



Poznań, 23.06.2023

Recenzja

rozprawy doktorskiej Pani mgr inż. Darii Bożejewicz

„Zastosowanie wybranych ligandów w procesach separacyjnych (ekstrakcji rozpuszczalnikowej, transporcie jonów metali przez polimerowe membrany inkluzyjne, adsorpcji) do usuwania metali d-elektronowych z wodnych roztworów”, wykonanej pod kierunkiem Pań: Promotor dr. hab. Małgorzaty A. Kaczorowskiej, prof. PBS i Promotora Pomocniczego dr inż. Katarzyny Witt

Podstawą formalną niniejszej recenzji jest Uchwała Rady Naukowej Dyscypliny Nauki Chemiczne Politechniki Bydgoskiej im. Jana i Jędrzeja Śniadeckich oraz pismo z dnia 23 maja 2023 Pana Przewodniczącego Rady Naukowej Dyscypliny - Nauki Chemiczne, dr hab. Przemysława Kosobuckiego, prof. PBS, informujące mnie o powołaniu na recenzenta rozprawy doktorskiej.

Recenzowana rozprawa Pani mgr inż. Darii Bożejewicz została napisana pod kierunkiem Pani Promotor dr hab. Małgorzaty A. Kaczorowskiej, prof. PBS oraz Promotora Pomocniczego dr inż. Katarzyny Witt. Praca dotyczy usuwania i/lub odzysku jonów metali d-elektronowych z wodnych roztworów za pomocą procesów separacyjnych, takich jak: ekstrakcja rozpuszczalnikowa, transport jonów metali przez polimerowe membrany inkluzyjne oraz sorpcja jonów na polimerowym sorbencie.

Już na wstępie chciałabym podkreślić bardzo szeroki obszar badań oraz wątek praktyczny ocenianej pracy. Na skutek rozwoju gospodarki ilość zanieczyszczeń jonami metali ciężkich nie maleje. Metale ciężkie stanowią zagrożenie ze względu na dużą toksyczność i zdolność do bioakumulacji. Przedostają się one do środowiska jako zanieczyszczenia w wyniku działalności człowieka, związanej między innymi z przemysłem chemicznym, hutniczym, galwanicznym, czy farmaceutycznym. Udowodniono, że ich nadmiar powoduje uszkodzenia komórek i zaburzenia ich funkcji metabolicznych, a niektóre mają również działanie kancerogenne.

Narastający problem związany ze wzrostem zanieczyszczenia wód, zróżnicowanym składem tych zanieczyszczeń, rygorystycznymi wymaganiami prawnymi dotyczącymi jakości wód i ścieków powoduje poszukiwanie nowych i udoskonalanie już stosowanych technologii pozwalających na wykrywanie i usuwanie tej grupy zanieczyszczeń. Z powodu coraz ostrzejszych restrykcji prawnych, niedoboru surowców i wysokich cen metali, wdrażanie procesów mających na celu oczyszczania odpadów generowanych przez przemysł i odzyskiwanie cennej ich zawartości (zwłaszcza metali) jest coraz bardziej istotne. Biorąc pod uwagę powyższe, poszukiwanie racjonalnego i ekonomicznie zasadnego sposobu



usuwania i/lub odzysku jonów metali jest wyzwaniem naukowym i technologicznym, dlatego wybór tematu rozprawy doktorskiej mgr inż. Darii Bożejewicz należy uznać za zasadny.

Ocenianą dysertację stanowi zwarte opracowanie, podzielone na kilka części, skonstruowanych i zebranych w całość tak, aby zachować i spełnić wymagane przepisy o stopniach naukowych i tytule naukowym wraz z uzupełnieniami. Na opiniowaną rozprawę doktorską składa się 12 opublikowanych prac, w tym 11 w czasopismach z listy JCR, 5 rozdziałów w monografiach i 2 patenty. Załączone publikacje, rozdziały monografii i patenty poprzedza 85. stronicowy autoreferat, w którym został przedstawiony wykaz dorobku naukowego stanowiącego cykl publikacji rozprawy doktorskiej wraz z uzasadnieniem ich spójności, a następnie hipoteza badawcza oraz cel i zakres badań. Dołączono także informacje na temat aktualnego stanu wiedzy, oraz krótkie scharakteryzowanie problemu, który stanowi nadrzędny cel badań. Następnie omówiono krótko najważniejsze zadania, opracowania metodyczne i wyniki uzyskane w konsekwencji wytyczonego planu. Całość spinają podsumowanie wyników i ich dyskusja wraz z wnioskami oraz plik kopii publikacji (załączniki), na podstawie których oceniana dysertacja powstała. Do tego należy dodać inne dokumenty uzupełniające całość, tj. bibliografia (177 pozycje) oraz wykaz skrótów i akronimów. Opracowanie zawiera również wykaz dorobku naukowego Doktorantki niewchodzącego w skład rozprawy doktorskiej oraz streszczenie w języku polskim i angielskim. Ponadto w pliku dokumentów są również oświadczenia Autorki, jak i współautorów, co do zakresu wykonanych przez nich zadań. Dokumentacja więc jest kompletna i nie budzi zastrzeżeń pod względem formalnym.

Opiniując niniejszą rozprawę, nie mam najmniejszych wątpliwości, że ma ona charakter wielokierunkowy, a jej tematyka łączy zagadnienia badań podstawowych z elementami praktycznymi, możliwymi do wykorzystania zarówno w praktyce laboratoryjnej, jak i przemysłowej/procesowej. Bez wątpienia mieści się to w przedziale tzw. *nowości naukowej*. Dzięki temu rozprawa spełnia wymogi stawiane tego typu pracom, zarówno pod względem formalnym, jak i merytorycznym.

Głównym celem przedłożonej do oceny pracy było zbadanie możliwości wykorzystania wybranych związków chemicznych, zarówno nowo zsyntetyzowanych, jak i niestosowanych dotychczas (2,6-diaminopirydyny i jej wybranych pochodnych, N,N'-bis(salicylideno)etylenodiaminę, aromatyczne β -diketony, chlorek triheksylo(tetradecylo)fosfoniowy), do usuwania lub/i odzysku jonów metali d-elektronowych z wodnych roztworów za pomocą takich procesów, jak: ekstrakcja rozpuszczalnikowa, transport jonów metali przez polimerowe membrany inkluzyjne, oraz sorpcja jonów metali na polimerowym sorbencie.

Analizując stanowiące podstawę rozprawy doktorskiej publikacje, rozdziały w monografiach i patenty należy stwierdzić, że w dwunastu z dziewiętnastu pozycji są to prace,



w których Doktorantka jest pierwszym autorem. Wskazuje to jednoznacznie na Jej dominujący udział w przygotowaniu niniejszych opracowań, ich planu, wypracowania koncepcji oraz realizacji ujętych harmonogramem badań. Podobnie domniemać można, że to właśnie na Doktorantce spoczywała interpretacja uzyskanych wyników i przygotowanie manuskryptów do przesłania. Prace te powstały w latach 2018-2023 (12 prac 2020-2023), zatem są to publikacje bardzo aktualne i „młode”. Należy tu dodać, że prace te przeszły już zarówno formalną, jak i merytoryczną ocenę co najmniej trzech - czterech niezależnych, międzynarodowych ekspertów powołanych przez edytorów czasopism.

Chęć konfrontacji swoich osiągnięć w specjalistycznych czasopismach, o wysokich wartościach IF, dobrze świadczy o paniach Promotor i Doktorantce. Wyniki tych badań były też przedmiotem prezentacji, w różnych formach, na konferencjach i sympozjach naukowych.

Rozprawa została dobrze zaprojektowana i wykonana. Chciałabym również podkreślić trafność wyboru metodologii, dzięki której wytyczone przez Panie Promotor i Doktorantkę cele zostały osiągnięte.

Jestem pod wrażeniem wykonanej pracy i solidności prezentowanych danych. Po uważnym zapoznaniu się z rozprawą doktorską mgr inż. Darii Bożejewicz stwierdzam z pełnym przekonaniem, że Doktorantka zrealizowała bardzo ambitny i rozbudowany program badawczy. Tym niemniej z obowiązku recenzenta chciałabym wskazać pewne uwagi dotyczące formy redakcyjnej autoreferatu oraz zauważonych nieścisłości edytorskich. Jednocześnie proszę o wyjaśnienie pewnych kwestii opisanych poniżej:

- zgodnie z przyjętymi zasadami literatura powinna być cytowana kolejno zgodnie ze spisem literatury. W recenzowanej pracy w tekście jako pierwsze są cytowane pozycje: 71, 146, 148, 93... i tak dalej. Umieszczona z numerem [1] pozycja jest zacytowana w Rozdziale 6;
- w opisach technik separacyjnych jako metod rozdzielania analitów, jest zalecane używanie formy językowej „rozdzielanie”, a nie „rozdział”;
- zamiast terminu „rozdział dwóch różnych substancji”, który pojawia się w tekście, zaleca się używanie terminu „rozdzielenie dwóch różnych substancji”;
- str. 20 w tekście jest: „w tabeli 4” powinno być Tabeli 5;
- str. 28 w Podrozdziale 7.2 w zdaniu: „W adsorpcji akumulacja **sorbentu** na ogół występuje...” i w kolejnym, powinno być **sorbatu**;
- bardzo użyteczny byłby komentarz (stosowne wytłumaczenie) dotyczący poprawnej liczby cyfr znaczących podawanych w przypadku wartości odchylenia standardowego i o liczbę n wykonanych powtórzeń dla kolejnych oznaczeń. Na przykład na str. 41, Tabela 14, odchylenie standardowe C_M wynosi $\pm 0,001$, a niektóre wartości C_M dla



badanych jonów są zapisane jako 0,01; podobnie w Tabeli 15 C_M wynosi $\pm 0,00001$, a wartości C_M dla badanych jonów wynoszą np. 0,005, 0,0001;

- na str. 34 napisano, że struktura zsyntetyzowanych związków została potwierdzona metodami spektroskopowymi i dalej, że eksperymenty te nie były tematem niniejszej rozprawy, jednak potwierdziły budowę związków. Uważam, że te badania były integralną i bardzo ważną częścią prowadzonych badań.

Powyższe uwagi w niczym nie umniejszają zarówno proponowanych rozwiązań metodycznych, jak i uzyskanych wyników. Jestem przekonana, że ułatwią one w przyszłości przygotowanie kolejnych prac. Wszystkie wymienione przeze mnie powyżej uwagi nie wpływają na moją pozytywną ocenę dysertacji.

Poniżej przedstawiam trzy pytania ogólne z nadzieją na udzielenie mi odpowiedzi przez Doktorantkę w czasie publicznej obrony pracy doktorskiej.

- Czy Pani dalsze plany naukowe pozostaną przy tej tematyce, czy zamierza ją Pani nadal kontynuować i rozwijać?
- W nawiązaniu do wskazywanego we wnioskach końcowych opublikowanych artykułów potencjalnego zastosowania bardzo ciekawych rozwiązań metodycznych rozdzielania jonów metali, czy planuje Pani zastosować swoje podejście do rozdzielania jonów metali z próbek rzeczywistych wody, np. poprodukcyjnej?
- Czy może Pani wskazać (krótko opisać) zalety i ograniczenia opracowanych przez siebie metod rozdzielania jonów metali w porównaniu do tych już istniejących.

Oceniając całość rozprawy doktorskiej pani mgr inż. Darii Bożejewicz należy powiedzieć, że temat rozprawy jest ciekawy, jasno sprecyzowany, jego wybór wystarczająco uzasadniony i w pełni odzwierciedla podjęty zakres pracy. Opracowane wyniki pracy potwierdziły osiągnięcie założonych celów, potwierdzone publikacjami i patentami, które uważam za istotnie liczące się w dyscyplinie, co stanowi oryginalne rozwiązanie problemu naukowego oraz oryginalne rozwiązanie w zakresie zastosowania wyników własnych badań naukowych w sferze gospodarczej, zgodnie z art.187 ustawy z dnia 20 lipca 2018 roku *Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce*. W tym miejscu chciałaby podkreślić fakt, że o istotności badań i potencjalnych możliwościach aplikacyjnych zastosowanych przez Doktorantkę rozwiązań świadczy między innymi to, że zgłoszenie patentowe, którego mgr inż. Daria Bożejewicz jest pierwszy współautorem, zostało odznaczone srebrnym medalem na Międzynarodowych Targach Wynalazczości i Designu KIDE 2020 w Kaohsiung na Tajwanie oraz złotym medalem na Międzynarodowych Targach E-INNOVATE 2022 w Bydgoszczy. Należy dodać, że zgłoszenie to od 15 grudnia 2021 roku decyzją Urzędu Patentowego Rzeczypospolitej Polskiej uzyskało prawo wyłączne. Złożoność problemów w ramach



realizowanej pracy doktorskiej wymagała od Pani mgr Darii Bożejewicz zdobycia dużej wiedzy teoretycznej i ogromnego zaangażowania praktycznego (eksperymentalnego).

Po zapoznaniu się z pracą doktorską pani mgr inż. Darii Bożejewicz, stwierdzam, że w świetle obowiązujących przepisów (Ustawa z dnia 20 lipca 2018 r. „Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce”), a w szczególności artykuły i przepisy; O stopniach naukowych i tytule naukowym wraz z uzupełnieniami, **przedstawiona rozprawa spełnia wymogi stawiane rozprawom doktorskim.**

Wnoszę więc o dopuszczenie Pani mgr inż. Darii Bożejewicz do dalszych etapów przewodu doktorskiego, celem uzyskania stopnia doktora nauk chemicznych w dyscyplinie nauk ścisłych i przyrodniczych, w dziedzinie nauki chemiczne.

Należy podkreślić imponujący dorobek naukowy Doktorantki, który znajduje odbicie w tzw. „parametrach scjentometrycznych”:

- 12 prac opublikowanych w czasopismach z listy JCR,
- 5 rozdziałów w monografiach,
- 2 patenty,
- H-index – 5,
- sumaryczny IF – 34,427, punkty MEN – 1075.

W pięciu z dwunastu publikacji, we wszystkich rozdziałach w monografiach i patentach, które są podstawą rozprawy doktorskiej, Doktorantka jest pierwszym ze współautorów (korespondencyjnym), a Jej udział w nich jest dominujący, co zostało zawarte w załączonych oświadczeniach współautorów.

Doktorantka brała aktywny udział w wymianie wiedzy naukowej, o czym świadczą liczne Jej udziały w konferencjach naukowych, krajowych jak i zagranicznych, w trakcie których Doktorantka prezentowała wyniki swoich badań, zarówno w formie posterów, jak i prezentacji ustnych.

Reasumując powyższe uwagi, niniejszym wnoszę do Rady Naukowej Dyscypliny Nauki Chemiczne Politechniki Bydgoskiej im. Jana Jędrzeja Śniadeckich o **wyróżnienie rozprawy doktorskiej mgr inż. Darii Bożejewicz.**

Iwona Rykowska