



Dr hab. Marzena Smol-Aruszanjan, prof. IGSMiE PAN
ul. Wybickiego 7a
31-261 Kraków

Kraków, 16.12.2024 r.

Recenzja

Rozprawy doktorskiej **mgr inż. Aleksandra de Rosset**,
pt. „**Pozyskiwanie i wykorzystanie biosurfaktantów z olejów odpadowych
pochodzących z przemysłu spożywczego
w mikrobiologicznych ogniwach paliwowych**”
wykonanej pod kierunkiem Promotora
dr inż. hab. Grzegorza Pasternaka, prof. PWr
na Wydziale Chemicznym Politechniki Wrocławskiej

1. Podstawa prawna recenzji

Podstawą wykonania recenzji była uchwała nr 26/2/RDND05/2024-2028 Rady Dyscypliny Naukowej Inżynieria Chemiczna Politechniki Wrocławskiej z dnia 16 października 2024 r. przekazana pismem Przewodniczącej Rady Dyscypliny Naukowej, prof. dr hab. inż. Izabeli Michalak z dnia 21 października 2024 r. Dokumentacja została dostarczona w dniu 31 października 2024 r. Promotorem pracy jest dr inż. hab. Grzegorz Pasternak, prof. PWr.

2. Ogólna charakterystyka rozprawy doktorskiej

Rozprawa doktorska mgr inż. Aleksandra de Rosset pt. „*Pozyskiwanie i wykorzystanie biosurfaktantów z olejów odpadowych pochodzących z przemysłu spożywczego w mikrobiologicznych ogniwach paliwowych*” została wydana drukiem jako 104-stronicowe zwarte opracowanie przedstawiające opis cyklu powiązanych tematycznie artykułów składających się na rozprawę doktorską. W opracowaniu tym uwzględniono opis publikacji oraz publikacje, a także opis dorobku naukowego. Na cykl artykułów składają się cztery prace naukowe opublikowane w latach 2023-2024, w tym:

- [P1] **de Rosset, A.**, Rutkowski, P., & Pasternak, G. (2023). The effect of surface and porous structure on long-term performance of carbon powder cathodes without binder, during a 300-day trial in microbial fuel cells. *Sustainable Energy Technologies and Assessments*, 58, 103340 (MEiN = 140 pkt, IF = 7,1);
- [P2] Pasternak, G., **de Rosset, A.**, & Rutkowski, P. (2023). Horizontal microbial fuel cell system producing biosurfactants in response to current generation from waste cooking oil as a fuel. *Energy Conversion and Management*, 281, 116807. (MNiSW = 200 pkt, IF = 9,9);



- **[P3] de Rosset, A.,** Tyszkiewicz, N., Wiśniewski, J., Pudełko-Malik, N., Rutkowski, P., Młynarz, P., & Pasternak, G. (2024). Bioelectrochemical synthesis of rhamnolipids and energy production and its correlation with nitrogen in air-cathode microbial fuel cells. *Journal of Environmental Management*, 365, 121514. (MNiSW = 200 pkt, IF = 8,0);
- **[P4] de Rosset, A.,** Yalcinkaya, F., Wolska, J., Waclawek, S., & Pasternak, G. (2024). Enhancing performance and durability of PVDF-ceramic composite membranes in microbial fuel cells using natural rhamnolipids. *Journal of Power Sources*, 621, 235257. (MEiN = 140 pkt, IF = 8,1).

Przedłożone prace są wieloautorskie. W trzech pracach, mgr inż. de Rosset jest pierwszym autorem [P1; P3; P4], w [P2] drugim autorem. W żadnej z tychże prac nie pełni roli autora do korespondencji. Prace te ukazały się w czasopismach recenzowanych o wysokim współczynniku wpływu.

Rozprawa doktorska przedstawia zwarty opis cyklu publikacji, przygotowany w języku polskim, z kolei wszystkie prace wchodzące w skład osiągnięcia opublikowane są w języku angielskim. W opisie cyklu publikacji uwzględniono następujące rozdziały: streszczenie w języku polskim (str. 5-6), streszczenie w języku angielskim (str. 7-8), przegląd literatury (str. 9-28), cel i zakres pracy (str. 29), metodologia (str. 30-33), bibliografia (str. 34-43), publikacje będące wynikiem pracy doktorskiej (str. 44-99), podsumowanie i wnioski (str. 100-101), dorobek naukowy (str. 102-103). W bibliografii znajduje się 105 pozycji literaturowych, w tym wszystkie stanowią pozycje literatury zagranicznej, opublikowane w ostatnich latach i są przytaczane także w publikacjach wchodzących w skład osiągnięcia [P1-P4]. Uwzględniając powyższe można stwierdzić, że układ pracy jest prawidłowy i zgodny z przyjętymi zasadami redagowania opisu cyklu powiązanych tematycznie artykułów. Jednakże w rozprawie doktorskiej zauważyłam brak spisu rysunków, tabel oraz wykazu skrótów, mimo że te ostatnie są liczne i występują w tekście. Wprowadzenie tych elementów poprawiłoby czytelność pracy oraz ułatwiłoby szybkie odnalezienie istotnych informacji.

Doktorant wskazuje że rozprawa doktorska została zrealizowana w ramach dwóch projektów - „Polskie Powroty 2018” finansowanego przez Narodową Agencję Wymiany Akademickiej (PPN/PPO/2018/1/00038) oraz NCN OPUS „Mechanizmy bioelektrochemicznej transformacji materiałów odpadowych z przemysłu naftowego do biosurfaktantów” finansowanego przez Narodowe Centrum Nauki (2019/33/B/NZ9/02774). Kierownikiem obu tych projektów był Promotor - dr inż. hab. Grzegorz Pasternak, prof. PWr.

Wg bazy Scopus, aktywność naukowa mgr inż. Aleksandra de Rosset, w dn. 16 grudnia 2024r. to sześć publikacji naukowych, które zostały zacytowane 50 razy i są tematycznie powiązane z zakresem rozprawy doktorskiej, w tym cztery prace wskazane jako [P1; P2; P3; P4]. Indeks Hirscha Doktoranta wynosił 4. Wszystkie te prace te ukazały się w czasopismach recenzowanych o wysokim współczynniku wpływu.



3. Ocena szczegółowa rozprawy doktorskiej

Rozprawa doktorska mgr inż. Aleksandra de Rosset została zatytułowana „*Pozyskiwanie i wykorzystanie biosurfaktantów z olejów odpadowych pochodzących z przemysłu spożywczego w mikrobiologicznych ogniwach paliwowych*”. Z punktu widzenia znaczenia zakresu pracy dla dziedziny nauk inżyniersko – technicznych, ze szczególnym uwzględnieniem dyscyplin inżynierii chemicznej oraz inżynierii środowiska, górnictwa i energetyki, pracę oceniam bardzo pozytywnie. Analizowane oleje odpadowe mogą stanowić surowiec do wytwarzania biosurfaktantów, które mają szerokie zastosowanie zarówno w biotechnologii, jak i w poprawie efektywności procesów energetycznych. Zakres i wyniki pracy mają wartość zarówno teoretyczną, jak i praktyczną, i z pewnością są zgodne z obecnymi kierunkami rozwoju inżynierii środowiska i inżynierii chemicznej.

W **Przeglądzie literatury** Doktorant omówił zagadnienie mikrobiologicznych ogniw paliwowych (ang. microbial fuel cell - MFC), w tym mechanizm działania, typy MFC, komponenty i materiały konstrukcyjne takie jak anoda, katoda i membrana oraz projekt MFC. Ponadto Doktorant przedstawił parametry wpływające na efektywność pracy ogniwa takie jak temperatura, przewodność roztworu, rezystancja zewnętrzna, konsorcjum mikrobiologiczne, a także technologie oparte na MFC – oczyszczanie ścieków, biosensory oraz bioelektrosynteza. Doktorant omówił także biosurfaktanty pod kątem ich budowy, właściwości i zastosowania. Omówił także mechanizmy działania biosurfaktantów w MFC oraz ich syntezę. Ważnym elementem tej części pracy jest omówienie surowców i rodzajów wytwarzanych biosurfaktantów. Wiąże się to z koniecznością poszukiwania równych źródeł węgla do ich syntezy. To bardzo ważne informacje, które Doktorant w sposób poprawny opisał.

Doktorant w tymże rozdziale powołuje się na prace wchodzące w skład osiągnięcia, np. str. 12 „*W naszej pracy dowiedliśmy, że rozkład wielkości porów w węglu aktywnym ma kluczowe znaczenie dla zanieczyszczenia katodowego i w efekcie decyduje o utrzymaniu wysokiej wydajności długoterminowej układu MFC [22]*”, str. 26 „*W naszej pracy przedstawiliśmy nową konstrukcję MFC o horyzontalnym układzie elektrod, która pozwoliła na znaczne polepszenie biodostępności substratu olejowego, i tym samym polepszenie syntezy biosurfaktantów i generowania energii elektrycznej [35]*” oraz str. 27 „*W kolejnej pracy, optymalizując stężenie azotu w pożywce stosowanej jako roztwór anodowy MFC horyzontalnego uzyskaliśmy najwyższą odnotowaną wydajność produkcji energii w MFC wytwarzającym jednocześnie biosurfaktanty [99]*”. Uważam, że nie jest to prawidłowe podejście do opracowania przeglądu literatury stanowiącego wstęp do prezentowania wyników badań w ramach pracy doktorskiej. Zamiast przytaczania prac w których Doktorant jest współautorem, w mojej ocenie, rozdział ten powinien zawierać syntetyczne uzasadnienie celowości podjętych badań oraz jasne wskazanie luk badawczych w tym zakresie. Nieprecyzyjne wskazanie tych elementów utrudnia czytelnikowi pełne zrozumienie, dlaczego i jakie znaczenie mają one dla rozwoju dyscypliny inżynierii chemicznej.



W kolejnym rozdziale **Cel i zakres pracy** Doktorant wymienia cele pracy. Głównym celem naukowym rozprawy doktorskiej była ocena możliwości produkcji biosurfaktantów w mikrobiologicznych ogniwach paliwowych z odpadowego oleju roślinnego podczas produkcji energii elektrycznej i wykorzystania biosurfaktantów do zwiększenia wydajności mikrobiologicznych ogniw paliwowych. Cel główny pracy jest rozbudowany i ambitny. Ponadto, jako cele szczegółowe Doktorant wskazał:

1. Dobór materiałów funkcjonalnych mikrobiologicznego ogniwa paliwowego wykorzystywanego do produkcji biosurfaktantów i energii elektrycznej.
2. Opracowanie konstrukcji mikrobiologicznego ogniwa paliwowego zdolnego do wydajnej konwersji zużytego oleju roślinnego do biosurfaktantów.
3. Charakterystyka reakcji bioelektrochemicznych prowadzących do produkcji biosurfaktantów w mikrobiologicznym ogniwie paliwowym ze zużytego oleju roślinnego.
4. Optymalizacja składu pożywki zasilającej mikrobiologicznego ogniwa paliwowego pod kątem produkcji biosurfaktantów i energii elektrycznej.
5. Identyfikacja i ilościowe określenie produkowanych biosurfaktantów.
6. Wykorzystanie biosurfaktantów w celu zwiększenia wydajności mikrobiologicznych ogniw paliwowych.

Wydaje mi się że przedstawione cele szczegółowe mogły być skrócone do maksymalnie dwóch – trzech najważniejszych, a pozostała część powinna zostać przeniesiona do opisanego zakresu pracy, którego w tym rozdziale nie podano.

W trzecim rozdziale pt. **Metodologia** przedstawiono opis wykorzystywanych materiałów i metod. Należy tu zaznaczyć, że niepoprawnie wykorzystano termin „metodologia” w tytule, która jest nauką o badaniach naukowych stosowanych w danej dziedzinie wiedzy, a nie opisem stosowanych metod badawczych. W rozdziale tym Doktorant przedstawił syntetyczny opis prac eksperymentalnych realizowanych w czterech publikacjach [P1-P4]. Opis metod analitycznych pokrywa się z opisami przedstawionymi w cyklu powiązanych tematycznie artykułów składających się na rozprawę doktorską. Pozytywnie oceniam dobór metod badawczych, które są przemyślane i pozwalają na realizację prac badawczych zgodnie z założonymi celami. Jednakże, w rozdziale tym brakuje wyraźnego wskazania etapów badań, które powinny być bezpośrednio powiązane z przedstawionymi celami szczegółowymi. Jasne zdefiniowanie etapów badań w kontekście realizacji poszczególnych celów ułatwiłoby śledzenie postępów w procesie badawczym oraz pozwoliło na dokładniejszą ocenę stopnia osiągnięcia założonych celów. Doktorant powinien w bardziej systematyczny sposób zintegrować etapy badań z celami szczegółowymi, co pozytywnie wpłynęłoby na klarowność prezentacji procesu badawczego.

Kolejny rozdział to **Bibliografia**, zawierająca 105 pozycji, w tym prace wchodzące w skład osiągnięcia [P1-P4].

Następnie Doktorant sukcesywnie opisuje **Publikacje** składające się na rozprawę doktorską.

- [P1]: W pracy oceniono działanie dwóch różnych typów węgla aktywnych jako materiałów katody powietrznej w MFC i wpływ modyfikacji nanocząsteczkami



krzemionki na właściwości długoterminowe, oraz skorelowano wyniki eksperymentalne z charakterystyką powierzchni zastosowanych materiałów.

- [P2]: W pracy zbadano wpływ konstrukcji MFC na produkcję biosurfaktantów i energii elektrycznej, ustalono dodatni wynik energetyczny procesu bioelektrochemicznej syntezy biosurfaktantów z odpadowego oleju rzepakowego oraz określono rolę wytwarzania energii elektrycznej w syntezie jako możliwej metody monitorowania stężenia biosurfaktantów za pomocą napięcia wyjściowego.
- [P3]: W pracy analizowano wpływ stężenia azotu w elektrolicie na efektywność syntezy biosurfaktantów i wytwarzania energii elektrycznej z odpadowego oleju roślinnego w MFC, a także określono optymalny stosunek molowego węgla/azot i struktury chemicznej wytworzonych produktów biosyntezy.
- [P4]: W pracy przedstawiono kompozytową membranę ceramiczną z powłok z nanowłókien PVDF. Ponadto zastosowano modyfikację membrany ramnolipidami w celu zwiększenia wydajności MFC oraz wyjaśniono w jaki sposób interakcje molekularne między cząsteczkami ramnolipidu i modyfikowanej i niemodyfikowanej membrany z nanowłókien PVDF mogły wpłynąć na obserwowaną wydajność mocy.

Rozdział **Podsumowanie i wnioski** przedstawia podsumowanie wyników badań oraz kluczowe wnioski. Jako wniosek główny Doktorant wykazał, że możliwa jest jednoczesna produkcja biosurfaktantów i energii elektrycznej z odpadowych olejów roślinnych, a wydajność ich wytwarzania jest uzależniona od materiałów funkcjonalnych i konstrukcji mikrobiologicznego ogniwa paliwowego oraz składu pożywki hodowlanej. Ponadto Doktorant wykazał, że biosurfaktanty mogą być wykorzystywane do modyfikacji materiałów funkcjonalnych, w celu zwiększenia wydajności energetycznej mikrobiologicznego ogniwa paliwowego. Przedstawione wnioski są spójne z zakładanymi celami pracy, które zostały w pełni osiągnięte. W rozdziale tym występuje nieścisłość w odniesieniach do przytaczanych rozdziałów [1-4], chociaż tak na prawdę Doktorant przytacza wnioski z prac [P1-P4]. Wskazane odwołania są niepoprawne, co może wprowadzać w błąd czytelnika. W mojej ocenie Doktorant powinien dokładniej weryfikować odniesienia i upewnić się, że wnioski z cytowanych prac są przypisane do odpowiednich rozdziałów, zgodnie z rzeczywistym kontekstem omawianych zagadnień (w tym numerów rozdziałów). Najważniejsze wnioski wskazane przez Doktoranta to:

- [P1]: W przeprowadzonych badaniach wykazano, że niemodyfikowany, tani i dostępny w handlu węgiel aktywny CWZ-22 bez spoiwa jest lepszym wyborem pod względem długotrwałej eksploatacji niż silnie porowaty węgiel aktywny CWZ-35. Wyniki pokazały, że rozkład wielkości porów i wynikająca z niego podatność na zanieczyszczenia chemiczne jest kluczowym czynnikiem decydującym o utrzymaniu wysokiej wydajności układu MFC, który ma być eksploatowany przez lata.
- [P2]: W badaniach wykazano, że efektywność degradacji zużytego oleju roślinnego można znacząco zwiększyć poprzez zmianę orientacji elektrod. Produkcja energii i wydajność kulombowska poziomego MFC były znacznie wyższe niż pionowego MFC z mieszaniną. Co więcej, produkcję biosurfaktantów zaobserwowano jedynie w poziomych MFC i wykazano, że ich obecność jest bezpośrednio skorelowana z



- wytwarzaniem energii, co może dodatkowo pozwolić na proste i bezkosztowe monitorowanie syntezy bioelektrochemicznej w dobrze ugruntowanym systemie.
- [P3]: W badaniu udowodniono, że stężenie źródła azotu w pożywce hodowlanej jest jednym z kluczowych czynników utrzymania wysokiej wydajności degradacji zużytego oleju roślinnego, produkcji energii i jednoczesnej syntezy biosurfaktantów. Wskazano, że jest to pierwsze badanie, w którym zoptymalizowano stężenie azotu w celu poprawy syntezy biosurfaktantów i wytwarzania energii w układzie bioelektrochemicznym, co przybliżyło o krok wydajną syntezę biosurfaktantów w tego typu układach do implementacji.
 - [P4]: W pracy wykazano, że naturalnie wytwarzane ramnolipidy mogą oddziaływać z membranami polimerowymi w MFC. Zastosowana modyfikacja komponentu polimerowego kompozytowej membrany ceramicznej za pomocą biosurfaktantów ograniczyła negatywne skutki biofoulingu i tym samym poprawiła długoterminową wydajność energetyczną i trwałość membran. W badaniu po raz pierwszy wykazano, że zrównoważone produkty ekologiczne, takie jak biosurfaktanty, mogą stanowić metodę modyfikacji membran MFC i po raz pierwszy ujawniono mechanizmy interakcji biosurfaktantów z membranami.

Analizując treść pracy, opis wyników i wnioski można stwierdzić, że cele zostały osiągnięte i udokumentowane wynikami badań w [P1-P4]. Tematyka badań wpisuje się w zakres inżynierii chemicznej w obszarze syntezy biosurfaktantów. Niewątpliwie wartością dodaną pracy jest jej interdyscyplinarny charakter, który oprócz klasycznych badań wpisujących się w dyscyplinę inżynierii chemicznej, zawiera także kontekst dyscypliny inżynierii środowiska, górnictwa i energetyki - w szczególności w obszarze zagospodarowania odpadów z przemysłu spożywczego oraz energii. Uważam, że przedstawiona mi do oceny rozprawa doktorska potwierdza ogólną wiedzę teoretyczną i praktyczną Doktoranta w tym zakresie. Prezentowane w rozprawie doktorskiej rezultaty prac, w szczególności metody produkcji biosurfaktantów w mikrobiologicznych ogniach paliwowych z odpadowego oleju roślinnego z jednoczesną produkcją energii elektrycznej mają niewątpliwie oryginalny charakter. Uzyskany materiał badawczy pozwala na stwierdzenie, że cel oraz zakres recenzowanej rozprawy zostały w całości zrealizowane. Zaprezentowane w rozprawie rezultaty wnoszą znaczący wkład poznawczy w dziedzinie nauk inżynierijno - technicznych, w dyscyplinie inżynieria chemiczna.

4. Uwagi merytoryczne i zagadnienia do wyjaśnienia

Pozyskiwanie biosurfaktantów z olejów odpadowych pochodzących z przemysłu spożywczego stanowi bardzo obiecującą metodę nie tylko dla produkcji cennych substancji chemicznych, ale także dla poprawy efektywności mikrobiologicznych ogni paliwowych. Wybór tematu rozprawy doktorskiej przez mgr inż. Aleksandra de Rosset oceniam bardzo pozytywnie. Przedstawione w pracy podejście do tego zagadnienia może wpływać na rozwój tzw. zrównoważonych technologii energetycznych, jednocześnie przyczyniając się do rozwiązywania problemów związanych z odpadami przemysłowymi. Wyzwania związane z kosztami i skalowaniem procesu będą jednak wymagały dalszych badań w tej dziedzinie.



Poniżej przedstawiam kilka zagadnień do wyjaśnienia przez Doktoranta:

- Rozprawa doktorska powinna uwzględniać zarówno cele naukowe jak i użyteczne. Proszę Doktoranta o wskazanie krótkiego, ale precyzyjnego uzasadnienia, w jaki sposób praca ta wypełnia lukę w istniejącej literaturze oraz jakie praktyczne i teoretyczne korzyści mogą wynikać z przeprowadzonych badań.
- We wnioskach końcowych Doktorant pisze że „Wykorzystanie mikrobiologicznych ogniw paliwowych zasilanych olejami odpadowymi z przemysłu spożywczego do syntezy biosurfaktantów i jednoczesna produkcja energii elektrycznej może doprowadzić do zmniejszenia problemu związanego z odpadami i zwiększy ekonomiczność i konkurencyjność procesu produkcji biosurfaktantów.” Proszę o wyjaśnienie na podstawie jakich analiz stwierdzono zwiększenie „ekonomiczności procesu” (czy prowadzone były analizy ekonomiczne?), jakie kryteria i metody badawcze były stosowane do wskazania takich wniosków.
- W przypadku stosowania różnych metod syntezy ważne jest określenie wpływu na środowisko takich rozwiązań. Czy prowadzone były badania, lub są planowane w zakresie oceny potencjalnego wpływu na środowisko proponowanych rozwiązań z wykorzystaniem powszechnie stosowanych metod, np. oceny cyklu życia.
- Olej odpadowy pochodzący z przemysłu spożywczego najczęściej pochodzi z tłuszczu roślinnych, które są używane w procesach produkcji żywności, zwłaszcza w przygotowywaniu potraw smażonych. Proszę o jasne wskazanie kryteriów które wpłynęły na dobór takiego surowca do produkcji biosurfaktantów, w ramach realizacji pracy doktorskiej. Proszę też o przytoczenie skali problematyki zagospodarowania tego typu odpadów, również uwzględniając dane statystyczne (w Polsce / na świecie).
- Doktorant wskazuje także, że analizowana technologia syntezy biosurfaktantów, przy jednoczesnej produkcji energii elektrycznej, spełnia wymagania stawiane w założeniach zrównoważonego rozwoju oraz „gospodarki obiegu zamkniętego”. Proszę o doprecyzowanie o jakich założeniach zrównoważonego rozwoju oraz gospodarki o obiegu zamkniętym pisze Doktorant. Formalnie przyjętym określeniem w literaturze jest „gospodarka o obiegu zamkniętym” (COM nr 398, 2014).
- Proszę przedstawić dalsze możliwości wykorzystania rezultatów otrzymanych w niniejszej pracy w praktyce, w kontekście możliwej współpracy z obiektami zainteresowanymi wynikami badań.
- W prezentacji Doktoranta, podczas obrony, sugeruję zamieszczenie schematycznego przebiegu procedury badawczej (wraz z jego omówieniem), który zilustruje główne etapy pracy nad pozyskiwaniem biosurfaktantów z olejów odpadowych oraz ich wykorzystaniem w mikrobiologicznych ogniwach paliwowych.

5. Uwagi redakcyjne i edycyjne

W odniesieniu do całości tekstu rękopisu rozprawy doktorskiej zauważyłam drobne nieścisłości i niedopatrzania, a w szczególności:

- Stosowanie niejednolitej czcionki, np. w przypadku spisu literatury.



- Brak spisu rysunków, tabel oraz wykazu skrótów.
- Brak numerów równań.
- Pozostawione puste miejsca na stronach, które mogłyby być zagospodarowane tekstem, przy jednoczesnym przesunięciu rysunków (np. str. 16-17).
- Doktorant nie wyjaśnił skrótu mikrobiologicznych ogniw paliwowych (ang. microbial fuel cell - MFC).

Te drobne niedociągnięcia redakcyjne i edycyjne nie mają wpływu na ocenę zawartości merytorycznej rozprawy doktorskiej.

Publikacje naukowe [P1-P4] składające się na rozprawę doktorską są opublikowane w latach 2023-2024, zgodnie z wytycznymi redakcyjnymi i edycyjnymi czasopism *Sustainable Energy Technologies and Assessments*, *Energy Conversion and Management*, *Journal of Environmental Management* oraz *Journal of Power Sources*.

6. Wniosek końcowy

Podsumowując, należy stwierdzić, że recenzowana praca spełnia warunki prawne określone dla rozpraw doktorskich (Dz. U z 2018r. poz.1668). Recenzowaną pracę oceniam pozytywnie, Doktorant wykazał się znajomością literatury przedmiotu oraz umiejętnością jej krytycznej analizy i wykorzystania w kontekście własnych badań. Praca jest dowodem na samodzielność badawczą Doktoranta, który prawidłowo przeprowadził kompleksowe badania, skutecznie wykorzystując odpowiednio dobrane materiały i metody badawcze. Rozprawa doktorska stanowi oryginalne i ważne osiągnięcie naukowe mgr inż. Aleksandra de Rosset. Chciałabym także podkreślić, że mocną stroną pracy jest interdyscyplinarny charakter badań.

Wnioskuje zatem do Rady Dyscypliny Naukowej Inżynieria Chemiczna Politechniki Wrocławskiej o dopuszczenie mgr inż. Aleksandra de Rosset do dalszego postępowania kwalifikacyjnego przewidzianego w procedurze do uzyskania stopnia doktora nauk inżynieryjno-technicznych w dyscyplinie inżynieria chemiczna.

Barbara Smol-Arasonjan

.....
(podpis)