

Recenzja  
rozprawy doktorskiej **mgr inż. Katarzyny Pawlak-Zaręby**, pt.:

**„Rola wieloletniego nawożenia i zmianowania w kształtowaniu właściwości chemicznych i fizycznych gleby oraz plonowania roślin”,**

wykonanej pod kierunkiem dr hab. Ireny Suwary, prof. SGGW.

Recenzję przygotowano na zlecenie Pana dr. hab. Stanisława Samborskiego, prof. SGGW, zastępcy Dyrektora Instytutu Rolnictwa Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie.

**1. Ocena zasadności przeprowadzonych badań**

Rolnictwo odgrywa szczególną rolę w urzeczywistnianiu idei zrównoważonego rozwoju. Podstawowym fundamentem życia organicznego na ziemi jest gleba, która pełni funkcje produkcyjne i środowiskowe. Głównym zagrożeniem dla gruntów rolnych jest postępująca degradacja fizyczna i chemiczna. Przyczyną niekorzystnych zmian w glebie są m.in. powszechnie spotykane uproszczenia w strukturze zasiewów, a także ograniczone nawożenie naturalne i organiczne. Skutkiem tych działań jest na ogół pogorszenie potencjału produkcyjnego gleby, które wynika z niekorzystnych zmian w środowisku glebowym, głównie pogorszenia właściwości fizycznych, w tym wodnych oraz zmniejszenia zawartości materii organicznej w glebie i zasobności pierwiastków biogennych.

Prawidłowy płodozmian i zrównoważone nawożenie wpływają na aspekty środowiskowe i produkcyjne. Pozwalają na optymalizowanie właściwości fizycznych, chemicznych i biologicznych gleby, co sprzyja produktywności roślin uprawnych zarówno w aspekcie ilościowym, jak i jakościowym. Właściwa agrotechnika umożliwia również ochronę środowiska przyrodniczego m.in. poprzez gromadzenie zasobów bioróżnorodności, wiązanie i magazynowanie pierwiastków oraz poprawę właściwości wodnych gleb. Opinie dotyczące wpływu nawozów naturalnych i mineralnych organicznych na właściwości gleby, a szczególnie na retencję wody oraz produktywność roślin w różnych zmianowaniach w świetle wyników dotychczasowych badań i informacji płynących z praktyki rolniczej są niejednoznaczne. W związku z czym celowe wydaje się poszerzenie wiedzy na ten temat. Z wyżej wymienionych względów wysoko oceniam trafność wyboru tematyki badawczej mgr inż. Katarzyny Pawlak-Zaręby. Doktorantka w przedłożonej rozprawie doktorskiej przedstawiła wyniki kontynuacji wieloletnich badań, które są aktualne i pomogą przyczynić się do optymalizowania właściwości gleb. Podjęcie wyjaśnienia wpływu nawożenia i zmianowania w kształtowaniu właściwości gleby oraz plonowania roślin uprawnych uważam za ważne i w pełni uzasadnione.

## 2. Struktura pracy i ocena formalna

Rozprawa doktorska obejmuje łącznie 154 strony. Składa się z 7. rozdziałów głównych: Wprowadzenie i cel pracy; Przegląd literatury; Materiał i metody; Wyniki badań i dyskusja; Wnioski; Bibliografia oraz Spis rycin i tabel. Rozdział Wyniki badań i dyskusja zawierają podrozdziały pierwszego i drugiego rzędu. Taka struktura czyni opracowanie pod względem formy logicznym i czytelnym oraz jednocześnie dobrze świadczy o opanowaniu przez Doktorantkę niełatwej sztuki pisania prac naukowych. W dysertacji zamieszczono 22 tabele i 31 rycin, które ilustrują warunki i wyniki przeprowadzonych badań. Dodatkowo Autorka zamieściła streszczenie w języku polskim i angielskim. Bibliografia obejmuje 380 pozycji dobrze dobranej literatury przedmiotu. Układ pracy jest logiczny, natomiast kolejność rozdziałów poprawna i typowa dla opracowań naukowych.

## 3. Merytoryczna ocena pracy

**Tytuł pracy** – „Rola wieloletniego nawożenia i zmianowania w kształtowaniu właściwości chemicznych i fizycznych gleby oraz plonowania roślin” oddaje istotę i zakres badań.

**Wprowadzenie i cel pracy** - Rozdział ten zapoznaje czytelnika z tematyką podjętych badań, związanych z optymalizacją nawożenia naturalnego i mineralnego oraz rolą zmianowania. Autorka wskazała na funkcję gleby jako podstawowego czynnika produkcyjnego w rolnictwie oraz w kształtowaniu środowiska przyrodniczego. Zwróciła również uwagę, że priorytetem w rolnictwie powinna być troska o stan gleby, zapobieganie jej degradacji i utrzymanie żyzności również dla przyszłych pokoleń. Doktorantka wykazała, że ograniczyć degradację gleby można poprzez odpowiednie nawożenie i dobór roślin w płodozmianie. Zabiegi te przyczyniają się do poprawy właściwości gleby m.in. dzięki polepszeniu zaopatrzenia roślin w wodę, powietrze i składniki pokarmowe. Dodatkowo wskazane elementy agrotechniki zdaniem Pani mgr wpływają na zmiany ilościowe i jakościowe materii organicznej. O dobrym opanowaniu „warsztatu badawczego” przez Doktorantkę świadczy także wyartykułowanie hipotezy badawczej, która w wielu pracach jest pomijana. Autorka postawiła następującą hipotezę: „Wieloletnie zróżnicowane nawożenie i zmianowanie poprzez zwiększenie zawartości węgla organicznego wpływa na właściwości fizyczne gleby, a szczególnie na retencję wody w glebie, a w efekcie końcowym na plonowanie roślin”. Szkoda, że w jej treści zabrakło odniesienia do właściwości chemicznych gleby, którym Autorka poświęciła znaczącą uwagę. W rozdziale tym dodatkowo sformułowano cele podjętych badań, które ułatwią sporządzenie wniosków końcowych zawartych w dysertacji.

**Przegląd literatury** – rozdział ten liczy 19 stron znormalizowanego tekstu. Zawarte w nim treści bezpośrednio nawiązują do tematyki badań własnych, spełnione są zatem metodologiczne założenia pracy naukowej. Ta część dysertacji wskazuje na bardzo dobre rozpoznanie tematu i szeroką wiedzę Autorki. Informacje ujęte w tym rozdziale, wynikają z dogłębnie przeprowadzonego studium literaturowego, z licznie i na ogół poprawnie cytowanymi pozycjami źródłowymi. W pierwszej części przeglądu literatury Doktorantka omówiła koncepcję rolnictwa zrównoważonego oraz jego wpływ na zachowanie zasobów przyrody z jednoczesnym utrzymaniem optymalnej produktywności i zapewnienia efektów

ekonomicznych. Autorka wskazała również na zagrożenia wynikające ze zmian klimatycznych i konieczność podejmowania działań mających na celu poprawę bilansu wodnego kraju. W kolejnych rozdziałach scharakteryzowała właściwości chemiczne i fizyczne gleby, szczególną uwagę zwracając na konieczność regulowania odczynu gleby, dbania o właściwą zasobność gleby w pierwiastki biogenne i materię organiczną, od której w dużym stopniu uzależnione są właściwości fizyczne gleby, a szczególnie retencja wodna. W dalszej części pracy Doktorantka zwróciła uwagę na funkcje struktury gleby w kształtowaniu właściwości wodno-powietrznych gleby. Ważnym elementem tej części pracy jest określenie roli wody w przyrodzie, szczególnie w produkcji roślinnej. W ostatnim podrozdziale, na podstawie literatury został wykazany wpływ nawożenia i zmianowania na plonowanie kilku gatunków roślin. Autorka dokładnie scharakteryzowała rolę nawożenia mineralnego, naturalnego oraz możliwości ich współdziałania. Zagadnieniem omówionym w końcowej części przeglądu literatury jest wykazanie korzyści wynikających z uprawy roślin bobowatych w płodozmianie. Czytając ten rozdział można zorientować się, że Doktorantka ma bardzo dużą wiedzę dotyczącą powyższych zagadnień, którą zapewne zdobyła m.in. po przeanalizowaniu dobrze dobranej literatury przedmiotu. Zebrany materiał źródłowy świadczy o bardzo dobrym przygotowaniu mgr inż. Katarzyny Pawlak-Zaręby do badań, których się podjęła.

**Materiał i Metody** – zgromadzony bogaty materiał pozwolił Doktorantce na właściwe zaplanowanie i przeprowadzenie doświadczenia oraz wykonanie odpowiednich analiz. Ta część pracy zawiera pięć podrozdziałów: Opis doświadczenia; Warunki glebowe i klimatyczne; Agrotechnika; Metody badań i Obliczenia statystyczne.

Dwa czteroletnie doświadczenia polowe przeprowadzono w latach 2011-2014. Były one kontynuacją wieloletniego statycznego doświadczenia polowego założonego w 1955 roku. Eksperyment przeprowadzono na czarnej ziemi wylugowanej, na glebie kompleksu pszennego dobrego. Badania zlokalizowano na polu doświadczalnym Instytutu Rolnictwa – Chylice w Jaktorowie, w Polsce Centralnej, na Nizinie Mazowieckiej. Oba doświadczenia zostały założone w układzie losowanych bloków w czterech powtórzeniach. W pierwszym z nich stosowano zmianowanie norfolskie (burak cukrowy, jęczmień jary z wsiewką koniczyny łąkowej, koniczyna łąkowa, pszenica ozima. W drugim doświadczeniu zrezygnowano z uprawy rośliny bobowatej (koniczyny) w miejsce której uprawiano rzepak ozimy. W obu doświadczeniach porównano cztery obiekty nawozowe: 1. Nawożenie mineralne (NPK), 2. Nawożenie obornikiem (OB.), 3. Nawożenie mineralno-organiczne ( $\frac{1}{2}$  NPK =  $\frac{1}{2}$  OB.), 4. Bez nawożenia (O).

W opisie doświadczenia Pani magister szczegółowo scharakteryzowała właściwości chemiczne gleby. Na podstawie danych dotyczących sumy miesięcznych opadów, średniej miesięcznej temperatury powietrza oraz optymalnych opadów określonych przez Dzieżyca [1993] określiła także warunki pogodowe w czasie realizacji doświadczenia. Dodatkowo w celu dokładniejszego zobrazowania warunków klimatycznych wyliczyła współczynnik hydrotermiczny Sielianiowa. Na uwagę zasługuje podjęcie bardzo szerokiego zakresu badań, jaki zaproponowała Autorka, koresponduje on z założeniami postawionymi w pracy. Problematyka badawcza obejmowała ocenę właściwości chemicznych gleby: oznaczono jej odczyn, zawartość C org., N ogólnego, przyswajalnych form P i K oraz wybranych mikroskładników (Zn, Cu, Mn i Fe). Oznaczono także wybrane właściwości fizyczne gleby tj.,

parametry jej struktury (skład agregatowy i wodoodporność), gęstość i porowatość ogólną, połową pojemność wodną, wilgotność początku hamowania wzrostu roślin, wilgotność trwałego więdnięcia roślin oraz zawartość wody dostępnej i niedostępnej. Ponadto określono plonowanie roślin uprawianych w obu zmianowaniach. Wyniki badań zostały poddane ocenie statystycznej. Do testowania hipotezy zerowej  $H_0$  wykorzystano analizę wariancji. Istotność różnic oceniano testem Tukeya, które następnie poddano analizie *post-hoc*, wyznaczając grupy jednorodne. Dodatkowo przeprowadzono analizę korelacji liniowej Pearsona i analizę regresji liniowej.

**Wyniki badań i dyskusja** – jest bardzo rozbudowanym rozdziałem, liczy 58 stron. Został on podzielony na 6 podrozdziałów pierwszego rzędu i kilkanaście podrozdziałów drugiego rzędu, ułożonych w logicznej kolejności. W pierwszym z nich Autorka omówiła zmiany właściwości chemicznych gleby w zależności od nawożenia i zmianowania. W kolejnych natomiast opisała wpływ badanych czynników na kształtowanie struktury i zagęszczenia gleby oraz retencji wodnej. W czwartym rozdziale Doktorantka przedstawiła analizę zależności pomiędzy wybranymi parametrami gleby, natomiast w dwóch ostatnich plonowanie roślin. Tematyczne tabele i ryciny zostały skonstruowane w prosty, czytelny sposób z precyzyjnymi informacjami zamieszczonymi w tytułach, opisach i legendach. Ta część dysertacji wskazuje na dojrzałość Pani mgr Katarzyny Pawlak-Zaręby w zakresie trudnej sztuki precyzyjnego, ale nie drobiazgowego omówienia wyników badań eksperymentalnych. Każda z opisywanych grup cech ma podobną konstrukcję, co ułatwia odbiór pracy. Naukowy komentarz został opisany w oparciu o analizę statystyczną. W przypadku różnic zasługujących na omówienie, ale nieistotnych statystycznie, Doktorantka to wyraźnie akcentowała. W powyższym rozdziale wyniki badań własnych zostały również skonfrontowane z wcześniejszymi badaniami krajowych i zagranicznych. Autorka zrobiła to umiejętnie, z odpowiednią rezerwą i zakładanym prawdopodobieństwem. Dysponując bardzo dużą ilością zgromadzonych danych i jednocześnie bogatym piśmiennictwem uczyniła to w sposób swobodny i zarazem precyzyjny. Doktorantka w tym rozdziale podjęła również próbę wyjaśnienia wielu rozbieżności pomiędzy badaniami własnymi a doniesieniami z literatury, co wskazuje na analityczne, a nie sprawozdawczo-porównujące podejście do tej części dysertacji. Ta część pracy jest interesująca, dobrze prowadzona i wyczerpująca.

Najważniejsze rezultaty opracowane w tym rozdziale są następujące:

- Włączenie do zmianowania rośliny bobowatej wpływa korzystnie na zawartość węgla organicznego oraz azotu ogółem w glebie, zmniejsza zagęszczenie gleby, pozytywnie wpływa na plonowanie roślin następczych, nie oddziałuje natomiast na dostępność wody dla roślin.
- Nawożenie organiczne oraz mineralno-organiczne wywiera korzystny wpływ na parametry struktury gleby oraz jej właściwości wodne, stabilizuje odczyn gleby oraz zwiększa zawartość C org. i N og. w glebie, co sprzyja plonowaniu roślin.
- Analiza korelacji wykazała, że wraz ze wzrostem zawartości węgla organicznego w glebie zwiększa się porowatość ogólna oraz kapilarna i połowa pojemność wodna, a także wilgotność trwałego więdnięcia roślin.

**Wnioski** - Zasadniczą część rozprawy doktorskiej kończy 9 wniosków, które korespondują z tematem, hipotezą badawczą i celami badań. Zostały one sformułowane poprawnie, w oparciu o uzyskane wyniki, są one dobrą konkluzją obszernych i wieloaspektowych badań. Dla zwiększenia walorów pracy, zwłaszcza podczas przygotowywania jej do druku, należałoby wnioski uzupełnić o ciekawe z naukowego i utylitarnego punktu widzenia wyniki dotyczące zależności uzyskanych podczas analizy korelacji. Brakuje również odniesienia o wpływie badanych czynników na zawartość mikroelementów.

**Piśmiennictwo** - Dobór literatury jest właściwy. Bibliografia zawiera 380 pozycji, z czego 166 (44%) to artykuły obcojęzyczne, Publikacje z ostatnich 10 lat stanowią 12%, natomiast z XXI wieku 52%. Piśmiennictwo odzwierciedla stan wiedzy dotyczący podjętej problematyki. Literatura zestawiona jest na ogół poprawnie i zgodnie z przyjętymi zasadami, stwierdzono jednak pewne uchybienia, głównie natury technicznej. Dla łatwego ich wyeliminowania w trakcie przygotowania publikacji lub prezentacji pracy, pozwoliłem sobie niektóre z nich wymienić:

- 10 pozycji podanych w spisie literatury nie jest przytaczanych w pracy (pozycja 68, 91, 173, 215, 222, 230, 260, 270, 328 i 364).
- 2 pozycje podane w pracy są pominięte w piśmiennictwie (Suwara 1997 (str. 110) i Suwara i in. 2011 (str. 72)).
- Poz. 307 i 309 – to ten sam artykuł.
- Poz. 9 i 10, są to dwa różne artykuły, których zapis w cytowaniu jest taki sam, powinno się je wyróżnić literą a i b. Podobne uwagi dotyczą pozycji 105 i 106; 107 i 108 oraz 348 i 349.
- Str. 16 i poz. 336 jest Tkaczyk 2002b. Nie ma potrzeby używania litery „b”. Pozycja Tkaczyk 2002 występuje tylko raz.
- Poz. 193 i 194 to publikacje różnych autorów ale mających takie samo nazwisko. W takim przypadku ich cytowanie powinno zawierać pierwszą literę imienia lub pozycje należy oznaczyć a i b.
- Publikacja Bleharczyk i in. [2005] w spisie literatury występuje 3.krotnie (27, 28 i 29]. W pozycji 28 obok roku występuje litera „a”, natomiast w pozycjach 27 i 29 brak wyróżnień b i c.
- Tytuły czasopism są zapisane w wersji skróconej lub pełnej. Zapis powinno się ujednolicić.
- Str. 76, niepoprawnie cytowane nazwisko. Jest Front powinno być Frant. Str. 12, jest Jankowiak, powinno być Janowiak.
- Str. 48, jest Marczenko 1976 natomiast w spisie literatury (poz. 200) Marczenko 1979.
- Str. 13, jest Czyżewskiego i in. [2015], powinno być Czyżewskiego [2015].
- Str. 13, jest Lampkin 2015, powinno Lampkin i in. 2015.
- Kolejność cytowanych publikacji w tym samym odniesieniu na ogół jest chronologiczna, ale nie zawsze ta zasada jest zachowana.
- Poz. 230, 289 – brakuje roku badań.

- Poz. 161, 322 – brakuje wydawnictwa.
- Poz. 15, 203, 322 – brakuje stron.
- Poz. 128, 374, 375 – zapis tytułu powinien być zapisany w języku oryginalnym (angielskim).
- Nie ma potrzeby podawania tytułu pracy w języku polskim i angielskim jednocześnie (poz. 345).
- Poz. 364 niewłaściwy format zapisu publikacji.

Przedstawione w recenzji uwagi, wykazane nieścisłości i elementy dyskusyjne nie obniżają merytorycznej wartości oceny pracy, ale posłużą Doktorantce do doskonalenia warsztatu badawczego i wykorzystania przy publikowaniu wyników badań.

Pomimo pozytywnej oceny pracy nasuwają mi się jednak pewne uwagi i pytania. Część z nich zamieściłem wcześniej w tekście recenzji. Wymagają one wyjaśnienia i ewentualnie mogłyby pomóc w przygotowaniu pracy do druku. Dodatkowe pytania i uwagi z mojej strony są następujące:

1. W spisie treści, szczególnie w rozdziale 4.2 Autorka zbyt często dodaje frazę „w zależności od nawożenia i zmianowania” co czyni tę część mało czytelną. Podpunkt 3.4 występuje podwójnie.
2. We wprowadzeniu Doktorantka podaje średnie zużycie nawozów NPK w 2017 r. Proponuję uaktualnić te dane, wg GUS (2021) zużycie w 2020 roku wyniosło  $132,9 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$  użytkowników rolnych.
3. Hipoteza badawcza to stwierdzenie/przypuszczenie dotyczące badanych zależności, która zostanie zweryfikowana w eksperymencie. Formując hipotezę badawczą Autorka zakłada, że nawożenie i zmianowanie „wpływa na” wybrane właściwości. Lepiej byłoby sprecyzować hipotezę poprzez uzupełnienie tego wyrażenia np. „korzystnie wpływa na ...”.
4. Bloki w założonym doświadczeniu są umieszczone zgodnie z kierunkiem zmienności glebowej, co jest poprawne. Czy występowały duże różnice w uzyskanych parametrach w związku ze zmiennością glebową?
5. W metodyce badań Autorka podaje, że nawożenie azotem dla zbóż i rzepaku było stosowane w dwóch dawkach. Jaki był podział tych dawek. Czy nawożenie azotem buraka cukrowego i jęczmienia było stosowane jednorazowo? Skąd pozyskano obornik, spod jakiej grupy zwierząt?
6. Zabiegi agrotechniczne zostały szczegółowo przedstawione w tabelach 5 i 6, jednak zastosowane jednostki są spoza układu SI.
7. W pracy Autorka pisząc o nawożeniu obornikiem używa sformułowania nawożenie organiczne, lepiej używać sformułowania nawożenie naturalne, co jest zgodne z ustawą o nawozach i nawożeniu.
8. Wyliczając % z % (str. 72) proponuję wynik przedstawić jako punkty procentowe, wyliczone z różnicy danych.
9. Na str. 101 w pierwszym wierszu, zamiast Ryc. 22 powinno być Ryc. 23, natomiast na str. 110 zamiast Ryc. 29, powinno być Ryc. 30

Przedstawione uwagi nie umniejszają w żaden sposób wartości recenzowanej pracy doktorskiej, którą uważam za bardzo dobrą. Praca zawiera bogaty, oryginalny materiał dokumentacyjny i stanowi wartościową, a zarazem nowatorską pozycję naukową w zakresie badań nad wpływem wieloletniego nawożenia i zmianowania na kształtowanie właściwości chemicznych i fizycznych gleby oraz na plonowanie roślin. Doktorantka wykazała się dużą wiedzą w zakresie tematu pracy, umiejętnością zaplanowania, przeprowadzenia i opracowania problemu badawczego oraz bardzo dobrą znajomością piśmiennictwa.

Stwierdzam, że rozprawa doktorska mgr inż. Katarzyny Pawlak-Zaręby pt.: „**Rola wieloletniego nawożenia i zmianowania w kształtowaniu właściwości chemicznych i fizycznych gleby oraz plonowania roślin**” kwalifikuje Doktorantkę do ubiegania się o stopień doktora nauk rolniczych w dziedzinie nauk rolniczych w dyscyplinie rolnictwo i ogrodnictwo. Stwierdzam również, że praca ta spełnia wymagania stawiane rozprawom doktorskim wg Ustawy z dnia 14 marca 2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz.U. 2003 r. nr 65 poz. 595 z późn. zm.).

Wnioskuje zatem do Rady Dyscypliny Rolnictwo i Ogrodnictwo SGGW w Warszawie o dopuszczenie mgr inż. Katarzyny Pawlak-Zaręby do dalszych etapów przewodu doktorskiego.

Przedstawiona do oceny dysertacja, z uwagi na swą oryginalność wyrażającą się oceną długotrwałego wpływu zmianowania i nawożenia na właściwości gleby, w głównej mierze wodne, zasługuje na szczególne uznanie. Uwzględniając wysoki poziom naukowy rozprawy, dotyczący aspektu rolnictwa regeneratywnego wnioskuje o jej wyróżnienie.

dr hab. Roman Waclawowicz, prof. uczelni

