

Dr hab. inż. Grażyna Żukowska
Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie
Wydział Agrobioinżynierii
Instytut Gleboznawstwa, Inżynierii
i Kształtowania Środowiska

Lublin, 4 września 2017r.

Recenzja

rozprawy doktorskiej mgr inż. Moniki Mierzwy-Hersztek

**pt. „Aspekty nawozowe i środowiskowe stosowania materiałów kompostowanych
z dodatkiem polimerów otrzymanych z polietylenu i skrobi kukurydzianej”**

wykonanej w Katedrze Chemii Rolnej i Środowiskowej

Uniwersytetu Rolniczego im. H. Kołłątaja w Krakowie

Promotor rozprawy: Prof. dr hab. inż. Krzysztof Gondek

Niniejsza recenzja została przygotowana w odpowiedzi na pismo Pana Dziekana Wydziału Rolniczo-Ekonomicznego, Uniwersytetu Rolniczego im. H. Kołłątaja w Krakowie prof. dra hab. inż. Andrzeja Lepiarczyka, wraz z informacją, że Rada Wydziału, w dniu 28 czerwca 2017 roku, powołała mnie na recenzenta rozprawy doktorskiej mgr inż. Moniki Mierzwy-Hersztek pt. „Aspekty nawozowe i środowiskowe stosowania materiałów kompostowanych z dodatkiem polimerów otrzymanych z polietylenu i skrobi kukurydzianej”.

1. Ocena problematyki badawczej rozprawy

Gwałtowny wzrost produkcji polimerów i tworzyw sztucznych w drugiej połowie XX wieku spowodował, że nazwano go „wiekiem polimerów”. Nowe syntetyczne materiały polimerowe o nieznanych dotąd właściwościach przyczyniły się do rozwoju gospodarczego w różnych dziedzinach przemysłu jak też do udogodnień w życiu codziennym. Powszechne stosowanie polimerów syntetycznych charakteryzujących się dużą odpornością na działanie czynników biologicznych z czasem zaczęło stwarzać problemy natury ekologicznej. Odpady polimerowe deponowane na wysypiskach zaczęły zajmować coraz to nowe obszary i zagrażać otaczającemu je środowisku glebowemu, wzrastało również zanieczyszczenie mórz i oceanów tymi odpadami. Problemy z racjonalnym zagospodarowaniem odpadów polimerowych dały początek intensywnym badaniom, których celem było poszukiwanie materiałów

zachowujących cenne właściwości konwencjonalnych tworzyw polimerowych, ale mogących po użyciu wrócić do cyklu biologicznego. Te wymagania mogą spełniać polimery biodegradowalne oraz kompozyty polimerów konwencjonalnych z polimerami pochodzenia biologicznego, np. skrobią. Dominującą metodą postępowania z odpadami polimerowymi jest recykling energetyczny, jednak szczególnie w odniesieniu do polimerów z biokomponentami i biopolimerów, wskazuje się na możliwość ich degradacji na drodze recyklingu biologicznego, w tym kompostowania. Mechanizmy biodegradacji takich materiałów nie są do końca poznane a dotychczasowe wyniki badań wskazują, że nieznany jest wpływ (bezpośredni i długofalowy) pozostałości po degradacji biopolimerów na właściwości gleb.

W tym kontekście problematyka podjęta w pracy ma istotne znaczenie dla gospodarki odpadami ale również dla rolnictwa zainteresowanego wykorzystaniem kompostów z materiałów odpadowych do kształtowania właściwości gleb. Uważam ją za ważną, wartościową, aktualną i odpowiednią dla rozprawy doktorskiej.

2. Formalna analiza pracy

Tytuł rozprawy jest interesujący i treściwy, co zachęca do jej studiowania.

Przedłożona do oceny rozprawa jest bardzo obszerna, liczy 297 stron, w tym 53 tabele i 34 zanumerowane ryciny, z których większość występuje w 2 a nawet 4 podpunktach (co łącznie daje 64 ryciny), 10 fotografii oraz wykaz piśmiennictwa obejmujący 347 pozycji, z czego ponad 63% stanowią prace w języku angielskim. Na wysoką ocenę zasługują starannie opracowane tabele, rysunki i fotografie.

Struktura opracowania spełnia wymogi formalne tego typu prac. Zasadnicza część rozprawy podzielana jest na 6 rozdziałów: rozdział 1 - Wstęp i przegląd literatury, 2 - Cel pracy, 3 - Materiał i metodyka badań, 4 - Wyniki i dyskusja, 5 - Wnioski i 6 - Literatura. Rozdziały 3 i 4 podzielone są na podrozdziały, co ułatwia studiowanie rozprawy. Udział poszczególnych rozdziałów w objętości pracy jest proporcjonalny do wagi danego problemu w realizowanej pracy. Najobszerniejszy jest rozdział 4 - Wyniki i dyskusja, który liczy aż 206 stron. Rozdział ten, mimo, że tak obszerny, jest starannie opracowany i bardzo wartościowy.

W rozdziale 1 (Wstęp i przegląd literatury), liczącym 15 stron, Autorka przedstawiła w sposób zwięzły i wyczerpujący aktualny stan wiedzy na temat materiałów polimerowych, kładąc szczególny nacisk na czynniki determinujące degradację materiałów polimerowych, w tym, w procesie kompostowania oraz po wprowadzeniu do gleby. W oparciu o przeprowadzony przegląd literatury wykazała, że wiedza na temat warunków determinujących rozkład materiałów polimerowych i ich wpływu na środowisko przyrodnicze jest ciągle niedostateczna,

szczególnie jeśli chodzi o wpływ kompostów wytwarzanych z dodatkiem tych materiałów na właściwości gleb oraz jakość pozyskiwanej biomasy roślin.

W rozdziale 2 – Cel pracy, Autorka, zakładając możliwość wykorzystania w procesie kompostowania materiałów polimerowych na bazie polietylenu i termoplastycznej skrobi kukurydzianej oraz późniejszego zastosowania kompostu na cele przyrodnicze, sformułowała szczegółowe cele badań, które obejmowały:

- określenie właściwości fizycznych, chemicznych i biologicznych uzyskanych kompostów,
- określenie właściwości fizycznych materiałów polimerowych wyodrębnionych z kompostów oraz z gleby po 2 letnim „zaleganiu”,
- określenie wpływu zastosowanego nawożenia kompostami z dodatkiem materiałów polimerowych na plonowanie i skład chemiczny biomasy oraz ilości pobranych makroskładników i pierwiastków śladowych przez życie trwałą,
- określenie bezpośredniego i następczego wpływu zastosowanego nawożenia kompostami z dodatkiem materiałów polimerowych na wybrane właściwości fizyczne, chemiczne i biologiczne gleby.

Rozdział 3 – Materiał i metodyka badań zawiera szczegółowe omówienie realizowanych doświadczeń – laboratoryjnego (kompostowanie materiałów roślinnych z dodatkiem polimerów) oraz polowych (ocena wpływu otrzymanych kompostów na właściwości gleb, ilość i jakość biomasy roślin), opis metodyki badań laboratoryjnych materiałów wyjściowych, kompostów, próbek glebowych i roślinnych uzyskanych z doświadczeń polowych oraz wykonanych obliczeń i analiz statystycznych. Na określenie zasługuje kompleksowość przeprowadzonych badań i starannie dobrane, adekwatnie do rozwiązania założonego celu pracy, szerokie spektrum analiz laboratoryjnych materiałów pozyskanych w trakcie badań.

Najbardziej wartościowym, a jednocześnie świadczącym o dojrzałości naukowej Doktorantki jest rozdział 4 – Wyniki i dyskusja. W rozdziale tym Autorka omówiła właściwości materiałów roślinnych i polimerowych użytych do kompostowania, zmiany właściwości materiałów polimerowych po procesie kompostowania i po 2-letnim ich „zaleganiu” w glebie, właściwości uzyskanych kompostów oraz ich wpływ na wielkość plonu i skład chemiczny życia trwałej oraz właściwości gleby lekkiej i średniej wzbogaconych ocenianymi kompostami. Uzyskane wyniki umiejętnie skonfrontowała z danymi prezentowanymi w literaturze krajowej i zagranicznej, co wskazuje na dużą wiedzę w zakresie

poruszanej w pracy problematyki.

W rozdziale 5 (Wnioski), Doktorantka przedstawiła 22 wnioski, które zawierają uogólnienia opisowe oraz przytoczenia najważniejszych wyników badań.

Rozprawa zawiera również streszczenia w języku polskim i angielskim, co przy tak obszernej i wielowątkowej pracy pozwala na szybkie zapoznanie się z celami i wynikami dysertacji.

3. Merytoryczna ocena pracy

W przedstawionej do oceny pracy zaprezentowano wyniki wieloetapowych i kompleksowych badań, których zasadniczym celem była ocena możliwości wykorzystania materiałów polimerowych na bazie polietylenu i termoplastycznej skrobi kukurydzianej w procesie kompostowania oraz wpływu wyprodukowanych kompostów na środowisko glebowo-roślinne.

Możliwość wykorzystania materiałów polimerowych na bazie polietylenu i termoplastycznej skrobi kukurydzianej w procesie kompostowania Doktorantka oceniała w doświadczeniu laboratoryjnym. Obejmowało ono sporządzenie 5 mieszanek materiałów roślinnych (w skład których wchodziły rozdrobnione: słoma rzepakowa, słoma pszeniczna, odpad powstający przy oczyszczaniu grochu i zrębkowana słoma z kukurydzy oraz 3 materiały polimerowe o zróżnicowanym udziale polietylenu, termoplastycznej skrobi i kompatybilizatora). Schemat doświadczenia obejmował warianty: K – mieszanina materiałów roślinnych bez dodatku materiałów polimerowych, K+F1 – mieszanina materiałów roślinnych +5% materiału polimerowego F1, K+F2 – mieszanina materiałów roślinnych+5% materiału polimerowego 2, K+F3 – mieszanina materiałów roślinnych+5% materiału polimerowego F3, K+F3+M – mieszanina materiałów roślinnych+5% materiału polimerowego F3 + 0,5 kg szczepionki bakteryjnej.

Kompostowanie realizowano w kontrolowanych warunkach przez 180 dni.

Wpływ wyprodukowanych kompostów na środowisko glebowo-roślinne Doktorantka oceniała w 2-letnim doświadczeniu polowym, realizowanym na glebach lekkiej i średniej, które obejmowało 7 wariantów: gleba bez nawożenia, gleba nawożona NPK, oraz gleba nawożona NPK i uzyskanymi w doświadczeniu laboratoryjnym kompostami. Dawki kompostów ustalono w oparciu o zawartość w nich azotu, przyjmując że wraz z kompostami wprowadza się do gleby $170 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$. Na poletkach uprawiano życie trwałą. Metodyka realizacji eksperymentu laboratoryjnego i polowego nie budzi zastrzeżeń.

Materiał pozyskany z obu doświadczeń Doktorantka poddała kompleksowym i trafnie

dobranym do założonego celu pracy badaniom laboratoryjnym. W badaniach laboratoryjnych oznaczyła:

- właściwości materiałów zastosowanych do sporządzenia kompostów, w tym właściwości biomasy roślinnej (zawartość suchej masy, popiołu, form ogólnych C, N, P, K, Ca, Mg, Na, Cu, Zn, Cd i Pb) oraz skład chemiczny polimerów,
- właściwości fizyczne materiałów polimerowych po procesie kompostowania i po zakończeniu doświadczeń polowych, w oparciu o analizę widm FTIR i zdjęcia SEM,
- właściwości uzyskanych kompostów: fizyczne (powierzchnię właściwą i objętość porów, widma FTIR, strukturę metodą skaningowej mikroskopii elektronowej), chemiczne (zawartość suchej masy, popielność, odczyn, przewodność elektrolityczną, skład elementarny – C, H, N, S i O, zawartość ogólną makroelementów i pierwiastków śladowych, skład ilościowy i jakościowy związków próchnicznych oraz właściwości optyczne kwasów huminowych w zakresie światła UV-VIS), biologiczne (liczebność grup fizjologicznych drobnoustrojów, aktywność dehydrogenaz, ekotoksyczność oraz wzrost i rozwój grzybów polifagicznych),
- plonowanie i skład chemiczny życicy trwałej oraz pobranie przez nią wybranych makro i mikroskładników (plon suchej masy, zawartość N, P, K, Ca Mg i Na oraz Cu, Zn, Cd i Pb w biomacie),
- właściwości gleb nawożonych kompostami: fizyczne (gęstość fazy stałej, gęstość objętościową, krzywe pF, analiza mikromorfologiczna), chemiczne (odczyn, przewodność właściwą, właściwości sorpcyjne, zawartość azotu ogólnego i węgla organicznego, skład frakcyjny próchnicy i właściwości optyczne kwasów huminowych w zakresie światła UV-VIS, zawartość form ogólnych i frakcje Cu, Zn, Cd i Pb), biologiczne (liczebność grup fizjologicznych drobnoustrojów, aktywność enzymatyczna dehydrogenaz i ureazy, ekotoksyczność).

Zakres badań laboratoryjnych i zastosowane metody nie budzą zastrzeżeń.

Uzyskane wyniki opracowane zostały statystycznie, co daje podstawę do ich właściwej oceny i sprecyzowania racjonalnych wniosków oraz podnosi wartość rozprawy.

Omówienie wyników Doktorantka rozpoczęła od charakterystyki właściwości materiałów zastosowanych do sporządzenia mieszanek kompostowych, które były podstawą do ustalenia właściwych proporcji zastosowanych materiałów. Pozwoliło to na zapewnienie optymalnych warunków do prawidłowego przebiegu procesu kompostowania.

Do najważniejszych osiągnięć poznawczych i aplikacyjnych przedstawionych w

rozprawie doktorskiej mgr inż. Moniki Mierzwy-Hersztek zaliczyć należy wykazanie, że:

- w trakcie 180 dniowego kompostowania zainicjowany został proces degradacji polimerów otrzymanych z polietylenu i skrobi kukurydzianej;
- po 180 dniach kompostowania, materiałów roślinnych z dodatkiem polimerów, realizowanego w kontrolowanych warunkach, otrzymano dojrzałe i stabilne komposty, które charakteryzowały się znaczącą wartością nawozową oraz zawartością metali ciężkich nieprzekraczającą wartości referencyjnych;
- dodatek materiałów polimerowych do biomasy roślinnej nie miał istotnego wpływu na zawartość suchej masy, odczyn i przewodności elektrolityczną wytworzonych kompostów, a w nieznacznym stopniu modyfikował ich skład elementarny; dodatek polimerów spowalniał procesy humifikacji, a na jego zakres miał wpływ rodzaj polimeru dodanego do materiału roślinnego;
- komposty z dodatkiem polimerów charakteryzowała większa toksyczność;
- wyciągi wodne z ocenianych kompostów wpłynęły na ograniczenie rozrostu powierzchniowego i zmniejszenie biomasy testowanych grzybów polifagicznych;
- komposty po wprowadzeniu do gleby nie miały wpływu na ich właściwości fizyczne;
- zawartość węgla organicznego w ocenianych glebach zwiększyła się pod wpływem kompostów, a zaobserwowane zmiany składu frakcyjnego próchnicy i właściwości optycznych kwasów huminowych były uzależnione od kategorii agronomicznej gleby oraz od rodzaju polimeru i wskazywały na włączanie się materii organicznej kompostów w cykl przemian próchnicy glebowej;
- w glebie do której wprowadzono komposty zwiększyła się zawartość metali ciężkich, ale ich poziom nie przekraczał wartości dopuszczalnych.

Ponadto, Autorka nie wykazała istotnego wpływu ocenianych mieszanek kompostowych na plonowanie i skład chemiczny rośliny testowej oraz potwierdziła korzystny wpływ ocenianych kompostów na jakość gleby w oparciu o wyliczone wskaźniki – współczynnik jakości gleby i biologiczny wskaźnik żyzności.

Oceniając tę wielowątkową i obszerną dysertację, pozbawioną poważniejszych uchybień, nasunęły mi się nieliczne uwagi, które z obowiązku chciałabym przekazać Autorce:

1. Tytuł podrozdziału 3.1.3. „Wybrane właściwości fizyczne, chemiczne i biologiczne” jest niejednoznaczny – w treści rozdziału przedstawiono opis zastosowanych metod badawczych, co wymaga uściślenia tytułu podrozdziału; podobnie podrozdział 3.2.4, również zawiera opis metodyki badań;

2. W opisie doświadczenia polowego nie podano na jaką głębokość wprowadzono komposty;
3. W metodyce oznaczania właściwości optycznych kwasów huminowych w zakresie światła UV-VIS, podano, że oznaczono widma dla 0,02% roztworów kwasów huminowych. Jak uzyskano te roztwory?;
4. W całej pracy używane jest określenie „aktywność ureaz” – powinno być aktywność ureazy;
5. Przy omawianiu właściwości kompostów podawane są wartości średnie – proponuję uzupełnić tabele o te wartości (np. tab. 15);
6. Wnioski sformułowano w 22 punktach, w większości są to wnioski przytaczające ważniejsze uzyskane wyniki. Tak liczne wnioski, częściowo tłumaczy zakres realizowanych badań. Podczas przygotowania pracy do druku zalecałabym bardziej zwięzłe ich sformułowanie.

Inne drobne uwagi redakcyjne zaznaczyłam w tekście pracy, może Doktorantka z nich skorzystać przy przygotowaniu pracy do druku.

4. Wniosek końcowy

Wartość merytoryczną wyników rozprawy doktorskiej mgr inż. Moniki Mierzwy-Hersztek oceniam pozytywnie. Wiążą się one z uzyskaniem nowej wiedzy dotyczącej materiałów polimerowych z polietylenu i skrobi kukurydzianej, ze szczególnym uwzględnieniem ich podatności na rozkład w procesie kompostowania z materiałami roślinnymi, wartości nawozowej uzyskanych kompostów oraz ich wpływu na właściwości gleb. Rozprawa doktorska charakteryzuje się innowacyjnością i stanowi oryginalny dorobek naukowy.

W przedstawionej rozprawie doktorskiej mgr inż. Monika Mierzwa-Hersztek wykazała, że posiada dobrą znajomość i duży zasób wiedzy w zakresie warsztatu badawczego. Zastosowane przez Doktorantkę narzędzia badawcze były adekwatne do rozważanej problematyki, posługiwała się nimi z dużą biegłością i umiejętnie wykorzystwała do osiągnięcia postawionych celów.

Układ pracy, logika wywodu na podstawie obszernych, w większości nowatorskich i czytelnie zestawionych wyników badań, sposób interpretacji i konfrontacji uzyskanych rezultatów z literaturą pozwalają zaliczyć przedstawioną rozprawę doktorską do posiadających charakter oryginalnych prac naukowych o dużych walorach poznawczych i potencjale aplikacyjnym.

Stwierdzam, że praca przedłożona przez mgr inż. Monikę Mierzwę-Hersztek spełnia wszystkie wymagania ustawy z dnia 14 marca 2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz. U. Nr 65, poz. 595, 2003 r. z późn. zm.). Wnioskuje do Rady Wydziału Rolniczo-Ekonomicznego UR im. H. Kollataja w Krakowie o przyjęcie pracy i dopuszczenie mgr inż. Moniki Mierzwy-Hersztek do dalszych etapów przewodu doktorskiego.

Uwzględniając wybór tematyki badawczej, jej realizację oraz opracowanie wyników na wysokim poziomie naukowym wnioskuję o wyróżnienie ocenianej rozprawy doktorskiej.

