

Warszawa 5.01.2016r.

prof. dr hab. Wiesław Szulc
Szkola Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie
Katedra Nauk o Środowisku Glebowym
Zakład Chemii Rolniczej

Recenzja
rozprawy doktorskiej mgr inż. Olgi Gorzycy
pt.
„Wpływ nawozów mineralnych zawierających siarkę na plonowanie roślin i właściwości
gleby”
wykonana
w Uniwersytecie Rolniczym w Krakowie
Wydział Rolniczo-Ekonomiczny

1. Ocena problematyki badawczej pracy

Siarka jest jednym z makroelementów niezbędnym w życiu roślin. Niezbędność ta wynika z tego, że pierwiastek ten utrzymuje w normie parametry fizjologiczne bezpośrednio wpływające na wzrost i rozwój roślin. Siarka odgrywa ważną rolę w metabolizmie roślin. Pierwiastek ten odgrywa kluczową rolę w wielu procesach komórkowych, wśród których wymienić można reakcje redoks czy detoksykację metali ciężkich. Siarka bierze także udział w procesach powstawania węglowodanów i tłuszczów, uczestniczy w procesie fotosyntezy, a także w syntezie chlorofilu. Siarka jest ważnym składnikiem wielu związków strukturalnych. Do najważniejszych połączeń organicznych tego pierwiastka zaliczyć można aminokwasy: cysteina i metionina, decydujące o zawartości i wartości biologicznej białka. Aminokwasy siarkowe odgrywają istotną rolę w tworzeniu struktury drugo- i trzeciorzędowej białek, która poprzez tworzenie mostków siarkowych umożliwia utrzymanie przestrzennej konformacji białka. Ocenia się, że ponad 90% całkowitej puli S zgromadzonej w roślinach występuje w postaci aminokwasów siarkowych. Poza aminokwasami siarka jest budulcem, białek, sulfolipidów, olejków gorczyczych i czosnkowych, układów redukcyjnych: glutationu i

ferrodoksyny oraz witamin. Siarka podnosi odporność roślin na stresowe warunki środowiska, pełniąc ważną rolę w systemie ich ochrony przed szkodnikami i chorobami.

Do niedawna siarka znajdowała się poza obszarem badań rolniczych. Spowodowane to było znacznym stopniem zanieczyszczenia powietrza atmosferycznego. Ilość siarki, jaka dostawała się do gleby z powietrza, wielokrotnie przewyższała potrzeby pokarmowe, stając się toksyczną dla wielu roślin. Silna emisja związków siarki do atmosfery była charakterystyczna dla lat osiemdziesiątych ubiegłego wieku. Od tego czasu nastąpiła wyraźna redukcja emisji związków siarki odprowadzanych do atmosfery. Jak wynika z danych GUS, całkowita emisja SO_2 systematycznie obniża się. Z najnowszych danych wynika, że ilość wyemitowanego do atmosfery dwutlenku siarki uległa 80% redukcji w odniesieniu do rekordowego roku 1980, w którym emitowano ponad 4 mln ton. Obecnie emisja siarki kształtuje się na poziomie około 900 tys. ton rocznie. Średni opad siarki w Polsce nie przekracza $10 \text{ kg S} \cdot \text{ha}^{-1}$. W większości gleb Polski użytkowanych rolniczo ilość siarki siarczanowej nie przekracza $20 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ gleby. Ponad 70% powierzchni użytków rolnych charakteryzuje się zawartością siarki w granicach $5,0\text{--}20 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$.

Obecnie deficyt siarki systematycznie pogłębia się, a objawy niedoboru tego pierwiastka zaczęły pojawiać się już na roślinach zbożowych – czyli tej grupie roślin uprawnych, która charakteryzuje się najniższymi potrzebami pokarmowymi względem tego pierwiastka. Prawidłowe odżywienie roślin uprawnych tym pierwiastkiem decyduje nie tylko o wysokości uzyskiwanych plonów, lecz także o wartości odżywczej. W warunkach ujemnego bilansu siarki obserwuje się zmniejszenie wydajności fotosyntetycznej, syntezy węglowodanów i białek oraz znacznej redukcji plonu. O wielkości plonu roślin uprawnych decyduje również współdziałanie siarki i azotu. Efektywne wykorzystanie azotu przez rośliny jest możliwe tylko wtedy, gdy na każde 9 - 10 do 15 kg azotu roślina będzie dysponowała co najmniej 1 kg siarki.

W tym kontekście problematyka rozprawy doktorskiej Pani mgr inż. Olgi Gorczycy została trafnie dobrana.

Cel badań weryfikowano poprzez następującą hipotezę badawczą: **gleby województwa małopolskiego cechują się niską zawartością siarki, a nawożenie nawozami mineralnymi zawierającymi siarkę wywiera korzystny wpływ na wielkość i jakość plonu rzepaku i pszenicy oraz właściwości gleby.**

Weryfikacja hipotezy została dokonana poprzez:

- oznaczenie podstawowych właściwości chemicznych gleb województwa małopolskiego i ocenę zasobności tych gleb w siarkę,
- określenie zmian wielkości plonu głównego i ubocznego rzepaku jarego i pszenicy ozimej w wyniku zastosowanego nawożenia,
- oznaczenie zmian składu chemicznego biomasy roślin z uwzględnieniem parametrów jakościowych,
- określenie bezpośredniego i następczego wpływu zastosowanych nawozów na wybrane właściwości chemiczne i biologiczne gleby.

2. Formalna analiza rozprawy

Rozprawa doktorska Pani mgr inż. Olgi Gorczycy została przedstawiona na 121 stronach tekstu, łącznie z bibliografią, która obejmuje 206 pozycji w tym 92 stanowią opracowania obcojęzyczne, głównie angielskie (88 pozycji). Integralną część rozprawy stanowi 36 tabel oraz 37 rysunków, które ilustrują wyniki przeprowadzonych badań. Tytuł pracy jest czytelny, komunikatywny i adekwatny do treści dysertacji dotyczącej oceny przydatności nawozów mineralnych zawierających siarkę na plonowanie roślin i właściwości gleby. Układ pracy został opracowany w sposób logiczny, a praca odpowiada wymaganiom stawianym rozprawom doktorskim. Treść rozprawy została szczegółowo podzielona na rozdziały i liczne podrozdziały wyodrębnione w spisie, co nadaje rozprawie dużą przejrzystość. Układ pracy jest zbliżony do klasycznego schematu. Zasadniczą treść opracowania przedstawiono w jedenastu następujących rozdziałach: **1. Wstęp i przegląd literatury, 2. Cel pracy, 3. Materiał i metody badań, 4. Wyniki, 5. Dyskusja, 6. Wnioski, 7. Spis rycin, 8. Spis tabel, 9. Literatura, 10. Streszczenie, 11. Summary.**

Poszczególne rozdziały ściśle się zazębiają i stanowią ciekawe kompendium wiedzy na temat wpływu wybranych nawozów zawierających siarkę na plonowanie, skład chemiczny roślin oraz zawartość siarki w glebie. Przedstawione w pracy zagadnienia zostały omówione w sposób logiczny i zrozumiały.

3. Merytoryczna analiza pracy

Doktorantka przeprowadziła badania w latach 2012-2013 w oparciu o

1. Badania środowiskowe, do których pobrano 100 próbek gleby z województwa małopolskiego, charakteryzujących pola uprawne (39 próbek), łąki (41 próbek) i obszary leśne (20 próbek).

W próbkach glebowych oznaczono:

- skład granulometryczny,
- odczyn gleby (pH_{KCl})

oraz zawartości: węgla organicznego, azotu ogółem, siarki ogółem i siarki siarczanowej.

2. doświadczenie polowe założone na terenie stacji doświadczalnej Uniwersytetu Rolniczego w Krakowie-Mydlnikach.

Doświadczenie polowe założono na glebie brunatnej właściwej, zaliczanej do kompleksu pszennego dobrego, klasy bonitacyjnej III b. Była to gleba o składzie granulometrycznym pyłu ilastego, zawierająca 12% frakcji piasku, 46% frakcji pyłu i 42% frakcji iłu. Gleba cechowała się odczynem lekko kwaśnym, wysoką zawartością przyswajalnych form potasu oraz bardzo wysoką zawartością przyswajalnych form fosforu. W glebie tej stwierdzono niską zawartość siarki siarczanowej oraz siarki ogółem. Doświadczenie polowe prowadzono w układzie losowanych bloków. Obejmowało ono 8 obiektów nawozowych w czterech powtórzeniach. Łącznie doświadczenie obejmowało 32 poletka doświadczalne. W eksperymencie zastosowano nawożenie siarką w dwóch dawkach i w dwóch formach (i) siarczanowej (siarkę w tej formie zawierały dwa nawozy mineralne) i (ii) elementarnej (jeden nawóz mineralny). Jako odniesienie dla zastosowanego nawożenia siarką wykorzystano obiekt bez nawożenia (A) oraz z nawożeniem jedynie azotem, fosforem i potasem

W pierwszym roku doświadczenia rośliną testową był rzepak jary odmiany Markus. Doświadczenie kontynuowano z zastosowaniem jako rośliny testowej pszenicy ozimej odmiany Wydma. Dawki składników pokarmowych dostosowano do wymagań roślin testowych. Azot zastosowano w formie saletry amonowej (34% N) oraz odpowiednio w formie siarczanu amonu (21% N) lub Saletrosanu 26 makro (26% N) – z wyrównaniem dawki azotu zawartej w nawozach azotowo-siarkowych przy użyciu saletry amonowej. Fosfor zastosowano w formie superfosfatu wzbogaconego (40% P_2O_5), natomiast potas w postaci soli potasowej (60% K_2O). Siarkę wprowadzono w postaci trzech nawozów mineralnych. Dwa z nich: siarczan amonu (24% S) i Saletrosan 26 makro (13% S) zawierają siarkę w formie siarczanowej, natomiast trzeci nawóz Wigor S, zawiera siarkę w formie elementarnej (90% S).

W materiale roślinnym (próbkach rzepaku jarego i pszenicy ozimej) oznaczono zawartość:

- azotu ogółem (w oparciu o tę zawartość obliczono zawartość białka surowego),
- siarki ogółem,
- aminokwasów siarkowych: cysteiny i metioniny,

Ponadto w nasionach rzepaku oznaczono zawartość:

- tłuszczu surowego,
- glukozynolanów,
- tokoferoli: α -, β -, γ -, δ -tokoferoli,
- tokotrienoli: α -, β -, γ -, δ -tokotrienoli,
- oraz wybranych kwasów tłuszczowych (palmitynowego, stearynowego, oleinowego, linolowego, linolenowego).

W materiale glebowym wykonano oznaczenia:

- właściwości fizykochemicznych: wartości pH_{KCl} , kwasowości hydrolitycznej, sumy kationów zasadowych,
- właściwości chemicznych: zawartości węgla organicznego, azotu ogółem, siarki ogółem i siarczanowej,
- właściwości biologicznych: liczebności drobnoustrojów: bakterii, grzybów, promieniowców, bakterii siarkowych, oraz aktywności enzymów: dehydrogenaz, katalazy, arylosulfatazy.

Analizy laboratoryjne wykonano w Katedrze Chemii Rolnej i Środowiskowej Uniwersytetu Rolniczego w Krakowie, w Instytucie Zootechniki w Aleksandrowicach (zawartość aminokwasów siarkowych w nasionach rzepaku jarego i pszenicy ozimej oraz zawartość tłuszczu, glukozynolanów, tokoferoli i tokotrienoli w nasionach rzepaku) i w Katedrze Mikrobiologii Uniwersytetu Rolniczego w Krakowie (oznaczenie liczebności drobnoustrojów) powszechnie przyjętymi metodami, które nie budzą zastrzeżeń.

Wybrane wyniki uzyskane w ramach badania środowiskowego i doświadczenia polowego poddano analizie statystycznej, przeprowadzając jednoczynnikową analizę wariancji. Istotność zróżnicowania wartości średnich określono przy użyciu testu Duncana, przy poziomie istotności $\alpha \leq 0,05$.

Przeprowadzone w doświadczeniu pomiary plonów oraz wyniki analiz zostały poprawnie opracowane. Generalnie opis przeprowadzonych badań oraz postępowania analitycznego jest przejrzysty i szczegółowy. Bardzo wysoko oceniam rozdział „materiał i metody badań”, który może stanowić wzór do naśladowania.

Omówienie i interpretację wyników badań Doktorantka przedstawiła w rozdziale 4. „Wyniki”, w którym omówiła i przeanalizowała wpływ stosowania różnych nawozów

mineralnych na plonowanie i skład chemiczny roślin (pszenica jara i rzepak ozimy) oraz na zawartość siarki (siarczanowej i ogólnej) w glebie.

Rozdział ten jest napisany w sposób logiczny. Świadczy to pozytywnie o umiejętnościach opracowania i przedstawiania wyników jakie autorka posiada. Wyniki badań Autorka omawia w rozbiciu na dwa podrozdziały odpowiadające wcześniej postawionym celom badawczym. Takie uporządkowanie pracy, gdzie wyniki przedstawia się zgodnie z postawionymi celami badawczymi, oceniam jako bardzo trafne, bowiem czyni ono pracę bardziej komunikatywną i przejrzystą.

Przeprowadzona w pracy dyskusja wyników, podobnie jak metodyka, jest bardzo dobrze napisaną częścią pracy. Autorka wykazała się w niej dużą umiejętnością powiązania wyników własnych badań z danymi literaturowymi co wskazuje na dużą jego wiedzę w zakresie problematyki będącej przedmiotem rozprawy. Jednak przy tak rozbudowanej części wynikowej, w trosce o czytelnika, połączyłbym oba te rozdziały.

Po przestudiowaniu tej interesującej rozprawy, nasuwają się jednak pewne sugestie.

- W rozdziale 1. Wstęp i przegląd literatury nie ma wstępu.
- Cel pracy powinien być ujęty w sposób syntetyczny bez wprowadzenia, które powinno zostać przeniesione do rozdziału 1. w miejsce wstępu.
- Nasuwa się pytanie jakimi względami kierowała się doktorantka przesiewając próbki glebowe przez sito o średnicy 1 mm a nie 2 mm, czyli zgodnie z zaleceniami Polskiego Towarzystwa Gleboznawczego i ISO 11464?
- Czym Doktorantka tłumaczy fakt, iż mimo bardzo wysokiej zasobności gleb w fosfor przyswajalny i wysokiej w potas przyswajalny w doświadczeniu polowym stosowano nawożenie mineralne (pod rzepak jary $32,7 \text{ kg P} \cdot \text{ha}^{-1}$ i $132,8 \text{ kg K} \cdot \text{ha}^{-1}$, a pod pszenicę ozimą $26,2 \text{ kg P} \cdot \text{ha}^{-1}$ i $116,2 \text{ kg K} \cdot \text{ha}^{-1}$)
- Opisując warunki glebowe doświadczenia polowego Doktorantka powinna użyć już międzynarodowej klasyfikacji gleb wg. WRB
- Str. 33 rozdział Wyniki Autorka pisze „Podział gleb województwa małopolskiego na grupy mechaniczne” a powinno być na „grupy granulometryczne”
- Dla zwiększenia przejrzystości wyników tabela nr 3 powinna zostać przeformatowana i umieszczona w poprzek strony
- Na stronie 52 na wykresie 22 niefortunne jest przedstawienie ujemnego wykorzystania składnika z nawozów. Ponieważ może nie być wykorzystania składnika z nawozu, ale nie może być ujemne.

- Wniosek trzeci jest nieprecyzyjny ponieważ nie określa jednoznacznie z czym badane właściwości gleb były istotnie dodatnio skorelowane.
- W pracy znaleziono 2 pozycje znajdujące się w bibliografii, a nie odnalezionych w tekście pracy i odwrotnie znaleziono 2 prace w tekście rozprawy nie występujące w spisie literatury (strona 77 Klikocka i Gaj 2011, strona 83 źródło pod ryc. 37). Ponadto na stronie 13 napisano Wielebski 2011a, a powinno być Wielebski 2011, na stronie 75 Autorka podaje McGrath i in. 2002 i Podleśna 2002 a powinno być McGrath i In. 2003 i Podleśna 2003. W spisie literatury powtórzono na stronie 115 dwa razy Von i in. 2004. Ze względu na dużą ilość prac naukowych takich autorów jak Podleśna, czy Wielebski proponuję ułożenie ich w spisie literatury w sposób chronologiczny tj. według daty
- Pozostałe drobne uwagi redakcyjne naniesiono na maszynopisie.

Pragnę w tym miejscu podkreślić, że uwagi te mają jedynie charakter porządkujący i nie dotyczą strony merytorycznej oraz nie umniejszają wartości tej pracy.

Wyniki badań zaprezentowane w recenzowanej pracy:

dowodzą, że gleby województwa małopolskiego zaklasyfikowano w większości do pyłów i glin. W większości są to gleby o różnym stopniu zakwaszenia charakteryzujące się niską i średnią zawartością siarki zarówno ogółem i siarczanowej.

wskazują, że spośród zastosowanych nawozów zawierających siarkę, najsłabszym działaniem plonotwórczym cechował się Wigor S, a najsilniejszym Saletrosan 26 makro. Wielkość plonu nasion rzepaku zależała od rodzaju użytego nawozu, w tym formy chemicznej siarki, ale nie od zastosowanej dawki pierwiastka.

świadczą, że nawożenie na ogół prowadziło do zwiększenia zawartości azotu i siarki w rzepaku jarym jak i pszenicy ozimej. Najwięcej siarki, a także najwięcej aminokwasów siarkowych (cysteiny i metioniny) zawierały nasiona/ziarniaki roślin nawożonych podwójną dawką siarki w formie siarczanowej.

pozwalają określić, że nawożenie siarką zarówno w przypadku rzepaku jarego jak i pszenicy ozimej zwiększa wykorzystanie azotu i siarki z nawozów przy czym było ono największe w przypadku Saletrosanu 26 a najmniejsze z Wigoru S

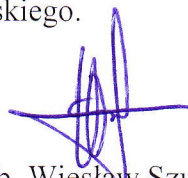
dowodzą, że nawożenie siarką stymulowało rozwój bakterii, grzybów i promieniowców w glebie zwłaszcza po I roku badań. Wpływ nawożenia na aktywność enzymatyczną był niewielki.

Pracę podsumowano 12 wnioskami, które opowiadają postawionemu celowi badań.

4. Wniosek końcowy

W podsumowaniu pragnę podkreślić, że praca zawiera bardzo duży materiał eksperymentalny. Uzyskane wyniki są wartościowe pod względem naukowym a wykazane uchybienia są stosunkowo łatwe do usunięcia w toku procesu redakcyjnego przygotowującego pracę do publikacji. Należy zaznaczyć, że przygotowanie ocenianej rozprawy wymagało bardzo dużego nakładu pracy w trakcie procesu badawczego. Autorka wykazała dużą aktywność w realizowaniu badań, bardzo dobrze opanowała metodykę badań chemiczno-rolniczych oraz technikę pracy badawczej. Pani mgr inż. Olga Gorczyca zrealizowała zarówno poznawczy jak i praktyczny cel dysertacji wnosząc nowe elementy do wiedzy na temat potrzeb nawożenia roślin uprawnych siarką na glebach ciężkich, charakterystycznych dla pasa południowej Polski. Rozprawa ma charakter oryginalny, jest dobrze zaplanowana i wykonana.

Stwierdzam, że przedstawiona do oceny praca spełnia wymagania stawiane w ustawie z dnia 14 marca 2004 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz. U. Nr 65 poz. 595 z późniejszymi zmianami). W związku z powyższym wnioskuję, zatem do Rady Wydziału Ekonomiczno-Rolniczego w Krakowie o dopuszczenie mgr inż. Olgi Gorzycy do dalszych etapów przewodu doktorskiego.



prof. dr hab. Wiesław Szulc