Prof. dr hab. inż. Andrzej Łachacz
Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie
Wydział Kształtowania Środowiska i Rolnictwa
Katedra Geboznawstwa i Rekultywacji Gruntów
pl. Łódzki 3
10-727 Olsztyn

Recenzja

rozprawy doktorskiej mgr Joanny Marii Pielech

pt. *„Wpływ transformacji materii organicznej odwodnionych utworów torfowych na zasoby i formy fosforu glebowego"*

Recenzję wykonano na zlecenie Prorektora ds. Nauki Uniwersytetu Przyrodniczo-Humanistycznego w Siedlcach – dr. hab. Mirosława Minkiny, prof. uczelni. Praca doktorska została zrealizowana w Instytucie Rolnictwa i Ogrodnictwa Wydziału Agrobioinżynierii i Nauk o Zwierzętach pod kierunkiem dr. hab. inż. Marcina Bechera, prof. uczelni.

1. Wybór tematu i jego uzasadnienie

Rolnicze użytkowanie gleb torfowych wymaga ich odwodnienia w celu przystosowania do produkcji rolniczej. Odwodnienie torfowisk inicjuje szereg przemian masy glebowej, radykalnie zmieniając właściwości gleb. Proces mineralizacji materii organicznej przyczynia się do zmniejszania miąższości warstwy organicznej, co w konsekwencji prowadzi do zaniku gleby organicznej. Uwalniany dwutlenek węgla dostaje się do atmosfery, zwiększając pulę tego składnika. Zakumulowane w szczątkach roślinnych i humusie składniki biogenne są uwalniane i przenikają do wód gruntowych, co prowadzi do ich eutrofizacji. W Europie torfowiska niskie były powszechnie odwadniane w celu uzyskania gruntów przydatnych do uprawy łąk. Szczególnie dużo torfowisk odwodniono w XIX wieku i w pierwszej połowie XX wieku. W Polsce odwodniono ok. 80% powierzchni torfowisk, zwłaszcza typu niskiego. Przeobrażenia odwodnionych gleb torfowych obejmują pedogeniczną transformację szczątków roślinnych, co prowadzi do wzrostu zawartości substancji humusowych i wykształcenia charakterystycznej dla murszów struktury ziarnistej.

Dotychczas wiele uwagi poświęcono charakterystyce glebowej materii organicznej odwodnionych gleb torfowych, badając między innymi różne frakcje substancji humusowych. Należy podkreślić długotrwałe tradycje badań procesu murszenia w Polsce i uznane w nauce światowej osiągnięcia polskich badaczy. Jednym z zagadnień nadal skupiającym uwagę badaczy są przemiany fosforu w odwodnionych glebach torfowych. Przemiany te obejmują m.in. mineralizację i immobilizację, rozpuszczanie i strącanie, utlenianie i redukcję, sorpcję, chelatowanie. Gleby organiczne są ważnym rezerwuarem fosforu, który w glebach torfowych występuje głównie w połączeniach organicznych. Jednak w trakcie procesu murszenia część fosforu przechodzi w formy mineralne podatne na uwalnianie przy zmianach potencjału redox. Zmiany uwilgotnienia, w tym ponowne nawodnienie przesuszonych gleb murszowych może prowadzić do uwalniania fosforu do środowiska, a tym samym do eutrofizacji wód powierzchniowych i gruntowych. Dotyczy to nie tylko łąkowo użytkowanych gleb organicznych, ale także renaturyzowanych torfowisk, w których podniesiono poziom wody w celu przywrócenia procesu akumulacji torfu. Skala i mechanizmy tych zjawisk w torfowiskach Polski nie są jeszcze w pełni poznane. Utrudnia to podejmowanie racjonalnych działań rolniczych, w tym nawożenia fosforem gleb torfowch użytkowanych łąkowo.

W związku z powyższym, należy uznać za uzasadnione podjęcie przez Autorkę recenzowanej pracy szczegółowych badań dotyczących zasobów i form fosforu w odwodnionych glebach torfowych w powiązaniu z transformacją materii organicznej tych gleb. Oceniana rozprawa jest próbą wypełnienia luki w wiedzy i przyczynia się do lepszego poznania zagadnień ważnych z naukowego i gospodarczego punktu widzenia.

2. Struktura pracy

Dysertacja została przygotowana zgodnie z wymogami stawianymi tego typu opracowaniom. Składa się z sześciu głównych rozdziałów: wstęp i cel pracy; przegląd literatury; obszar i materiał badań; metody badań laboratoryjnych; omówienie wyników badań i ich dyskusja; stwierdzenia i wnioski, a także zawiera spis wykorzystanej literatury oraz streszczenie w języku polskim i angielskim oraz załączniki. Główne rozdziały rozprawy zostały podzielone na 16 podrozdziałów pierwszego rzędu i 14 podrozdziałów drugiego rzędu. Na końcu pracy zamieszczono „Załączniki" w postaci fotografii przedstawiających profile badanych gleb i ich otoczenie.

Praca jest obszerna, gdyż łącznie ze spisem literatury i załącznikami obejmuje 158 stron wydruku komputerowego. Struktura pracy oraz proporcje objętościowe rozdziałów moim zdaniem są prawidłowe i dobrze eksponują uzyskane rezultaty.

3. Metodyka badań

Badania terenowe przeprowadzono w 2015 r. na torfowiskach zlokalizowanych w dorzeczu dolnego biegu Kanału Wieprz-Krzna. Pod względem regionalizacji fizycznogeograficznej Polski jest to Polesie Zachodnie (makroregion) i Zaklęsłość Łomaska (mezoregion). Duży udział torfowisk w pokryciu powierzchni, ich rolnicze użytkowanie oraz wpływ funkcjonowania Kanału Wieprz-Krzna na gleby organiczne uzasadniają wybór obiektów do badań.

Do szczegółowych badań wybrano siedem rozległych, użytkowanych łąkowo torfowisk, z których cztery położone są w dolinie rzeki Białki, a trzy na torfowiskach bezpośrednio przylegających do Kanału. Wszystkie są użytkowane jako łąki, najczęściej należące do kompleksu 2z (użytki zielone średnie), a jeden obiekt należy do kompleksu 3z (użytki zielone słabe i bardzo słabe). Badaniami objęto siedem profili glebowych, które szczegółowo opisano i zaliczono według Systematyki gleb Polski (2019) do następujących jednostek: gleba murszowa hemowa (5 profili), gleba murszowa saprowa (1 profil), gleba torfowa murszowa (1 profil). Badania objęły 34 próbki glebowe, z których 20 reprezentują mursze (poziom *murszik*), a pozostałe – torfy. W pobranym materiale glebowym oznaczono podstawowe właściwości fizyczne i fizykochemiczne oraz całkowitą zawartość węgla, azotu, fosforu, żelaza, manganu, glinu, wapnia i magnezu. Zasadnicza część pracy dotyczy frakcjonowania glebowej materii organicznej, które przeprowadzono powszechnie stosowaną metodą sekwencyjnego frakcjonowania chemicznego. W jej wyniku uzyskano następujące frakcje węgla organicznego: frakcja po dekalcytacji, frakcja bituminów, frakcja substancji humusowych, frakcja kwasów fulwowych, frakcja kwasów huminowych, frakcja humin (pozostałość po ekstrakcji). Równolegle w próbkach świeżych przeprowadzono sekwencyjne frakcjonowanie fosforu glebowego metodą zaproponowaną przez Jordan i in. (2007). Wydzielono siedem frakcji fosforu, w tym frakcję labilną, frakcję wrażliwą na zmiany potencjału redox, frakcję form mineralnych i organicznych wydzielonych roztworem 0,5 M HCl, frakcję form związanych przez substancje humusowe, frakcję rezydualną (pozostałość po ekstrakcji).

Dodatkowo obliczono zasoby fosforu glebowego dla wyróżnionych poziomów gleb wyrażone w jednostkach masy fosforu na masę gleby oraz w jednostkach masy fosforu na objętość gleby, a także dla całego profilu glebowego wyrażone w g/m^2. Obliczono także współczynniki wzbogacenia w fosfor murszowych poziomów powierzchniowych (M1, M2, M3) w stosunku do zalegających poniżej poziomów torfowych.

Uzyskane wyniki opracowano statystycznie przy pomocy programu STATISTICA 13 PL, obliczając statystyki opisowe i współczynniki korelacji prostej (liniowej). Wartości badanych parametrów w poszczególnych poziomach glebowych porównano jednoczynnikową analizą wariancji (ANOVA) i testem post-hoc Tukey'a.

Należy stwierdzić, że uzyskano bardzo bogaty materiał badawczy, wystarczający do wnioskowania o wpływie procesu murszenia i rolniczego użytkowania gleb na zasoby i formy fosforu w odwodnionych glebach organicznych. Zakres i metody badań laboratoryjnych opisano w sposób szczegółowy na 8 stronach. Podejście metodologiczne, jak i wybór procedur badawczych moim zdaniem są prawidłowe.

4. Dobór i wykorzystanie piśmiennictwa

Doktorantka zebrała i wykorzystała 263 pozycje literatury i dwa źródła internetowe, w tym 105 obcojęzycznych. Wśród prac zagranicznych dominują publikacje w języku angielskim (100), ale jest także pięć prac w języku niemieckim. Tak duża liczba piśmiennictwa wynika z interdyscyplinarnego charakteru pracy. Należy podkreślić prawidłowy wybór tematyczny cytowanych publikacji oraz ich ścisły związek z zakresem pracy. Zdecydowanie przeważają prace opublikowane w ciągu ostatnich dwóch dekad, co świadczy, że zagadnienie jest bardzo aktualne w nauce światowej. Autorka umiejętnie wykorzystała także publikacje o tematyce ogólnej oraz dotyczące fizjografii badanego obszaru. Na uwagę zasługuje obszerny (25 str.) przegląd literatury, w którym przedstawiono m.in. charakterystykę glebowej materii organicznej, zagadnienia dotyczące powstawania, znaczenia i degradacji torfu, rolę gleby w geochemii fosforu. W rozdziałach prezentujących wyniki badań Autorka konfrontuje własne wyniki z rezultatami innych autorów, a także często powołuje się na literaturę w innych rozdziałach pracy. Doktorantka wykazała dobrą znajomość obszernej literatury przedmiotu, a w szczególności z zakresu biogeochemii fosforu, glebowej materii organicznej, metod badań stosowanych w gleboznawstwie, właściwości chemicznych gleb organicznych oraz przekształceń gleb organicznych pod wpływem odwodnienia i rolniczego użytkowania.

5. Dokumentacja tabelaryczna i graficzna

Zasadnicza dokumentacja pracy składa się z 46 tabel. Niektóre wyniki przedstawiono w formie rysunków, których w pracy jest 16. W tabelach zastosowano taki sam sposób prezentacji wyników, zestawiając je dla wyróżnionych poziomów gleb, a w ich obrębie

podając miary statystyki opisowej. Dodatkowo podsumowano właściwości wyróżnionych poziomów gleb, przedstawiając średnie wartości i istotność różnic testu ANOVA.

Moim zdaniem zastosowano właściwe sposoby w celu prezentacji uzyskanych wyników badań. Tabele i rysunki opracowano prawidłowo i na ogół czytelnie, mimo obszerności zebranego materiału. Materiały dokumentacyjne i ilustracje przygotowano starannie z wykorzystaniem współczesnych technik komputerowych.

6. Merytoryczna i formalna ocena pracy

Wielowątkowe aspekty badań własnych Autorka przedyskutowała ze starannie dobraną literaturą przedmiotu. Doktorantka udokumentowała oraz wnikliwie przeanalizowała procesy towarzyszące przekształceniom odwodnionych torfów z uwzględnieniem transformacji glebowej materii organicznej, zasobów i frakcji fosforu. Obszerne wyniki badań własnych omówiła w sposób uporządkowany i klarowny. Udowodniła w ten sposób, że opanowała metody prowadzenia badań naukowych oraz techniki analityczne. Posiadła także umiejętność interpretacji i dyskusji wyników.

Pracę zamyka obszerny rozdział „Stwierdzenia i wnioski" (łącznie trzy strony druku). Są to zarówno stwierdzenia bardziej ogólnej natury, jak i wnioski odnoszące się bezpośrednio do uzyskanych wyników. Wnioski są zasadne i rzeczywiście wynikają z przeprowadzonych badań. Świadczą o zrealizowaniu zamierzonych celów badawczych.

Do najważniejszych osiągnięć pracy zaliczam:

- Podjęcie aktualnego zagadnienia ważnego z teoretycznego i praktycznego punktu widzenia. Przeprowadzenie kompleksowej analizy zagadnień zwykle traktowanych osobno i w rezultacie znaczne pogłębienie wiedzy o relacjach zachodzących między stanem przeobrażenia glebowej materii organicznej a zasobami i frakcjami fosforu.
- Zastosowanie do wydzielania frakcji fosforu nowoczesnych i odpowiednich dla gleb organicznych metod, które dają możliwość identyfikacji różnych frakcji fosforu, w tym istotnych w badanych glebach frakcji związanej z substancjami humusowymi oraz frakcji podatnej na zmiany potencjału redox.
- Przeprowadzenie badań w trzech poziomach murszu o postępującym zaawansowaniu transformacji glebowej materii organicznej (poziomy M1, M2, M3) oraz w zalegających bezpośrednio poniżej poziomach torfu, co umożliwiło prześledzenie ilościowych i jakościwych zmian w ujęciu profilowym.

- Objęcie badaniami najniższego podpoziomu w obrębie poziomu murszowego (podpoziom grubopryzmatyczny lub masywny – M3, stopniowo przechodzący w torf murszejący) i wykazanie jego specyfiki pod względem transformacji materii organicznej i zawartości frakcji fosforu. Moim zdaniem jest to ważny efekt pracy, gdyż wykazuje stopniowe przesuwanie się frontu murszenia w głąb profilu, a zagadnienie w tym ujęciu nie było jeszcze badane.
- Wnikliwa interpretacja stosunku C:P w profilach badanych gleb, w tym zależności tego parametru od innych cech gleb i jego zawężenia pod wpływem procesu murszenia.
- Określenie zasobów fosforu w profilach glebowych w przeliczeniu na masę gleby, a także na objętość gleby, co jest niezmiernie ważne w glebach organicznych o zróżnicowanej w profilu gęstości objętościowej.
- Włączenie się do naukowej dyskusji na temat mobilności fosforu w odwodnionych glebach organicznych i wpływu tego procesu na eutrofizację środowiska.
- Krytyczne podejście do uzyskanych wyników i ich wnikliwa dyskusja na tle literatury.

Lektura pracy nasunęła mi kilka uwag dyskusyjnych i krytycznych:

- W pracy wykorzystano wyjątkowo szerokie spektrum literatury przedmiotu, chciałbym jednak zwrócić uwagę na trzy pozycje, które można wykorzystać podczas przygotowywania fragmentów pracy do druku: Okruszko H. 1964. Ustalanie nawożenia fosforem gleb torfowych na przykładzie torfowiska Kuwasy. Wiad. IMUZ 4(2): 9-70; Przesmycka W. 1974. Występowanie fosforanów glinu, żelaza i wapnia w profilach gleb torfowo-murszowych. Wiad. IMUZ 12(1): 117-139; Parent L. E., Khiari L. 2003. Nitrogen and phosphorus balance indicators in organic soils. 2003. [In:] Organic soils and peat materials for sustainable agriculture. edited by Léon-Etienne Parent and Piotr Ilnicki, CRC Press, Boca Raton: 105-136.
- W tabeli 3 przedstawiono budowę profili badanych gleb, a jednocześnie głębokości z których pobrano próbki do analiz laboratoryjnych. W przypadku profili 6 i 7 podano występowanie pod torfem utworu mineralnego (piasku gliniastego i piasku luźnego). W pozostałych profilach podano tylko występowanie warstw torfu, dlatego wskazane byłoby podanie dla wszystkich badanych gleb całkowitej miąższości warstw torfu i głębokości zalegania mineralnego podłoża, gdyż ma to wpływ na gospodarkę wodną gleb i bilans składników pokarmowych.

- Podczas przygotowywania do druku fragmentów pracy celowe byłoby przedstawienie niektórych istotnych zależności nie tylko w postaci współczynników korelacji prostej, lecz także w postaci regresji liniowej.
- W niektórych przypadkach Autorka zbyt ostrożnie interpretuje uzyskane wyniki, używając słowa „prawdopodobnie", np. „Prawdopodobnie jest to skutkiem silnego zagęszczenia fazy stałej gleb w procesie murszenia, (...)" (str. 68). W tym przypadku lepiej jest napisać: „Jest to między innymi skutkiem silnego zagęszczenia fazy stałej gleb w procesie murszenia (...)".

Powyższe uwagi mają głównie charakter uzupełnień i poprawek redakcyjnych i nie podważają mojej zdecydowanie pozytywnej oceny pracy. Mogą być one wykorzystane podczas przygotowywaniu fragmentów pracy do druku. Reasumując stwierdzam, że praca doktorska mgr Joanny Marii Pielech jest oryginalnym rozwiązaniem problemu naukowego i dostarcza wielu nowych informacji odnośnie przekształceń gleb organicznych pod wpływem odwodnienia. Recenzowana dysertacja podaje konkretne dane, które można wykorzystać przy planowanu racjonalnego użytkowania, w tym nawożenia odwodnionych gleb organicznych. Uzyskane wyniki można wykorzystać do oceny aktualnego i potencjalnego ryzyka dla środowiska związanego z przemianami odwodnionych gleb organicznych. W pracy wnikliwie przeanalizowano siedem profili glebowych reprezentujących typowe obiekty melioracyjno-łąkarskie, ale zawiera ona wiele interesujących obserwacji i wniosków, które mogą być wykorzystane w planowaniu prawidłowego użytkowania, w tym nawożenia na podobnych obiektach.

7. Wniosek końcowy

Przedstawiona do oceny rozprawa mgr Joanny Marii Pielech pt. „*Wpływ transformacji materii organicznej odwodnionych utworów torfowych na zasoby i formy fosforu glebowego*" została wykonana w oparciu o starannie opracowaną metodykę badań i jest dobrze udokumentowana. Obszerny zakres badań terenowych i laboratoryjnych wskazuje na dobre przygotowanie Autorki do prowadzenia interdyscyplinarnych prac naukowych. Na podkreślenie zasługuje zastosowanie różnorodnych metod badawczych, adekwatnych do rozwiązywanego problemu. Świadczy to o dobrym przygotowaniu Autorki do badań naukowych, jej szerokiej wiedzy, systematyczności i pracowitości. Recenzowana praca wnosi nowe elementy poznawcze i utylitarne, więc zasługuje na pozytywną ocenę. Zakres tematyczny pracy umiejscawia ją w dziedzinie nauk rolniczych, w dyscyplinie agronomia.

Szeroki zakres badań polowych i laboratoryjnych świadczy o dobrej organizacji pracy i wyposażeniu w aparaturę badawczą macierzystej jednostki Doktorantki – Zakładu Gleboznawstwa i Chemi Rolniczej UPH w Siedlcach, w którym od wielu lat z powodzeniem rozwijana jest tematyka badawcza dotycząca gleb organicznych, początkowo pod kierunkem prof. dr. hab. Stanisława Kalembasy, dr. h.c. i prof. dr hab. Doroty Kalembasy, a od kilku lat pod kierunkiem dr. hab. Marcina Bechera, prof. uczelni.

Stwierdzam, że recenzowana rozprawa w pełni spełnia warunki określone w art. 13 ust. 1 Ustawy z dnia 14 marca 2003 roku o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz. U. z 2014 r., poz. 1852, ze zmianami, w związku z art. 179 Ustawy z dnia 3 lipca 2018 roku – Przepisy wprowadzające ustawę – Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce – Dz. U. z 2018 r., poz. 1669). Wnioskuję o dopuszczenie jej Autorki – Pani mgr Joanny Marii Pielech do dalszych etapów przewodu doktorskiego. Jednocześnie, biorąc pod uwagę wysoki poziom naukowy rozprawy, wnioskuję do Senatu Uniwersytetu Przyrodniczo-Humanistycznego w Siedlcach o wyróżnienie Autorki stosowną nagrodą.

Olsztyn, 11 lutego 2020 r.

Prof. dr hab. inż. Andrzej Łachacz