

Prof. dr hab. Barbara Filipek-Mazur
Katedra Chemii Rolnej i Środowiskowej
Wydział Rolniczo-Ekonomiczny
Uniwersytetu Rolniczego w Krakowie

Kraków, 2018-01-03

R e c e n z j a

pracy doktorskiej mgr. inż. Sławomira Rybki p.t. „Ocena możliwości wykorzystania popiołu z komunalnych osadów ściekowych do nawożenia wybranych gatunków roślin na cele energetyczne”, wykonanej w Katedrze Bioenergetyki i Analizy Żywności Wydziału Biologiczno-Rolniczego Uniwersytetu Rzeszowskiego

Wstęp

Wstąpienie Polski do Unii Europejskiej spowodowało konieczność dostosowania przepisów prawnych obowiązujących w naszym kraju do prawodawstwa unijnego we wszystkich gałęziach gospodarki. Ochrona środowiska, w tym gospodarka odpadami, ze zwróceniem szczególnej uwagi na gospodarkę odpadami komunalnymi i oczyszczanie ścieków komunalnych, wymagała zmian. Dofinansowanie ze środków funduszy unijnych pozwoliło na uruchomienie wielu oczyszczalni ścieków. Efektem procesu oczyszczania ścieków są powstające w znacznych ilościach osady ściekowe, których właściwe zagospodarowanie stanowi duży problem. Przewiduje się, że ilość osadów ściekowych w 2020 roku wynosić będzie około 746 tys. Mg suchej masy. Zgodnie z Ustawą o odpadach konieczne jest systematyczne ograniczanie do roku 2020 składowania odpadów biodegradowalnych. W Krajowym Planie Gospodarki Odpadami zaleca się osady ściekowe kompostować lub przeznaczać do przyrodniczego wykorzystania np. rekultywacji. Innym kierunkiem ich zagospodarowania jest termiczna utylizacja. Ilość zutylizowanych tą metodą osadów ma przekroczyć w 2020 roku 30%. Osady ściekowe, których ciepło spalania jest większe od $6 \text{ MJ} \cdot \text{kg}^{-1}$ nie mogą być deponowane na składowiskach [Dz. U. z 2015 . poz. 1277]. Podczas termicznego przekształcania osadów ściekowych poprzez spalanie powstają nowe odpady jakim są popioły oraz produkty uboczne z oczyszczania spalin. Popioły zaliczane do odpadów nie niebezpiecznych mogą, a nawet powinny być wykorzystane. Zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Środowiska z dnia 9 grudnia 2014 roku w sprawie katalogu odpadów, popioły ze spalania osadów ściekowych należą do grupy 19.

Wyniki licznych badań nad wykorzystaniem popiołów z biomasy wykazały, że materiały te zawierają makro i mikroskładniki pokarmowe niezbędne w żywieniu roślin, korzystnie oddziałują na właściwości fizykochemiczne gleby, w tym na odczyn i zasobność w przyswajalne formy pierwiastków takich jak fosfor, potas, wapń i magnez. W efekcie ich stosowania plony roślin zwiększają się. Należy jednak pamiętać o przestrzeganiu zapisów prawnych dotyczących ich aplikacji.

Na kanwie powyższych rozważań stwierdzam, że podjęty przez Pana mgr. inż. Sławomira Rybkę temat badań jest ważny i aktualny zarówno z naukowego, jak i aplikacyjnego punktu widzenia [po spełnieniu wymogów dotyczących wydania pozwolenia ministra właściwego do spraw rolnictwa na wprowadzenie do obrotu nawozów organicznych, organiczno-mineralnych, mineralnych nieoznaczonych znakiem „NAWÓZ WE” oraz środków wspomagających uprawę roślin (środków poprawiających właściwości gleby, stymulatorów wzrostu, podłoży do upraw)].

Ocena formalna pracy doktorskiej

Recenzowana rozprawa doktorska (w oświadczeniu Autora określona jako praca dyplomowa?) obejmuje 182 strony druku komputerowego wraz z 69 tabelami i 19 rysunkami.

Tekst pracy został podzielony na wstęp i 15 rozdziałów: cel pracy, właściwości fizykochemiczne osadów ściekowych, kryteria i uwarunkowania prawne stosowania osadów ściekowych na cele rolnicze, termiczne metody przekształcania komunalnych osadów ściekowych i ich charakterystyka, technologia uprawy miskanta, technologia uprawy kukurydzy, materiał i metody badań – opis modeli doświadczalnych, wyniki doświadczenia laboratoryjnego, wyniki doświadczenia polowego, dyskusja, wnioski, literatura, spis tabel, spis rysunków oraz streszczenie w języku polskim i angielskim. W większości rozdziałów wydzielono podrozdziały, co znacznie ułatwia odbiór treści rozprawy.

We wstępie (2,5 strony) Autor przedstawił podstawy prawidłowej gospodarki odpadami, zwracając szczególną uwagę na zagospodarowanie osadów powstających w oczyszczalniach ścieków komunalnych, których masa systematycznie zwiększa się. Doktorant podkreślił konieczność ich termicznej utylizacji, co jest zgodne z obowiązującymi przepisami prawa dotyczącymi postępowania z odpadami biodegradowalnymi oraz mającymi wartość ciepła spalania powyżej $6 \text{ MJ} \cdot \text{kg}^{-1}$.

Po krótkim wstępie Doktorant przedstawił hipotezę badawczą oraz cel pracy. Hipoteza badawcza zakładała, że: „popiół z termicznej utylizacji komunalnych osadów ściekowych

może być stosowany, jako źródło cennych składników odżywczych do nawożenia roślin uprawianych na cele energetyczne, w tym kukurydzy zwyczajnej (*Zea mays*) i miskanta olbrzymiego (*Miscanthus sinensis giganteus*). Szkoda, że Autor nie zweryfikował powyższej hipotezy w zakończeniu pracy doktorskiej.

Celem pracy było zbadanie wpływu nawożenia popiołem powstałym w procesie termicznego przetwarzania komunalnych osadów ściekowych na plonowanie, cechy biometryczne, skład chemiczny miskanta i kukurydzy, wartość opałową powyższej biomasy oraz na właściwości gleby. Wydaje się, że użyte w pracy sformułowania „cechy fizykochemiczne roślin” oraz „skład chemiczny gleby” nie są poprawne. Lepiej napisać skład chemiczny roślin i właściwości fizykochemiczne gleby.

W pracy doktorskiej mgr. inż. S. Rybki brak rozdziału „Przegląd literatury”. Nie znaczy to, że Doktorant nie zapoznał się z literaturą naukową dotyczącą tematu rozprawy doktorskiej.

W rozdziale „Właściwości fizykochemiczne osadów ściekowych” Kandydat przedstawił dane na temat liczby oczyszczalni ścieków w Polsce oraz ilości wytworzonych w nich osadów ściekowych z podziałem na komunalne i przemysłowe, sposoby ich zagospodarowania, a także dotychczasowe rezultaty badań, prowadzonych przez naukowców w kraju i zagranicą, nad składem chemicznym i właściwościami osadów ściekowych oraz wpływem na plonowanie roślin. Doktorant podkreślił, że osady ściekowe charakteryzują się dużą zawartością azotu, fosforu i potasu (s. 7, w. 9 od g.). Oczywiście są bogatym źródłem węgla, azotu, fosforu, wapnia, ale nie potasu. W tej części pracy i w kolejnym rozdziale „Kryteria i uwarunkowania prawne stosowania osadów ściekowych na cele rolnicze” mgr inż. S. Rybak przytoczył akty prawne dotyczące postępowania z osadami ściekowymi. Mam pewne wątpliwości co do treści tego rozdziału. Zawarte w nich informacje oraz tabele są przeniesione z Ustawy o odpadach z dnia 14 grudnia 2012 roku i Rozporządzenia Ministra Środowiska z dnia 6 lutego 2015 roku. W mojej ocenie wystarczyło zamieścić w pracy odnośniki do tych aktów prawnych.

Interesujący jest rozdział „Termiczne metody przekształcania komunalnych osadów ściekowych i ich charakterystyka”, obejmujący 9 stron druku komputerowego. Doktorant uważa ten sposób za najbardziej skuteczny i prawnie odpowiedni, wpisujący się w politykę zrównoważonego rozwoju oraz politykę opartą na gospodarce o obiegu zamkniętym. Termiczne przekształcanie osadów oparte jest na procesach spalania, zgazowania, pirolizy lub technologii plazmowych. W recenzowanej pracy doktorskiej szczegółowo opisano powyższe procesy, podając opis przygotowania osadów ściekowych do konkretnej technologii

utylicacji. Zwrócono również uwagę, że popioły z biomasy są dopuszczone do stosowania w rolnictwie, a ich właściwości, w tym skład chemiczny, korzystnie wpływają na wzrost i rozwój roślin, a także na właściwości gleby. Zaleca się ich aplikacje w uprawach roślin na cele energetyczne. W odniesieniu do popiołów uzyskanych z termicznej utylizacji osadów ściekowych nie jest to tak jednoznaczne. Proszę o ustosunkowanie się do stwierdzenia zawartego na s. 50 „Popioły z termicznej utylizacji osadów ścieków wykorzystane w doświadczeniu pod względem składu chemicznego odpowiadały normom dopuszczającym do zaliczenia ich do grupy nawozów organicznych, określonych w rozporządzeniu MRiRW z dnia 18 czerwca 2008 r. w sprawie wykonania niektórych przepisów ustawy o nawozach i nawożeniu”.

Dwa kolejne rozdziały poświęcone są technologii uprawy miskanta oraz kukurydzy, w których Autor charakteryzuje oba gatunki, podając ich wymagania w odniesieniu do stanowiska glebowego, warunków klimatycznych, nawożenia i ochrony. Szczegółowo opisano możliwości wykorzystania miskanta i kukurydzy na różne cele, podkreślając celowość wykorzystania na cele energetyczne.

Rozdział „Materiały i metody badań – opis modeli” jest, w mojej ocenie, chaotyczny.

Doktorant prowadził badania w oparciu o dwa jednoroczne doświadczenia wazonowe i dwa dwuletnie doświadczenia polowe.

W roku 2014 założono doświadczenia wazonowe (błędnie określane jako laboratoryjne), których celem była ocena różnych dawek popiołów z termicznej utylizacji komunalnych osadów ściekowych z Miejskiego Przedsiębiorstwa Wodociągów i Kanalizacji Spółka Akcyjna w Krakowie, stosowanych wyłącznie i na tle zróżnicowanych dawek azotu na cechy biometryczne miskanta olbrzymiego i kukurydzy zwyczajnej. Czy Doktorant jest pewny, że termicznemu przetworzeniu poddano osady ścieków komunalnych? Do oczyszczalni ścieków w Krakowie-Płaszowie kierowane są ścieki komunalne, ale także strumień ścieków przemysłowych. Charakteryzując skład chemiczny zastosowanych popiołów Doktorant podał, że „...zawierają znacznie więcej potasu niż fosforu..” (s. 42 w. 11 od d.), co jest niezgodne z danymi w tabeli 7. Ten sam błąd powtarza się na s. 51 w. 2 od g. – brak zgodności z danymi tabeli 15. Charakterystyka gleby użytej w doświadczeniu wazonowym nie jest pełna. Autor podał, że zawartość metali ciężkich w tej glebie „nie przekraczała wartości średnich”. Według jakiej klasyfikacji? Metodyka doświadczeń wazonowych nie pozwala na stosowanie dawek składników pokarmowych w ilościach jakie stosuje się w doświadczeniach polowych. Przeliczanie dawek z warunków upraw polowych na wazony jest błędem (podobnie jak błędem jest przeliczanie wielkości plonu z wazonów na

hektar – nie dotyczy recenzowanej pracy). Zastosowane dawki azotu w uprawie miskanta 0; 0,1; 0,2 g · wazon⁻¹ są bardzo małe, a ilości potasu, a zwłaszcza fosforu zastosowane w postaci popiołów – bardzo duże (w uprawie miskanta do 820,5, a kukurydzy do 890,7 kg P₂O₅ w przeliczeniu na hektar). W opisie doświadczenia wazonowego brak informacji jaka masa gleby znajdowała się w wazonie (sucha masa) oraz ile roślin miskanta i kukurydzy uprawiano w każdym wazonie, a także w jakiej fazie wegetacyjnej zbierano kukurydzę.

Wyniki doświadczenia wazonowego pozwoliły na wybór najlepszych, zdaniem Autora, wariantów nawożenia w uprawie polowej (doświadczenie polowe). Badania prowadzono w latach 2015 – 2016. Zrezygnowano z największych dawek popiołów, a mimo to dawki fosforu w uprawie miskanta były bardzo wysokie 189,9 i 379,8 kg P₂O₅ w przeliczeniu na hektar (w uprawie kukurydzy jeszcze większe). Uwagi dotyczące charakterystyki gleby użytej w doświadczeniu wazonowym dotyczą też gleby z doświadczeń polowego. Na stronie 51 (w. 15 i 16 od d.) Doktorant napisał, że „...przed sadzeniem kłączy miskanta i siewem kukurydzy zastosowano nawożenie mineralne i organiczne.” W opisie metodyki doświadczenie nie ma informacji o nawożeniu organicznym – jaki stosowano nawóz i w jakich dawkach?

Analizy chemiczne materiału roślinnego i glebowego wykonano metodami stosowanymi w gleboznawstwie i chemii rolnej. Na podkreślenie zasługuje stosowanie analizy instrumentalnej w odniesieniu do większości parametrów, co jest wysoko oceniane przy publikacji prac w czasopismach mających Impact Factor. W opisie zakresu analiz Doktorant podał, że po zakończeniu doświadczeń polowych oznaczono ogólną (może lepiej całkowitą) zawartość makroskładników (s. 60 w. 12 od d.). W rozdziale „Skład chemiczny gleby” (poprawniej – „Właściwości chemiczne gleby”) podano zawartość form przyswajalnych tych pierwiastków. Podobnie na s. 61 w. 6 od g. Autor podał, że wartość pH oznaczono potencjometrycznie w zawiesinie gleby i wody oraz w zawiesinie gleby i roztworu KCl o stężeniu 1 mol · dm⁻³, a zamieszczono jedynie wyniki wartości pH mierzonego w zawiesinie gleby i roztworu KCl. Dla praktyki rolniczej ten pomiar ma większe znaczenie.

Analiza statystyczna wyników jest skromna. Wyniki doświadczeń polowych opracowano z wykorzystaniem dwuczynnikowej analizy wariancji. Doktorant podał, że do oceny zależności między wielkością plonu roślin a ich cechami biometrycznymi zastosowano analizę regresji prostej (liniowa?). Na wykresach 4 – 7 podano wielomian drugiego stopnia (regresja krzywoliniowa/nieliniowa). Proszę o informację jaki parametr statystyczny przedstawiono na powyższych wykresach jako słupki błędów (wąsy). Do obliczeń statystycznych wykorzystano programy komputerowe Analwar 5.3 FR oraz STATISTICA 12,

a także arkusz kalkulacyjny EXCEL 2007. Wyniki doświadczenia wazonowego nie poddano analizie statystycznej. Wyliczono jedynie średnie. Dlaczego?

Wyniki badań mgr. inż. S. Rybka przedstawił na 81 stronach druku, które słusznie podzielił na 2 rozdziały (wyniki z doświadczenia laboratoryjnego – powinno być wazonowego) i wyniki z doświadczenia polowego. W każdym z nich wydzielono podrozdziały, które ułatwiają czytanie i analizę wyników.

Ocena merytoryczna pracy doktorskiej

Na podstawie wyników cech biometrycznych miskanta i kukurydzy, takich jak wysokość i średnica łodyg, rozkrzewienie miskanta, a także wartości opałowej oraz składu chemicznego, obejmującego zawartość makroskładników, metali ciężkich oraz wody i popiołu, doświadczenia wazonowego, Doktorant wytypował dawki popiołu z termicznej utylizacji ścieków komunalnych i azotu do zastosowania w doświadczeniach polowych. Najkorzystniejsze były dwie dawki popiołu 1,85 i 3,7 t · ha⁻¹ oraz dwie dawki azotu 45 i 90 kg · ha⁻¹ dla miskanta i dwie dawki popiołu 2,0 i 4,0 t · ha⁻¹ oraz dwie dawki azotu 70 i 140 kg · ha⁻¹ dla kukurydzy. W tabelach od 18 do 24 Autor „gwiazdka” oznacza wybór optymalnego zestawienia nawożenia popiołem i azotem. Jakie kryterium przyjęto do wytypowania?

Z obowiązku recenzenta muszę zaznaczyć, że w tej części pracy pojawiły się błędy, które należy wyeliminować przygotowując pracę do druku. Nie można pisać „...wzrost plonowania na kontroli oraz wazonów, w których dawka..” (s. 71 w. 7 od g.). Plonowanie dotyczy roślin, a nie wazonów czy obiektów doświadczalnych. W opisanym przeze mnie przypadku nie można używać słowa „plonowanie”, które rozumiane jest jako wielkość i jakość uzyskanego plonu. Wielkość wyraża się w g · wazon⁻¹ w doświadczeniach wazonowych lub t · ha⁻¹ w badaniach polowych. W omawianym fragmencie pracy opis dotyczy wpływu zastosowanego popiołu i nawożenia azotem na wysokość łodyg kukurydzy (w cm) – tabela 19. Podobna uwaga dotyczy zapisu zawartości składników pokarmowych w roślinach. Na s. 80 (i innych) Autor napisał „... w wazonach nawożonych popiołem ...wzrosła zawartość makroskładników w częściach nadziemnych miskanta.” Powinno brzmieć „... w roślinach miskanta uprawianego w wazonach, do których zastosowano... zwiększyła się zawartość..” Doktorant omawiając uzyskane wyniki używa sformułowań „...nie miało znaczącego wpływu..” s. 78, „...nie miały istotnego znaczenia...” s. 79, „...nie wykazuje statystycznie istotnych różnic..” s. 84 i dalsze. Jest to niepoprawne, ponieważ w pracy brak analizy statystycznej wyników, która pozwoliłaby na określenie czy zastosowane popioły i

azot istotnie różnicowały parametry biometryczne uprawianych gatunków czy różnice nie były statystycznie istotne.

W doświadczeniach polowych Doktorant zastosował wybrane, w oparciu o wyniki eksperymentu wazonowego, warianty nawożenia tych samych gatunków roślin co w warunkach wazonowych, uprawianych na cele energetyczne. Doktorant określił parametry biometryczne miskanta i kukurydzy, nie zwrócił natomiast uwagi na udział kolb w masie plonu kukurydzy, która uprawiana była na kiszonkę, przeznaczoną następnie do produkcji biogazu (taki cel uprawy kukurydzy podano na s. 59). Przy takim kierunku wykorzystania kukurydzy najważniejsza jest biomasa zawarta w łodygach i liściach, natomiast nie w kolbie i ziarnie. Ze skrobi otrzymuje się w procesie fermentacji mniej metanu, Ważnym parametrem jakościowym jest też zawartość suchej masy w całych roślinach przeznaczonych do zakiszania. Większość producentów dąży do uzyskania jej na poziomie 30–35%. Doktorant nie podał w jakiej fazie wegetacyjnej zbierano rośliny. Najlepiej, w uprawie na kiszonkę, od późnej dojrzałości woskowej aż do początku dojrzałości fizjologicznej. Czytając opis wyników badań odniosłam wrażenie, że Doktorant zapomniał o podanym celu uprawy kukurydzy. Świadczą o tym również oznaczenia wartości opałowej części nadziemnych kukurydzy (tab. 47). Na s. 61 w części pracy poświęconej metodyce analiz chemicznych podano, że wartość opałową oznaczono dla biomasy kukurydzy i ziarna, dla którego brak danych. Brak w pracy odniesienia do jakości uzyskanej biomasy kukurydzy, którą przeznaczano do zakiszania.

W tabeli 40 podano wyniki plonowania suchej masy kukurydzy w obu latach uprawy – należy rozumieć, że części nadziemnych? A więc łodygi, liście i kolby? Przy przeznaczeniu do zakiszania jest to poprawne. W dalszej części pracy Autor podaje skład chemiczny części nadziemnych kukurydzy i ziarna (tab. 53, 54, 56, 57). Dlaczego w rozdziale dotyczącym plonu roślin nie podano plonu ziarna kukurydzy? brak konsekwencji. Dlaczego przy przeznaczeniu uprawianej kukurydzy na kiszonkę do produkcji biogazu dokonano analizy chemicznej z rozdziałem na części nadziemne (łodygi i liście?) oraz ziarno. Jeszcze raz zapytam o dojrzałość ziarna.

Analizując wyniki zawartości przyswajalnych form makroskładników w glebie mam wątpliwości co do zawartości siarki przyswajalnej. W pracy doktorskiej podano, że wynosiła ona od 0,13 do 0,21 g · kg⁻¹ s.m. gleby w roku 2015 po zbiorze miskanta (w roku 2016 i w uprawie kukurydzy wartości liczbowe są porównywalne). Wydaje mi się, że jest to zawartość siarki ogółem. Siarka przyswajalna dla roślin to siarka siarczanowa i jej zawartość w glebie

jest znacznie mniejsza – z reguły kilkanaście mg S-SO₄ · kg⁻¹ s.m. Proszę o podanie metody oznaczania siarki, ponieważ w metodyce analiz chemicznych nie zauważyłam.

Ze względu na szeroki zakres badań i obszerny materiał nie będę ich streszczać.

Rozdział „Dyskusja” przedstawiono na 5 stronach. Autor dyskutuje wyniki badań polowych na tle literatury krajowej i zagranicznej, wskazując, że w odniesieniu do niektórych oznaczanych parametrów są one potwierdzeniem uzyskanych wcześniej, chociaż badania innych autorów dotyczyły przede wszystkim wykorzystania popiołów z biomasy. W rozdziale tym Doktorant zwraca uwagę na zróżnicowane wymagania pokarmowe kukurydzy i miskanta, które określa jako „wymagania nawozowe” (s. 156 w. 11 od g.). Pragnę zwrócić uwagę, że czym innym są wymagania pokarmowe rośliny, a czym innym potrzeby nawozowe. Szkoda, że rozdział ten nie kończy się rekomendacją dotyczącą możliwości wykorzystania popiołów z termicznej utylizacji ścieków komunalnych, ze wskazaniem konieczności dalszych badań i wnioskowania o zezwolenie ministra pozwalające na ich aplikację.

Doktorant zapoznał się z bogatą literaturą naukową, związana merytorycznie z realizowanym tematem pracy doktorskiej, Wykaz literatury obejmuje 159 pozycji. 69 pozycji, a więc 43%, to artykuły naukowe opublikowane w języku angielskim. W wykazie literatury zauważyłam liczne braki prac, które są cytowane w tekście, a niektóre z wykazu nie są zacytowane. W kilku miejscach w wykazie piśmiennictwa nie zachowano układu alfabetycznego.

Rozprawa doktorska Pana mgr. inż. Sławomira Rybki kończy się 15 wnioskami. W mojej ocenie jest ich zbyt wiele. Wnioski powinny być uogólnieniem uzyskanych wyników. W przedstawionej formie są streszczeniem rezultatów. Efekty (zależności) jakie uzyskano w doświadczeniu polowym w wyniku stosowania popiołów z termicznej utylizacji osadów ściekowych w uprawie miskanta olbrzymiego i kukurydzy zwyczajnej były podobne, w odniesieniu do wielkości plonu, zawartości składników pokarmowych i metali ciężkich oraz właściwości gleby. Można więc wnioski połączyć i usunąć wartości procentowe, które znajdują się w opisie i dyskusji wyników.

W trakcie czytania pracy nasunęły mi się uwagi o charakterze redakcyjnym, które zaznaczyłam w tekście pracy. Może Doktorant z nich skorzystać przy przygotowywaniu pracy do druku. Kilka zamieszczam poniżej:

s. 72 – nie można pisać ..średnio maksymalnie o 5,44% .. – albo średnio albo maksymalnie

Tabela 21 – jest ...łodyg kukurydzy.. – powinno być miskanta

s. 79 - nie można pisać ... kształtowała się w przedziale $16,61 \text{ MJ} \cdot \text{kg}^{-1}$ – to jedna wartość nie przedział wartości

s. 89 – jest ilość miedzi - powinno być zawartość miedzi. Ilość pierwiastka (określana też jako pobranie) wyraża się w $\text{g} \cdot \text{wazon}^{-1}$

s. 95 w. 1-3 od g. wody czy popiołu? Chyba wody. Co znaczy „nieznaczne różnice..”
Sformułowanie nie precyzyjne.

Uwagi dotyczące całej pracy

Zawartość się zwiększa – nie rośnie, podobnie koncentracja, zawartość może się zmniejszać ale nie spadać

W odniesieniu do niektórych wartości liczbowych nie zastosowano jednostek układu SI, np. $7,2 \text{ l} \cdot \text{ha}^{-1}$ s. 12 ($7,2 \text{ dm}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$), 20 dt s. 27 (2 Mg), g/kg s.42 ($\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$)

Pojawiły się błędy ortograficzne – waha się pisze się przez „h” s. 28, 35, a obu Ameryk dużą literą „A” s. 35, jest – „w zachodnim pasie polski” s. 39 Polski dużą literą „P”.

Wniosek końcowy

Przedstawione uwagi nie umniejszają pozytywnej merytorycznej oceny przedstawionej do recenzji rozprawy doktorskiej. Zaprezentowano w niej obszerny materiał doświadczalny dotyczący możliwości wykorzystania popiołów z termicznej utylizacji osadów ścieków komunalnych. Autor wykazał umiejętność prowadzenia badań naukowych, stosowania metod analitycznych i statystycznych oraz interpretacji wyników i wnioskowania. Zapoznał się z bogatą literaturą naukową, którą wykorzystał do dyskusji wyników własnych.

Recenzowana rozprawa spełnia wymogi stawiane pracom doktorskim, zawarte w Ustawie z dnia 14 marca 2003 roku o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz.U. Nr 65 poz. 595), z późn. zm. i zawiera się w dyscyplinie agronomii, dlatego przedstawiam Wysokiej Radzie Wydziału Biologii i Rolnictwa Uniwersytetu Rzeszowskiego wniosek o dopuszczenie mgr. inż. Sławomira Rybki do dalszych etapów przewodu doktorskiego.

