



Warszawa, 28 luty 2017 r.

Dr hab. inż. Jolanta Kwiatkowska-Malina - prof. PW  
e-mail: jolanta.kwiatkowska@pw.edu.pl

## RECENZJA

### rozprawy doktorskiej mgr Kamila SKICA

pt.: **"Wpływ osadów organicznych na dynamikę zmian właściwości fizykochemicznych gleby uprawnej oraz występujących w niej kwasów huminowych"**

#### Podstawa opracowania recenzji

Recenzję opracowano na prośbę Rady Naukowej Instytutu Agrofizyki im. Bohdana Dobrzańskiego Polskiej Akademii Nauk, na podstawie umowy o dzieło nr 2/1/17d z dnia 9.01.2017 roku.

#### Ogólna charakterystyka rozprawy

Opiniowana rozprawa doktorska Pana mgr Kamila SKICA pod podanym wyżej tytułem została wykonana pod kierownictwem promotora głównego, Pani prof. dr hab. Zofii Sokołowskiej i przy udziale promotora pomocniczego, Pani dr Patrycji Boguty.

Rozprawa została przedstawiona na 127 stronach maszynopisu, w tym: 16 tabel i 27 rysunków. Przegląd literatury jest imponujący: zawiera 263 pozycje (ok. 85% zagranicznych), z tego ok. 80% z ostatnich 10-15 lat, akty prawne, podręczniki, normy branżowe oraz wytyczne, co wskazuje, że Doktorant zapoznał się ze światową literaturą przedmiotu badań. Cytowana jest także jedna praca związana z tematyką rozprawy doktorskiej opublikowana w 2016 roku w czasopiśmie branżowym, której Doktorant jest współautorem.

Praca koncentruje się na problematyce bezpiecznego zagospodarowania (unieszkodliwiania) odpadów z przemysłu rolno-spożywczego. Badano wpływ osadów organicznych na właściwości fizykochemiczne gleby i kwasów huminowych. Jako obiekt badań wybrano glebę brunatną wylugowaną użytkowaną rolniczo w miejscowości Krasnystaw (województwo lubelskie).

Rozprawę doktorską podzielono na dziesięć rozdziałów, przy czym zasadniczą treść badawczą pracy przedstawiono w rozdziałach: piątym, szóstym, siódmym i ósmym z obszernym podsumowaniem w rozdziale dziewiątym i wnioskami w rozdziale dziesiątym. Najistotniejsze podrozdziały dysertacji, w rozdziale wyniki i dyskusja, z merytorycznego punktu widzenia to:

- Charakterystyka wyjściowego materiału badawczego (podrozdz. 7.1.),
- Wpływ nawożenia osadami organicznymi na dynamikę zmian właściwości fizykochemicznych gleb (podrozdz. 7.2.),
- Wpływ nawożenia osadami organicznymi na dynamikę zmian właściwości kwasów huminowych (podrozdz. 7.3.).

Rozprawę opatriono objaśnieniami najważniejszych skrótów i symboli występujących w pracy. Rozdział pierwszy stanowi krótki wstęp zawierający opis problemu oraz zakres pracy. W rozdziale 2. przedstawiono charakterystykę osadów organicznych i sposoby ich unieszkodliwiania (zagospodarowania) oraz podstawy prawne gospodarki odpadami.

W rozdziale 3. przedstawiono wpływ nawożenia osadami organicznymi na właściwości fizykochemiczne gleb i plonowanie roślin. Rozdział 4. zawiera cel i zakres pracy, a rozdział 5. charakterystykę materiału badawczego i warunki doświadczenia polowego. W rozdziale szóstym omówiono metodykę badań, obejmującą analizy powszechnie stosowane do oceny właściwości fizykochemicznych gleb, zawartości makro- i mikroelementów w glebach, właściwości powierzchniowych gleb i osadów organicznych, skład elementarny i właściwości optyczne kwasów huminowych wyekstrahowanych z gleb i osadów organicznych oraz analizy statystyczne. Rozdział 7. zawiera szczegółowe omówienie wyników badań z dyskusją uwzględniającą: (i) podstawowe właściwości gleby (skład granulometryczny, odczyn, zawartość mikro- i makroelementów), (ii) podstawowe właściwości osadów organicznych (barwa, wygląd, zapach, uwodnienie, odczyn, zawartość mikro- i makroelementów), (iii) dawkę osadów organicznych ( $4,5 \text{ Mg} \cdot \text{ha}^{-1}$  i  $9,0 \text{ Mg} \cdot \text{ha}^{-1}$ ), (iv) termin pobrania prób glebowych ( $t_0$  – przed zastosowaniem osadów organicznych 2012,  $t_3$  – faza kłoszenia pszenicy jarej 2012,  $t_6$  - faza kłoszenia pszenicy jarej 2013), (v) głębokość pobrania prób glebowych (0-25 cm, 25-40 cm). Dla zobrazowania zależności pomiędzy badanymi zmiennymi wykorzystano analizę głównych składowych (PCA) (rozdział 8). Na zakończenie pracy (rozdz. 9 i 10) Doktorant przedstawił podsumowanie wyników badań i wnioski. Całość pracy uzupełniają: bibliografia oraz streszczenie i abstrakt w języku angielskim (na końcu pracy).

## **Analiza i ocena rozprawy**

### **Znaczenie podjętej tematyki badawczej**

Wytwarzanie osadów organicznych jako produktu ubocznego oczyszczania ścieków wykazuje tendencje wzrostowe, zarówno w Polsce jak i na świecie. W Polsce w 2012 roku wytworzono ponad 950 tys. ton suchej masy osadów ściekowych. Dlatego obecnie istotny problem środowiskowy stanowi ostateczne zagospodarowanie i utylizacja (unieszkodliwienie) osadów ściekowych. W Krajowym Planie Gospodarki Odpadami, spośród najważniejszych zagadnień wymienia się m.in. znaczny udział składowanych osadów oraz brak kompleksowych rozwiązań w zakresie zagospodarowania tego rodzaju odpadów. Spośród metod końcowego unieszkodliwiania osadów ściekowych bardzo racjonalne wydaje się ich wykorzystanie do użyźniania gleb i/lub rekultywacji gruntów zdegradowanych.

Wykorzystywanie w rolnictwie materiałów organicznych pochodzenia odpadowego stanowi standard zwykłej dobrej praktyki rolniczej. Na przestrzeni ostatnich lat zwiększa się ilość komunalnych osadów ściekowych wykorzystywanych przyrodniczo, w tym w rolnictwie. Najbardziej przydatne są osady ściekowe z przemysłu rolno-spożywczego i bytowo-gospodarcze. Uwzględniając znaczącą wartość nawozową osadów organicznych należy pamiętać o obciążeniu tych materiałów m. in. metalami ciężkimi, patogenami. Osady ściekowe oraz produkty ich mikrobiologicznych przemian wpływają korzystnie na fizyczne, chemiczne i biologiczne właściwości gleb. Ich przyrodnicze zastosowanie łagodzi problem wysokich kosztów nawożenia mineralnego oraz unieszkodliwiania odpadów. Zawarte w osadach organicznych makro i mikroskładniki są dobrze przyswajalne przez rośliny, a materia organiczna przyczynia się do poprawy bilansu związków próchnicznych w środowisku glebowym.

Wpływ materiałów organicznych pochodzenia odpadowego, zwłaszcza poddanych różnym zabiegom uzdatniania na ilość i jakość biomasy oraz poszczególne elementy środowiska glebowego wciąż wymaga badań. Analiza wpływu wprowadzonych do gleby osadów organicznych na właściwości fizykochemiczne gleby prowadzona w rzeczywistym systemie uprawy, umożliwi kompleksowe i rzetelne wnioskowanie o procesach i zjawiskach zachodzących w środowisku glebowym. Jednakże ze względu na charakter powierzchni fazy stałej gleby i specyficzne właściwości materii organicznej jest trudna. Dlatego analiza

oddziaływania osadów organicznych na właściwości gleb i kwasów huminowych powinna być poprzedzona szczegółowymi badaniami ich właściwości fizykochemicznych.

Nie podlega więc dyskusji, że badania dotyczące oceny wpływu nawożenia osadami organicznymi na właściwości fizykochemiczne gleb, w tym substancji humusowych są w pełni uzasadnione. Recenzowana praca dotyczy aktualnie ważnego problemu i jest związana właśnie z tego rodzaju obszarem badań i aplikacji.

### **Najważniejsze osiągnięcia rozprawy doktorskiej**

Pragnę podkreślić, że Autor rozprawy podjął się trudnego zadania oceny wpływu różnych rodzajów osadów organicznych na właściwości fizykochemiczne gleby uprawnej i kwasów huminowych, uwzględniającego prześledzenie mechanizmów mogących oddziaływać na stabilizację i/lub rozkład wprowadzonej do gleby materii organicznej oraz ich czasowej zmienności w dwóch poziomach w profilu glebowym. Zadanie to starał się zrealizować w oparciu o szeroki zakres badań obejmujących: (i) podstawową charakterystykę fizykochemiczną gleby i osadów organicznych sektora rolno-spożywczego, (ii) właściwości energetyczne i porowatość powierzchni gleby, (iii) właściwości chemiczne i strukturalne kwasów huminowych wyekstrahowanych z gleb i osadów organicznych. Badania oparto na doświadczeniu polowym (w ciągu 2. lat) pozwalającym na ocenę wpływu osadów organicznych na właściwości gleby i substancji humusowych, w rzeczywistym systemie uprawy, co jest niezwykle istotne przy aplikacji wyników badań. Badania uzupełniono analizą warunków klimatycznych reprezentatywnych dla rejonu badań. Weryfikację hipotezy badawczej oparto na szczegółowej analizie statystycznej głównych składowych uzyskanych wyników, która pozwoliła na określenie (istotności) wpływu terminu poboru próbek glebowych, rodzaju i dawki wprowadzonych do gleby osadów organicznych (osad pofermentacyjny, osad mleczarski, osad owocowy) na zróżnicowanie wybranych właściwości fizykochemicznych gleb i cech jakościowych kwasów huminowych w profilu glebowym.

Realizując tak szeroki zakres badań Autor wykazał dobrą znajomość metod i prawidłowe wykorzystanie aparatu badawczego. W Polsce dotychczas stosunkowo rzadko podejmowano problematykę oceny oddziaływania osadów organicznych z przemysłu rolno-spożywczego na procesy sorpcji i przemiany materii organicznej, w tym zmian strukturalnych substancji humusowych oraz sekwestracji glebowej materii organicznej, dlatego przedłożoną pracę należy traktować jako jedną z nielicznych w tym zakresie.

Praca zawiera udokumentowany i wartościowy materiał badawczy spełniający wymagania stawiane rozprawom doktorskim. Pod względem metodycznym nie budzi większych zastrzeżeń. Praca wnosi wkład w stan wiedzy i otwiera nowe perspektywy w obszarze racjonalnego przyrodniczego zagospodarowania osadów organicznych poprzedzonego badaniami ilościowymi i jakościowymi materii organicznej osadów organicznych oraz właściwości fizykochemicznych glebowej materii organicznej i osadów organicznych, w szczególności powierzchni fazy stałej gleby i mechanizmów regulujących tworzenie trwałych połączeń materii organicznej z cząstkami mineralnymi fazy stałej gleby.

W szczególności, w trakcie realizacji pracy doktorskiej Doktorant:

- zaprojektował i zrealizował program badawczy obejmujący wybór i dawkę zastosowanych osadów organicznych z przemysłu rolno-spożywczego, oznaczenie m.in.: (i) zawartości suchej masy, (ii) gęstości właściwej, (iii) zawartości węgla całkowitego ( $C_{tot}$ ) i organicznego ( $C_{org}$ ) oraz azotu ogółem ( $N_t$ ), (iv) składu granulometrycznego, (v) pH gleb, (vi) zawartości całkowitych mikro- i makroelementów, (vii) zawartości fosforu przyswajalnego, (viii) strat prażenia, (ix) właściwości powierzchniowych gleb i osadów organicznych, (x) składu elementarnego i właściwości optycznych kwasów huminowych wyekstrahowanych z gleb i osadów organicznych;
- przeanalizował i przedstawił w sposób syntetyczny dotychczasowy stan wiedzy dotyczący realizowanej problematyki badawczej, z uwzględnieniem szczegółowej charakterystyki osadów

organicznych i najistotniejszych czynników determinujących wpływ osadów organicznych na właściwości fizykochemiczne gleb oraz na rozwój i plonowanie roślin; może to stanowić swego rodzaju *vademecum* wiedzy z tego zakresu;

- dokonał szczegółowej analizy statystycznej głównych składowych otrzymanych wyników badań oraz określił zależności pomiędzy badanymi czynnikami i wybranymi parametrami jakościowymi gleb i substancji humusowych;
- w oparciu o wyniki szczegółowych badań osadów organicznych, gleb, wyekstrahowanych kwasów huminowych i rzadko wykorzystywaną statystyczną analizę głównych składowych próbował określić wpływ różnych rodzajów osadów organicznych w sposób bezpośredni i/lub pośredni na właściwości fizykochemiczne gleby uprawnej i kwasów huminowych;
- przedstawił obszernie podsumowanie dysertacji z propozycją zakresu dalszych badań dotyczących wpływu nawożenia gleb osadami organicznymi na właściwości fizykochemiczne gleby i substancji humusowych.

### **Uwagi krytyczne i o charakterze polemicznym**

Pozytywnie oceniając pracę w całości i doceniając wysiłek Doktoranta w realizacji zakresu badań, muszę zwrócić uwagę na kilka istotnych (moim zdaniem) mankamentów recenzowanej rozprawy.

Realizując stosunkowo rzadko podejmowany w Polsce temat badania właściwości fizykochemicznych różnych rodzajów osadów organicznych, właściwości energetycznych i porowatości powierzchni gleby nawożonej osadami organicznymi oraz właściwości chemicznych i strukturalnych kwasów huminowych wyekstrahowanych z gleby użytkowanej rolniczo i różnych rodzajów osadów organicznych Doktorant w miarę dobrze poradził sobie z przedstawieniem metodyki badań i uzyskanych wyników, natomiast nie do końca z ich syntetyczną interpretacją. Poniżej przedstawiam najistotniejsze moim zdaniem uwagi krytyczne.

- Obecny tytuł dysertacji jest zbyt szczegółowy i jest jednocześnie celem pracy, dlatego można go skrócić. Sugeruję rozważenie zmiany tytułu pracy na następujący: „Wpływ osadów organicznych na właściwości fizykochemiczne i kwasy huminowe gleby uprawnej”.
- Cele szczegółowe pracy stanowią w istocie zakres pracy i tak powinny być określone.
- Zwraca uwagę brak wyjaśnienia, na czym polegała ocena wpływu osadów organicznych na dynamikę zmian właściwości fizykochemicznych gleby i kwasów huminowych.
- Podrozdziały 3.1. i 3.2. powinny być połączone w jeden zatytułowany np. "Właściwości fizykochemiczne gleb", ponieważ zawarte treści dotyczą tych właśnie zagadnień.
- Rozdział 4. "Cel i zakres pracy" rozpoczyna się od stwierdzenia: "*Osady organiczne postrzegane są jako cenne źródło związków węgla i składników odżywczych, jednak z uwagi na wysoką zawartość MO stanowią potencjalne zagrożenie dla środowiska przyrodniczego, pól rolnych, a także jakości i żyzności gleb.*" Należałoby wyjaśnić rodzaj zagrożenia, jakie stanowi wysoka zawartość MO w osadach organicznych wprowadzanych do gleb oraz doprecyzować pojęcie "*monitoring odpadów*". Ponadto, trudno zgodzić się ze stwierdzeniem, że osady organiczne oddziałują na gleby tylko w okresie uprawy. W zakresie pracy zawarto m.in. charakterystykę "*naturalnie występujących w glebie kwasów huminowych*". Powstaje pytanie, w jaki sposób Doktorant dokonał identyfikacji i wyizolowania kwasów huminowych występujących w glebie.
- W rozdziale 5. dotyczącym charakterystyki materiału badawczego i obszaru badań,

przedstawiono także fragmenty dyskusji wyników, co burzy nieco strukturę tego rozdziału i całej pracy. Jak należy rozumieć "Osady wprowadzono do gleby w jednorazowych dawkach wynoszących 4,5 i 9,0 Mg·s.m·ha<sup>-1</sup>, w sposób zgodny z wymogami dotyczącymi przyrodniczego zagospodarowania odpadów". Brakuje szczegółowych informacji nt. terminów pobierania próbek glebowych oraz wykonywanych zabiegów agrotechnicznych. Należałoby wyjaśnić, dlaczego próbki glebowe pobierano z poziomów 0-25 cm i 25-40 cm. W badaniach środowiska glebowego na ogół przyjmuje się podział 0-30 cm; 30-60 cm.

- W tytule "Podstawowe właściwości chemiczne i fizyczne" podrozdziału 6.1. należałoby dodać jakiego materiału te badania dotyczą. Z opisu metodyki badań nie wiadomo, czy wszystkie oznaczenia wykonywano w trzech powtórzeniach, ponieważ taką informację podano tylko w niektórych przypadkach. Jeżeli nie wszystkie oznaczenia były wykonane w 3. powtórzeniach, to mówić o analizie statystycznej na takich danych.
- W rozdziale 7. "Wyniki i dyskusja" liczba podrozdziałów jest sztucznie zwiększona. Uważam że, podrozdział 7.1. "Charakterystyka wyjściowego materiału badawczego" powinien być przeniesiony do rozdziału 5. "Materiał badawczy i warunki doświadczenia". Ponadto, dlaczego w tym podrozdziale charakterystykę kwasów huminowych ograniczono tylko do tych wyekstrahowanych z osadów organicznych, natomiast brakuje dla kwasów huminowych wyekstrahowanych z gleby. Moim zdaniem tytuły podrozdziałów 7.2. "Wpływ nawożenia osadami organicznymi na dynamikę zmian właściwości fizykochemicznych gleb" i 7.3. "Wpływ nawożenia osadami organicznymi na dynamikę zmian właściwości kwasów huminowych" powinny być przeredagowane, ponieważ są powtórzeniem tematu dysertacji. Doktorant podaje przy opisie rysunków (rys. 8-10, 15-17) "w glebie brunatnej nawożonej osadami organicznymi. Oznaczenia: K – kontrola, OP - poletko nawożone osadem pofermentacyjnym, OM - poletko nawożone osadem mleczarskim, OO - poletko nawożone osadem owocowym". Pomijając rozważania natury stylistycznej, to nawozi się gleby (jak wcześniej napisano) a nie poletka. Ponadto, co Doktorant rozumie pisząc: "Dla osadów: mleczarskiego i pofermentacyjnego proces mineralizacji MO był największy w okresie między pierwszym i drugim terminem badań (t1-t2), a jego intensywność generalnie malała w okresie doświadczenia."? Poza tym, o jakie okresy między terminami badań chodzi oraz jak należy rozumieć zmniejszanie intensywności mineralizacji "w okresie doświadczenia"? W podrozdziale 7.2.2. "Odczyn gleby" (str. 48) zbędne jest w pracy doktorskiej podawanie powszechnie znanych informacji nt. odczynu. Przy opisie odczynu gleby Doktorant podaje: "Odczyn gleby był lekko kwaśny do zasadowego i zawierał się w granicach od 6,89 do 7,16 jednostek pH<sub>H2O</sub> dla warstwy 0-20 cm...". Pomijając styl, należy zwrócić uwagę, że do gleb lekko kwaśnych zaliczane są te których pH<sub>H2O</sub> wynosi od 6,1 do 6,7. Jakie istotne informacje wynikają ze stwierdzenia: "W przeprowadzonym doświadczeniu zmiany kwasowości czynnej generalnie odpowiadały zmianom kwasowości wymiennej." Lektura rozdziału „Opis i dyskusja wyników” wymaga bardzo dużej uwagi i często jest niezrozumiała, np.: "Z kolei większy efekt obserwowany dla mniejszej dawki osadu najprawdopodobniej był uzależniony od początkowego odczynu na poszczególnych poletkach doświadczalnych. W przypadku dawki 4,5 Mg·ha<sup>-1</sup>, początkowe wartości pH na poletku były niższe w porównaniu do dawki 9,0 Mg·ha<sup>-1</sup>, stąd efekt wprowadzenia osadu był większy (tabela 7 i 8)". Jaki efekt Autor miał na myśli? Co znaczy „początkowy odczyn”, czy ten przed wprowadzeniem osadów organicznych? Dalej "Po ustąpieniu początkowego stresu efekt ten zanikał (podobnie jak to miało miejsce dla osadu mleczarskiego),..." - o jaki stres chodzi? Opisując powierzchnię właściwą gleby Doktorant wymienia degradację wśród

procesów, które wpływają na ten parametr: *"Stanowi ona odzwierciedlenie licznych procesów zachodzących w glebie ulegając wyraźnym zmianom w wyniku degradacji, zakwaszenia, alkalizacji, czy też usuwania składników strukturotwórczych gleby"* Określenie degradacja jest bardzo pojemne, dlatego nie wiadomo o jakiej degradacji myślał Autor.

- Wnioski powinny być szczegółowe, krótkie i sformułowane precyzyjnie, tym bardziej jeżeli poprzedzone są szczegółowym podsumowaniem. Sformułowanie we wniosku 4. jest problematyczne, a we wniosku 8. powinny być podane konkretne dane.

Podsumowując tę część recenzji, pewne zastrzeżenia może budzić interpretacja wyników pod kątem ich praktycznego wykorzystania, a niektóre wnioski są raczej omówieniem wyników badań.

Praca nie do końca napisana jest poprawnym językiem i przed opublikowaniem będzie wymagała przeredagowania. Należałoby zwrócić uwagę na uchybienia językowe oraz potknięcia stylistyczne i redakcyjne. Niektóre przykłady błędów stylistycznych, skrótów myślowych przy komentowaniu wyników i podsumowaniu zamieszczam poniżej, nie oczekując odniesienia się do nich podczas publicznej obrony pracy. Należałoby zwłaszcza zwrócić uwagę na terminologię związaną z podjętym problemem badawczym. Poniżej zamieściłam wybrane przykłady.

- termin *"stężenia"* np. metali ciężkich w kontekście analiz chemicznych ma zastosowanie do roztworów, natomiast poprawne w przypadku gleb jest określenie *"zawartość"*;
- Doktorant używa terminu *natywne (naturalne) kwasy huminowe*, co sugeruje, że występują nienaturalne kwasy huminowe w środowisku glebowym;
- terminu *"aplikacja"* nie używa się w przypadku zabiegów agrotechnicznych, do których niewątpliwie zalicza się wykorzystanie osadów organicznych do nawożenia (użyźniania) gleb; należałoby raczej używać określenia *„nawożenie"*;
- *"kwaśne pH"* - termin *"kwaśny"* stosuje się dla odczynu, w przypadku *"pH"* podaje się konkretne wartości;
- w badaniach nad substancjami humusowymi zamiast *"uzyskiwanie"* kwasów huminowych należałoby używać określenia *"ekstrakcja"*, które daje wstępną informację nt. metodyki badań;
- terminu *"sproszkowanie"* nie należy używać w przypadku, kiedy do zhomogenizowania próbki glebowej wykorzystuje się moździerz agatowy;
- wydaje się, że Doktorant myli pojęcia: *"materia organiczna"* i *"substancja organiczna"* oraz *"substancje humusowe"* używając ich wymiennie. Materię organiczną definiuje się jako obumarłe szczątki roślin i zwierząt oraz biomasę drobnoustrojów, substancje wydzielane przez żywe organizmy, natomiast substancje organiczne (substancje humusowe) to m.in. substancje próchniczne, w tym kwasy huminowe, kwasy fulwowe i huminy (np.: Kononowa N.M., 1968; Gonet, 2007; Skłodowski (red), 2014).

Poniżej przedstawiam przykłady innych znalezionych błędów, uchybień językowych oraz potknięcia stylistyczne i redakcyjne, które należałoby usunąć w wypadku przeznaczenia fragmentów rozprawy do publikacji.

- Błędy stylistyczne, skróty myślowe w przeglądzie literatury przedmiotu oraz przy komentowaniu wyników i w podsumowaniu: *"Ilość fosforu w osadach ściekowych jest zazwyczaj niższa niż ta wymagana dla wzrostu roślin, jednak dodatkowe nawożenie fosforem nie jest konieczne..."; "Zwiększenie odczynu gleb w wyniku..."; "Jest on przetrzymywany w zbiornikach pofermentacyjnych nie dłużej niż przez okres 3 miesięcy, a następnie podlega przyrodniczemu wykorzystaniu przez aplikację na pola*

- w formie płynnej. Jego ilość szacuje się na poziomie 60-70 tys. Mg rocznie." Czy nie prościej byłoby stwierdzić, że osad organiczny wykorzystuje się do nawożenia gleb? Ponadto nie wiadomo czego dotyczy słowo „ilość” - czy produkcji osadu organicznego?
- Liczne kolokwializmy, które mogą prowadzić do nieporozumień, np.: *"Obecna sytuacja zmierza ku optymalizacji gospodarki osadowe poprzez próby ich przyrodniczego zagospodarowania w rolnictwie, na terenach zdegradowanych oraz poddanych przekształceniom przemysłowym."* Co to znaczy: „przekształcenia przemysłowe”?; *"Ponadto należy dołożyć wszelkich starań aby wprowadzany materiał charakteryzował się jak najlepszymi właściwościami nawozowymi tj. posiadał znaczną ilość składników pokarmowych oraz materii organicznej."* Kto miałby dołożyć tych starań?; *"Szybki rozwój cywilizacyjny powoduje, że ich ilość stale wzrasta stwarzając ryzyko nieodwracalnego i ujemnego przeobrażenia środowiska naturalnego, w tym jego zasobów wodnych, gleby i powietrza".* Czy istnieje w terminologii pojęcie „ujemne lub dodatnie przeobrażenie środowiska”?; *"Należy również wspomnieć, że przy zachowaniu wyższego pH i temperatury część dostępnych form azotu jest przekształcana do gazowego amoniaku (NH<sub>3</sub>) i bez okrywy roślinnej jest bezpowrotnie tracona do atmosfery (Amlinger i inni 2003, Riva i inni 2016)".* W moim odczuciu, niektóre z ww. przykładów mogą wynikać z niefortunnego tłumaczenia literatury anglojęzycznej.
  - Przykłady innych uchybień stylistycznych: *"Z kolei procesy spalania nie tylko wymagają wysokich nakładów inwestycyjnych ale rodzą dodatkowe koszty związane z eksploatacją urządzeń i intensywnym zapotrzebowaniem na energię."*; *"Osady organiczne coraz częściej używane są do użytkowania terenów rolniczych..."* - powszechnie wiadomo, że użyżniać można gleby a nie tereny; *"Nie wszystkie pozostałości są materiałem, który może być spożytkowany w sposób przyjazny lub obojętny dla środowiska"*; *"Osady przemysłu mleczarskiego na ogół charakteryzuje odczyn w okolicy obojętnego."*; *"Dzięki temu rozpuszczone frakcje materii organicznej mogły efektywniej przedostawać się w okolicę mniejszych porów..."*; *"Wiele badań podkreśla, że nawożenie osadami organicznymi może wpłynąć na drastyczne podniesienie poziomu pierwiastków śladowych w glebie."* - nasuwa się pytanie, czy "podniesienie poziomu" dotyczy mobilności, czy zawartości pierwiastków śladowych; *"Substancje organiczne są asymilowane przez mikroorganizmy i wykorzystywane do przyrostu ich masy."*; *"Typowe wartości O/C dla glebowych kwasów huminowych wynoszą 0,5, podczas gdy dla KH z osadów organicznych są zazwyczaj mniejsze i oscylują w szerokich granicach, zależnych od składu chemicznego substratów oraz procesów ich przeobrażeń. Jednak jak słusznie zauważa Smoliński i Spychaj-Fabisiaak (2005), bardziej obiektywnym wskaźnikiem udziału i znaczenia tlenu w molekułach KH jest stopień utlenienia wewnętrznego."* - pomijając aspekt stylistyczny, informacja "oscylują w szerokich granicach" niczego nie wnosi; *"Porowatość związana jest z napowietrzeniem gleby, magazynowaniem i przepływem wody oraz składników pokarmowych, wzrostem roślin, podatnością na erozję, czy też wpływem gospodarki rolnej na ewolucje i stan gleby (Hajnos i inni 2006, Lipiec i inni 2012)."* To zdanie jest kompletnie niezrozumiałe. Na czym polega „wpływ gospodarki rolnej na ewolucje i stan gleby”?
    - Brak konsekwencji i powtórzenia nawet kilkakrotnie na jednej stronie, np. w przedstawianiu skrótów np. kwasy huminowe i KH (str. 41, 42, 43);
    - Sformułowanie: *"Tym samym otrzymane przez nas rezultaty..."* nasuwa pytanie o samodzielność prowadzonych badań.
    - Brak odniesienia do czterech (53, 91, 188, 243) pozycji literatury umieszczonych w spisie bibliograficznym, a dwie (23 i 88) pozycje umieszczone w spisie

bibliograficznym nie mają daty ich opublikowania. Ponadto pisząc „według danych literaturowych” (str. 41) należałoby wskazać te pozycje.

Praca nie jest do końca dobrze przygotowana edycyjnie, o czym świadczą także liczne „literówki” oraz brak numeracji rozdziałów: streszczenie (w spisie treści jako nr 12), abstract (w spisie treści jako nr 13).

Kilka innych wątpliwości i kwestii do dyskusji dotyczących rozprawy przedstawiam poniżej, licząc na ustosunkowanie się do nich Doktoranta podczas publicznej obrony.

1. W pracy Doktorant nie precyzuje, które badania wykonywał osobiście, a które tylko interpretował. Z lektury dysertacji trudno zatem ocenić rzeczywisty wkład Doktoranta w rozwiązanie problemu badawczego. Zatem, proszę o sprecyzowanie oryginalnego wkładu badawczego w przedstawionej rozprawie doktorskiej. Jaki jest rzeczywisty wkład Autora w wykonywany zakres prac?
2. Proszę o wyjaśnienie następujących sformułowań: „*frakcje materii organicznej*”; „*naturalna materia organiczna*”; „*biodegradowalna materia organiczna*”; „*materia organiczna osadu*”; „*naturalne kwasy huminowe*”; .
3. Doktorant realizując podjęty problem badawczy wskazuje na kluczowe czynniki decydujące o tempie i skali wpływu nawożenia różnymi rodzajami osadów organicznych na właściwości fizykochemiczne gleby i kwasów huminowych, wśród których wymienia przemiany materii organicznej. Proszę omówić te przemiany materii organicznej w środowisku glebowym oraz wyjaśnić, na czym polegało „*magazynowanie materii organicznej w glebie*”. Co Doktorant rozumie pod pojęciem „*podpowierzchniowa warstwa gleby*”? oraz „*większa dojrzałość materiału pod kątem biologicznym*”? Jak należy rozumieć: „*materiał organiczny o niskim poziomie przeobrażenia chemicznego i biologicznego*”?

### **Podsumowanie recenzji**

Wybór tematyki pracy doktorskiej uznaję za trafny, zarówno ze względów poznawczych jak i aplikacyjnych. W pracy wykorzystano szeroki i dobrze dobrany warsztat badawczy, przedstawiono właściwą ilustrację uzyskanych wyników oraz na ogół poprawną ich interpretację. Doktorant wykazał umiejętność organizacji i samodzielnej realizacji badań. Ponadprzeciętny przegląd literatury przedmiotu, opanowanie techniki badawczej z zakresu właściwości fizykochemicznych gleb, kwasów huminowych i różnych rodzajów osadów organicznych wskazują na dobre przygotowanie doktoranta do pracy naukowej.

**Dlatego stwierdzam, że mimo przedstawionych uchybień i uwag po części o charakterze polemicznym rozprawa doktorska mgr Kamila Skica dzięki dużej wartości aplikacyjnej oraz poznawczej, stanowi wkład w rozwój dziedziny nauk rolniczych i dyscypliny agronomia oraz spełnia wymagania ustawowe stawiane rozprawom doktorskim, w rozumieniu Ustawy z dnia 14 marca 2003 roku o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz stopniach i tytule w zakresie sztuki określone w art. 13 ustawy (Dz. U. z 2014 poz. 1852). W związku z powyższym wnioskuję o jej przyjęcie przez Radę Naukową Instytutu Agrofizyki im. Bohdana Dobrzańskiego PAN oraz dopuszczenie do dalszych etapów postępowania przewodu doktorskiego.**

