

Prof. dr hab. inż. Jolanta Biegańska
Akademia Górniczo-Hutnicza
im. Stanisława Staszica w Krakowie
al. Mickiewicza 30, 30-059 Kraków
Wydział Energetyki i Paliw
Katedra Energetyki Wodorowej
e-mail: biega@agh.edu.pl

Kraków, 08.08.2022 r.

Recenzja

rozprawy doktorskiej **mgr inż. Angeliki WIĘCKOL – RYK**

pt.: **„Ocena możliwości wykorzystania stabilizowanych odpadów biodegradowalnych na terenach przemysłowych”**

Promotorem rozprawy jest prof. dr hab. inż. Barbara Białecka, a promotorem pomocniczym dr inż. Maciej Thomas.

1. Podstawa opracowania recenzji

Podstawą opracowania recenzji jest Pismo prof. dr hab. inż. Stanisława Pruska, Dyrektora Głównego Instytutu Górnictwa w imieniu Rady Naukowej GIG z dnia 11 lipca 2022 roku, dotyczące wykonania recenzji wspomnianej rozprawy.

2. Celowość podjęcia tematu

Podjęcie tematu „Ocena możliwości wykorzystania stabilizowanych odpadów biodegradowalnych na terenach przemysłowych” jest ważne i celowe z utylitarnego punktu widzenia, szczególnie uwzględniając skalę zjawiska występowania takich terenów (w Polsce to ok. 800 000 ha). Grunty zdewastowane i zdegradowane wymagające rekultywacji (w sumie ponad 62 000 ha) mogą być zasilone ww. odpadami dla poprawy ich zawartości w składniki mineralne i materię organiczną. Ponadto stopień rekultywacji i zagospodarowania takich gruntów od wielu lat kształtuje się na niskim poziomie.

Doktorantka zauważa, że odpady będące przedmiotem badań wymagają wnikliwej oceny ze względu na obecność niepożądanych składników chemicznych oraz mikroorganizmów chorobotwórczych wraz z formami przetrwalnikowymi. Lokowanie takich odpadów do gleb bez wcześniejszego rozeznania i higienizacji stwarza ryzyko rozprzestrzeniania się zanieczyszczeń na pozostałe elementy środowiska.

Luka badawcza w zakresie zagadnień związanych zarówno z rozprzestrzenianiem się zanieczyszczeń chemicznych z badanych odpadów jak i sposobu skutecznej ich higienizacji stały się przesłanką do podjęcia badań w tym zakresie.

Doktorantka sformułowała problem badawczy i naświetliła cel rozprawy.

Głównym celem było:

- uzyskanie bezpiecznych dla środowiska ustabilizowanych odpadów biodegradowalnych,
- wykorzystanie ww. odpadów do poprawy warunków glebowych na terenach zdegradowanych działalnością przemysłową.

Wytyczone cele badawcze wpisują się w koncepcję zielonej chemii i aktualną politykę Unii Europejskiej w zakresie Gospodarki o obiegu zamkniętym.

Cele utylitarne pracy dotyczące stabilizacji chemicznej odpadów biodegradowalnych to:

- identyfikacja i analiza możliwości wykorzystania bezpiecznych dla środowiska związków nadtlenowych,
- charakterystyka mikrobiologiczna i fizykochemiczna na różnych etapach stabilizacji odpadów,
- optymalizacja parametrów stabilizacji w funkcji czasu, temperatury i zawartości związków nadtlenowych,
- opracowanie autorskiej metodologii oceny przydatności badanych odpadów na terenach zanieczyszczonych działalnością przemysłową.

Doktorantka sformułowała tezę rozprawy:

„Istnieje możliwość unieszkodliwienia skażonych biologicznie odpadów drobiowych oraz ich wykorzystania do poprawy jakości gleb na terenach poprzemysłowych, przez zastosowanie bezpiecznych dla środowiska przyrodniczego metod stabilizacji chemicznej i termicznej”.

Zakres rozprawy przedstawiono w sposób przejrzysty i wyczerpujący

3. Ogólna charakterystyka rozprawy

Przedstawiona do recenzji rozprawa doktorska liczy 163 strony. Zawiera 61 rysunków i 50 tabel. W bibliografii zawierającej 258 pozycji – 49% stanowią publikacje obcojęzyczne. Doktorantka wykorzystała również 5 pozycji literaturowych własnych jako współautor.

4. Ocena merytoryczna rozprawy

Metodyka pracy

Doktorantka przedstawiła, w oparciu o dane literaturowe, problem zagospodarowania odpadów biodegradowalnych w postaci pomiotu drobiowego, których ilość ma tendencję wzrostową. Wskazała również na istotny problem skutecznego unieszkodliwiania przedmiotowych odpadów w celu ograniczenia negatywnego oddziaływania na środowisko.

Dokonała oceny parametrów fizykochemicznych i mikrobiologicznych badanych odpadów oraz oceny zagrożeń i uwarunkowań prawnych, które wynikają z wykorzystania pomiotów do celów nawozowych. Przeprowadziła, w oparciu o analizę literaturową, szczegółową charakterystykę nieorganicznych związków nadtlennych, wykorzystywanych dotychczas do usuwania zanieczyszczeń z gleb i wód powierzchniowych oraz ich właściwości biobójczych, w odniesieniu do szkodliwych patogenów chorobotwórczych.

W kolejnym etapie Doktorantka dokonała doboru związków nadtlennych do dalszych badań. Zwróciła uwagę na takie związki, które bezpiecznie rozkładają się w kontakcie z wodą a ich produkty rozkładu nie stanowią zagrożenia dla środowiska.

Równocześnie należało określić warunki stabilizacji pomiotów drobiowych do wzbogacania podłoża na terenach zdegradowanych działalnością przemysłową.

Dla tak wytypowanych zadań Doktorantka określiła plan badań przyjmując następujące główne etapy:

1. Testy laboratoryjne pozwalające scharakteryzować przedmiotowe odpady (pomiot drobiowy) pod kątem parametrów fizykochemicznych i mikrobiologicznych.
2. Ocena zahamowania wzrostu mikroorganizmów zawartych w pomiole drobiowym po zastosowaniu aktywnych związków nadtlennych.
3. Optymalizacja parametrów procesu stabilizacji pomiotów drobiowych.
4. Opracowanie modeli matematycznych do procesu optymalizacji.
5. Ocena wschodu i wzrostu roślin testowych na glebach zasilanych stabilizowanymi odpadami.
6. Opracowanie metodologii oceny przydatności stabilizowanych odpadów biodegradowalnych na terenach poprzemysłowych.

Przyjęty plan obejmował analizy parametrów fizykochemicznych i mikrobiologicznych na każdym etapie stabilizacji chemicznej.

Do zahamowania wzrostu mikroorganizmów zastosowano aktywne związki nadtlenne: nadwęglan sodu ($2\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$) i nadtlenek wapnia (CaO_2).

Optymalizację parametrów procesu stabilizacji pomiotów drobiowych prowadzono wykorzystując narzędzia statystyczne: planowanie eksperymentów (design of experiments – DOE) oraz metodę powierzchni odpowiedzi (response surface method – RSM).

Do oceny przydatności stabilizowanych odpadów (pomiotów drobiowych) na terenach poprzemysłowych określono wpływ zastosowanych dodatków na biodostępność składników odżywczych i immobilizację metali ciężkich badanych gleb.

Skuteczność stabilizowanych odpadów potwierdzano wybranymi badaniami fitotoksyczności. Jako rośliny wskaźnikowe zastosowano: gorczycę białą (*Sinapis alba L.*), pieprzycę siewną (*Lepidium sativum L.*) i sorgo (*Sorghum bicolor L. Moench*).

Gleby testowe pochodziły z terenów zanieczyszczonych działalnością przemysłową. Posiadały niską zawartość makroskładników odżywczych roślin i znaczącą zawartość metali ciężkich, takich jak cynk (Zn), kadm (Cd), chrom (Cr), miedź (Cu), nikiel (Ni), ołów (Pb) i żelazo (Fe).

Badaniami objęto parametry fizykochemiczne gleb testowych oraz wyciągów wodnych z tych gleb (przed i po ich stabilizacji chemicznej) z użyciem aktywnych związków nadtlennych.

Na podstawie przeprowadzonej analizy otrzymanych wyników badań Doktorantka przedstawiła wnioski, założenia do doskonalenia i wytyczne do dalszych badań.

W ramach pracy Doktorantka opracowała autorską metodologię oceny przydatności unieszkodliwionych odpadów biodegradowalnych do wzbogacania podłoża na terenach poprzemysłowych.

Postawiona w pracy doktorskiej teza została pozytywnie zweryfikowana.

Zagadnienia naukowe rozwiązane samodzielnie przez Doktorantkę

Rozdziały 6 i 7 to najważniejsza część rozprawy – stanowi rezultat samodzielnej pracy Doktorantki. Przedstawia wyniki pracy, do których należą:

- wybór i przygotowanie próbek odpadów biodegradowalnych w postaci pomiotu drobiowego, który został pobrany z fermy drobiu kurzego (woj. śląskie). Była to hodowla kur niosek (system klatkowy); stado liczyło 52 000 sztuk ptactwa w przedziale wiekowym od 15 do 16 tygodni,
- wybór i przygotowanie próbek gleb pochodzących z terenów poprzemysłowych, zlokalizowanych na terenie woj. śląskiego. Próbki pochodziły z okolic dawnej Huty Cynku „Miasteczko Śląskie” S.A. oraz z terenów dawnej Huty Metali Nieżelaznych Szopienice S.A.,
- opis przyjętej metodyki badań laboratoryjnych i aparatury badawczej. Badania dotyczyły odpadów biodegradowalnych i substancji do ich stabilizacji chemicznej, popiołów uzyskanych ze spalania odpadów biodegradowalnych oraz mieszanek glebowych z dodatkiem stabilizowanych odpadów biodegradowalnych,
- wyniki badań laboratoryjnych nad określeniem wpływu dodatku stabilizowanych odpadów biodegradowalnych na biodostępność składników odżywczych w środowisku wodno-gruntowym.

Dodatkowym wartościowym elementem pracy jest opracowanie schematu postępowania w opracowanej metodzie badawczej.

Oryginalność pracy polega głównie na:

- zastosowaniu innowacyjnych badań w skali laboratoryjnej, polegających na określeniu wpływu dodatku substancji będących źródłem aktywnego tlenu na skuteczność biobójczą odpadów biodegradowalnych,
- zaproponowaniu możliwości wykorzystania innowacyjnej metody unieszkodliwiania odpadów biodegradowalnych z zastosowaniem bezpiecznych dla środowiska substancji stabilizujących,
- opracowaniu i zastosowaniu autorskiej metodologii wykorzystania stabilizowanych odpadów biodegradowalnych do poprawy właściwości fizykochemicznych i biologicznych gleb zanieczyszczonych działalnością przemysłową.

Ocena znajomości przedmiotu zagadnienia przez Doktorantkę

W rozprawie wykazano się szerokim przeglądem literatury obejmującym 258 pozycji – w większości publikacje zagraniczne, w tym rozporządzenia i normy. Cytowane pozycje literaturowe dotyczą prowadzonych badań i są znaczne.

Doktorantka podkreśla, że opisane w literaturze sposoby unieszkodliwiania odpadów biodegradowalnych to ich kompostowanie (najtańszy sposób przetwarzania), higienizacja związkami wapnia (przedawkowanie może wpływać niekorzystnie na przyswajanie przez rośliny składników pokarmowych), spalanie z możliwością uzyskania energii cieplnej oraz fermentacja metanowa z odzyskaniem energii odnawialnej.

Dostrzega równocześnie, że niewielka jest ilość badań z zakresu eliminacji mikroorganizmów chorobotwórczych z użyciem aktywnych związków nadtlenowych oraz nie ma informacji dotyczących dezaktywacji biologicznej odpadów pochodzenia drobiowego.

Dodatkowo zauważa, że w literaturze przedmiotu brak jest informacji na temat wpływu dodatku nadwęglanu sodu ($2\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}_2$) i nadtlenku wapnia (CaO_2) na wzrost roślin w glebach pochodzących z obszarów zdegradowanych działalnością przemysłową.

Doktorantka wypracowała procedurę badawczą i potwierdziła jej przydatność.

Dostrzega również możliwości dalszych badań i wskazuje na ich poznawczy i aplikacyjny charakter. Zainteresowanie wzbudza zbadanie skuteczności biobójczej wybranych związków nadtlenowych w stosunku do pasożytów i mikroorganizmów występujących w przedmiotowych odpadach oraz prowadzenie testów w warunkach poligonowych.

Podejście Doktorantki do przedmiotu badań, zastosowane metody analiz i nakreślone perspektywiczne badania dowodzą dużej dojrzałości naukowej.

5. Uwagi dyskusyjne i wątpliwości

Po przeczytaniu ocenianej rozprawy doktorskiej nasuwają mi się pytania.

Opracowana przez Doktorantkę metoda wykorzystania odpadów biodegradowalnych na terenach przemysłowych dotyczy gleb skażonych. Moje pytania brzmią:

1. Czy można bez ograniczeń zastosować przebadane substancje, będące źródłem aktywnego tlenu, na glebach o mniejszym stopniu zdegradowania?
2. Jakie są koszty (czy podejmowano próbę oceny) zabiegów związanych ze stosowaniem nowatorskich substancji?

6. Uwagi szczegółowe i redakcyjne

Rozprawa została starannie zredagowana przez Doktorantkę. Znalazłam jednak drobne błędy typu redakcyjnego:

- str. 6 – (wiersz 18g) jest „...energii cieplej...”, powinno być „...energii cieplnej...”,
- str. 11 – (wiersz 7g) jest „... i nadtlenek wapnia”, powinno być „... i ditlenku wapnia”, lub „... i ditlenku(II) wapnia”,
- str. 22 – (wiersz 11d), str. 26 – (wiersz 1d), str. 28 – (wiersz 17d) jest „... dwutlenek węgla”, powinno być „... ditlenek węgla”, lub „... tlenek węgla(IV)”,
- str. 28 – (wiersz 15d), str. 29 – wiersz 14d) jest „podtlenek azotu”, powinno być „tlenek azotu(I)”,
- str. 35 – (wiersz 4g) jest „... podłoża stanowi”, powinno być „... podłoża powoduje”, lub „... podłoża tworzy”,
- str. 41 – (wiersz 5g) jest „nadtlenek wapnia”, powinno być „ditlenek wapnia”, lub „ditlenek(II) wapnia”,
(wiersz 10d) jest „... otrzymywany jest się...”, powinno być „... otrzymywany jest...”,
- str. 60 – (wiersz 15d) jest „...strefy zhamowania...”, powinno być „...strefy zahamowania...”,
- str. 88 – (wiersz 4g) jest „... znajdują się”, powinno być „... znajduje się”,
- str. 89 – (wiersz 4g) jest „... stałej temperaturze”, powinno być „... stałej temperatury”,
- str. 95 – (wiersz 5d) i str. 96 – (wiersz 1g) jest „... na Rys. 37”, powinno być „... na Rys. 36”,
- str. 96 – (wiersz 6g) jest „Na Rys. 38”, powinno być „Na Rys. 37”,
(wiersz 10g) jest „... Rys. 37”, powinno być „... Rys. 38”,
- str. 109 – (wiersz 5d) jest „... Rys. 46”, powinno być „... Rys. 45”,
- str. 114 – (wiersz 2d) jest „... największe zwiększenie”, powinno być „... największy wzrost”,
- str. 115 – (wiersz 18g) jest „... w Tab. 46”, powinno być „... w Tab. 45”,

- (wiersz 20g) jest „... Egnera-Rhiema”, powinno być „... Egnera-Riehma”,
- str. 118 – (wiersz 10d) Rys. 52, str.120 – (wiersz 16d) Rys. 54, str. 122 – (wiersz 16d) Rys. 56, str. 125 – (wiersz 20d) Rys. 58 jest „Wyznaczona długości...”, powinno być „Wyznaczone długości...”,
 - str. 139 – (wiersz 8g) jest „... obecności”, powinno być „... obecność”,
 - str. 151 – 159. jest „... Wydawnictwo Białystok,...”, powinno być „... Wydawnictwo Ekon. i Środ., Białystok,...”.

Uwaga ogólna do Bibliografii: Przy pozycjach „Źródło informacji” (np. str. 144 poz. 7 i 17, str. 148 poz. 94-96) brak tytułu strony i daty dostępu. W przypadku poz. 163 na str. 151 pojawia się informacja „Niestety nie udało się odnaleźć tej strony”.

Wykazane uwagi nie pomniejszają wartości recenzowanej rozprawy i nie mają wpływu na końcową ocenę.

7. Podsumowanie i wnioski końcowe

Podjęcie tematu badawczego i założenia rozprawy doktorskiej uważam za celowe, prawidłowo uzasadnione. Doktorantka wykazuje bardzo dobrą wiedzę na ten temat. Opracowała uogólniony schemat postępowania w opisanym metodzie badawczej i potwierdziła jej przydatność.

Dowodła umiejętności samodzielnego formułowania problemów naukowych oraz prowadzenia badań dla ich rozwiązania wraz z analizą i prezentowaniem wyników.

Opracowała innowacyjną metodę – słabo rozeznaną i opisaną w literaturze unieszkodliwiania odpadów biodegradowalnych z zastosowaniem bezpiecznych dla środowiska substancji stabilizujących.

W moim przekonaniu, przedstawiona mi do recenzji rozprawa doktorska mgr inż. Angeliki WIĘCKOL – RYK pt.: „*Ocena możliwości wykorzystania stabilizowanych odpadów biodegradowalnych na terenach przemysłowych*”, przygotowana pod opieką promotora – prof. dr hab. inż. Barbary Białeckiej i promotora pomocniczego dr inż. Macieja Thomasa, spełnia wszystkie warunki i wymagania stawiane rozprawom doktorskim w rozumieniu Ustawy z dnia 20 lipca 2018 roku Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz.U. 2018 poz. 1668).

Wnioskuje o przyjęcie rozprawy przez Radę Naukową Głównego Instytutu Górniczego w Katowicach i dopuszczenie jej Autorki do publicznej obrony.

Stawiam również wniosek do Wysokiej Rady o wyróżnienie rozprawy.

