieniu wyników jest mowa o „efektywnych” kierunkach zmian w elementach ilościowych i jakościowych rzepaku, podczas gdy efektywność została zdefiniowana w rozdziale *Materiał i metody* na str. 54 i 55, a zaprezentowana na str. 149-151. Wątki te znajdują się w całym rozdziale np.: str. 73 „w słomie generalnie zwiększenie dawki było efektywne (...)”, na tej samej stronie „zwiększenie dawki siarki aplikowanej w całości doglebowo nie było efektywne”, str. 76 - „nieefektywne było jedynie stosowanie dolistne dawki $60 \text{ kg S} \cdot \text{ha}^{-1}$ ”. Co zatem oznaczają te stwierdzenia, czy w tych przypadkach Autor nie powinien przywołać konkretnych wskaźników efektywności? O ile dokonywane było odniesienie do innych wyników badań (w kolejnym rozdziale), nie zostały podjęte próby wyjaśnienia przyczyn niektórych ważnych zmian (tych przypadków jest wiele). Tabela 47 dotycząca wykorzystania siarki „wniesionej w nawożeniu” wskazuje, że dochodziło ono w jednym przypadku do 103,6% - czy zatem nagłówek tabeli jest poprawny?

Dyskusja wyników badań, obejmująca 22 strony rozważań, została przygotowana przejrzysto i stanowi jedną z lepiej opracowanych części dysertacji. Charakteryzuje się usystematyzowaniem i zwięzłością. Praktycznie pomięto dyskusję własnych wyników w kontekście efektywności i całkowicie w kontekście wykorzystania siarki, powtarzając jedynie wcześniejsze wyniki.

Zaprezentowane przez Autora rozprawy doktorskiej *Podsumowanie i wnioski* w liczbie 12, odpowiada w pełni tytułowi rozdziału. Po obszernej części *Wyniki badań*, syntetyczne podsumowanie było niełatwym wyzwaniem. Z celem rozprawy koresponduje wniosek 12. Z niezrozumiałych względów zakończony został pytaniem, chociaż wiele wskazuje na błąd edytorski (ta sama uwaga dotyczy streszczenia). Za ważne należy uznać również wnioski 10 i 11. Pozostałe stwierdzenia mają charakter podsumowujący uzyskane wyniki w sposób przejrzysty i zrozumiały, mimo że pod względem językowym pozostawiają wiele do życzenia. Zarówno na etapie formułowania metodyki, wyników badań jak i we wnioskach, Autor pomija całkowicie kwestię użytego środka dostarczającego siarkę, a przecież wynikają z tego faktu interesujące wnioski (częściowo sygnalizowane w pracy).

2a. Uwagi ogólne, stanowiące materiał do podjęcia dyskusji w czasie publicznej obrony:

1. Do nawożenia wykorzystano związek chemiczny Na_2SO_4 zawierający znaczne ilości sodu. Co zdecydowało o jego użyciu w doświadczeniu przeprowadzonym na glebie ciężkiej? Jakie mogą być konsekwencje stosowania sodu na glebach ciężkich?
2. W wyniku badań wykazano pobranie makro i mikroelementów np. azotu w ilości ok. 270 kg z ha, potasu ponad 130 kg z ha, fosforu do ponad 50 kg z ha. Jak te wskaźniki łączyć z zastosowanymi dawkami NPK?
3. Jak na tle przebiegu warunków pogodowych można ocenić zastosowane w badaniach dawki potasu, a jak zastosowanie tak znaczących ilości sodu?
4. W pracy wyznaczono indeks żniwny w odniesieniu do makro i mikroelementów. Jakie jest praktyczne znaczenie tego wskaźnika?

2b. Uwagi szczegółowe (nie wymagające komentarza Autora, które mogą być wzięte pod rozwagę w opracowaniu publikacji oraz dalszej pracy naukowej):

1. str. 21 - pojęcie „wynos” stosowane jest w wyrażeniach typu „dania na wynos”,
2. str. 27 – stwierdzenie „w późniejszych stadiach rozwojowych” budzi wątpliwość – czy o nich jest mowa,
3. str. 40 – modyfikacja „zawartości minerałów w roślinach” – np. na str. 24 wymieniono liczne przykłady minerałów – czy Autor dostrzega analogię pojęcia „minerały” do tych w roślinie i czy aby na pewno to miał na myśli?
4. str. 53 – niepoprawnie użyto terminu „próba” – powinno być – „próbka” (źródło np. PN-ISO 10381-4),
5. str. 53, 54 – użyto stwierdzenia „standaryzowane normy” - co to oznacza?
6. Str. 53, 54 – badania mogły być wykonane w laboratoriach akredytowanych,
7. str. 54 – tiret 4 – nie wyszczególniono wapnia,
8. w tytułach tabel używano stwierdzenia „plon dla dawek” – stosowano dawki S, aby uzyskać plon, a nie odwrotnie,
9. format wielu rysunków nie pozwala na identyfikację różnic (skala osi),

10. stwierdzenie - „wpływ kombinacji nawozowych” powinno być doprecyzowane np. „wpływ składnika w kombinacjach” (...), itp.,
11. str. 74 – zdanie o treści „warunki pogodowe istotnie wpływały na pobieranie pierwiastka” jest nieprawdziwe, gdyż w doświadczeniu nie badano mechanizmu „pobierania” pierwiastka,
12. str. 79 – wyniki potwierdzające, że „zawartość fosforu w nasionach rzepaku była wyższa niż w słomie” i w dalszej części takie odniesienia do innych pierwiastków – to truizmy, które nie powinny mieć miejsca w pracy doktorskiej,
13. str. 88 – akapit 1 - omawiano zawartość magnezu, a jest wymieniony wapń,
14. str. 98 – stwierdzenia „największa różnica była między kombinacją kontrolną a dawką” – różnice stwierdzono zapewne w uzyskanych wynikach,
15. str. 98 – zdanie „różnice pomiędzy kolejnymi dawkami były bardzo małe” tego nie dowodzi - dawki siarki były zróżnicowane o 20 kg (podobnie str. 102), trudno zatem stwierdzić czy były bardzo małe,
16. str. 102 – stwierdzenie - „pobranie potasu pomiędzy obiektem kontrolnym, a dawką 20 kg S · ha⁻¹,” – to zbyt dalekie uproszczenie,
17. str. 166 – „rok odznaczał się akumulacją pierwiastka” - to niefortunne stwierdzenie w zbliżonej formie spotykane w pracy wielokrotnie (różnice między latami itd.),
18. średnie wartości w niektórych tabelach są błędne (np. tab. 45, 46).

2c. Uwagi dotyczące spisu literatury (nie wymagające komentarza Autora, które mogą być wzięte pod rozwagę w opracowaniu publikacji oraz dalszej pracy naukowej):

- str. 26 – De Kok 2003 – brak takiej pozycji w spisie literatury,
- str. 29 - Scherer 2011 - brak takiej pozycji w spisie literatury,
- str. 31 – Wielebski 2011 - brak takiej pozycji w spisie literatury,
- str. 37 – Sikorska i in. 2018 - brak takiej pozycji w spisie literatury,
- str. 37 i 156 – Fismen i in. 2000 - brak takiej pozycji w spisie literatury,
- str. 48 – Hoturowicz i in. 2008 - brak takiej pozycji w spisie literatury,
- str. 162 – Barczak i in. 2010 - brak takiej pozycji w spisie literatury,

W tekście pracy brakuje odniesienia do poz. 22 i 141, a w kilku punktach pominięto alfabetyczny porządek spisu literatury.

Przedstawione uwagi mają charakter dyskusyjny, ale także porządkowy, uściślający lub redakcyjny. Część z nich bez wątplenia powinna być uwzględniona na etapie publikowania wyników lub ich wykorzystania w celach praktycznych.

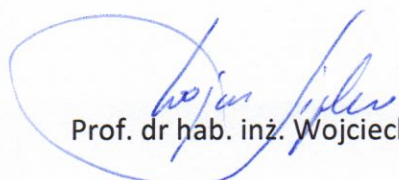
Przedstawiona rozprawa doktorska, mimo licznych uwag, jest obszernym i kompleksowym studium, o znaczącej randze w tematyce agrotechniki rzepaku, a uzyskane wyniki oraz ich interpretacja wyjaśniają wiele niedostatecznie rozpoznanych zależności w nawożeniu siarką tej rośliny – gatunku o ważnym znaczeniu dla rolnictwa oraz przemysłu w skali kraju i na Lubelszczyźnie. Zatem rozprawa doktorska Pana mgr inż. Mariusza Stepaniuka stanowi ważny wkład w piśmiennictwo z zakresu stosowania siarki i technik jej aplikacji w kształtowaniu plonu i parametrów jakościowych rzepaku, uprawianego w monokulturze.

3. Wniosek końcowy

Mgr inż. Mariusz Stepaniuk udowodnił szeroki zasób ogólnej wiedzy teoretycznej i jednocześnie dobre rozeznanie praktyczne w problematyce obejmującej jego zainteresowania naukowe, a przedłożone do oceny opracowanie stanowi oryginalne rozwiązanie problemu naukowego. Przygotowana rozprawa doktorska jest znaczącą pozycją naukową, prezentującą w wielu aspektach nowatorską wiedzę, o wymiarze aplikacyjnym. Badania w niej przedstawione zostały wykonane kompleksowo, a ich rezultaty wyjaśniają wiele zagadnień, o istotnym znaczeniu gospodarczym.

Stwierdzam, że przedstawiona do oceny rozprawa doktorska jest oryginalnym i wartościowym osiągnięciem naukowym oraz spełnia wymagania określone w art. 13 ust. 1 ustawy z dnia 14 marca 2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz. U. z 2003 r. Nr 65. poz. 595 z późn. zm) w związku z art. 179 ust. 1 ustawy z dnia 3 lipca 2018 r. przepisy wprowadzające ustawę – Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U z 2018 r. poz. 1669).

Wniosuję do Rady Dyscypliny Rolnictwo i Ogrodnictwo Uniwersytetu Przyrodniczego w Lublinie o przyjęcie rozprawy doktorskiej mgr inż. Mariusza Stepaniuka i dopuszczenie jej do dalszych etapów przewodu doktorskiego.


Prof. dr hab. inż. Wojciech Lipiński