

Poznań, 23.06.2023 r.

RECENZJA**pracy doktorskiej Pana mgr. Hussama AL SAOUD'A****pt.: „Biosilica as a new packing material for chromatographic separations”****Ogólna charakterystyka rozprawy doktorskiej**

Rozprawa doktorska mgr. Hussama Al Saoud'a została zrealizowana w Katedrze Chemii Środowiska i Bioanalitiky Wydziału Chemii Uniwersytetu Mikołaja Kopernika w Toruniu pod kierunkiem naukowym prof. dr. hab. Bogusława Buszewskiego jako promotora i dr. inż. Michała Kawalca z Politechniki Białostockiej jako kopromotora. Recenzowana rozprawa ma formę spójnego tematycznie cyklu czterech oryginalnych prac, z których dwie zostały już opublikowane w czasopismach naukowych: *Journal of Separation Science* (D1) i *Analityka* (D2). Kolejne dwie prace: w *Journal of Chromatography A* (D3) i w *Chromatographia* (D4) w momencie rozpoczęcia postępowania w sprawie nadania stopnia doktora mgr. Hussamowi Al. Saoud'owi oraz wyznaczania recenzentów w tym postępowaniu znajdowały się w recenzjach. Jak mi wiadomo w momencie pisania recenzji odpowiedzi na uwagi recenzentów obu prac zostały przesłane do redakcji i uzyskały wstępną akceptację. Trzy z prac stanowiące formę spójnego tematycznie cyklu artykułów zostały opublikowane w czasopismach naukowych z listy Filadelfijskiego Instytutu Informacji Naukowej natomiast jedna w czasopiśmie branżowym. Sumaryczny współczynnik wpływu (*Impact Factor*) tych publikacji wynosi 10,428 co daje średni IF przypadający na jedną pracę 2,607. Przedstawiona do oceny dysertacja napisana jest w języku angielskim stanowi zwarte liczące 108 stron opracowanie, podzielone na kilka części i skonstruowane w taki sposób, aby spełnić wymagane przepisy. Tytuł rozprawy został sformułowany poprawnie i odpowiada przedstawionym wynikom badań.

Na początku opracowania Doktorant umieścił spis treści, wprowadzenie w którym umieścił również spis artykułów wchodzących w skład cyklu, cel badań, problem badawczy, publikacje naukowe wchodzące w skład rozprawy doktorskiej, wnioski, spis literatury cytowanej w rozprawie, streszczenie w języku angielskim i polskim, osiągnięcia naukowe, publikacje naukowe wchodzące w skład rozprawy doktorskiej oraz oświadczenia współautorów dotyczące ich udziału w poszczególnych artykułach. Podsumowując można stwierdzić, że dokumentacja jest kompletna i nie budzi zastrzeżeń pod względem formalnym.

Publikacje wchodzące w skład rozprawy doktorskiej są wieloautorskie (od 5 do 9 autorów). W trzech z nich mgr Hussam Al Saoud jest pierwszym autorem, Oświadczenia załączone w dysertacji potwierdzają, że Doktorant miała istotny wpływ w ich przygotowaniu i opracowaniu. Należy w tym miejscu nadmienić, że każda z tych prac przeszła już zarówno formalną, jak i merytoryczną ocenę przez niezależnych, międzynarodowych ekspertów powołanych przez edytorów tychże czasopism.

Dorobek naukowy doktoranta

Jak wynika z przedłożonej dokumentacji Doktorant jest współautorem 4 prac z których 3 znajdują się w bazie *Journal Citation Reports* (kolejna praca jest w trakcie przygotowywania do wysłania do recenzji) oraz 1 wykładu plenarnego na konferencji międzynarodowej i 4 komunikatów i 1 posteru. Ponadto należy podkreślić, że przedstawiona do recenzji dysertacja została zrealizowana w ramach projektu "Zaawansowane biokompozyty dla gospodarki jutra BIOG-NET" FNP POIR.04.04.00-00-1792/18-00, realizowanego w ramach programu TEAM-NET Fundacji na rzecz Nauki Polskiej finansowanego ze środków Unii Europejskiej w ramach Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego. Na podstawie przesłanej dokumentacji nie można jednak stwierdzić jaką rolę w tym projekcie odgrywał doktorant oraz nie zostały wymienione (jeśli były) inne Jego osiągnięcia naukowe, popularyzatorsko-dydaktyczne lub organizacyjne.

Celowość podjęcia tematu badawczego

Recenzowana rozprawa dotyczy badań mających na celu zbadanie możliwości wykorzystania biokrzemionki (frustuli generowanych naturalnie przez niektóre gąbki oraz jednokomórkowe glony – okrzemki) jako fazy stacjonarnej w procesach separacyjnych, w szczególności w chromatografii cieczowej oraz wykorzystania otrzymanego materiału jako adsorbentu do ekstrakcji do fazy stałej, głównie w technologii oczyszczania i wstępnego zateżenia. Tematyka recenzowanej rozprawy wchodzi po pierwsze w istotny obszar chemii analitycznej ze szczególnym uwzględnieniem chromatografii cieczowej oraz po drugie w obszar technologii oczyszczania. Jest to tematyka bardzo ważna i istotna nie tylko w dzisiejszej nauce ale również w rozwoju przemysłu i ochronie środowiska i leży w zakresie badań prowadzonych przez grupę badawczą Promotora, prof. Bogusława Buszewskiego światowego specjalisty w dziedzinie technik separacyjnych.

Rozwój przemysłu związany z postępem cywilizacyjnym powoduje ciągły wzrost ilość zanieczyszczeń uwalnianych do środowiska. W ciągu ostatnich dziesięcioleci obserwuje się pogarszającą jakość powietrza, gleby i wody szczególnie tej pitnej, którą powodują między innymi: szybkie uprzemysłowienie, stale rosnąca liczba populacji, urbanizacja i nierozważne wykorzystywanie zasobów naturalnych. W celu zahamowania tych problemów, konieczne jest podjęcie odpowiednich działań, które mają chronić środowisko. Szczególnie ważne w tym kontekście jest stosowanie efektywnych metod sorpcyjnych co nierozdzielnie związane jest z poszukiwaniem i syntezą nowych skutecznych i przede wszystkim przyjaznych środowisku materiałów sorpcyjnych. Duże możliwości aplikacyjne i szerokie wykorzystanie materiałów sorpcyjnych w wielu dziedzinach nauki, technologii i przemysłu, powoduje ciągle zainteresowanie i wzrost badań nad otrzymywaniem tego typów materiałów o właściwościach dopasowanych do konkretnych zastosowań. Wciąż poszukuje się nowych materiałów o unikatowych właściwościach, które będą wyróżniały je zarówno efektywnością i selektywnością jak i właściwościami fizykochemicznymi, od już znanych materiałów. Powyższe fakty potwierdzają zasadność podjętego i przedstawionego w ramach przedłożonej do recenzji dysertacji mgr. Hussama Al Saoud'iego tematu dotyczącego wykorzystania biokrzemionki jako fazy stacjonarnej w procesach separacyjnych.

Ocena merytoryczna rozprawy doktorskiej

Najważniejszym elementem rozprawy jest przedstawiony i opisany cykl publikacji, który zawiera najważniejsze osiągnięcie naukowe stanowiące podstawę do nadania stopnia naukowego doktora.

Pierwsza praca opublikowana w *Journal of Separation Science* w roku 2022 (wysłana do recenzji w roku 2021) pt. „*Diatom biosilica: Source, physical-chemical characterization, modification, and application*” jest artykułem przeglądowym i przedstawia aktualnych stan wiedzy na temat materiałów opartych na biokrzemionce (123 pozycje literaturowe). Omówiono w nim wiele technik, które umożliwiają charakterystykę, modyfikację oraz możliwości potencjalnego zastosowania biokrzemionki. Druga, również przeglądowa, zatytułowana „*Nowe materiały na bazie 3D biokrzemionki*” została opublikowana w roku 2021 w czasopiśmie branżowym *Analityka*. W niej Doktorant przedstawił stan wiedzy dotyczący zastosowań biomedycznych biokrzemionki. Skupił się przede wszystkim na badaniach dotyczących aplikacyjnej roli biokrzemionki omawiając wykorzystanie jej w środkach terapeutycznych, technikach diagnostycznych i nośnikach leków. Trzecia praca już zaakceptowana do druku w czasopiśmie *Journal of Chromatography A* pt. „*Diatom biosilica for the chromatographic purposes*” przedstawia wyniki badań dotyczących możliwości zastosowania biokrzemionki zmodyfikowanej chemicznie łańcuchami C18 jako fazy stacjonarnej w kolumnach kapilarnych stosowanych w chromatografii cieczowej. Przeprowadzone badania i uzyskane na ich podstawie wyniki wyraźnie wskazują, że otrzymany materiał jest bardzo obiecujący w kontekście aplikacyjnym, a dalsze dogłębne badania powinny doprowadzić do pożądanego sukcesu. Czwarta zatytułowana „*Biosilica as a new stationary phase in HILIC mode*” została zaakceptowana do druku w czasopiśmie *Chromatographia*. W tej pracy Doktorant skupił się na zastosowaniu biokrzemionki jako wypełnienia kapilarnych kolumn chromatograficznych, które mogłyby znaleźć zastosowanie, w technice HILIC. W badaniach wykorzystał biokrzemionkę wygenerowaną przez mikroalgi, natomiast potwierdzenie słuszności swoich założeń badawczych potwierdził poprzez zastosowanie mieszaniny testowej wybranych zasad nukleinowych oraz nukleozydów, zawierająca inosynę, guanosynę, cytozynę, adeninę i adenozyne.

Do najważniejszych osiągnięć recenzowanej pracy doktorskiej mgr. Hussama Al Saoud'a zaliczam przede wszystkim:

1. Otrzymanie i scharakteryzowanie efektywnych materiałów sorpcyjnych na bazie biokrzemionki.
2. Wykazanie, że materiały otrzymane na bazie biokrzemionki można z powodzeniem stosować jako fazę stacjonarną w kolumnach kapilarnych w chromatografii cieczowej.
3. Wykazanie, że otrzymany materiał można zastosować w ekstrakcji do fazy stałej do wstępnego zateżenia i oczyszczania analitu w ekstrakcji do fazy stałej.

Uwagi do merytorycznej strony rozprawy doktorskiej

Obowiązkiem recenzenta jest również wskazanie pewnych niedokładności, błędnych sformułowań, niejasności i błędów czy też fragmentów polemicznych. W treści rozprawy doktorskiej można się doszukać elementów budzących pewne wątpliwości a przede wszystkim niedosyt informacji wynikający z bardzo skromnego, powiedziałbym wręcz hasłowego przedstawienia wprowadzenia do przedstawionej w dysertacji tematyki, które zwyczajowo powinno pełnić rolę autoreferatu stanowiącego podstawę i uzasadnienie jej podjęcia. Należy jednak dodać, iż nie zmniejsza to wartości i istoty prezentowanych wyników oraz mojej pozytywnej oceny recenzowanej pracy. Ponadto, należy przypomnieć, iż wszystkie publikacje stanowiące podstawę przedstawionej do recenzji dysertacji zostały już częściowo poddane wnikliwym recenzjom merytorycznym i zostały już lub są na etapie opublikowania w prestiżowych czasopismach dotyczących przedstawionego tematu. Pomimo tego pozwalam sobie na sformułowanie dwóch pytań, które nasunęły mi się podczas czytania pracy i które wynikają bardziej z mojej ciekawości niż ich braku w pracy, po pierwsze:

- jakie jeszcze optymalizacje procedury otrzymywania materiałów sorpcyjnych na bazie biokrzemionki, można by przeprowadzić w celu poprawy ich właściwości fizykochemicznych oraz zwiększenia ich efektywności.

i po drugie:

- czy rozważane były możliwości zastosowania jako prekursora materiałów sorpcyjnych innych biomateriałów.

Uwagi końcowe

Uważam, że rozprawa doktorska Pana mgr. Hussama Al Saoud'iego jest dziełem o istotnych walorach zarówno poznawczych jak i aplikacyjnych. Po zapoznaniu się z treścią rozprawy twierdzę, że zgromadzenie bogatego materiału doświadczalnego wymagało dużego nakładu pracy. Z materiału zawartego w rozprawie wynika, że prace prowadzone były konsekwentnie i obejmowały wiele etapów. Z całym przekonaniem mogę stwierdzić, że przeprowadzone i przedstawione w dysertacji badania poszerzają wiedzę w zakresie badań nad otrzymywaniem, charakterystyką i zastosowaniem materiałów sorpcyjnych w szeroko pojętej chemii analitycznej w szczególności w chromatografii cieczowej. Cel pracy został osiągnięty i praca posiada elementy nowości.

Wniosek końcowy

Uznając walory merytoryczne ocenianej rozprawy, jako spełniające formalne i zwyczajowe wymagania stawiane dysertacjom doktorskim stwierdzam, że w moim przekonaniu rozprawa doktorska mgr. Hussama Al Saoud'iego spełnia warunki ujęte w art. 13 pkt.1 ustawy o stopniach naukowych i tytule naukowym z 14 marca 2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz. U. z 2017 r. poz. 1789), jak również stosowne zapisy ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. (Dz. U. z 2018r. poz. 1668). Wnioskuje zatem do Rady Dyscypliny Nauki Chemiczne Wydziału Chemii Uniwersytetu Mikołaja Kopernika w Toruniu o przyjęcie pracy i dopuszczenie Pana mgr. Hussama Al Saoud'iego do dalszych etapów przewodu doktorskiego celem uzyskania stopnia doktora nauk chemicznych w dyscyplinie nauk ścisłych i przyrodniczych, w dziedzinie nauki chemiczne.



Prof. dr hab. Robert Pietrzak