



dr hab. inż. Przemysław Bukowski, prof. Uczelni
Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu
Wydział Przyrodniczo-Technologiczny
Instytut Inżynierii Rolniczej
Zakład Niskoemisyjnych Źródeł Energii i Gospodarki Odpadami

Wrocław, 14.05.2021 r.

Recenzja

rozprawy doktorskiej mgr Patryka Macieja Kosowskiego
pt. „Przydatność komunalnych osadów ściekowych stabilizowanych ozonem do
nawożenia wybranych gatunków roślin uprawnych”

Recenzja została wykonana na zlecenie Dziekana Wydziału Biologiczno-Rolniczego
Uniwersytetu Rzeszowskiego w ramach Umowy z dnia 18.03.2021 r.

Charakterystyka ogólna rozprawy

Praca doktorska została wykonana przez mgr Patryka Macieja Kosowskiego w Zakładzie Chemii i Toksykologii Żywności pod kierunkiem dr hab. Macieja Balawejdra, prof. uczelni, Uniwersytetu Rzeszowskiego. Promotorem pomocniczym jest dr Małgorzata Szostek. Recenzowana Rozprawa składa się z 6 rozdziałów, obejmuje 132 strony maszynopisu, w tym 58 rycin, 14 tabel, wykaz oznaczeń, streszczenie po polsku i angielsku oraz spis rysunków i tabel. Praca zawiera także wykaz literatury zawierający 237 pozycji, z czego 24% stanowią źródła obcojęzyczne. Dobór bibliografii jest prawidłowy, zarówno źródła z recenzowanych czasopism naukowych jak i akty prawne (8 pozycji) oraz normy (10 pozycji) są aktualne i związane z przedmiotem pracy. Nie recenzowano oryginalnych podziękowań na samym początku pracy, ale już po pierwszych zdaniach wstępu można zauważyć, że autor podaje informacje w sposób skondensowany i przemyślany. Już we wstępie uzasadnia celowość i istotność podjęcia tematu, dalej formułując hipotezę badawczą oraz cel pracy (hipoteza została pozytywnie zweryfikowana, a cel zrealizowany). Autor używa bogatego słownictwa, a sama praca napisana jest językiem poprawnym i naukowym, z zamieszczonymi odnośnikami do literatury, podanymi źródłami pochodzenia rysunków i tabel, zgodnie z zapisami ustawy o prawie autorskim i prawach pokrewnych. Na uwagę zasługuje też wysoka estetyka pracy (widoczna w całej pracy poza spisem treści) i – praktycznie - brak błędów językowych i interpunkcyjnych (poza drobnymi „literówkami” jak słowem odpadami zamiast



odpadami, str. 129⁶, czy złą odmianą końcówek np. 22⁸, 41₃). Mimo tych drobnych błędów pracę cechuje wysoka estetyka w połączeniu z niezwykłą starannością i dużą wartością merytoryczną, co podnosi jej ocenę jako wyróżniającą się.

Ocena merytoryczna rozprawy

Rozdziały pracy ułożone są w sposób niestandardowy. Najczęściej cel pracy oraz hipotezy badawcze umieszcza się w osobnych rozdziałach po przeglądzie literatury (z którego wynika geneza podjęcia tematu pracy) a streszczenie na początku. Tutaj przegląd literatury pozwala zweryfikować informacje podane we wstępie, a streszczenie (po polsku i angielsku) jest na samym końcu pracy. Zaproponowana struktura jest jednak czytelna i nie wpływa na odbiór pracy a tym bardziej na jej ocenę.

Poruszona w rozprawie tematyka jest bardzo istotnym i aktualnym obszarem badawczym obejmującym zagadnienia z zakresu chemii, ochrony środowiska, rolnictwa i gospodarki zrównoważonej oraz agronomii. Autor wykorzystał ozonowanie do oczyszczania osadów ściekowych, poszukując racjonalnych metod ich stabilizacji i zagospodarowania. Utylitarny charakter tych poszukiwań sprawił, że wyniki badań i analiz przeprowadzonych przez Autora pracy są bardzo cennym materiałem zarówno naukowym jak i technologicznym, a nawet społecznym. Mgr Maciej Kosowski opracował koncepcję badań i w sposób naukowy potwierdził celowość ozonowania a także zbadał przy pomocy doświadczeń wazonowych wpływ dodatku ozonowanego osadu ściekowego do gleby na zawartość: chlorofilu, plonu suchej masy oraz mikro i makroelementów w nadziemnych częściach roślin.

We wstępie uzasadniono celowość badań, które miały pozwolić na opracowanie metody stabilizowania osadów ściekowych ozonem i analizę możliwości wykorzystania powstałego produktu do nawożenia gleb oraz uprawy roślin rolniczych. Po sformułowaniu hipotez, że komunalne osady ściekowe stabilizowane ozonem mogą być przydatne do nawożenia roślin uprawnych, że rośliny uprawne po stabilizacji ozonem intensywniej przyswajają składniki nawozowe zawarte w komunalnym osadzie ściekowym, oraz że wykorzystanie osadów ściekowych do uprawy wybranych roślin rolniczych, nie będzie powodowało nadmiernej bioakumulacji metali ciężkich w biomasie nadziemnej, autor sformułował także cel główny tj. wykazanie możliwości wykorzystania komunalnych osadów ściekowych ustabilizowanych w wyniku procesu ozonowania w reaktorze przeciwproudowym do nawożenia wybranych gatunków roślin uprawnych, oraz dwa cele szczegółowe: określenie przydatności procesu ozonowania do stabilizacji komunalnych osadów ściekowych oraz ocenę wpływu zróżnicowanych dawek komunalnych osadów ściekowych stabilizowanych ozonem na początkowy



wzrost i rozwój wybranych gatunków roślin uprawnych. Tak przedstawiony problem badawczy został sformułowany prawidłowo i może stanowić przedmiot rozprawy doktorskiej.

Przegląd literatury zawiera analizę powstawania osadów ściekowych i ich gospodarki w Polsce z dwóch stron: technologicznej tj. opis sposobów przeróbki osadów ściekowych z uwzględnieniem zagęszczania, stabilizacji (ze szczegółowym scharakteryzowaniem procesów biologicznych, chemicznych i fizycznych), odwadniania i suszenia, oraz od strony przyrodniczego zagospodarowania osadów ściekowych, z uwzględnieniem problemów takich jak deficyt gleby w materię organiczną, struktura i żyzność gleby, aktywność mikrobiologiczna, czy zawartość metali ciężkich i innych zanieczyszczeń organicznych i mikrobiologicznych. Autor podaje tutaj liczne źródła literaturowe, aktualne i poprawnie dobrane. W dalszej części rozdziału scharakteryzowano osady ściekowe pod względem ich przyrodniczego wykorzystania z uwzględnieniem ich właściwości fizycznych, składu chemicznego i właściwości higieniczno – sanitarnych oraz pod względem uregulowań prawnych. Także tutaj dobór źródeł nie budzi zastrzeżeń.

W części badawczej autor recenzowanej pracy charakteryzuje materiał badawczy oraz normę zgodnie z którą materiał był pobierany i szczegółowo opisuje wykorzystaną przez siebie technologię ozonowania. Opisał także analizy laboratoryjne, które wykonał dla określenia właściwości badanych osadów zarówno mikrobiologicznych, jak i fizycznych, fizykochemicznych i chemicznych. Podaje także metodykę prowadzenia oznaczeń tych właściwości. W dalszej części opisano przeprowadzone doświadczenia wazonowe, oraz analizy laboratoryjne, którym poddano materiał glebowy. Badania pod kątem właściwości fizykochemicznych i chemicznych dla stosowania osadów ściekowych, zostały wykonane zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Środowiska (Dz. U. 2015 poz. 257). Osobny podrozdział poświęcony wykorzystanym metodom analitycznym zawiera szczegółowy opis metod laboratoryjnych w analizie osadu ściekowego, materiału glebowego i roślinnego a także w analizie statystycznej. Należy tutaj podkreślić, że wszystkie metody badawcze zostały zaprojektowane zgodnie obowiązującymi normami i aktami prawnymi, co jest mocną stroną analizowanej rozprawy doktorskiej. Badania rozpoczęto od określenia szybkości opadania cząstek wraz z czasem ozonowania, w trakcie którego wyznaczono wartość prędkości osiadania osadu wyrażoną zmniejszeniem zawiesin osadu w trakcie sedimentacji. Analizy te zostały zwieńczone poprawnym wnioskiem, że efekt ten jest spowodowany inaktywacją mikroorganizmów należących do osadu i rozpadem kłaczków osadu. Autor podał również sposób oceny skuteczności procesu ozonowania, za pomocą pomiarów transmitancji odcieków po workowaniu spektrofotometrem UV-VIS w zakresie od 500 do 600 nm. W tej części pracy autor wykazał,



że wartości prędkości osiadania osadów ściekowych i turbidancji odcieków zmniejszają się wraz ze wzrostem czasu ozonowania, poprzez analizę współczynnika korelacji Pearsona między turbidancją odcieku, a prędkością osiadania osadu. Zaobserwowano również wzrost wartości ChZT i BZT5 wraz ze wzrastającym czasem procesu i słusznie powiązano go z postępującym wraz z czasem ozonowania procesem destrukcji osadu. Autor mierzył również pH i stwierdził, że w odniesieniu do osadów nieozonowanych, osady stabilizowane ozonem nie wykazują zasadniczych zmian w wartościach tego parametru. Osad poddano obserwacjom mikroskopowym i wykazano zmianę struktury cząsteczek mikroorganizmów i ich wpływ do cieczy nadosadowej a także wykonano serię posiewów mikrobiologicznych w których zastosowano podłoże stosowane w badaniach sanitarnych osadów ściekowych. Przy tych badaniach mgr. Kosowski udowodnił, że wraz z czasem prowadzenia procesu ozonowania całkowita liczba mikroorganizmów maleje, choć nie można było jednoznacznie stwierdzić, że dotyczy to mikroorganizmów chorobotwórczych. Wykonana w dalszej części charakterystyka osadów ściekowych wykorzystywanych do doświadczeń wazonowych uwzględniała między innymi biochemiczne zapotrzebowanie na tlen w ciągu pięciu dób (BZT5), chemiczne zapotrzebowanie na tlen (ChZT), zawartość materii organicznej, zawartość azotu w osadach, stosunek węgla do azotu, zawartość fosforu oraz metali ciężkich w osadzie, a także zawartość wapnia i magnezu oraz kluczowego metalu alkalicznego – potasu. W dalszej części badano zawartość żelaza, manganu, kadmu, miedzi, niklu, chromu, ołowiu i cynku. Wszystkie analizy wykonano poprawnie, a wnioski odnoszono do źródeł literaturowych i obowiązujących aktów prawnych. Autor wykazał, że zawartość metali ciężkich w osadzie ściekowym wykorzystanym w doświadczeniu, mieściła się w dolnej granicy wartości, co pozwalało na ich wykorzystanie do celów rolniczych zgodnie z Dz. U. 2015 poz. 257. Wykonana w dalszej części charakterystyka gleby przed założeniem doświadczenia uwzględniała opisane wcześniej analizy pH, zawartości fosforu i potasu, oraz kadmu, miedzi, niklu, ołowiu cynku i chromu.

Kolejnym obszarem badań wykonanych przez doktoranta była analiza wpływu zastosowanych osadów ściekowych na wzrost, rozwój i skład chemiczny wybranych gatunków roślin. Jest to bardzo ciekawy problem badawczy, zwłaszcza że już na początku Autor postawił tezę, że ozonowanie osadów ściekowych może wpłynąć na początkowy rozkład materii organicznej, oraz powodować zwiększenie rozpuszczalności materii organicznej i wzmacniać jej wypłukiwanie z profilu glebowego lub zwiększać przyswajalność dla korzeni roślin. W dalszej części mgr Kosowski analizuje ilość suchej masy, zawartość chlorofilu i skład chemiczny nadziemnych części roślin w zależności od zastosowanych osadów ściekowych, ich dawki i terminu poboru. Do analiz składu chemicznego wybrano zawartość azotu,



wapnia, magnezu, potasu, żelaza, cynku, miedzi, chromu, ołowiu, kadmu. Wyniki tych badań podane są w sposób konsekwentny (poszczególne ryciny opracowano tak, by umożliwić ich porównanie), poparte są analizą statystyczną oraz porównaniami z danymi literaturowymi. Badania te wykazały, że zawartość metali w części nadziemnej badanych roślin była zróżnicowana. Zależała ona od rodzaju metalu, nawożonego osadu oraz dawki osadu. Wyniki badań mogą podlegać dalszej analizie, dlatego proszę w trakcie obrony pracy doktorskiej o odpowiedzi na pytania szczegółowe.

Pytania szczegółowe

1. Proszę omówić i wyjaśnić wpływ interakcji efektów głównych na plon suchej masy pszenicy, pokazany na ryc. 14.
2. Autor stwierdza, że nie zawsze wzrost dawki osadu powodował większą akumulację danego metalu. Proszę szczegółowo omówić w przypadku których metali zachodzi dodatnia korelacja między dawką osadu a akumulacją danego metalu.
3. Proszę wyjaśnić termin: zmiana specjacji (punkt 5 we wnioskach) i wyjaśnić jaką specjację Autor miał na myśli (chemiczna, biologiczna, inna)?



Wnioski końcowe

Temat rozprawy doktorskiej oraz jej wybór nie budzi zastrzeżeń zarówno merytorycznych jak i formalnych. Zaprezentowany w pracy obszerny przegląd aktualnego stanu wiedzy wskazuje na dobre przygotowanie Doktoranta dotyczące analizy osadów ściekowych, ich stabilizacji a następnie użytkowanie tych składników do nawożenia roślin. Wytyczony obszar badań jest logiczny, uzasadniony w aspekcie poznawczym i praktycznym. Podjęte badania uważam za bardzo wartościowe, a otrzymane wyniki i przeprowadzona ich analiza uzupełnia wiedzę naukową. Wiedza ta może być zastosowana w praktyce w celu wykorzystania stabilizowanych osadów ściekowych jako bardzo cennego materiału do nawożenia roślin. Doktorant wykazał się umiejętnością formułowania problemu badawczego, zaproponował właściwe metody jego rozwiązania, poprawnie przedstawił i zinterpretował uzyskane wyniki pomiarów. Sformułowane przez Doktoranta wnioski znajdują oparcie w prezentowanych danych. Daje to przekonanie, że postawiony cel badań został osiągnięty, potwierdza jednocześnie umiejętność samodzielnego prowadzenia pracy naukowej.

Reasumując stwierdzam, że praca doktorska mgr Patryka Macieja Kosowskiego pt. „Przydatność komunalnych osadów ściekowych stabilizowanych ozonem do nawożenia wybranych gatunków roślin uprawnych” spełnia wymagania wynikające z Ustawy o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule naukowym w zakresie sztuki (Dz. U. z 2017 r. poz. 1789) i zwracam się do Rady Naukowej Kolegium Nauk Przyrodniczych Uniwersytetu Rzeszowskiego w Rzeszowie z wnioskiem o dopuszczenie Pana mgr Patryka Macieja Kosowskiego do dalszego toku przewodu doktorskiego. Jednocześnie, z uwagi na duży zakres wykonanych prac, rozbudowane obliczenia statystyczne i konstruktywne wnioski – zwracam się do Rady Naukowej o wyróżnienie niniejszej pracy doktorskiej.


dr hab. inż. Przemysław Bukowski, prof. uczelni