

Olsztyn, dnia 17.08.2022

prof. dr hab. Stanisław Sienkiewicz
Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie
Katedra Chemii Rolnej i Środowiskowej
ul. Oczapowskiego 8
10-744 Olsztyn

R E C E N Z J A

rozprawy doktorskiej mgr. inż. Szymona Roszkowskiego nt.:
„Wykorzystanie karbońskich odpadów wydobywczych
do odbudowy i kształtowania właściwości gleb:
Strategia w kierunku gospodarki obiegu zamkniętego”
wykonanej pod kierunkiem
dr. hab. inż. Grażyny Żukowskiej, prof. uczeln.

Jednym z obowiązków współczesnego człowieka jest racjonalne i zgodne z wymogami środowiska funkcjonowanie na naszej planecie. Musimy mieć świadomość, że gospodarowanie dobrami natury powinno przebiegać w sposób umożliwiający w jak największym stopniu, oczywiście w miarę możliwości, ich wykorzystywanie w obiegu zamkniętym. Ta idea w bardzo dużym zakresie dotyczy rolnictwa, które ma do dyspozycji ograniczone obszary gleby uprawnej oraz ograniczone zasoby kopalin, które są surowcami do produkcji nawozów. Należy bezwzględnie uznać, że wszystkie odpady, które zawierają materię organiczną i/lub składniki nawozowe powinny być w pełni zagospodarowane rolniczo z korzyścią dla środowiska i często z bardzo dobrym skutkiem (poprawienie właściwości gleb, mniejsze nakłady na nawozy itd.).

Biorąc pod uwagę tylko te krótko sprecyzowane wyżej przesłanki uznaję, że badania przeprowadzone przez Pana mgr. inż. Szymona Roszkowskiego są nowatorskie i bardzo dobrze wpisują się w aktualne strategie dotyczące rolnictwa i ochrony środowiska. Obejmują one bardzo ważne zagadnienia związane z rolniczym wykorzystaniem odpadów i moim zdaniem opracowanie wyników w formie publikacji będzie wymiernym i ważnym wkładem w zakres polskiego dorobku naukowego w dyscyplinie rolnictwo i ogrodnictwo.

Oceniana rozprawa to typowa dysertacja doktorska podzielona standardowo na rozdziały i podrozdziały. Kolejność rozdziałów jest logiczna, a ich tytuły są prawidłowe, oprócz małych wyjątków i w pełni informują o treściach w nich

zawartych. Tytuł rozprawy odpowiada jej treści, można było tylko lepiej go sformułować. Myślę, że poprawniej byłoby zamiast dwukropka zastosować myślnik i słowo strategia napisać małą literą.

Praca zaczyna się od prawie dwustronicowego streszczenia w języku polskim, po którym podano słowa kluczowe i następnie znajdujemy streszczenie i słowa kluczowe w języku angielskim. Obydwa streszczenia napisano zgodnie ze sztuką, a zawarte w nich informacje są w pełni wystarczające.

Pierwszym numerowanym rozdziałem w ocenianej pracy jest „Wprowadzenie”. Autor scharakteryzował problem badawczy i wstępnie sprecyzował cel badawczy. To syntetyczne i przejrzyste wprowadzenie czytelnika w zakres tematyki badawczej.

„Przegląd literatury” zajmuje w dysertacji mgr. inż. Szymona Roszkowskiego 17 stron. Został on napisany w oparciu o najnowsze pozycje fachowej literatury polskiej i światowej. Doceniam także to, że rozdział ten napisany został dobrą polszczyzną. Wykorzystując dane literaturowe, Autor zaprezentował w omawianym rozdziale odpady wydobywcze powstające w wyniku górnictwa węgla kamiennego oraz właściwości i postępowanie z karbońskimi odpadami wydobywczymi w Kopalni Lubelski Węgiel „Bogdanka”. W dalszych podrozdziałach mgr inż. Szymon Roszkowski opisał właściwości oraz możliwości przyrodniczej utylizacji odpadowej wełny mineralnej wykorzystanej do upraw pod osłonami oraz komunalnych osadów ściekowych. Ostatni podrozdział Autor poświęcił przyrodniczemu wykorzystaniu odpadów jako strategii gospodarki obiegu zamkniętego. Całość, jak już wcześniej zaznaczyłem, napisana bardzo dobrze z dużą fachowością i bardzo dobrą znajomością literatury w zakresie zaprezentowanych zagadnień. Mam małe uwagi, które sprowadzają się w największym stopniu do jednej strony. A mianowicie na str. 19 skrobię zaliczono do związków zawierających azot. Na tej samej stronie zawartość składników mineralnych w osadach ściekowych podano w różnych jednostkach, a konkretnie N, P i K w % s.m., a Ca, Fe i Mg w $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ s.m. I jeszcze na stronie 20 można przeczytać, że „Wśród krajów Unii Europejskiej o najniższej zawartości materii organicznej są Polska, Portugalia, Hiszpania, Włochy i Rumunia”. Autor zapomniał napisać, że chodzi o zawartość materii organicznej w glebie.

Po rozdziale literaturowym Doktorant zaprezentował cele badań i hipotezy badawcze. Stwierdzam, że zrobiono to dobrze. Mam tylko jedną uwagę. Otóż w rozdziale „Wprowadzenie” napisano, że: „Podstawowym celem, który przyjęto w ramach niniejszych badań było opracowanie składu mieszanin (podłoża glebowych), na bazie karbońskich odpadów wydobywczych, komunalnego osadu ściekowego i odpadowej wełny mineralnej, o właściwościach, które pozwolą na ich zastosowanie do: wytwarzania warstwy glebotwórczej przy rekultywacji zapadlisk górniczych, wyrobisk po eksploatacji kruszyw, składowisk odpadów, rekultywacji gleb zdegradowanych i marginalnych oraz poprawy jakości gleb słabych, V i VI klasy bonitacyjnej.” Czy mam rozumieć, że ten wyżej sprecyzowany cel jest tożsamy z brzmiącym tak: „Zasadniczym celem realizowanych badań była ocena właściwości karbońskich odpadów wydobywczych oraz ich mieszanin z komunalnym osadem ściekowym i odpadową wełną mineralną z upraw pod osłonami pod kątem ich przydatności do wytworzenia podłoża glebowego/sztucznej gleby z przeznaczeniem do:

- rekultywacji gleb zdegradowanych,
- kształtowania okrywy biologicznej na składowiskach odpadów,
- odbudowy gleb na utworach bezglebowych,
- poprawy właściwości gleb marginalnych.”

W rozdziale „Materiał i metody badań” najpierw scharakteryzowano materiały zastosowane w doświadczeniu i podano składy mieszanin wytworzonych z testowanych komponentów (karbońskie odpady wydobywcze, osad ściekowy i wełna mineralna). Następnie omówiono doświadczenia wazonowe, które prowadzono w latach 2017-2018. Zaprezentowano szczegółowy schemat doświadczeń oraz podano dawki nawozów i obornika (obiekty 2 i 3). Proszę o wyjaśnienie, jak policzono dawki nawozów, bo w metodyce napisano, stosowano „...NPK, którego poziom dostosowano do wymagań uprawianych roślin”. To samo dotyczy dawki obornika (cytat: „Kontrola 3 (K_3) – zdegradowana gleba antropogeniczna + obornik w dawce $30 \cdot \text{ha}^{-1}$. Moim zdaniem o wiele lepszym rozwiązaniem jest podawanie dawek składników pokarmowych nie dawek nawozów.

Myślę, że dobrym rozwiązaniem było zaprezentowanie zakresu analiz laboratoryjnych oraz zastosowanych metod analitycznych w formie tabeli. Nie

można jednak napisać, że „Zakres analiz laboratoryjnych oraz zastosowane metody analityczne przedstawia tabela 10. Tabela 10 nie przedstawia, to Pan Doktorant te dane przedstawił w tabeli. Mam jeszcze małą uwagę dotyczącą odczynu i pH gleby. W tabeli 10 podano, że odczyn oznaczono metodą potencjometryczną w H₂O i w 1 mol·dm⁻³ KCl (stosunek gleba/odpady: roztwór 1:2,5). Tymczasem prawda jest taka, że oznaczono pH gleby i na tej podstawie określono odczyn. Ta sama uwaga dotyczy tabel 11 i 28 – podano pH a nie odczyn (odczyn może być określony od silnie kwaśnego do zasadowego). I jeszcze jedna sprawa: powinno być 1 mol KCl·dm⁻³.

Rozdział metodyczny (scharakteryzowany wyżej) został napisany dobrze, zawarto w nim informacje niezbędne do zorientowania czytelnika w zakresie przeprowadzonych badań i wykorzystanych metod. Należy podkreślić, że metodykę badań zaprojektowano z dużym znanstwem a metody badawcze dobrze dopasowano do charakteru badań. Jednocześnie jest to informacja wskazująca na bardzo szeroki zakres prac badawczych – doceniam duży wysiłek.

Rozdział „Wyniki badań” stanowi najobszerniejszą część pracy. Zamieszczono w nim wyniki prac badawczych w 44 ponumerowanych tabelach oraz zaprezentowano 56 rysunków. Muszę zaznaczyć, że zamieszczono w pracy o wiele więcej tabel, jednak pozostawiono je bez numeracji (pierwsza taka tabela występuje na str. 68 i ostatnia na str. 121). Moim zdaniem niektóre rysunki niekoniecznie są potrzebne, bowiem wyniki na nich prezentowane są w tabelach np.: rys. 1 (str. 35) i tab. 12 (str. 36). Podkreślam jednak, że szeroki zakres badań oraz dobrze przemyślana i dobrana metodyka stworzyły Autorowi duże możliwości do przeprowadzenia rozległej merytorycznej analizy uzyskanych wyników.

Rozdział „Wyniki badań” podzielono na 2 główne podrozdziały, w których wyodrębniono podpodrozdziały. W pierwszym podrozdziale skupiono się na agronomicznej ocenie testowanych podłoży zaczynając od ich właściwości chemicznych i fizykochemicznych: pH i odczyn, właściwości sorpcyjne, zawartość węgla organicznego i azotu ogólnego, przewodność elektrolityczna, zawartość przyswajalnych form fosforu, potasu i magnezu, zawartość metali ciężkich oraz zawartość czterech form baru + zawartość całkowita tego pierwiastka. Po przeanalizowaniu właściwości gleby Autor zajął się plonami roślin oraz

zawartością w nich metali ciężkich oraz baru i zakończył wskaźnikami bioakumulacji metali ciężkich i baru w roślinach.

Drugi podrozdział wynikowy poświęcono właściwościom i potencjałowi plonotwórczemu gleby użyźnionej odpadami wydobywczymi oraz testowanymi mieszaninami. Konstrukcja tego podrozdziału jest w pełni kompatybilna z układem poprzedniego podrozdziału. Stwierdzam, że tak należało to uczynić.

W obydwu tych podrozdziałach szczegółowo opisano otrzymane i opracowane statystycznie wyniki. W odniesieniu do gleby zaprezentowano dwuczynnikowy układ doświadczenia – I czynnik obiekty i II czynnik termin pobrania próbek. W prezentowanych badaniach próbki gleby pobierano trzykrotnie (po założeniu doświadczeń, po zbiorze gorczycy białej i po zbiorze kukurydzy). Nie wiem dlaczego nie opracowano statystycznie danych wynikowych dotyczących roślin (plon świeżej i suchej masy gorczycy i kukurydzy oraz zawartość metali ciężkich i baru w tych roślinach). Stwierdzam jednak, że wykonane prace badawczych, na bazie których opracowano dysertację doktorską zaplanowano bardzo szeroko, a o ich zakresie świadczy duża liczba analizowanych parametrów. Warto również podkreślić, że duża ilość materiału dokumentacyjnego z wynikami przeprowadzonych prac badawczych dała szansę Autorowi pracy do szerokiej perspektywy śledzenia oddziaływania testowanych czynników doświadczalnych na wiele właściwości chemicznych i fizykochemicznych gleby lub skomponowanych przez siebie podłoży.

Dyskusja wyników w pracach doktorskich najczęściej występuje jako oddzielnie opracowany samodzielny rozdział. W ocenianej pracy natomiast znajduje się rozdział „Podsumowanie i dyskusja”. Muszę stwierdzić, że spodobała mi się ta koncepcja. Na początku tego rozdziału mgr inż. Szymon Roszkowski zawarł informacje ogólne, zwracając szczególną uwagę na konieczność ponownego wykorzystywania odpadów i następnie przeszedł do wyników badań własnych i ich konfrontacji z rezultatami opublikowanymi przez innych badaczy. Autor w tym rozdziale dokonał pogłębionej analizy wyników badań własnych wzbogacając ich interpretację o analizy skupień (12 rysunków). To bardzo dobre rozwiązanie. Należy podkreślić, że Autor wykorzystał najnowszą literaturę krajową i zagraniczną i z dużym dystansem przeprowadził dyskusję wyników. W moim przekonaniu rozdział ten został napisany dobrze. Doktorant wykazał się bardzo dobrą

znajomością literatury naukowej z zakresu dotyczącego zagadnień poruszanych w Jego doktoracie, zarówno tej najnowszej, jak i uznanej już za klasykę.

Pan mgr inż. Szymon Roszkowski zakończył pracę doktorską wnioskami, które zostały podzielone na trzy grupy. Jednak w moim przekonaniu dwie pierwsze grupy nie powinniśmy nazywać wnioskami, znajdujemy tam bowiem krótkie podsumowanie osiągniętych efektów badawczych. Z kolei według mnie właściwe wnioski znajdują się na stronie 151 – jest ich 5. Treści w nich zawarte mają pełne potwierdzenie w wynikach uzyskanych w czasie badań. Muszę zaznaczyć jednak, że brakuje wniosku dotyczącego celu wyartykułowanego w rozdziale „Wprowadzenie”. Myślę, że jest on potrzebny i byłby dobrą rekomendacją dla praktyki.

Do najbardziej wartościowych elementów dysertacji zaliczam:

- podjęcie prac badawczych dotyczących zagospodarowania odpadów wydobywczych (nowatorskie i potrzebne badania),
- ocenę właściwości sorpcyjnych gleby i wykazanie, że odpady wydobywcze zwiększają pojemność sorpcyjną gleby,
- udowodnienie, że odpady wydobywcze stosowane wraz z osadem ściekowym istotnie poprawiły takie właściwości gleby jak: zmniejszenie zakwaszenia, zwiększenie zawartości $C_{org.}$, $N_{og.}$, oraz przyswajalnych form P, K i Mg.
- wykazanie, że wprowadzone do gleby odpady wydobywcze nie powodują nadmiernego nagromadzenia w niej: Pb, Zn, Cu, Cd, Cr, Hg, Ni i Ba,
- wykazanie, że karbońskie odpady wydobywcze oraz ich mieszaniny z komunalnym osadem ściekowym i odpadową wełną mineralną mogą być wykorzystywane do poprawiania właściwości fizykochemicznych i chemicznych gleby i powinny być wykorzystywane rolniczo,
- stwierdzenie, że wskaźniki bioakumulacji metali ciężkich w roślinach mogą być skutecznym narzędziem wspomagającym bezpieczne wykorzystanie odpadów do nawożenia i rekultywacji gleb.

Przywilejem recenzenta jest także możliwość zamieszczenia uwag krytycznych, oto one:

- oprócz uwagi o pH i odczynie następną uwagę tego typu dotyczy zasolenia i przewodności elektrolitycznej, w tab. 16 i 33 (roz. 5.1.3 i 5.2.3) podano przewodność elektrolityczną, a nie zasolenie,

- obiekt nr 10 doświadczenia (GM_5 (50% gleba + 50% mieszanina 5 o składzie 100% odpady wydobywcze) – to były tylko odpady wydobywcze, a nie mieszanina,
- nie należy pisać o sposobach nawożenia, bo takie nie wystąpiły w pracy (np. str. 54),
- często powtarzają się słowa wyższy i niższy, a moim zdaniem lepiej byłoby używać słów mniejszy lub większy, bo np. plonu było mniej lub więcej i zawartość była mniejsza lub większa,
- spotyka się stwierdzenia typu: „...zastosowane dawki 2,5 i 5,0% osadu ściekowego...”; dawek nie podaje się w procentach – to był udział osadu ściekowego w mieszaninie,
- na str. 149 napisano: „Karbońskie odpady wydobywcze i ich mieszaniny z osadem ściekowym i wełną mineralną miały istotny wpływ na plonowanie roślin”; nie wykonano analiz statystycznych i tym samym nie jest uprawnione stwierdzenie o istotnym oddziaływaniu,
- we wniosku nr 1 pewnie lepszym rozwiązaniem byłoby napisanie wykorzystywane do nawożenia i rekultywacji gleb zamiast „wykorzystywane w nawożeniu i rekultywacji gleb”,
- wniosek 2 moim zdaniem też należy przeredagować; może taka propozycja – Ze względu na zawartość składników nawozowych odpady wydobywcze nie powinny być stosowane samodzielnie a w mieszaninach, szczególnie z 5% dodatkiem osadu ściekowego,
- wniosku 4 nie ma, to tylko błąd edytorski i to końcówka wniosku 3,
- czy we wniosku 4 potrzebny jest taki tekst: „Oceniane właściwości, a szczególnie...”, moim zdaniem tyle by wystarczyło: „Wskaźniki bioakumulacji metali ciężkich w roślinach mogą być skutecznym narzędziem warunkującym bezpieczne wykorzystanie odpadów do nawożenia i rekultywacji gleb.

W pracy doktorskiej zaprezentowano bardzo dużo szczegółowych wyników, co pozwala na zaszeregowanie jej do cennego dorobku naukowego wnoszącego istotny wkład do literatury w zakresie rolniczego zagospodarowania odpadów.

W recenzowanej rozprawie przedstawiono badania o bardzo szerokim, wielowątkowym zakresie. W trakcie zbierania tak obszernego materiału eksperymentalnego Autor posługiwał się wieloma różnymi metodami analitycznymi i statystycznymi. Wykazał dobre opanowanie tych metod i zaprezentował się jako dobrze zapowiadający się badacz, który umiejętnie wykorzystał naukowe piśmiennictwo do interpretacji uzyskanych wyników. Kolejną zaletą Doktoranta jest zdolność do podejmowania trudnych wyzwań, a takim były badania zaprezentowane w recenzowanej pracy oraz właściwe podejście do zagadnień naukowych i ich rozwiązywanie na drodze eksperymentalnej.

Moje krytyczne uwagi zawarte w recenzji nie mają wpływu na merytoryczną ocenę rozprawy, mają charakter dyskusyjny (często podkreślałem swoje zdanie) lub są typu redakcyjnego. Stwierdzam zatem, że praca doktorska mgr. inż. Szymona Roszkowskiego nt.: „Wykorzystanie karbońskich odpadów wydobywczych do odbudowy i kształtowania właściwości gleb: Strategia w kierunku gospodarki obiegu zamkniętego” spełnia warunki obowiązującej ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz.U. z 2018 r. poz. 1668 z późn. zmianami) dotyczące ubiegania się o stopień naukowy doktora w dziedzinie nauk rolniczych w dyscyplinie rolnictwo i ogrodnictwo.

Dlatego stawiam wniosek do Rady Naukowej Dyscypliny Rolnictwo i Ogrodnictwo Uniwersytetu Przyrodniczego w Lublinie o dopuszczenie mgr. inż. Szymona Roszkowskiego do publicznej obrony pracy doktorskiej.

Stanisław Sienkiewicz

