

Recenzja rozprawy doktorskiej

Wykorzystanie naturalnych materiałów węglonośnych

w technologiach produktów użytecznych

mgr inż. Magdaleny Braun-Giwerskiej

Recenzja została wykonana na prośbę Przewodniczącej Rady Dyscypliny Inżynieria Chemiczna, Pani prof. dr hab. inż. Izabeli Michalak z Wydziału Chemicznego Politechniki Wrocławskiej (pismo RDND05/50/2024-2028) z dnia 20.11.2024 r.

Analiza i ocena merytoryczna rozprawy

Treść przedstawionej do recenzji rozprawy ujęta została w 7. merytorycznych rozdziałach umieszczonych na 171. stronach tekstu, opatrzonych streszczeniem w j. polskim i angielskim, spisem piśmiennictwa 204 poz., rysunków 32 i tabel 39 oraz dorobkiem naukowym doktorantki. W cytowanej literaturze dominują pozycje datowane po 2000 roku, z czego blisko 65% to artykuły z ostatnich 10 lat, a około 70% stanowią pozycje o zasięgu międzynarodowym. Część literaturowa opiera się również na analizie patentowej.

Uzasadnienie celowości podjęcia tematu badawczego

W badaniach prowadzonych w realizacji rozprawy doktorskiej pt. „Wykorzystanie naturalnych materiałów węglonośnych w technologiach produktów użytecznych” uwzględniono bardzo istotne aspekty neutralności środowiskowej na poziomie racjonalnego wykorzystania surowców nieodnawialnych, ekoinnowacyjnych rozwiązań pozwalających na waloryzację odpadów, optymalizacji procesu produkcyjnego i tworzenie zamkniętych pętli procesów. Celem zasad mieszczących się w zapisach Zrównoważonego Rozwoju, Gospodarki o Obiegu Zamkniętym czy Gospodarki Zasobooszczędnej jest racjonalne zużywanie wszystkich rodzajów zasobów, maksymalizacja ich wykorzystania, a przede wszystkim minimalizacja ilości

generowanych odpadów. Zatem aby dostosować się do ww. zaleceń w aspekcie ochrony torfowisk i złóż węgla brunatnego b. słusznie zaproponowano aby w prowadzonych badaniach wskazać możliwości wykorzystania niskowartościowych materiałów węglonośnych z krajowych złóż torfu i węgla brunatnego lub strumieni odpadowych powstających przy eksploatacji tych złóż. A jak słusznie podkreśla Doktorantka „skład fizykochemiczny torfów oraz węgla brunatnych uzależniony jest od rodzaju pierwotnej materii organicznej, lokalizacji, parametrów procesów torfienia i karbonizacji, a także występujących warunków środowiskowych. Ich bardzo istotnym i cennym składnikiem są substancje humusowe oraz mineralne, powstające w procesach humifikacji i mineralizacji”. W tej sytuacji wyodrębnienie frakcji kwasów huminowych z badanych surowców ma swoje uzasadnienie gdyż stanowią one jedną z głównych frakcji substancji humusowych zawartych w torfach i węglach brunatnych. Zróżnicowana budowa strukturalna, a także zawartość grup funkcyjnych kwasów huminowych wskazuje na wiele możliwości ich wykorzystania, w tym m.in. w rolnictwie, kosmetyce czy medycynie. Rynek substancji humusowych obecnie stanowi bardzo dynamicznie rozwijający się obszar gospodarki. Założeniem badawczym recenzowanej rozprawy jest zastosowanie ich jako komponentów w preparatach rolniczych w celu poprawy właściwości fizykochemicznych i biologicznych gleb, m.in. zwiększając pojemność wodną, pojemność wymiany kationów, poprawiając warunki termiczne. Dzięki temu mogą korzystnie oddziaływać na aktywność mikroorganizmów glebowych poprawiając warunki dla wzrostu i rozwoju roślin. W tej sytuacji problematykę rozprawy doktorskiej, która zakłada wyodrębnienie kwasów huminowych z torfu i węgla brunatnego w opracowanym i zmodyfikowanym procesie 3-ekstrakcji alkalicznej oraz zagospodarowanie pozostałości poprocesowych w technologii produkcji biowęgla uważam za b. zasadną i wpisującą się w zasady ochrony środowiska, zrównoważonego rozwoju i GOZ.

Ogólna charakterystyka rozprawy

W rozprawie przedstawiono b. obszerny i szczegółowy przegląd literatury (57 stron), w którym b. dokładnie omówiono stan wiedzy w przedmiotowym temacie, począwszy od omówienia (2.1) substancji humusowych i ich klasyfikacji, poprzez ich powstawanie, budowę, charakterystykę/właściwości i rolę, w tym ich wpływ na gleby i uprawy roślinne. Zwrócono też uwagę na rolę substancji humusowych w ochronie środowiska naturalnego (już tylko o ok.

30% globu możemy mówić jako o środowisku naturalnym, więc lepiej posługiwać się środowiskiem przyrodniczym), hodowli zwierząt, a także prozdrowotnym właściwościom substancji humusowych i ich wykorzystywaniu w różnych dziedzinach gospodarki. Szczegółowo (2.2.) omówiono ekstrakcyjne metody otrzymywania substancji humusowych, w tym według metody przedstawionej przez Międzynarodowe Towarzystwo Substancji Humusowych oraz modyfikacje procedur ekstrakcji substancji humusowych. Podrozdział 2.3. to przegląd danych nt. torfu i węgla brunatnego jako surowców do otrzymywania substancji humusowych, ich klasyfikacja, zasoby w świecie, Europie i w Polsce. Rozdziały 2.4. *Analiza patentowa metod otrzymywania substancji humusowych* i 2.5. *Rynek produktów zawierających substancje humusowe, zastosowania preparatów humusowych* oceniam jako b. cenne dla ukierunkowania badań Doktorantki i wykazania, iż zdaje sobie sprawę z ilości osiągnięć, a wtedy znalezienie nowych możliwości badawczych jest b. cenne. Rozdział 2.6. *Biowęgiel - właściwości, sposób otrzymywania i jego zastosowanie* oraz 2.7. *Podsumowanie części literaturowej* oceniam również pozytywnie. Pierwszy ogląd pracy z tak obszernym przeglądem literatury (1/3 pracy) wzbudził moje zdziwienie. Natomiast wnikliwa tego analiza pozwoliła zniknąć zdziwieniu, bo nawet laika przygotowuje to w przyszłości na dobry odbiór pracy, a doświadczonym pozwoli ocenić dociekliwość Doktorantki w analizie danego zagadnienia. Ponadto stanowi to doskonałe kompendium wiedzy.

Głównym celem ocenianej rozprawy doktorskiej (rozdz.3) jest opracowanie nowatorskiej (innej od opatentowanych i powszechnie stosowanych) metody otrzymywania z krajowych surowców węglonośnych kwasów huminowych, a z pozostałości procesowych biowęgli o właściwościach umożliwiających ich wykorzystanie jako komponentów w rolniczych produktach użytecznych.

W badaniach uwzględniono wszystkie aspekty i cele obowiązujące nas w tego typu działaniach, także w zakresie ochrony środowiska. Do badań wytypowano torf i węgiel brunatny ze złóż krajowych oraz pozostałości po procesie alkalicznej ekstrakcji kwasów huminowych. I jedynie tu buntuje się trochę moje naukowe jestestwo, ponieważ zawsze stawałam w obronie torfowisk, przez jakimkolwiek ich wykorzystywaniem, poza przyrodniczym, bowiem wykorzystując je także jako podstawę do uzyskania kwasów huminowych, nawet przeznaczonych dla rolnictwa (w szczytnym celu bowiem mamy w kraju > 70% gleb lekkich czekających na nawożenie organiczne), to jednak zmieniamy układ

ekosystemów od wody zależnych, a są to w środowisku naczynia połączone i wiemy, że każda eksploatacja ma też swoje ujemne skutki dla środowiska.

W części badawczej (rozdz.4) b. dokładnie i poprawnie przedstawiono analitykę wszystkich istotnych dla celu badań oznaczeń, tj. popiołu, kwasów huminowych, zawartości pierwiastków C, H, N, S, O oraz procedury wykonania: widm spektroskopowych magnetycznego rezonansu jądrowego (^{13}C NMR), widm spektroskopowych osłabionego całkowitego odbicia w podczerwieni z transformacją Fouriera (ATR-FTIR), miareczkowania potencjometrycznego z wyznaczaniem powierzchniowego ładunku ujemnego oraz funkcji rozkładu pozornych stałych dysocjacji.

Po czym w rozdz. 4.3. *Badania wybranych materiałów węglonośnych jako surowców otrzymywania substancji humusowych*, tj. w kolejnych jego podrozdziałach przedstawiono oznaczanie wybranych właściwości fizykochemicznych wytypowanych próbek torfu i węgla brunatnego (wilgoci, popiołu, zawartości C, H, N, S, O). Kolejnym logicznym etapem badań było wykonanie badań nad otrzymywaniem kwasów huminowych z torfu i węgla brunatnego przy zastosowaniu wybranych ekstrahentów alkalicznych oraz czynników zakwaszających (4.4). Przedstawiono/porównano w nim właściwie proces izolacji kwasów humusowych według metodyki IHSS oraz ich otrzymywanie według metody opisanej w patencie PL 241814. Określono także wpływ wybranych ekstrahentów alkalicznych oraz czynników zakwaszających na jakość kwasów huminowych, co pozwoliło w efekcie na wytypowanie parametrów procesu stanowiących podstawę opracowanej modyfikacji.

W rozdz. 4.4.3.2. przedstawiono jakościową ocenę możliwości otrzymywania kwasów huminowych z torfu i węgla brunatnego w dwóch wybranych przez Doktorantkę wariantach ich izolowania (wariant I: ekstrakcja 0,1 M roztworem NaOH i zakwaszanie 6 M roztworem HCl; wariant II: ekstrakcja 0,1 M roztworem $\text{NH}_3\cdot\text{H}_2\text{O}$ i zakwaszanie 6 M roztworem H_3PO_4). W pierwszej kolejności przeprowadzono jednak analizę elementarną C, H, N, S, O, którą wyrażono jako udziały masowe i atomowe w przeliczeniu na stan suchy bezpopiołowy próbki. Bardzo ważne dla postawionego celu badań było określenie wpływu parametrów technologicznych na wydajność otrzymywania kwasów huminowych z torfu i węgla brunatnego w procesach ekstrakcji roztworami $\text{NH}_3\cdot\text{H}_2\text{O}$ i strącania roztworem H_3PO_4 (rozdz.4.5), bowiem w praktyce rozwiązania przemysłowe powinny opierać się nie tylko na ich opłacalności ekonomicznej, ale w szczególności braku negatywnych oddziaływań na środowisko (ekonomia=środowisko).

Oczywiście istotnym czynnikiem decydującym o możliwości wdrożenia danej technologii jest nie tylko jakość produktów, ale i wydajność procesów oraz poziom ich skomplikowania, co przekłada się bezpośrednio na efekty ekonomiczne, ale i jak wyżej wspomniałam na ich wpływ na środowisko oraz obowiązujące wymagania prawne. Opierając się na wynikach badań przedstawionych w podrozdziale 4.4 oraz mając na uwadze wykorzystanie efektów/produktów zaproponowanego rozwiązania dla rolnictwa, do dalszych badań nad wpływem parametrów technologicznych na wydajność otrzymywania kwasów huminowych z torfu i węgla brunatnego słusznie wybrano jako ekstrahent $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$, a jako czynnik zakwaszający H_3PO_4 . Uwzględniając przedstawione w pracy założenia, zdecydowano się na ukierunkowanie prac nad osiągnięciem możliwie najwyższej wydajności/optymalizacji otrzymywania kwasów huminowych. W tym celu określano wpływ stężenia ekstrahenta, czasu ekstrakcji i temperatury. Dlatego też słusznie opracowane zostały macierze eksperymentu (4.5.1) oraz procedury oznaczania wydajności otrzymywania kwasów huminowych (4.5.2). Aby wyznaczyć optymalne parametry wydajności otrzymywania kwasów huminowych z torfu i węgla brunatnego zastosowano metodę ekstrakcji kwasów humusowych zaprezentowaną w podrozdziale 4.4.3.1. Wydajność otrzymywania kwasów huminowych została wyznaczona jako stosunek masy kwasów huminowych (oznaczonej zgodnie z analityką opisaną w podrozdziale 4.2.3) w odniesieniu do naważki analitycznej surowca, w przeliczeniu na jej stan suchy bezpopiołowy. Jest to wg mnie dobra i właściwa procedura oceny procesu ze względu na fakt, że była rozwiązaniem prostym, a ponadto nie wymagającym skomplikowanej aparatury pomiarowej.

Rezultaty badań nad wpływem parametrów technologicznych na wydajność otrzymywania kwasów huminowych z torfu i węgla brunatnego zaprezentowano szczegółowo w rozdz. 4.5.3. Przeprowadzone badania wskazały, że proces ekstrakcji kwasów huminowych z torfu i węgla brunatnego dla wskazanych parametrów procesowych zależny był od warunków prowadzenia ekstrakcji i uzależniony od rodzaju wykorzystanego surowca.

Przewidywane wydajności zostały poprawnie wyznaczone na podstawie optymalizacyjnych modeli wielomianowych (rozd. 4.5.3.1.), które pozwoliły Doktorantce przedstawić zależność pomiędzy uzyskaną wydajnością otrzymywania kwasów huminowych (KHdaf), a wartościami badanych parametrów technologicznych: stężeniem ekstrahenta (XA), czasem (XB) i temperaturą (XC) ekstrakcji. Niezmiernie istotne są wyniki badań przedstawione w rozdz. 4.5.3.2. *Wyznaczanie optymalnych parametrów technologicznych otrzymywania*

kwasów huminowych z torfu i węgla brunatnego, gdzie na podstawie analizy statystycznej i modeli wielomianowych wyznaczono optymalne (dla prowadzonego eksperymentu) parametry ekstrakcji podczas otrzymywania kwasów huminowych. Badaniom poddano stężenie ekstrahenta, czas i temperaturę ekstrakcji, zakładając, że w warunkach optymalnych powinny zostać osiągnięte maksymalne wydajności otrzymywania frakcji kwasów huminowych. Wyznaczone optymalne parametry etapu ekstrakcji przy otrzymywaniu kwasów huminowych z torfu i węgla brunatnego dobrze rozpisano i zamieszczono w tabeli (20).

Wyznaczenie optymalnych warunków prowadzenia procesu umożliwia efektywniejsze wykorzystanie surowców oraz ograniczenie strat cennej frakcji huminowej, co wiąże się ze zmniejszeniem ilości stałej pozostałości poprocesowej.

Kontynuując zakres badawczy przeprowadzone zostały także badania nad możliwością zagospodarowania (w technologiach biowęgla) poekstrakcyjnych pozostałości z torfu i węgla brunatnego uzyskanych podczas otrzymywania kwasów huminowych w procesach ekstrakcji roztworami $\text{NH}_3\cdot\text{H}_2\text{O}$ i strącania roztworem H_3PO_4 (Rozdz.4.6). Wcześniej opisywane wyznaczenie optymalnych parametrów prowadzenia etapu ekstrakcji kwasów humu (huminowych i fulwowych w opracowanej w tym eksperymencie technologii kwasów huminowych), umożliwiło Doktorantce ich najbardziej skuteczne wyizolowanie z surowców. Jak z opisu technologii i zamieszczonych danych wynika realizacja zaproponowanej technologii wiąże się jednak z wytwarzaniem wciąż znacznej ilości pozostałości poekstrakcyjnej, która jednak zawiera wiele cennych składników organicznych i nieorganicznych, w tym m.in. nierozpuszczalna w trakcie ekstrakcji frakcja substancji humusowych, czyli huminy oraz pewne związki mineralne zawarte w torfie i węglu brunatnym, a także składniki odżywcze wprowadzone podczas procesu otrzymywania kwasów huminowych (podczas ekstrakcji roztworami $\text{NH}_3\cdot\text{H}_2\text{O}$ i strącania roztworem H_3PO_4). Zatem zgodnie z założeniem badań zwrócono także uwagę na istotne dalsze wykorzystanie/przetworzenie poprocesowej pozostałości z surowca (względny ekonomiczne i środowiskowe GOZ).

Ostatni wątek badawczy to zatem badania nad możliwością zastosowania poekstrakcyjnych pozostałości z torfu i węgla brunatnego w technologiach biowęgla, który od co najmniej dekady cieszy się zainteresowaniem naukowców i praktyków, gdyż może być wykorzystywany w wielu innych dziedzinach gospodarki. Pozostałości poprocesowe po ekstrakcji kwasów humusowych zatem faktycznie mogą stanowić alternatywę dla biomasy, zwykle wykorzystywanej w produkcji biowęgla. W pozostałościach poekstrakcyjnych z torfu i

węgla brunatnego zawarte są m.in. niewyekstrahowane kwasy humusowe, jak też nierozpuszczalne huminy. W badaniach słusznie zostały one także poddane waloryzacji (rozdz. 4.6.1. **Procedura wytwarzania biowęgla z pozostałości poprocesowych z torfu i węgla brunatnego.** Poprocesowe pozostałości z torfu i węgla brunatnego, po uprzedniej obróbce poddawano procesowi pirolizy w temp. 300, 450 i 600°C. Wybór tak szerokiego zakresu temperatur były chyba podyktowany tym, aby sprawdzić słuszność własnych sugestii co do efektu procesu **...jeśli była inna przesłanka to proszę wyjaśnić ...**

Zarówno dla biowęgla z torfu, jak biowęgla z węgla brunatnego obserwowano wpływ temperatury pirolizy na zawartość powierzchniowych grup funkcyjnych. Wzrost temperatury procesu powoduje redukcję powierzchniowych grup funkcyjnych dysocjujących w całym rozważanym zakresie pKapp. Z analizy wykresów wynika, że wyższe temperatury procesu pirolizy powodują degradację struktur zawierających grupy funkcyjne na powierzchni badanych próbek. **Tu należy pamiętać o dodatkowych trudnych odpadach stałych i ciekłych z procesu pirolizy....proszę wyjaśnić o jakie odpady stałe i ciekłe procesu chodzi?**

Doktorantka pisze na str....*Rolnicze, dogłębne zastosowanie pozostałości poprocesowej, bezpośrednio po jej oddzieleniu od ekstraktu kwasów humusowych, mogłoby być problematyczne ze względu na jej alkaliczny odczyn. Wiązałoby się to z ryzykiem podwyższenia pH gleby, co mogłoby skutkować powstaniem nierozpuszczalnych form składników odżywczych, niedostępnych dla roślin [190-191]. Przykładem może być ograniczona biodostępność mikroelementu, jakim jest żelazo w glebach alkalicznych [192]. Odczyn pH podłoża może warunkować nie tylko przyswajanie wybranych składników odżywczych przez korzenie roślin, ale też interakcje tych składników z komponentami gleby. Na przykład ilość siarczanów związana przez koloid glebowy maleje wraz ze wzrostem odczynu gleby, ale nie przekłada się to na ich zwiększone pobieranie przez rośliny. Zjawisko takie może dotyczyć też fosforanów [187, 193]. Podsumowując, podwyższenie pH gleby poprzez bezpośrednie wprowadzenie pozostałości poekstrakcyjnej z surowca może skutkować pogorszeniem ilości i jakości otrzymywanych plonów roślinnych [133]....**To wszystko prawda, ale już wcześniej zaznaczałam, że polskie gleby to głównie zakwaszone gleby bielicowe, które wymagają nawożenia alkalicznego i organicznego, więc czego jeszcze dotyczą obawy...????***

Rozdział 5. zawiera bardzo dobrze opracowane/opisane właściwe podsumowanie badań w zakresie opracowania wstępnej, uproszczonej koncepcji otrzymywania zmodyfikowaną metodą kwasów huminowych z torfu i węgla brunatnego, technologii biowęgla na bazie pozostałości poprocesowej, koncepcję otrzymywania kwasów huminowych z torfu oraz technologii biowęgla na bazie pozostałości poprocesowej z torfu (rozd.5.1.), koncepcję otrzymywania kwasów huminowych z węgla brunatnego oraz technologii biowęgla na bazie pozostałości poprocesowej z węgla brunatnego (5.2). Równie istotne jest podanie charakterystyki zakładanych produktów uzyskiwanych zgodnie z koncepcją otrzymywania kwasów huminowych z torfu i węgla brunatnego oraz technologii biowęgla na bazie pozostałości poprocesowej (5.3). ja wcześniej wspomniałam to podsumowujący rozdział wskazujący, że rezultaty uzyskane z przeprowadzonych badań pozwalają wnioskować, że zaproponowane produkty użyteczne zawierające kwasy huminowe (wyzolowane z krajowego torfu oraz węgla brunatnego) mogą być przeznaczone do zastosowania w rolnictwie, gdzie mogą korzystnie **oddziaływać na uprawy poprzez poprawę właściwości gleb...bo o to chyba chodzi???**

Przechodząc do wniosków (rozd.6.), których jest aż 17, stwierdzam, że są one zbyt szczegółowe, szczególnie dlatego, że w rozdziałach 4.3.2, 4.4.4, 4.5.4, 4,6,4 były już właściwie przygotowane jako podsumowania kolejnych wyników badań.

I tak wniosek 1 dot. zawartości wilgoci (w. całk. to popularne określenie woda w postaci aerozolu, całkowita zawartość wody w ciałach stałych)....wg mnie powinniśmy używać opisu zawartości wody) jest oczywisty i nie wnosi nic oryginalnego. Podobnie nic oryginalnego i nowego nie wniósł wniosek 2. Wniosek 4 i 5 adekwatny do uzyskanych wyników. Stwierdzenie we wniosku 5... *kwasy huminowe uzyskane z węgla brunatnego cechują się wyższym stopniem aromatyczności niż kwasy huminowe wyizolowane z torfu* też było chyba oczekiwanym rezultatem, natomiast stwierdzenie.... *Prawdopodobnie w ich strukturach mniejsza jest też ilość tlenowych grup funkcyjnych i alifatycznych fragmentów strukturalnych niż w cząsteczkach kwasów huminowych z torfu* (**dlaczego prawdopodobnie???** **Jakie są wątpliwości, rozumiem, że to w badaniach stwierdzono w oparciu o rezultaty oceny m.in. stopnia karbonizacji wybranych surowców**). Pozostała część wniosku 5 oraz treść wniosków 6 i 7 jest adekwatna do osiągnięć z przeprowadzonych badań. **Proszę wyjaśnić treści zawarte we wniosku 8, bo mam wrażenie, że jest kolizja z treścią wniosku 5.** Wniosek 10 zbyt szczegółowy, podałam już wcześniej o podsumowaniach tekście rozprawy. Wniosek 11 i 12 poprawne i b. istotne jako

efekty pracy. Wniosek 13. Szczegółowo informujący, że wyższe wydajności otrzymywania biowęgla uzyskiwano, gdy pirolizie poddawana była pozostałość poprocesowa z węgla brunatnego (78,93%), **a niższa wydajność** (70,35%) w przypadku pirolizy pozostałości poprocesowej z torfu...wg mnie nie upoważnia do tak radykalnego stwierdzenia, ponieważ jest to tylko o ok. 10% mniej. Istotne natomiast jest stwierdzenie, że wraz ze wzrostem temperatury pirolizy obniżała się wydajność otrzymywania biowęgla.... *Stosunkowo najkorzystniejsze właściwości sorpcyjne wykazywać mogą biowęgłe wyprodukowane podczas pirolizy prowadzonej w temperaturze 300°C.* Dla praktyki rolniczej b. istotne są treści wniosku 14 ... *Wyższa wartość całkowitego powierzchniowego ładunku ujemnego biowęgla otrzymanych z pozostałości z torfu może warunkować ich korzystniejsze właściwości sorpcyjne, które są istotne w produkcji preparatów przeznaczonych dla rolnictwa.* Wniosek 15. powinien konsekwentnie uzupełniać wniosek 13. Wnioski 16 (mimo iż zbyt opisowy) i 17 to wnioski koronujące praktyczny aspekt badań.

Stwierdzam, że założenia przyjęte przez Doktorantkę, że w ramach realizacji badań zostanie opracowana zmodyfikowana i uproszczona metoda otrzymywania kwasów huminowych opierająca się na ekstrakcji alkalicznej roztworami $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$, uwzględniająca metodykę stosowaną przez IHSS oraz metodę opisaną w patencie PL 241814 została poprawnie zrealizowana. Otrzymane jako produkt główny kwasy huminowe spełniają możliwości wykorzystania w kompozycjach rolniczych preparatów humusowych itp. Podobnie oceniam część badań nt. pozostałości po procesach ekstrakcji kwasów huminowych, które planowano wykorzystać do otrzymywania materiałów biowęglowych, które następnie proponowane są do zastosowania w technologiach produktów użytecznych.

Uwagi wymagające odpowiedzi zamieszczono w tekście recenzji boldem.

Podsumowanie – wniosek końcowy

W świetle przedstawionej recenzji uważam, że rozprawa doktorska mgr inż. **Magdaleny Braun-Giwerskiej** pt. ***Wykorzystanie naturalnych materiałów węglonośnych w technologiach produktów użytecznych*** zawiera wyniki badań, które należy uznać jako oryginalne rozwiązanie problemu naukowego, a także istotne w zakresie aplikacyjnym, a tym

samym wskazujące na spełnienie wymagań jakie ustawowo stawia się rozprawom doktorskim.

Pani **mgr inż. Magdalena Braun-Giwerska** wykazała się bardzo dobrą ogólną wiedzą teoretyczną z zakresu parametrów technologicznych wpływających na wydajność otrzymywania kwasów huminowych z torfu i węgla brunatnego. W przeprowadzonych badaniach wykazała m.in, że proces ekstrakcji kwasów huminowych z torfu i węgla brunatnego dla wskazanych parametrów procesowych zależny był od warunków prowadzenia ekstrakcji i uzależniony od rodzaju wykorzystanego surowca. Niezmiernie ważny jest także aplikacyjny charakter przeprowadzonych badań wskazujący, że otrzymane (jako produkt główny) kwasy huminowe spełniają możliwości wykorzystania w kompozycjach rolniczych preparatów humusowych itp. Jakość i poprawność przeprowadzonych badań w omawianym zakresie, wraz z poprawną interpretacją wyników, także należy uznać za umiejętność samodzielnego prowadzenia pracy naukowej.

W tej sytuacji przedkładam wniosek o dopuszczenie **mgr inż. Magdaleny Braun-Giwerskiej** do publicznej obrony, po przyjęciu przez Komisję Doktorską Rady Dyscypliny Inżynieria Chemiczna Politechniki Wrocławskiej, w ramach obowiązujących przepisów, tj. *Ustawie prawo o szkolnictwie wyższym i nauce* z dnia 20 lipca 2018 r.(nowelizacja Dz.U.2022) oraz w Rozporządzeniu MNiSW *w sprawie szczegółowego trybu i warunków przeprowadzania czynności w przewodzie doktorskim, w postępowaniu habilitacyjnym oraz w postępowaniu o nadanie tytułu profesora* z dnia 30 stycznia 2018 roku (Dz.U. poz. 261).

