

Wpłynęło dnia 2.01.2020
520-20.1/2020

Lublin 3 stycznia 2020r.

Dr hab. inż. Grażyna Żukowska
Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie
Wydział Agrobiotechnologii
Instytut Gleboznawstwa, Inżynierii
i Kształtowania Środowiska
*Zakład Rekultywacji Gleb
i Gospodarki Odpadami*

Recenzja

rozprawy doktorskiej mgr inż. Wojciecha Kępki

pt. „Możliwości przyrodniczego zagospodarowania fusów z kawy”

1. Podstawa opracowania recenzji

Niniejsza recenzja została przygotowana w odpowiedzi na pismo (5DBiO 520-21.69/2019) Pana Dziekana Wydziału Biotechnologii i Ogrodnictwa Uniwersytetu Rolniczego im. H. Kołłątaja w Krakowie, Prof. dra hab. Stanisława Mazura, informujące, że Rada Dyscypliny Rolnictwo i Ogrodnictwo Uniwersytetu Rolniczego im. H. Kołłątaja w Krakowie na posiedzeniu w dniu 27 listopada 2019 roku powołała mnie na recenzenta rozprawy doktorskiej mgr inż. Wojciecha Kępki pt. „Możliwości przyrodniczego zagospodarowania fusów z kawy”. Rozprawa doktorska została wykonana w Katedrze Chemii Rolnej i Środowiskowej Uniwersytetu Rolniczego im. H. Kołłątaja w Krakowie. Promotorem rozprawy był prof. dr hab. inż. Jacek Antonkiewicz, a promotorem pomocniczym dr Anna Wisła- Świder.

2. Ocena problematyki badawczej

Wszechstronny rozwój nauki i techniki, postępujący wraz z rozwojem cywilizacji, pozwala ludzkości na niemal dowolne przekształcanie otaczającego świata. Wzrost demograficzny i postępujące z nim zapotrzebowanie na dobra konsumpcyjne intensyfikują postęp techniczny i przemysłowy. Sprawia to, że na Ziemi nie ma w zasadzie obszarów wolnych od antropopresji. Skupiając się na rozwoju technologicznym, ludzkość przez szereg dekad ignorowała zagrożenia jakie te działania niosły dla środowiska przyrodniczego. Rozwój przemysłu spowodował masową emisję zanieczyszczeń i wytwarzanie ogromnych mas odpadów. Konsekwencją tych działań są kryzysy środowiskowe nie tylko o zasięgu lokalnym lecz także w wymiarze globalnym, takie jak efekt cieplarniany czy postępująca degradacja środowiska.

Odpowiedzią na wyzwania ekonomiczne, społeczne i środowiskowe współczesnego świata jest koncepcja zrównoważonego rozwoju, którego celem jest dążenie do zapewnienia trwałości

użytkowania środowiska (ekosystemów). Nadrzędnym celem koncepcji zrównoważonego rozwoju jest dbałość o wyczerpujące się zasoby naturalne oraz poprawa stanu intensywnie eksploatowanego środowiska.

Jednym z wyzwań współczesnego świata w zakresie ochrony środowiska jest opracowanie racjonalnych metod zagospodarowania ciągle rosnącej ilości wytwarzanych odpadów, szczególnie odpadów biodegradowalnych. Ze względu na zmienność składu chemicznego i właściwości trudno o wypracowanie jednej optymalnej technologii odzysku odpadów organicznych. Szczególną grupę bioodpadów stanowią frakcje organiczne odpadów komunalnych wytwarzane w gospodarstwach domowych i lokalach gastronomicznych. Znane i wdrożone do gospodarki odpadami są liczne kierunki ich zagospodarowania takie jak spalanie, wytwarzanie paliw, odzysk biologiczny, wykorzystanie do nawożenia i użyźniania gleb.

W ostatnich latach zwrócono uwagę na odpady powstające podczas przygotowania zielonych ziaren kawy do spożycia, wytwarzania kawy rozpuszczalnej a także podczas parzenia kawy. Fusy z kawy zawierają znaczne ilości substancji organicznej (w tym polisacharydy, oligosacharydy, lipidy, kwas alifatyczne, aminokwasy, białka, alkaloidy i fenole) oraz składników pokarmowych roślin, posiadają właściwości funkcjonalne (takie jak zdolność zatrzymywania wody, zdolność zatrzymywania oleju czy potencjał antyoksydacyjny).

W tym kontekście problematyka podjęta w pracy ma istotne znaczenie dla gospodarki odpadami ale również dla rolnictwa zainteresowanego wykorzystaniem odpadów biodegradowalnych i wytworzonych z nich kompostów do kształtowania właściwości gleb. Uważam ją za ważną, wartościową, aktualną i odpowiednią dla rozprawy doktorskiej w dyscyplinie „rolnictwo i ogrodnictwo”. Stwierdzam, że rozprawa posiada walory naukowe, poznawcze i użytkowe.

3. Ocena formalna rozprawy

Przedłożona do oceny rozprawa doktorska została przygotowana w oparciu o oryginalne wyniki badań własnych, uzyskane przez Autora na podstawie wstępnych badań laboratoryjnych, doświadczeń: inkubacyjnego, wazonowego i ścisłego doświadczenia polowego prowadzonego w latach 2016-2018. Praca obejmuje 93 strony maszynopisu a przedstawiony materiał dokumentacyjny 25 tabel, 10 rycin i 2 fotografie.

Tytuł rozprawy jest sformułowany dość szeroko. Jeśli rozprawa będzie publikowana jako monografia proponuję rozważenie uściślenia tytułu, gdyż Autor oceniał przydatność nawozową nieprzetworzonych i kompostowanych fusów z kawy.

W rozdziale pierwszym „*Wstęp*” liczącym 2 strony Autor wskazuje na potrzebę innowacyjnego podejścia do poszukiwania efektywnych gospodarczo i bezpiecznych dla środowiska oraz zgodnych z zasadami gospodarki o obiegu zamkniętym sposobów gospodarowania odpadami biodegradowalnymi, w tym odpadami z parzenia kawy. Rozdział kończy ogólnie sformułowany cel badań. W mojej opinii można go pominąć, ponieważ w układzie pracy jest rozdział 3 – „*Cel badań i hipoteza badawcza*”.

Rozdział 2 „*Przegląd literatury*” obejmuje 9 stron i podzielony jest na 6 podrozdziałów. W podrozdziale:

- 2.1. „*Pojęcie bioodpadów*” Autor przedstawia definicję bioodpadów oraz ich umiejscowienie w Katalogu odpadów. W przedstawionej definicji bioodpadów brak istotnego określenia, tj., że są to odpady ulegające biodegradacji;
- 2.2. „*Źródła pochodzenia odpadów organicznych i sposoby ich zagospodarowania*” w ogólnym zarysie omawia problem odpadów organicznych i ich zagospodarowania wskazując na potrzebę innowacyjnych rozwiązań w zakresie gospodarowania tymi odpadami;
- 2.3. „*Źródła pochodzenia fusów z kawy*” przedstawia szacunkowe ilości tych odpadów oraz omawia aktualny stan badań mających na celu określenie składu chemicznego fusów z kawy i ich wtórnych zastosowań. Sugeruję rozważenie zmiany tytułu tego podrozdziału na: *Źródła pochodzenia, właściwości i kierunki zagospodarowania fusów z kawy*;
- 2.4. „*Ciecze jonowe w koncepcji zielonej chemii*” Autor definiuje koncepcję zielonej chemii, przedstawia zasady na których oparta jest ta koncepcja oraz wskazuje na rolę cieczy jonowych w realizacji tych koncepcji;
- 2.5. „*Definicja cieczy jonowych*” oraz 2.6. „*Zastosowanie cieczy jonowych*” definiuje i charakteryzuje ciecze jonowe oraz omawia ich zastosowanie. Sugeruję, aby te podrozdziały połączyć w jeden - definicja i zastosowanie cieczy jonowych. Ponadto można rozważyć bardziej syntetyczne ich zredagowanie, ponieważ na podrozdziały 2.4-2.6, traktujące o cieczach jonowych przypada 5 z 9 stron przeglądu literatury, kiedy na bezpośredni przedmiot rozprawy jakimi są fusy z kawy poświęcono ok. 1,5 strony.

Na podstawie przeprowadzonego przeglądu literatury Doktorant, w obejmującym 2 strony rozdziale 3 „*Cel badań i hipoteza badawcza*” formułuje cel badań i określa weryfikowaną hipotezę badawczą oraz przedstawia zakres pracy i kolejność prowadzonych eksperymentów (podrozdział 3.1 podzielony na 3 podrozdziały kolejnego rzędu).

Czwarty rozdział rozprawy „*Materiał i metody badań*” zaprezentowany został na 11 stronach maszynopisu i podzielony na 8 podrozdziałów. Dodatkowo w podrozdziałach od 4.2 do 4.6 wydzielono podrozdziały kolejnego rzędu. Autor rozdział ten rozpoczyna od podania źródła, z którego pozyskano podstawowy materiał do badań, tj. fusy z kawy oraz przedstawia ich klasyfikację w oparciu o Katalog odpadów. Następnie zamieszcza krótki opis przebiegu procesu kompostowania, w którym wytworzono kompost ze słomy kukurydzianej z dodatkiem fusów z kawy. W opisie tym zbyt ogólnie przedstawiono informacje mające istotny wpływ na przebieg procesu kompostowania i jakość uzyskanego kompostu: (i) Autor podaje, że „ilość fusów wprowadzona do kompostowania była określona na podstawie parametrów fizycznych i wilgotności” – jakie poza wilgotnością (która jest parametrem fizycznym) inne parametry brano pod uwagę?; (ii) Doktorant podaje: „po 140 dniach kompost uznano za dojrzały” – w oparciu o jakie wskaźniki oceniano dojrzałość kompostu?

W podrozdziale 4.1. „*Analizy laboratoryjne gleby, fusów z kawy i kompostu z fusów z kawy*” Autor podaje, że w materiałach zastosowanych w dalszych badaniach oznaczono podstawowe właściwości fizykochemiczne metodami referencyjnymi, a następnie omawia właściwości fizyczne, fizykochemiczne i chemiczne gleby, fusów z kawy i kompostów z fusów kawy. Proponuję rozważenie przeredagowania tego fragmentu pracy – np. poprzez włączenie zastosowanych metod badawczych do opisu badań laboratoryjnych, omówienie właściwości materiałów zastosowanych w badaniach mogłyby być zamieszczone w rozdziale „Omówienie wyników”, tym bardziej, że sam Autor część treści tego podrozdziału przywołuje w innych fragmentach pracy (np. w podrozdziale 5.1 Skład chemiczny fusów z kawy i kompostów z fusów z kawy, 5.4.4 (opis właściwości gleby na której założono doświadczenie wazonowe) czy ostatni akapit na stronie 19, który przedstawia te same informacje, które zamieszczono w 3 akapicie na str. 17).

Podrozdział 4.2 „*Doświadczenie laboratoryjne – test fitotoksyczności*” obejmuje szczegółowy opis zasady przeprowadzania i interpretacji testu PhytotoxkitTM oraz schemat i przebieg doświadczenia. Metodyczna strona przeprowadzenia doświadczenia nie budzi zastrzeżeń.

W podrozdziale 4.3 „*Doświadczenie inkubacyjne*” Doktorant przedstawił schemat i przebieg realizacji tego bardzo innowacyjnego eksperymentu. Obejmował on 12 obiektów badawczych – podłoży sporządzonych na bazie wyprażonego piasku kwarcowego ze zróżnicowanym udziałem fusów z kawy, kompostu z fusów z kawy oraz cieczy jonowej – bromku tetrabutylaminowego (CJ). Wskazane byłoby uzupełnienie opisu schematu doświadczenia o ilość piasku kwarcowego w podłożu. Sugeruję również sprawdzenie dawek

wprowadzonych fusów z kawy (jeśli dawka FI jest pojedyncza i wynosiła 1,5g, to czy dawka podwójna wynosi 4,5 g, a potrójna 7,5g?).

Podrozdział 4.4. „Doświadczenie wazonowe” obejmuje opis schematu i przebieg doświadczenia wazonowego. Jednoczynnikowe doświadczenie, realizowane w 3 powtórzeniach obejmowało 5 obiektów badawczych: kontrolę (K) – gleba, FI – gleba + fusy z kawy 6 Mg·ha⁻¹, FII – gleba + fusy z kawy 12 Mg·ha⁻¹, KFI – gleba + kompost z fusów z kawy 4,3 Mg·ha⁻¹, KFII – gleba + kompost z fusów z kawy 8,6 Mg·ha⁻¹. Rośliną testową była kukurydza.

Schemat i przebieg doświadczenia polowego Doktorant przedstawił w podrozdziale 4.5 „Doświadczenie polowe”. Doświadczenie polowe realizowano w latach 2016-2018 na poletkach o powierzchni 6 m². Jednoczynnikowe doświadczenie polowe założone metodą bloków losowanych i realizowano w 3 powtórzeniach. Obejmowało ono 7 obiektów badawczych - 5 z tych obiektów była taka sama jak w doświadczeniu wazonowych i dodatkowo wprowadzono obiekty NPK (gleba + nawożenie mineralne w dawkach 170 kg N·ha⁻¹, 28 kg P·ha⁻¹, 155 kg K·ha⁻¹) oraz OB (gleba nawożona obornikiem w dawce 31 Mg·ha⁻¹). Na poletkach uprawiano mieszankę traw. Doświadczenie było poprawnie realizowane.

W odniesieniu do doświadczenia wazonowego i poletkowego cennym byłoby podanie bardziej szczegółowej informacji w jaki sposób ustalono dawki wprowadzanych do gleby fusów z kawy i kompostu z fusów z kawy oraz czy dawki podano jako świeża (wilgotna) czy sucha masa? .

Przedstawione w podrozdziale 4.6 zastosowane metody badań laboratoryjnych zostały właściwie dobrane i wystarczające do realizacji założonego celu badań.

Podrozdziały 4.7 „Kontrola jakości analiz” oraz 4.8. „Obliczenia i analiza statystyczna wyników” wskazują, że przeprowadzone doświadczenia i analizy laboratoryjne wykonane w ocenianej pracy zostały przeprowadzone z zachowaniem dobrej praktyki eksperymentalnej. Doświadczenia założono w odpowiedniej liczbie powtórzeń i zastosowano właściwy model statystyczny. Analizy laboratoryjne wykonano w 3 powtórzeniach a ich dokładność zweryfikowano w oparciu o materiały referencyjne. Ocenę statystyczną zmienności wyników przeprowadzono metodą jednoczynnikowej analizy wariancji a istotność różnic pomiędzy wartościami średnimi weryfikowano na podstawie testu HSD Tukey’a przy poziomie istotności $\alpha = 0,05$. Zastosowanie metod statystycznych do oceny i interpretacji wyników znacząco podnosi walory ocenianej rozprawy, czyniąc uzyskane wnioski miarodajnymi.

Rozdział 5 rozprawy „Omówienie wyników” stanowi najobszerniejszą część pracy i obejmuje przedstawione na 31 stronach maszynopisu szczegółowe omówienie uzyskanych

wyników badań. Rozdział zawiera 5 podrozdziałów, w którym wyróżniono jeszcze 14 podrozdziałów drugiego stopnia. Oceniając ten wielowątkowy i obszerny rozdział dysertacji, pozbawiony poważniejszych uchybień, nasunęły mi się uwagi, które z obowiązku recenzenta chciałabym przekazać Autorowi:

- na stronie 18 Autor podaje, że doświadczenie przeprowadzono na glebie o składzie granulometrycznym piasku słabo gliniastego i zaliczanej do kategorii agronomicznej gleby bardzo lekkie – na jakiej podstawie to określono, w tabeli 1 nie przedstawiono udziału poszczególnych frakcji granulometrycznych, ponadto kilkakrotnie w rozdziale 5 – „omówienie wyników” tę samą glebę określa się jako lekką (np. str. 47);
- str. 31 wiersz 2 – Autor podaje „zaaplikowanie kompostu w ilości 5% w stosunku do pojemności pojemnika ...” – z zamieszczonego w tab. 3 schematu doświadczenia i jego opisu trudno zorientować się o który obiekt chodzi;
- podczas omawiania wyników Autor często stosuje skróty myślowe i uproszczenia, które podczas przygotowywania pracy do druku powinny być poprawione, np.: str. 36 – „Największą zawartość potasu zarejestrowano w biomacie roślin nawożonych kompostem... i była o ponad 60% mniejsza niż w obiekcie bez nawożenia....” – powinno byćw biomacie z obiektu..., str. 39 – „zanotowano, że jedynie obiekt wykazywał się większą zawartością przyswajalnych form fosforu...” - większa zawartość przyswajalnych form fosforu była w glebie z obiektu... ; omawiając zmiany zawartości ocenianych makro i mikrośladników często używane jest określenie „wzrost zawartości” i „spadek zawartości” (np. str. 39 – „zastosowanie większych dawek materiałów organicznych powodowało wzrost zawartość tego pierwiastka w glebie) - zawartość zwiększa się lub zmniejsza, str. 57 „z odzysku wynika, że mieszanka traw odzyskała w całości te metale...”;
- podrozdział 5.5.5. „Zmiany właściwości gleby po zakończeniu doświadczenia polowego” przedstawia analizę wyników uzyskanych w kolejnych latach realizacji doświadczenia, sugeruję zmianę tytułu na: Zmiany właściwości gleby z doświadczenia polowego;
- str. 50 – w tekście błędnie podano „Tabela 18” – powinno być tabela 13;
- str. 51 – 6 wiersz akapitu 2 jest „zwiększyły zawartość węgla” a omówienie wyników odnosi się do azotu.

Inne drobne uwagi redakcyjne zaznaczyłam na marginesie pracy, może Autor z nich skorzystać podczas przygotowywania pracy do druku.

Najcenniejszy w pracy jest rozdział 6 „*Dyskusja wyników*”. Na 9 stronach tego rozdziału Doktorant podsumował uzyskane wyniki oraz podjął dyskusję z wynikami innych badaczy.

Rozdział 7 „*Wnioski*” obejmuje 12 wniosków stanowiących rekapitulację uzyskanych wyników. Podczas przygotowania pracy do druku można przemyśleć przeredagowanie wniosków i przedstawienie ich w formie bardziej zwartej (np. połączenie wniosków 6 i 10).

Rozdział 8 „*Literatura*” obejmuje zestawienie 160 pozycji literatury cytowanej w pracy, z czego 85% stanowią pozycje w języku angielskim. W zdecydowanej większości są to pozycje z ostatnich lat. Wskazuje to, że Autor ma dobre rozeznanie w literaturze przedmiotu i śledzi ją na bieżąco. Zestawienie cytowanej literatury zostało przygotowane starannie, cytując literaturę na str. 25 błędnie podano rok (jest Ostrowska et al 1911).

W rozdziale 9 „*Streszczenie*” Doktorant zamieścił streszczenie i słowa kluczowe w języku polskim i angielskim, co przy tak wielowątkowej pracy pozwala na szybkie zapoznanie się z celami i wynikami dysertacji.

W rozdziale 10 „*Aneks*” zamieszczono tabele od 16 do 25 przedstawiające uzyskane wyniki badań. Sugerowałabym, aby podczas przygotowywania pracy do druku umieścić je, tak jak pozostałe, w teście pracy. Umieszczenie części tabel w aneksie utrudnia lekturę omówienia wyników, tym bardziej, że omawiając wyniki Autor nie wszystkie tabele z aneksu przywołuje w teście pracy.

4. Ocena merytoryczna rozprawy

Celem rozprawy była ocena wpływu świeżych i przekompostowanych fusów z kawy na podstawowe właściwości gleby, plonowanie i skład chemiczny roślin oraz określenie na tej podstawie możliwości przyrodniczego zagospodarowania tych odpadów.

Realizując kolejne etapy badań (badania laboratoryjne – inkubacyjne – wazonowe i polowe) Autor weryfikował hipotezę badawczą „Czy nieprzetworzone fusy z kawy lub przekompostowane z biomasą kukurydzy mogą stanowić odpowiednie podłoże dla roślin lub stanowić środek poprawiający właściwości gleby”.

Analizując realizowane doświadczenia oraz wyniki rozprawy doktorskiej daje się wyróżnić dwa główne obszary tematyczne.

Pierwszy z nich dotyczy oceny właściwości nieprzetworzonych fusów z kawy oraz zmian ich właściwości po przekompostowaniu z biomasą kukurydzy. Ocena ta miała na celu zapewnienie bezpieczeństwa ekologicznego podczas wprowadzania do gleby testowanych materiałów organicznych. Na podkreślenie zasługuje fakt, że ocenę przeprowadzono nie tylko w oparciu o właściwości fizykochemiczne i chemiczne testowanych bioodpadów ale również w oparciu o

test toksyczności ostrej Phytotoxkit. W badaniach dotyczących tej części Autor wykazał, że:

- fusy z kawy charakteryzują się zawartością węgla organicznego na poziomie zbliżonym do obornika, większą niż obornik zawartością azotu i potasu a mniejszą pozostałych makroskładników;
- przekompostowanie fusów z kawy z dodatkiem biomasy kukurydzy wpłynęło, w porównaniu do nieprzetworzonych fusów z kawy, na zmniejszenie zawartości węgla organicznego, zwiększenie zawartości makroskładników oraz optymalizację odczynu;
- zawartość metali ciężkich w fusach z kawy oraz kompoście z fusów z kawy nie przekraczała dopuszczalnych limitów warunkujących ich wykorzystanie jako nawozów organicznych i organiczno-mineralnych oraz organicznych i organiczno-mineralnych środków wspomagających uprawę roślin;
- dodatek fusów z kawy do gleby (w dawce 6 i 12 Mg ha⁻¹) wpłynął na inhibicję kiełkowania nasion i zahamowanie wzrostu korzeni rośliny testowej (*Lepidium sativum*), a stopień toksyczności zwiększał się wraz z rosnącym udziałem fusów z kawy w podłożu;
- przekompostowanie fusów z kawy wraz z biomasą kukurydzy wyeliminowało ich toksyczność – dodatek kompostów do gleby (w dawkach 4,3 i 8,6 Mg ha⁻¹) nie ograniczał kiełkowania nasion i działał stymulująco na wzrost korzeni rośliny testowej.

Drugi obszar tematyczny stanowi kompleksową ocenę oddziaływania nieprzetworzonych i kompostowanych fusów z kawy na plon roślin, ich skład chemiczny oraz właściwości gleby. Ocenę przeprowadzono w doświadczeniu wazonowym oraz w 3 letnim doświadczeniu polowym. W badaniach tych Doktorant wykazał, że:

- fusy z kawy oraz kompost z kawy, zastosowane do użyźnienia gleby bardzo lekkiej w warunkach doświadczenia wazonowego, wpłynęły na poprawę jej właściwości fizykochemicznych, co przejawiało się poprawą odczynu, zwiększeniem zawartości węgla organicznego i azotu oraz form przyswajalnych składników pokarmowych roślin. Wyniki te zostały potwierdzone w 3 letnim doświadczeniu polowym;
- zakres poprawy właściwości gleby był uzależniony od formy i dawki wprowadzonych materiałów organicznych. Na ogół większy wpływ na poprawę właściwości gleby wykazywał kompost z fusów z kawy oraz większe dawki zastosowanych materiałów organicznych. Istotnie największą poprawę właściwości odnotowano w glebie nawożonej kompostem z fusów z kawy w dawce 8,6 Mg kg⁻¹;
- fusy z kawy oraz kompost z fusów z kawy istotnie wpłynęły na zwiększenie plonu kukurydzy (w warunkach doświadczenia wazonowego) i mieszanki traw (w doświadczeniu

polowym). Korzystniejszy plonotwórczy efekt wykazywały większe dawki fusów i kompostu z fusów z kawy (odpowiednio 12 i 8,6 Mg·ha⁻¹ s.m.), a najbardziej plonotwórczym komponentem był kompost z fusów z kawy w dawce 8,6 Mg·ha⁻¹ s.m.;

— zastosowane formy i dawki nawożenia w doświadczeniu wazonowym różnicowały zawartość makroskładników i mikroelementów w biomase kukurydzy. Największym źródłem azotu, fosforu, potasu, wapnia i magnezu dla kukurydzy był kompost z fusów z kawy w dawce 8,6 Mg·ha⁻¹ s.m. Biomasa kukurydzy uprawianej na glebie do której wprowadzono fusy z kawy oraz kompost z fusów z kawy, w porównaniu do biomasy kukurydzy uprawianej na glebie nienawożonej, charakteryzowała się większą zawartością Fe, Mn, mniejszą zawartością Cu, Zn, Cd i Pb oraz porównywalną Cr i Ni. Wyniki te nie w pełni potwierdzono w doświadczeniu polowym, gdyż zastosowane nawożenie organiczne na ogół nie wpływało na zawartość mikroelementów i metali ciężkich w mieszance traw. Jedynie zawartość Cd i Pb w biomase mieszanki traw uprawianej na glebie użyźnionej kompostem w dawce 8,6 Mg·kg⁻¹ była mniejsza niż ich zawartość w mieszance traw uprawianej na glebie pozostałych obiektów.

Bardzo interesujące wyniki uzyskał Autor sporządzając *uproszczony bilans mikroelementów i metali ciężkich w doświadczeniu polowym*. Wykazał, że w obiektach, w których do gleby zaaplikowano nieprzetworzone fusy z kawy i kompost z fusów kawy pobranie mikroelementów i metali ciężkich było większe w porównaniu do ilości wprowadzonych z tymi odpadami. Jedynie w odniesieniu do Cu i Ni podwójna dawka nieprzetworzonych fusów z kawy wpłynęła na dodatni bilans tych składników (fitoodzysk 67 i 64%). Wyniki te wskazują, że nieprzetworzone fusy z kawy oraz otrzymany z nich kompost stymulują proces pobierania pierwiastków przez mieszankę roślin. Wymagają one potwierdzenia w bardziej szczegółowych badaniach, ale sugerują, że fusy z kawy i kompost z fusów kawy mogą być wykorzystane do wspomagania procesu fitoekstrakcji gleb zanieczyszczonych chemicznie.

Autor przeprowadził również *innowacyjne badania, których celem było uzyskanie nowego produktu w postaci środka poprawiającego właściwości gleby poprzez skomponowanie fusów z kawy i cieczy jonowej*. Wyniki tych badań wykazały, że wprowadzenie do gleby fusów z kawy z dodatkiem cieczy jonowej (bromku tetrbutyloaminowego CJ) wpłynęło na zwiększenie wielkości plonu testowanej mieszanki traw uprawianej na glebie tego obiektu, a dodatek do gleby cieczy jonowej wraz z przekompostowanymi fusami z kawy wpłynął na znaczne zwiększenie plonu mieszanki traw, w porównaniu do gleby wzbogaconej nieprzekompostowanymi fusami z kawy.

Reasumując, jednoznacznie pozytywnie i wysoko oceniam merytoryczną wartość rozprawy. Poza dobrze udokumentowanymi i cennymi wynikami badań, które Autor uzyskał, oceniana

rozprawa wskazuje na możliwość rozszerzenia badań. Cennym byłoby rozszerzenie badań o ocenę przemian substancji organicznej w glebie wzbogacanej fusami z kawy i kompostem z fusów kawy czy też ich wpływu na właściwości fizyczne gleb oraz dalsze badania nad możliwością wykorzystania tych materiałów organicznych do wspomaganie fitoekstrakcji gleb zanieczyszczonych chemicznie. Ponadto wyniki uzyskane przez Doktoranta wskazują, że zastosowanie cieczy jonowych w uszlachetnianiu fusów z kawy może być obiecującym kierunkiem rozwoju w otrzymywaniu nowych środków nawozowych lub poprawiających właściwości fizykochemiczne gleby.

5. Wniosek końcowy

Wartość merytoryczną wyników rozpatrywanej rozprawy mgr inż. Wojciecha Kępkę oceniam pozytywnie. Wiążą się one z uzyskaniem nowej wiedzy dotyczącej możliwości przyrodniczego wykorzystania fusów z kawy i kompostu z ich udziałem. Jest to praca o znaczącym potencjale innowacyjności, stanowi oryginalny dorobek naukowy, który w przyszłości może być poddany komercjalizacji.

Doktorant wykazał się znajomością problemu badawczego a także umiejętnością naukowej analizy uzyskanych wyników. Świadczy to o Jego dojrzałości naukowej.

Stwierdzam, że materiał dokumentacyjny oraz przyjęta metodyka badań nie budzą zastrzeżeń. Interpretacja i dyskusja wyników badań są zwięzłe i przekonujące dla praktyki.

Rozprawa zawiera oryginalny dorobek naukowy uzyskany dużym nakładem pracy. Wzbogaca wiedzę naukową i praktyczną z szerokiego zakresu nauk rolniczych w dyscyplinie rolnictwo i ogrodnictwo.

Stwierdzam, że praca pt. „Możliwości przyrodniczego zagospodarowania fusów z kawy” przedłożona przez mgr inż. Wojciecha Kępkę spełnia wszystkie wymagania Ustawy z dnia 3 lipca 2018r. – Przepisy wprowadzające ustawę Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (DZ.U. 2018 poz. 1669) oraz Ustawy z dnia 14 marca 2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz. U. 2003 Nr 65, poz. 595 z późn. zm.) i wnioskuję o dopuszczenie mgr inż. Wojciecha Kępkę do dalszych etapów przewodu doktorskiego.

Dr hab. inż. Grażyna Żukowska

