

dr hab. inż. Elżbieta Jamroz,

Wrocław, 16.08.2022r.

profesor uczelni

Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu

Instytut Nauk o Glebie, Żywnienia Roślin i Ochrony Środowiska

Recenzja

pracy doktorskiej mgr. inż. Szymona Roszkowskiego

**pt. „Wykorzystanie karbońskich odpadów wydobywczych
do odbudowy i kształtowania właściwości gleb:
Strategia w kierunku gospodarki obiegu zamkniętego”**

Recenzję wykonano na zlecenie prof. dr hab. Barbary Kołodziej, Przewodniczącej Rady Dyscypliny Rolnictwo i Ogrodnictwo Uniwersytetu Przyrodniczego w Lublinie. Praca doktorska zrealizowana została pod kierunkiem dr hab. inż. Grażyny Żukowskiej, prof. uczelni.

1. Wybór tematu i jego uzasadnienie

Rozwój cywilizacyjny implikuje transformacje środowiska naturalnego. Na całym świecie obserwuje się ciągłe zmiany użytkowania obszarów rolniczych i leśnych, którym towarzyszy stopniowa degradacja i dewastacja ekosystemów w postaci m.in. sukcesywnego zmniejszania się zasobów materii organicznej, obniżenia bioróżnorodności, zmian żyzności i urodzajności gleb. Przyczynami tych zmian są m.in. wyczerpywanie się zasobów składników pokarmowych w glebach, nadmierne obciążenie metalami ciężkimi czy też zmiany w hydrologii terenu. Przemysł wydobywczy jest przykładem największej ingerencji w środowisko naturalne oraz źródłem najdalej idących zmian w postaci dewastacji gleb, zmian warunków hydrologicznych, zanieczyszczenia gleb i wód a także wytwarzania dużej ilości odpadów. Wraz z rozwojem świadomości skutków postępującej antropogenizacji środowiska naturalnego pojawiła się także potrzeba przywracania wartości użytkowych lub przyrodniczych terenom zniszczonym przez działalność człowieka m.in. w postaci stosowania np. zalesień, odpowiednich zabiegów uprawowych, a w szczególności wprowadzania do gleby materiałów o wysokich zdolnościach do poprawy jej jakości w postaci kompostów, substratów organicznych lub organiczno-mineralnych i in. Warto podkreślić, że ochrona gleby wynika nie tylko z potrzeby ale jest obowiązkiem prawnym. Wymogi stawiane

rolnikom obligują ich mn. do podejmowania zabiegów przeciwdziałających erozji gleby, ograniczenia zmniejszania zasobów substancji organicznej przez stosowanie nawozów naturalnych, organicznych, organiczno-mineralnych lub środków poprawiających właściwości gleby, spełnienia norm gospodarowania ścierniskiem, zmianowania upraw oraz utrzymania struktury gleby. Od ich przestrzegania uzależniona jest m.in. wysokość dopłat bezpośrednich i wsparcie finansowe w niektórych działaniach Programu Rozwoju Obszarów Wiejskich. Ponadto, należy także zwrócić uwagę na fakt, iż obecnie poprzez ustawy, rozporządzenia i komunikaty, zarówno polskie jak i unijne, dąży się do ponownego wykorzystania odpadów mając na celu budowanie gospodarki o obiegu zamkniętym,

W świetle powyższych stwierdzeń wybór tematu, przedstawionej do oceny dysertacji, wydaje się w najwyższym stopniu zasadny i aktualny. Autor podjął się oceny możliwości wykorzystania karbońskich odpadów wydobywczych oraz ich mieszanin z komunalnym odpadem ściekowym i odpadową wełną mineralną z upraw pod osłonami, do wytworzenia podłoża/środka poprawiającego właściwości gleb. Cel ten Autor zamierzał osiągnąć poprzez: ocenę właściwości substratów wytworzonych na bazie karbońskich odpadów wydobywczych zmieszanych z osadem ściekowym i wełną mineralną; ocenę wpływu dodatku wyżej wymienionych mieszanin na właściwości zdegradowanej gleby wraz z oszacowaniem potencjału plonotwórczego wytworzonych środków. Doktorant formułując tezę o przydatności karbońskich odpadów wydobywczych do wytwarzania środków poprawiających właściwości gleb i pozytywnie wpływających na plonowanie roślin założył ich wykorzystanie przy rekultywacji gleb zdegradowanych, do kształtowania okrywy biologicznej na składowiskach odpadów, odbudowy gleb na utworach bezglebowych oraz poprawy właściwości gleb marginalnych. Bardzo ambitne cele miały zostać osiągnięte przy wielokierunkowym opracowaniu statystycznym uzyskanych wyników.

2. Struktura pracy

Przedstawiona do recenzji praca składa się z 8 głównych rozdziałów: wprowadzenie, przegląd literatury, cel i hipotezy badań, materiały i metodyka badań, wyniki badań, podsumowanie i dyskusja, wnioski oraz literatura. W strukturze pracy znajduje się także miejsce na streszczenie wraz ze słowami kluczowymi, w języku polskim i angielskim. Rozdziały główne podzielone są w sposób logiczny na podrozdziały, dzięki czemu czytelnik ma wrażenie uporządkowania i właściwej sekwencji przedstawianych informacji.

Układ pracy jest przejrzysty, prowadzi czytelnika przez zebrany materiał w sposób właściwy. Całość pracy opiewa na 165 stron druku, w tym: 68 rysunków i 44 tabele. Jest to

niezwykle obszerny materiał dowodowy świadczący o głębokim i wieloaspektowym podejściu do podjętego zagadnienia.

3. Materiał i metodyka badań

W badaniach wykorzystano cztery rodzaje materiałów: odpady wydobywcze, osad ściekowy, węglę mineralną i zdegradowaną glebę o uziarnieniu gliny piaszczystej, które poddano szczegółowej charakterystyce pod kątem ich właściwości fizyko-chemicznych i chemicznych. Łącznie do badań sporządzono pięć wariantów mieszanin – podłoży, które następnie wykorzystano w wazonowym doświadczeniu wegetacyjnym analizując ich właściwości fizyko-chemiczne i chemiczne w trzech terminach (I termin – po sporządzeniu podłoża, II i III termin po zbiorach roślin testowych uprawianych po sobie w kolejnych sezonach wegetacyjnych – gorczycy białej w pierwszym i kukurydzy w drugim sezonie).

Kolejny etap doświadczenia obejmował aplikację sporządzonych mieszanin do gleby łącznie w pięciu wariantach. Obiektami kontrolnymi była gleba zdegradowana bez dodatków, gleba zdegradowana z dodatkiem nawozu mineralnego NPK oraz zdegradowana gleba z dodatkiem obornika. Wszystkie warianty doświadczenia sporządzono w trzech powtórzeniach. Materiał i metody badań opisano szczegółowo na 7 stronach. Doktorant w sposób prawidłowy dokonał doboru procedur analitycznych, prezentując zastosowane metody w zbiorczej tabeli z podaniem źródła. Końcowy fragment rozdziału poświęcony jest prezentacji testów statystycznych wykorzystanych przy opracowywaniu wyników doświadczeń.

4. Dobór i wykorzystanie piśmiennictwa

Doktorant zebrał niezwykle obfitą bazę - 216 pozycji literatury, na którą składają się w większości opracowania anglojęzyczne. 10 pozycji stanowią rozporządzenia i ustawy, 7 pozycji - polskie normy, 5 - komunikaty Komisji Europejskich, 1 pozycję - zalecenia nawozowe, 50 pozycji – opracowania w języku polskim, wszystkie prawidłowo dobrane tematycznie. Warto podkreślić, iż zebrana literatura pochodzi z ostatnich 20 lat – co dobitnie wskazuje na aktualność podjętego przez Doktoranta problemu. Dobrze dobrana literatura pozwoliła Autorowi prawidłowo przeprowadzić dyskusję otrzymanych wyników oraz wyciągnąć wnioski.

5. Merytoryczna i formalna ocena pracy

Niezwykle obszerny zakres badań oraz część analityczna nie budzą zastrzeżeń – są ponadto dowodem rzetelności i głębokiej analizy podjętego zagadnienia. Jasno sformułowany

tytuł pracy odzwierciedla zawarte w dysertacji treści. Podjęta tematyka jest ważna i aktualna wobec obserwowanego – nie tylko w naszym kraju - spadku zawartości próchnicy w glebach, co przyczynia się do stopniowej ich degradacji, a w konsekwencji obniżenia żyzności i urodzajności. W rozdziale 2 Autor zaznajamia czytelnika z problematyką odpadów wydobywczych w górnictwie węgla kamiennego oraz gospodarki odpadami powęglowymi, zwracając szczególną uwagę na właściwości karbońskich odpadów wydobywczych w Kopalni Lubelski Węgiel „Bogdanka” S.A. (rozd. 2.1.2.) . W kolejnych podrozdziałach mgr inż. Szymon Roszkowski zwraca uwagę na proces produkcji składnika podłoża ogrodniczego jakim jest wełna ogrodnicza, a także na problemy związane z jej utylizacją (rozd. 2.2) oraz szczegółowo prezentuje charakterystykę i recykling komunalnych osadów ściekowych (2.3). Podrozdział 2.4 Doktorant poświęcił przyrodniczemu wykorzystaniu odpadów w strategii gospodarki obiegu zamkniętego. Kolejny rozdział (3) poświęcony został nakreśleniu celu i hipotezy badawczej. Zasadniczą jednak częścią, przedstawioną do oceny, dysertacji jest rozdział 5. Wyniki badań oraz rozdział 6. Podsumowanie i dyskusja. W wyniku przeprowadzonych eksperymentów Doktorant potwierdził hipotezę badawczą o możliwościach wykorzystania karbońskich odpadów wydobywczych do wytwarzania substratów poprawiających właściwości gleb i pozytywnie wpływających na wzrost i rozwój roślin. Mgr Szymon Roszkowski zwrócił także uwagę, że odpady wydobywcze pochodzące z kopalni Lubelskiego Zagłębia Węglowego charakteryzowały się bardzo korzystnymi właściwościami sorpcyjnymi, wysoką zawartością form przyswajalnych magnezu i potasu, jednak bardzo niską zasobnością przyswajalnych form fosforu, co wskazuje na konieczność uzupełnienia tego ostatniego składnika poprzez zastosowanie dodatków. Autor potwierdził także spostrzeżenia innych badaczy podkreślających konieczność dodatku substancji organicznej do karbońskich odpadów wydobywczych dla stworzenia optymalnych parametrów wytwarzanych mieszanek doglebowych. Oceniając skomponowane mieszanki karbońskich odpadów wydobywczych z komunalnym osadem ściekowym i odpadową wełną mineralną z upraw pod osłonami, które miały za zadanie uzupełnienie substancji organicznej oraz niezadawalającej ilości składników mineralnych, Doktorant wskazał najkorzystniejszy wariant – z dodatkiem 5% udziału osadu ściekowego. Bardzo interesującym fragmentem pracy jest eksperyment, w którym udowodniono wpływ mieszanin na bazie odpadów wydobywczych na poprawę właściwości zdegradowanej gleby antropogenicznej, co skutkowało zwiększeniem jej potencjału plonotwórczego. Szczegółowa charakterystyka, pod kątem bezpieczeństwa dla środowiska, zastosowanych w cyklu badań materiałów wykazała 4-krotnie wyższą zawartość baru w glebie nawożonej odpadami wydobywczymi, w porównaniu

do obiektu kontrolnego. W odpadach wydobywczych średnia zawartość baru całkowitego przekraczała wartość referencyjną dla gleb użytków rolnych grupy II i klasy 1 – gleb bardzo lekkich i lekkich, słusznie zatem Doktorant podjął się wykonania analizy sekwencyjnej pierwiastka, którego rozpuszczalne sole są toksyczne. W wyniku przeprowadzonej analizy specjacyjnej Autor dysertacji wykazał, że w glebie z dodatkiem przygotowanych mieszanin bar występował głównie w formie trwałych połączeń z fazą stałą gleby, co przekłada się na niskie ryzyko przemieszczania tego pierwiastka do środowiska. Interesujące wyniki zaprezentowano w rozdziałach 5.1.8.1 i 6.2.8.1 poświęconym ocenie jakości podłoża w oparciu o wskaźniki bioakumulacji metali ciężkich i baru w uprawianych roślinach. Analiza ta wskazała, że może być narzędziem oceniającym w warunkach przyrodniczego wykorzystania odpadów.

Otrzymane przez Doktoranta wyniki są niezwykle cenne i wnoszą znaczący wkład w poznanie możliwości wykorzystania karbońskich odpadów wydobywczych do poprawy właściwości gleb zdegradowanych oraz rekultywacji obszarów zniszczonych działalnością antropogeniczną.

Zręcznie poprowadzona naukowa dyskusja uzyskanych przez Doktoranta wyników wraz ze ich statystyczną interpretacją została przedstawiona w rozdziale 6 Podsumowanie i Dyskusja, podzielonym na nienumerowane podrozdziały.

Ostatni rozdział 7 Autor opatrzył tytułem Wnioski, który podzielono na trzy sekcje, osobno oceniając właściwości i potencjał plonotwórczy podłoża i wytworzonych mieszanek (7 wniosków z podpunktami), oceniając właściwości i potencjał plonotwórczy gleby, do której aplikowano mieszaniny (4 wnioski z podpunktami) oraz część ogólną podsumowującą (5 wniosków końcowych). Wnioski są odpowiedzią na podjęty temat i postawione tezy badawcze.

Przedstawiona dysertacja jest niezwykle interesująca i merytorycznie oceniam ją bardzo wysoko, jednak lektura przedstawionej do oceny pracy nasunęła mi kilka uwag natury dyskusyjnej:

1. Na stronie 26 rozdział Cel i hipotezy badań winien być oznaczony numerem 3, a nie 2.
2. W tym samym rozdziale pada też stwierdzenie „pod kątem wytworzenia (..) sztucznej gleby” – w moim przekonaniu nie powinno się używać tego typu określenia. Gleba jest definiowana jako twór naturalny, powstający w wyniku przemian skały macierzystej, pod wpływem czynników i procesów glebotwórczych i tej definicji trzymałabym się precyzyjnie.

Zamiast określenia sztuczna gleba można użyć substrat glebowy, środek poprawiający właściwości gleby, podłoże itp.

3. Rozdział 4.1. Właściwości materiałów zastosowanych w doświadczeniu – proponowałabym przenieść do rozdziału opisującego wyniki badań – szczególnie przy przygotowywaniu publikacji do druku.

4. W tabeli 10 jako źródło analiz podano wewnętrzną instrukcję dla studentów Instytutu Nauk o Glebie, Żywnienia Roślin i Ochrony Środowiska UPWr (Karczewska, Kabała 2008), nierecenzowaną, która nie powinna być traktowana jako źródło metody analitycznej.

5. W tej samej Tabeli 10 w komórce „zawartość form specjacyjnych ...” dodałabym „baru” – jest to komórka wydzielona i na początku lektury nie ma pewności, że analiza dotyczy tego pierwiastka.

6. Kontynuując - w komórce „zawartość metali ciężkich...” dodałabym określenie „całkowitych form”

7. Na stronie 34 rozdział Wyniki badań winien być opatrzony numerem 5, a nie – 1.

8. W pracy wielokrotnie pojawiają się zestawienia wyników, które nie są opatrzone numeracją tabelaryczną, np. na str. 68, 69 (Zawartość pierwiastków w gorczycy), 70, 72 (Zawartość pierwiastków w kukurydzy), 73, 75 (Wskaźniki bioakumulacji), 113, itd. W moim przekonaniu należałoby je włączyć do głównego wykazu tabel lub ewentualnie potraktować jako Materiały uzupełniające (tabele!) - opisując je w tekście zastosować odpowiednie odnośniki.

9. Rysunek 45 przedstawia średnią zawartość baru w glebie, na co wskazują wyniki oraz odnośnik z rozdziału – tytuł jednak podaje „Średnia zawartość rtęci...”

10. W rozdziale Podsumowanie i dyskusja, na stronie 130 Autor podaje cyt: „Według tej hipotezy duża ilość łatwo dostępnego C dla mikroorganizmów przy niedoborze N stymuluje ich aktywność w wyniku czego intensyfikują one rozkład substancji organicznej”. Wydaje mi się, że wystąpiła tu pewna niezręczność przy interpretacji tekstu artykułu. Brak dostępnego azotu, a w konsekwencji rozszerzenie stosunku C/N skutkuje zdecydowanym spowolnieniem procesu mineralizacji materii organicznej, co łatwo można obserwować choćby w procesie kompostowania lub w poziomach organicznych gleb ekosystemów borowych, które charakteryzują się niską zawartością azotu – dużą węglą, a w konsekwencji wolną mineralizacją i przyrostami poziomu O.

10. Drobne błędy stylistyczne i tzw. „literówki” zaznaczam w pracy doktorskiej i prześlę Autorowi.

Zamieszczone powyżej uwagi są w większości natury formalnej i dyskusyjne i nie wpływają na wartość merytoryczną przedstawionej dysertacji. Mogą być pomocne przy dalszych opracowaniach i przygotowywaniu publikacji. Podsumowując stwierdzam, że pracę doktorską mgr. inż. Szymona Roszkowskiego oceniam bardzo wysoko, jest to praca oryginalna, nowatorska, o wysokiej wartości utylitarnej, która dostarcza wielu cennych informacji na temat możliwości wytwarzania środków poprawiających właściwości gleb, szczególnie - zdegradowanych, na bazie karbońskich odpadów wydobywczych. Doktorant zebrał niezwykle obszerny materiał badawczy, do którego dobrał właściwe metody badawcze, co wskazuje na dobre przygotowanie mgr. inż. Szymona Roszkowskiego do prowadzenia badań naukowych, świadczy o jego wnikliwości i bardzo dobrej organizacji pracy.

6. Wniosek końcowy

Przedstawiona do oceny rozprawa mgr. inż. Szymona Roszkowskiego „pt. **„Wykorzystanie karbońskich odpadów wydobywczych do odbudowy i kształtowania właściwości gleb: Strategia w kierunku gospodarki obiegu zamkniętego”** wykonana pod naukową opieką dr hab. inż. Grażyny Żukowskiej, profesor uczelni w pełni mieści się dyscyplinie: „Rolnictwo i ogrodnictwo” oraz spełnia warunki określone w art.187 Ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz.U. 2018, poz. 1668 z późn. zm.). W związku z powyższym wnioskuję o dopuszczenie Doktoranta do dalszych etapów przewodu doktorskiego w dyscyplinie.

Jednocześnie biorąc pod uwagę merytoryczną wartość rozprawy **wnioskuję o jej wyróżnienie.**



Elżbieta Jamroz