



POLITECHNIKA POZNAŃSKA

WYDZIAŁ TECHNOLOGII CHEMICZNEJ

dr hab. inż. Filip Ciesielczyk, prof. PP

Prodziekan ds. nauki

ul. Berdychowo 4, 60-965 Poznań, tel. +48 61 665 2351, fax +48 61 665 2852

e-mail: office_dctf@put.poznan.pl, filip.ciesielczyk@put.poznan.pl, www.fct.put.poznan.pl

Poznań, 22.03.2022 r.

RECENZJA

rozprawy doktorskiej mgr. inż. Dominika Niewesia

zatytułowanej

„Modelowanie procesów technologicznych ekstrakcyjnego otrzymywania kwasów huminowych z torfu”

opracowana na zlecenie Przewodniczącej Rady Dyscypliny Naukowej Inżynieria Chemiczna

Wydziału Chemicznego Politechniki Wrocławskiej

(pismo nr W3/4020-1/2022 z dn. 24.01.2022 r.)

Rozprawa doktorska mgr. inż. Dominika Niewesia została zrealizowana w Katedrze Inżynierii i Technologii Procesów Chemicznych Wydziału Chemicznego Politechniki Wrocławskiej, pod kierunkiem prof. dr hab. inż. Józefa Hoffmanna – uznanego specjalisty w dziedzinie technologii chemicznej nieorganicznej. Rolę promotora pomocniczego powierzono dr inż. Marcie Huculak-Mączka.

Oceniając przedłożoną do recenzji pracę doktorską pod uwagę brano następujące kryteria: oryginalność i nowatorski charakter badań, trafność wyboru problemu badawczego, metodologię postępowania, dobór wykorzystanych metod oraz technik badawczych, jak również poprawność interpretacji uzyskanych wyników oraz dyskusji skorelowanej z aktualnym stanem wiedzy. Zweryfikowana została także skuteczność osiągnięcia założonego celu badań. Istotny, aczkolwiek dodatkowy aspekt oceny, stanowiły osiągnięcia naukowe Pana mgr. inż. Dominika Niewesia.

Zakres pracy w ogólnym zarysie dotyczy doboru najkorzystniejszych warunków ekstrakcji kwasów huminowych z torfu wykorzystując do tego celu metody planowania eksperymentu oraz statystycznej analizy danych. Wytwarzanie wartościowych produktów przemysłu nieorganicznego w głównej mierze opiera się na przetwarzaniu surowców naturalnych, których złoża są limitowane, a to skłania do ich racjonalnego i efektywnego wykorzystania. Stąd opracowywanie skutecznych, alternatywnych do powszechnie stosowanych, metod pozyskiwania szerokiej gamy materiałów z surowców naturalnych jest przedmiotem badań wielu renomowanych ośrodków

naukowych na całym świecie. Biorąc pod uwagę różnorodność surowców naturalnych, m.in. zróżnicowany skład chemiczny i wykazywane właściwości fizykochemiczne, determinowane miejscem występowania czy pochodzeniem, ich przetwarzanie nie jest wcale takie proste i wymaga istotnej optymalizacji.

Do grupy wspomnianych surowców zalicza się torf – znany głównie jako surowiec energetyczny, wykazujący szereg ciekawych właściwości predysponujących go do zastosowania w rolnictwie, ogrodnictwie, różnorodnych terapiach prozdrowotnych czy jako prekursor węgla aktywnego na potrzeby procesów elektrochemicznych czy do sorpcji zanieczyszczeń środowiskowych. Konfrontując jego podstawowe przeznaczenie z założeniami zrównoważonego rozwoju, ochroną środowiska, w tym przede wszystkim ograniczaniem emisji szkodliwego tlenku węgla(IV), tym bardziej zasadnym wydaje się poszukiwanie nowych zastosowań, niosących ze sobą mniejszy balast dla środowiska naturalnego. Torf jest również jednym z podstawowych źródeł substancji humusowych i to właśnie ten fakt może stanowić o jego alternatywnym wykorzystaniu. Jedną z podstawowych metod izolacji substancji humusowych jest ich ekstrakcja prowadzona głównie w warunkach alkalicznych, co skutkuje użyciem znacznych ilości „agresywnych” rozpuszczalników oraz ograniczeniem selektywności w związku z przechodzeniem do roztworu innych substancji zawartych w surowcu naturalnym. Badania nad procesem ekstrakcji ukierunkowane są w głównej mierze na poszukiwaniu „zielonych” rozpuszczalników lub ograniczenia ich stosowania, tym samym na zmniejszenie szkodliwości i ilości generowanych roztworów odpadowych. Dodatkowo, dąży się do prowadzenia ekstrakcji w możliwie łagodnych warunkach temperatury, która może mieć destrukcyjne działanie na niektóre komponenty surowca naturalnego.

W ten nurt badań wpisuje się tematyka pracy, którą zajął się Doktorant. Jest ona bardzo aktualna i istotna z naukowego oraz z praktycznego punktu widzenia. Z jednej strony obejmuje pozyskiwanie kwasów huminowych – związków o interesujących właściwościach fizykochemicznych i biologicznych, wykazujących szeroki wachlarz zastosowań. Z drugiej strony, dotyczy opracowania wydajnego procesu technologicznego ich pozyskiwania z surowca naturalnego – torfu, ukierunkowanego na możliwość zaimplementowania w przemyśle do produkcji frakcji kwasów huminowych wzbogaconych dodatkowo w makroskładniki nawozowe, z przeznaczeniem do zastosowania w rolnictwie.

Oceniana rozprawa doktorska została przygotowana w języku polskim i przedstawiona na 246 stronach maszynopisu. Warto podkreślić, że została zredagowana bardzo poprawnie, a jej szata graficzna jest godna pochwały. Układ dysertacji jest klasyczny. Pierwszy element pracy stanowią *Spis treści, Streszczenie w języku polskim i angielskim, Wykaz używanych skrótów* oraz *Wprowadzenie*. Kolejno Doktorant zamieścił *Część literaturową*, która liczy 70 stron. *Część*

badawcza, poprzedzona *Celem i zakresem pracy*, zawiera opis stosowanych w badaniach materiałów, przebieg eksperymentów, opis zastosowanych technik badawczych, jak i omówienie uzyskanych wyników. Całość pracy wieńczy: *Wnioski i Podsumowanie, Spis rysunków i tabel* (oceniana rozprawa zawiera 58 rysunków i 52 tabele), *Bibliografia* obejmująca imponującą liczbę 311 aktualnych pozycji publikacyjnych i monograficznych, z których większość to doniesienia z ostatnich 10-15 lat, oraz *Dorobek naukowy* Doktoranta.

Część literaturowa rozprawy bardzo dobrze wprowadza czytającego w tematykę prezentowanych zagadnień badawczych. W sposób zwięzły i przejrzysty traktuje o właściwościach i zastosowaniu materii organicznej oraz torfu jako źródła substancji humusowych. Kolejno, Autor prezentuje stan obecny oraz perspektywy związane z zainteresowaniem i przemysłowym wykorzystaniem substancji humusowych. W moim odczuciu rozdział 2.3 zatytułowany „*Przemysłowe zastosowanie substancji humusowych – stan obecny i perspektywy*” miejscami jest zbyt szczegółowo zaprezentowany, zwłaszcza biorąc pod uwagę charakterystykę komercyjnie dostępnych preparatów zawierających substancje humusowe. Kluczowym z punktu widzenia tematyki rozprawy doktorskiej jest rozdział 2.4 traktujący o procesach otrzymywania substancji humusowych, ze szczególnym uwzględnieniem analizy procesu ekstrakcji. Autor podkreśla atrakcyjność metod ekstrakcji wspomaganych mikrofalami czy ultradźwiękami, w stosunku do konwencjonalnych technik, zwłaszcza rozpatrując ich zastosowanie przemysłowe. Istotny fragment tej części pracy dotyczy przeglądu literatury patentowej w zakresie pozyskiwania substancji humusowych. Ten fragment rozprawy dowodzi dokładnej analizy zagadnienia, co potwierdza świetne przygotowanie Doktoranta, a z drugiej strony wskazuje na elementy nowości naukowej zrealizowanych prac eksperymentalnych. Wartościowy przegląd literatury kończy rozdział traktujący o metodach planowania eksperymentów i statystycznej obróbce danych, w którym mgr inż. Dominik Nieweś zwrócił szczególną uwagę na plan Placketta-Burmana oraz plan frakcyjny trójwartościowy, dzięki którym możliwa jest ocena wpływu dużej ilości zmiennych niezależnych przy stosunkowo niewielkiej liczbie punktów eksperymentalnych.

Zaprezentowana część literaturowa jednoznacznie dokumentuje ilość opublikowanych prac naukowych dotyczących zasadności pozyskiwania substancji humusowych z zasobów naturalnych na drodze ekstrakcji, stanowiących interesującą frakcję o właściwościach predysponujących do zastosowań w różnych aspektach gospodarki. Przeprowadzone studium literaturowe wskazuje ponadto konieczność dalszych badań nad optymalizacją wspomnianego procesu, przede wszystkim w kierunku zmniejszenia jego oddziaływania na środowisko naturalne oraz poprawy skuteczności wydzielania substancji humusowych w relatywnie łagodnych warunkach procesowych. Ten niezwykle ambitny aspekt, o którym mowa, jest bezpośrednim przedmiotem badań zaprezentowanych w ocenianej dysertacji doktorskiej.

Przedstawiony, wielowątkowy cel badań jest dobrze zdefiniowany. Został podzielony na 7 głównych etapów. Jest on swego rodzaju połączeniem koncepcji chemicznej i technologicznej procesu – od zaplanowania eksperymentu, poprzez wykonanie prac doświadczalnych i ich opis z wykorzystaniem metod statystycznych, aż po opracowanie założeń technologicznych mających potencjał aplikacyjny. Nadrzędnym celem rozprawy było opracowanie modeli matematycznych opisujących proces ekstrakcji kwasów huminowych z torfu na drodze ekstrakcji wspomaganiej ultradźwiękami. Zabrakło mi jednak zaakcentowania nowości naukowej podjętych badań. Doktorant wyznaczył następujące, szczegółowe cele badawcze:

- ✓ Ocenę przydatności torfu jako źródła frakcji kwasów huminowych;
- ✓ Wytypowanie metody oznaczania udziału masowego wydzielonej frakcji kwasów huminowych;
- ✓ Zdefiniowanie założeń ekstrakcyjnego wydzielania kwasów huminowych z torfu;
- ✓ Analizę wpływu zmiennych parametrów procesowych na wydajność ekstrakcji;
- ✓ Ocenę możliwości uzyskania kwasów huminowych wzbogaconych w makroelementy;
- ✓ Opracowanie założeń koncepcji technologicznej analizowanego procesu.

Do zrealizowania założonego celu naukowego Pan mgr inż. Dominik Nieweś zastosował niezbędne metody i techniki badawcze.

Omówienie uzyskanych zależności eksperymentalnych poprzedzone jest opisem metodyki badawczej, który szczegółowo wprowadza czytającego w prace eksperymentalne będące przedmiotem recenzowanej rozprawy doktorskiej. Autor szczegółowo opisał kolejne etapy prac badawczych uwzględniając analizę surowca – torfu, metodę oznaczania ilościowego i pozyskiwania frakcji kwasów huminowych, zastosowane modele matematyczne, analizę jakościową wydzielonych kwasów huminowych uwzględniającą spektroskopię w podczerwieni (ATR-FTIR) oraz spektroskopię rezonansu magnetycznego (^{13}C NMR). Na uwagę zasługuje spektrum zastosowanych metod i technik analitycznych, które w zdecydowany sposób pozwoliły na wyciągnięcie wartościowych wniosków z przeprowadzonych badań.

W pierwszym etapie badań Doktorant przeprowadził analizę torfu jako źródła kwasów huminowych. Istotą było określenie zawartości wilgoci i popiołu, których ilość w zdecydowany sposób może wpływać na skuteczność planowanego do zrealizowania procesu ekstrakcji. Biorąc pod uwagę możliwość uzyskania frakcji kwasów huminowych wzbogaconych w makroskładniki nawozowe, kluczowym było także oznaczenie wyjściowej zawartości azotu, fosforu i potasu. Ten etap badań jest bardzo istotny ponieważ pozwolił na wstępną charakterystykę torfu – surowca naturalnego o zróżnicowanych właściwościach pochodzącego nawet z jednego złoża. W kolejnym etapie prac eksperymentalnych Doktorant porównał skuteczność wydzielania kwasów huminowych na drodze alkalicznej ekstrakcji z torfu, wspomaganiej ultradźwiękami i realizowanej poprzez mechaniczne mieszanie układu, przy założeniu tych samych parametrów procesu tj. temperatury,

czasu, stężenia ekstrahenta i jego stosunku masowego do surowca. Autor zaproponował 3 warianty testów różniących się wspomnianymi parametrami i wykorzystał do tego celu trzy roztwory ekstrahujące NaOH, KOH i $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$. W toku prac Doktorant udowodnił zdecydowanie lepszą skuteczność procesu realizowanego z udziałem ultradźwięków. Dodatkowo, potwierdzono większą wydajność ekstrakcji w momencie zastosowania roztworów NaOH i KOH z jednoczesnym podnoszeniem wartości pozostałych parametrów procesowych. W celu określenia wpływu parametrów procesu na jakość wyodrębnianego produktu mgr inż. Dominik Nieweś skorzystał z macierzy przygotowanej według planu Placketta-Burmana. Jej wypełnienie wymagało przeprowadzenia 72 eksperymentów, a poskutkowało wskazaniem najistotniejszych czynników determinujących wydajność ekstrakcji wspomaganej ultradźwiękami. Doktorant wykazał tym samym, że zwiększenie wartości analizowanych parametrów procesowych ma korzystny wpływ na uzyskiwaną odpowiedź układu. Wskazał ponadto cztery zmienne (temperatura, stężenie ekstrahenta, czas i intensywność sonikacji), które w największym stopniu wpływają na wydajność ekstrakcji, niezależnie od rodzaju użytego ekstrahenta. W oparciu o macierz zgodną z planem frakcyjnym (jej wypełnienie wymagało przeprowadzenia serii 90 eksperymentów) Doktorant opisał wspomniane zależności za pomocą równań wielomianowych. Zgodnie z nimi wykazano, że dla optymalnych warunków prowadzenia procesu wydajność ekstrakcji waha się w zakresie 67-74%, w zależności od użytego ekstrahenta.

Zebrane dane eksperymentalne pozwoliły Autorowi przejść do kolejnego etapu prac mających na celu wydzielenie frakcji kwasów huminowych wzbogaconych w makroskładniki nawozowe takie jak: fosfor, azot czy potas. W tym celu pierwotnie zaproponowany schemat postępowania zmodyfikowano, zastępując roztwór HCl na etapie dekalcyfikacji, roztworami H_3PO_4 oraz HNO_3 , co spowodowało istotne zmiany w wydajności ekstrakcji i zawartości makroskładników, zwłaszcza biorąc pod uwagę zaproponowane 4 warianty tego procesu. Według Doktoranta najkorzystniejszym okazał się wariant 3, w którym wykorzystano roztwór H_3PO_4 na etapie dekalcyfikacji, a ekstrakcję realizowano z udziałem KOH. Doktorant udowodnił ponadto, że aby uzyskać możliwie najwyższą wydajność ekstrakcji, w połączeniu z wysoką zawartością makroelementów, konieczna jest dodatkowa korekta pH na etapie dekalcyfikacji oraz zakwaszenie ekstraktu. Istotnym było zestawienie uzyskanych zależności z przewidywaniami modeli wielomianowych, co pozwoliło Doktorantowi stwierdzić, że stopień ekstrahowania kwasów huminowych determinowany jest rodzajem kwasu mineralnego użytego na etapie dekalcyfikacji i korekty pH, a zaproponowana modyfikacja procesu ekstrakcji ma pozytywny wpływ na zawartość makroelementów w strukturze kwasów huminowych. Za kluczowy należy uznać etap badań, w którym Doktorant zweryfikował „jakość” wydzielonych frakcji kwasów huminowych. Interpretując wyniki analiz ATR-FTIR oraz ^{13}C NMR, Pan mgr inż. Dominik Nieweś potwierdził obecność ugrupowań charakterystycznych

dla kwasów huminowych i dominację struktur alifatycznych związanych z węglem. Warty odnotowania jest również fakt, spadku zawartości ugrupowań karboksylowych i karbonylowych w strukturze kwasów huminowych wraz z rosnącymi wartościami parametrów ekstrakcji. Zebrane w trakcie prac eksperymentalnych dane oraz wyciągnięte wnioski pozwoliły Doktorantowi podjąć próbę opracowania koncepcji technologicznej procesu ekstrakcji kwasów huminowych z torfu. Ten element pracy należy uznać za niezwykle użyteczny ponieważ łączy badania podstawowe z możliwością ich zaimplementowania/wdrożenia przemysłowego. Opracowanie oparto na wariancie, który skutkowało uzyskaniem frakcji kwasów wzbogaconych w makroskładniki nawozowe z najwyższą wydajnością (opisany wcześniej wariant 3), jednak biorąc pod uwagę różnice danych eksperymentalnych z przewidywaniami modeli matematycznych wymagało to przeprowadzenie serii kolejnych 30 eksperymentów. Efektem pracy było zdefiniowanie założeń wyodrębnienia frakcji kwasów huminowych z 5000 Mg torfu w skali roku, co poparto zaprezentowanymi w pracy bilansami materiałowymi, które spięły klamrą ten dobrze zaplanowany zakres prac eksperymentalnych. W części wynikowej pracy zabrakło mi jednak nieco szerszego rozeznania aktualnego stanu wiedzy i porównania uzyskanych przez Doktoranta wyników z podobnymi pracami już dostępnymi w literaturze przedmiotu. Byłoby to cenne i zapewne pozwoliło na jeszcze bardziej dogłębną interpretację uzyskanych zależności.

Należy podkreślić, że przedstawione w rozprawie badania są bardzo istotne nie tylko z naukowego, ale także z praktycznego punktu widzenia. Rozważania nad doбором optymalnych warunków wydzielania frakcji kwasów huminowych z torfu, z dodatkową możliwością ich wzbogacenia w makroskładniki nawozowe przy jednoczesnym zmniejszeniu szkodliwości procesu dla środowiska i obniżeniu wymagań procesowych, sprzyjają projektowaniu innowacyjnych rozwiązań dla szeroko rozumianej technologii chemicznej. Podsumowując ostatecznie tę część dysertacji stwierdzam, że cele postawione przez Doktoranta zostały osiągnięte, a do najważniejszych zaliczyć należy:

- ✓ Wykazanie istotnego wpływu ultradźwięków niskiej intensywności na wydajność ekstrakcji;
- ✓ Wykazanie wpływu zmiennych parametrów procesu na skuteczność wydzielania frakcji kwasów huminowych stosując różne ekstrahenty, w oparciu o ich opis matematyczny i statystyczną analizę danych, zakończone wskazaniem optymalnych warunków prowadzenia procesu;
- ✓ Opracowanie koncepcji technologicznej pozyskiwania frakcji kwasów huminowych wzbogaconych w makroelementy nawozowe i wykazanie istotnego wpływu rodzaju użytego kwasu mineralnego i modyfikacji procesu ekstrakcji na jego wydajność oraz zawartość makroskładników w produkcie końcowym;
- ✓ Wykazanie i potwierdzenie istotnego wpływu ekstrakcji alkalicznej wspomaganą ultradźwiękami na „jakość” wyodrębnianych kwasów huminowych;

- ✓ Opracowanie założeń koncepcji technologicznej (poparte stosownymi bilansami materiałowymi) wydzielania frakcji kwasów huminowych z torfu, na drodze ekstrakcji alkalicznej wspomaganej ultradźwiękami, nakierowanej na otrzymanie produktu o istotnej zawartości makroelementów nawozowych.

Z obowiązku recenzenta pozwolę sobie wskazać kilka kwestii dyskusyjnych czy problematycznych. Generalnie dysertacja doktorska zawiera nieliczne błędy edytorskie czy stylistyczne, których znaczenie można pominąć. Niemniej jednak pozwolę sobie wspomnieć kilka z nich:

- ✓ Str. 17: „intensywność zabawienia”, „frakcje humusowe różnią też miejscem...”, „przedstawiono strukturę przestrzenną cząsteczki”;
- ✓ Str. 23 – kolejność cytowania literatury;
- ✓ Str. 25-26: „Model budowy molekularnej kwasów huminowych, uwzględniającego..”;
- ✓ Str. 27 styl zdania: „Zależność tworzenia centrów hydrofobowych od pH została dla kwasów huminowych ekstrahowanych z gleby potwierdzona przez Terashima i in. wykazali oni, że dla frakcji kwasów...”
- ✓ Str. 27: „wyizolowanych ze naturalnej...”
- ✓ Str. 30: „był związane..”;
- ✓ Str. 31: „wzrost stężeń grup fenolowych..”
- ✓ Str. 52: „ma korzystny wpływ zwiększenie ich masy...”;
- ✓ Str. 59: „Substancje pozwalające na wyizolowanie substancji...”;
- ✓ Str. 99: „Pierwsza z nich opierała się przeprowadzenia ekstrakcji...”;
- ✓ Str. 120: „wartości maksymalna...”;
- ✓ Str. 147: „przy czy ich wartości...”;
- ✓ Jednolity zapis jednostek ml a cm^3 , dodatkowo w tekście pojawia się zapis $\text{mg}\cdot\text{dm}^{-3}$ czy $\text{W}\cdot\text{cm}^{-2}$ a na wykresach jest mg/dm^3 czy W/cm^2 .

Poniżej pozwolę sobie zaprezentować natomiast kwestie do dyskusji podczas obrony:

- ✓ Jak słusznie Doktorant zauważył właściwości torfu jako prekursora frakcji kwasów huminowych mogą być bardzo zróżnicowane nawet w obrębie jednego złoża tego surowca – w jaki sposób można przezwyciężyć te trudności w planowaniu podobnych eksperymentów, zwłaszcza tych o potencjale aplikacyjnym w skali przemysłowej? Czy jest jakiś sposób, aby uwzględnić to w opisie matematycznym procesu? W pracach laboratoryjnych Doktorant testował reprezentatywną próbkę pobraną ze złoża zgodnie z normą PN-EN 12579:2013. Czy prawdą jest, że tylko „homogeniczne” parametry torfu będą gwarantem stabilnej wydajności izolowania kwasów huminowych?

- ✓ Czym było podyktowane akurat takie zestawienie metod ekstrakcji torfu (metoda mieszania mechanicznego i wspomaganie ultradźwiękami? Czy Doktorant ma informacje jak na tym tle wypada np. metoda ekstrakcji wspomaganą mikrofalami?
- ✓ Frakcja kwasów huminowych wzbogacona w makroelementy nawozowe N, P i K – czy w badaniach była rozważana kwestia siarki (siarka odgrywa istotną rolę w gospodarce azotem) i wykorzystania np. kwasu siarkowego(VI) na etapie wstępnej dekalcyfikacji torfu? Kwas ten stosowano m.in. na etapie korekty pH (zakwaszaniu) ekstraktu.
- ✓ Zanieczyszczenia mineralne frakcji kwasów huminowych będą pochodną jakości surowca i metodyki ekstrakcji – czy podjęto próbę ilościowej i jakościowej oceny tych zanieczyszczeń?
- ✓ Problemem wielu linii technologicznych pracujących w układzie ekstrakcji czy reakcji wytrącania osadu jest znaczna ilość rozcieńczonych roztworów wodnych – jak słusznie Doktorant zaznaczył w analizie bilansu materiałowego – czy mogą prosić o doprecyzowanie możliwych rozwiązań w kierunku przezwyciężenia tego zjawiska w proponowanej koncepcji technologicznej?

Powyższe uwagi czy sugestie mają charakter komentarza naukowego i nie pomniejszają wartości merytorycznej ocenianej pracy.

Oceniając zamieszczone w pracy résumé, jak i opublikowane prace, trudno nie ocenić aktywności naukowej Doktoranta jako bardzo dobrej. Aktywność naukowa Pana mgr. inż. Dominika Niewesia wyrażona jest w postaci 11 opublikowanych oryginalnych prac naukowych w czasopismach indeksowanych przez *Thomson Reuters Journal Citation Reports*, 9 artykułów w recenzowanych czasopismach pokonferencyjnych, 5 rozdziałów w monografii i dwóch zgłoszeń patentowych, w tym jednego międzynarodowego, co dodatkowo potwierdza nowatorski charakter przeprowadzonych prac eksperymentalnych. Ponadto Doktorant legitymuje się znaczącym udziałem w konferencjach naukowych, podczas których prezentował swoje osiągnięcia naukowe. Wartym odnotowania jest również udział Pana mgr. inż. Dominika Niewesia w pracach zleconych, związanych bezpośrednio z tematyką ocenianej rozprawy doktorskiej, a realizowanych we współpracy z jednostkami sektora gospodarczego. Wartym rozważenia, w niedalekiej przyszłości, powinna być próba podjęcia starań nad pozyskaniem środków finansowych na badania w ramach projektu badawczego.

Należy podkreślić istotny wkład Pana mgr. inż. Dominika Niewesia w rozwój technologii chemicznej i dziedzin pokrewnych. Sposób zaplanowania eksperymentów, zrealizowane badania, forma przedstawienia oryginalnych wyników oraz ich wnikliwa i rzeczowa analiza na tle literatury światowej, świadczą o bardzo wysokich kompetencjach naukowo-badawczych Autora rozprawy i są niepodważalnym dowodem Jego przygotowania do prowadzenia dalszych badań naukowych czy pracy w jednostkach działalności gospodarczej.

Na podstawie oceny pracy doktorskiej Pana mgr. inż. Dominika Niewesia, zatytułowanej „*Modelowanie procesów technologicznych ekstrakcyjnego otrzymywania kwasów huminowych z torfu*” jednoznacznie stwierdzam, że recenzowana rozprawa spełnia wszystkie wymogi ustawowe i zwyczajowe stawiane rozprawom doktorskim, wnioskuję ponadto do Rady Dyscypliny Naukowej Inżynieria Chemiczna Wydziału Chemicznego Politechniki Wrocławskiej o przyjęcie pracy i przeprowadzenie dalszych etapów przewodu doktorskiego.

Biorąc pod uwagę aktualność podjętej tematyki badawczej, zakres prac eksperymentalnych, jakość wniosków i ich wkład w istniejący stan wiedzy, **dlatego wnioskuję do Rady Dyscypliny Naukowej Inżynieria Chemiczna Wydziału Chemicznego Politechniki Wrocławskiej o wyróżnienie rozprawy doktorskiej mgr. inż. Dominika Niewesia.** Precyzyjnie zaplanowany eksperyment, poparty opisem matematycznym i zwieńczony propozycją koncepcji technologicznej o istotnym potencjale aplikacyjnym w przemyśle, którego elementy są przedmiotem dwóch zgłoszeń wynalazku (polskiego i międzynarodowego), wskazują na ambitne podejście Autora do opracowania optymalnych warunków ekstrakcji kwasów huminowych z torfu. Zaproponowanie ekstrakcji kwasów huminowych z torfu przy udziale ultradźwięków niskiej intensywności, a dodatkowo, na drodze modyfikacji zaproponowanej metody, możliwość uzyskania frakcji kwasów huminowych wzbogaconych w makroskładniki nawozowe (N, P i K), uważam za nowatorski element przedłożonej do oceny rozprawy. **Wartym podkreślenia jest fakt, że izolowanie substancji humusowych z różnych surowców czy preparatyka komponentów nawozowych są dość dobrze opisane w literaturze, więc wpisanie się w ten nurt badań, a dodatkowo zaproponowanie innowacyjnego rozwiązania, w moim odczuciu, wydaje się być istotnym osiągnięciem.** Wskazuje to ponadto, na interdyscyplinarny charakter zrealizowanych badań, które łączą zagadnienia szeroko rozumianej technologii chemicznej z aspektami ochrony środowiska naturalnego.

Filiż Ciep

