



RPW/22523/2024 N
Data: 2024-11-13

Prof. dr hab. inż. Marek Biziuk,
prof. zw. Politechniki Gdańskiej
Wydział Chemiczny
Politechniki Gdańskiej

Gdańsk 08.11.2024

RECENZJA

rozprawy doktorskiej Pana mgr

Michała ADAMSKIEGO

zatytułowanej

Opracowanie metody poboru próbek i analiza wybranych zanieczyszczeń środowiska za pomocą urządzeń pomiarowych sprzężonych z bezzałogowym statkiem powietrznym

wykonanej w Zakładzie Analizy Śladowej Wydziału Chemii Uniwersytetu im. Adama Mickiewicza w Poznaniu pod kierunkiem dr hab. inż. Agaty Dąbrowskiej, prof. UAM

Z dużym zainteresowaniem przeczytałem przesłaną mi do recenzji pracę mgr Adamskiego, dotyczy ona bowiem bardzo ważnego problemu związanego z obecności w środowisku, szczególnie w powietrzu, antropogennych związków organicznych i ich metabolitów oraz pyłów, a także ich wpływu na ekosystemy, w tym także na człowieka. Polska należy do krajów borykających się z problemami zanieczyszczeń powietrza, więc takie badania były jak najbardziej wskazane. Aldehydy i pył zawieszony to najbardziej niebezpieczne zanieczyszczenia powietrza, które należy monitorować. Szczególnie niebezpieczny jest formaldehyd, który, poza działaniem rakotwórczym, ma także działanie genotoksyczne (uszkadza DNA) oraz alergogenne. Chciałbym zaznaczyć jednak, że tytuł nie odpowiada w pełni treści pracy. Analiza wybranych zanieczyszczeń środowiska za pomocą urządzeń pomiarowych sprzężonych z bezzałogowym statkiem powietrznym stanowi tylko najbardziej spektakularną część pracy, a w pracy opisano oznaczanie aldehydów, acetonu oraz PM₁, PM_{2,5} i PM₁₀ w różnych elementach środowiska. Zakres pracy jest bardzo szeroki i uwzględnia zróżnicowane źródła zanieczyszczeń oraz drogi ich przemieszczania się w środowisku.

W skład recenzowanej rozprawy wchodzi: Wstęp, Część teoretyczna, Cel i zakres pracy, Część eksperymentalna, Dyskusja wyników oraz Podsumowanie i wnioski, a także Literatura, Spis rysunków, Spis tabel oraz Wykaz akronimów, co znacznie ułatwia lekturę. Jest to

klasyczny układ rozpraw doktorskich. Jest także streszczenie w języku angielskim, które umożliwi zapoznanie się z głównymi tezami pracy, a szczególnie wynikami i wnioskami, także zainteresowanym tematem, którzy nie znają języka polskiego. Nie wiem, co w Spisie treści robi tajemnicze $50 \mu\text{G}/\text{M}^3$. Łącznie praca obejmuje 141 stron, zawiera 49 rysunków i 24 tabel.

W części literaturowej, bardzo obszernej, bo obejmującej 49 stron, Doktorant opisał charakterystykę aldehydów jako wskaźników zanieczyszczenia środowiska oraz metody ich oznaczania. Na podkreślenie zasługuje dobra znajomość chemii organicznej przy opisywaniu źródeł i środowiskowych losów formaldehydu i innych aldehydów. Interesujący jest opis naturalnych źródeł aldehydów, a także omówienie dyrektyw Parlamentu Europejskiego oraz Światowej Organizacji Zdrowia (WHO), a także Ustawy o Czystym Powietrzu. Na tym tle przedstawiono stan monitoringu w Polsce. Interesujący jest opis metod pobierania próbek, szczególnie z zastosowaniem bezzałogowych statków powietrznych. Proszę nie używać określenia *próbkiowanie*. Nie jestem pewien, czy celowe było opisywanie typowych detektorów, to powinien być raczej materiał dydaktyczny do zajęć, a nie fragment doktoratu. Brak w tym rozdziale, jak i w całej pracy konsekwencji w używaniu określeń *analizować* i *oznaczать*. Analizuje się lub bada próbkę, a oznacza w niej anality. Chromatografia gazowa i cieczowa są technikami rozdzielania, a nie oznaczania. Prawidłowymi nazwami są ditlenek siarki i ditlenek węgla. W tytule 2.4.3.3 brakuje chyba i. Obszerna i wyczerpująca część teoretyczna jest dobrym wprowadzeniem do pracy i bardzo dobrze uzasadnia jej cel. Może być również dobrym materiałem do monografii lub artykułu popularno-naukowego. Przy cytowaniu literatury zwyczajowo podaje się skróty nazw czasopism, a przy cytowaniu monografii, poza autorami i tytułem, także miejsce wydania i wydawnictwo. Przy cytowaniu źródeł internetowych podaje się tytuł i datę dostępu. Często brakowało tego w spisie literatury, chociaż należy z uznaniem podkreślić jego bogatą zawartość, bo aż 177 pozycji. Wynikało to, oczywiście, z rozległości tematycznych poruszanych przez Doktoranta. Niekonsekwentnie były też podawane strony cytowanych publikacji, raz tylko pierwsza strona, innym razem od do.


Najważniejszą częścią każdej pracy doktorskiej są jednak wyniki, ich dyskusja oraz wnioski. Program badań był bardzo szeroki, jeśli chodzi o pobieranie próbek, ale łączyła je metoda oznaczania wybranych analitów na niskich poziomach stężeń, opracowana i zwalidowana przez doktoranta. Opracowano procedurę, a także wyznaczono granice wykrywalności i oznaczalności oraz czułość opracowanej metody. Metoda oznaczania aldehydów oparta była na wstępnej derywatyzacji próbki przy użyciu o-(2,3,4,5,6-pentafluorobenzyl)hydroksyloaminy, w trakcie której powstawały oksymy. Dzięki temu można było zastosować bardzo czuły detektor wychwytu elektronów, co znacznie obniżyło granice oznaczalności. Detekcja GC-ECD okazała się czulsza niż powszechnie stosowany GC-MS. Nie podano, czy różnice pomiędzy wynikami otrzymanymi tymi dwoma porównywanymi metodami są statystycznie istotne. Opracowano również metodę sorpcji w rurkach sorpcyjnych oraz desorpcji, dobierając właściwe parametry procedur.

Opracowana metoda okazała się przydatna w wielu zastosowaniach. Najbardziej spektakularne zastosowanie to wykorzystanie bezzałogowych statków powietrznych do wzbogacania analitów z fazy gazowej. Bezzałogowe statki powietrzne są niezmiernie przydatne w wielu sytuacjach, szczególnie w rejonach trudno dostępnych lub niebezpiecznych. Mogą być wykorzystywane nie tylko do pobierania próbek, ale także do bezpośrednich pomiarów, co wykazały badania doktoranta. Bardzo przydatne są także do badania rozprzestrzeniania się zanieczyszczeń zarówno w pionie, jak i w poziomie. Na podkreślenie zasługuje współpraca z Wydziałem Automatyki, Robotyki i Elektrotechniki Politechniki Poznańskiej w ramach Inkubatora Innowacyjności 4.0 co zaowocowało dwoma zgłoszeniami patentowymi: *Urządzenie do pomiaru czystości powietrza*, w którym mgr Adamski jest drugim autorem oraz *Sposób kalibracji niskokosztowych czujników jakości powietrza*, w którym mgr Adamski jest pierwszym autorem.

Opisana metoda została także wykorzystana do opracowania procedur badania gazów odlotowych z silników spalinowych oraz do badania składu gazów emitowanych z farb i lakierów. W obu przypadkach mamy do czynienia z emisją aldehydów, co jest niezmiernie niebezpieczne ze względu na narażenie człowieka na te związki. Oprócz aldehydów, badano także zawartości pyłów zawieszonych (PM1, PM2,5 i PM10) i całkowitej zawartości lotnych związków organicznych (TVOC) w różnych elementach gazowego środowiska. Opracowano także metodę izolacji i wzbogacania analitów z fazy wodnej z zastosowaniem techniki dyspersyjnej mikroekstrakcji ciecz-ciecz wspomaganą flotacją zamrożonej kropli organicznej (DLLME-SFO). Jak wynika z tego zestawienia, zakres pracy był bardzo obszerny. Doktorant wykazał się dużą biegłością w posługiwaniu się nowoczesnymi technikami wykorzystywanymi w analizie zanieczyszczeń środowiska

Doktorant popełnił w tekście pracy pewne błędy nomenklaturowe i stylistyczne. Chciałbym jedynie zwrócić uwagę na pewne potknięcia. *ppm*, *ppb*, *ppt*, *M*, *N* dla określenia stężenia czy *torr* dla określenia ciśnienia są niezgodne z układem SI. „Żargonem pracownianym” wydają mi się takie określenia, jak: *pobór* zamiast *pobieranie*, *marker* zamiast *wskaźnik*, *kancerogenny* zamiast *rakotwórczy*, *limit* zamiast *najwyższe dopuszczalne stężenie*, *sensory* zamiast *czujniki*, *rozdział* zamiast *rozdzielanie*, *reagent* zamiast *odczynnik*, *nastrzyk* zamiast *dozowanie*, *konwertowanie* zamiast *przetwarzanie*, *poddano procedurze analitycznej* zamiast *przeprowadzono analizę*, *koncentracja* zamiast *stężenie*. Wyniki mogą być *miarodajne*, a nie *wiarygodne*. Liczbę i wymiar zawsze oddziela się spacją, nawet w przypadku % i °C. Określenie *optymalizacja* jest zarezerwowane dla procedur statystycznych, takich jak metoda simpleksów, plany Placketta-Burmana, plany kompozycyjne Boxa-Huntera itp. W przypadkach opisywanych w pracy jest to dobór najkorzystniejszych parametrów procesu. Niezręczne jest określenie *badania nad czymś*. Bada się próbkę, a nie nad próbką. Nie ma widma ani detektora masowego, jest w tym przypadku detektor mas. Rysunek X, Tabela Y, jako nazwy własne, należy pisać z dużej litery. Po tytułach rozdziałów, rysunków i tabel nie stawia się kropki. Dziesiątą część w liczbach oddziela się w języku polskim przecinkiem, nie kropką. Te błędy i nieścisłości nie były regułą w pracy, gdyż używano także poprawnych form.

Moje uwagi krytyczne co do redakcyjnej strony pracy nie umniejszają jednak jej dużej wartości merytorycznej. Przeprowadzone i zaprezentowane w pracy badania zawierają dużo elementów nowości naukowej. Pracę czyta się z dużym zainteresowaniem i może być ona źródłem ciekawych informacji dla wszystkich naukowców i studentów zajmujących się badaniem zanieczyszczeń środowiska. Doktorant zrealizował obszerny i ambitny program badań. Wyniki pracy zostały już zaprezentowane środowisku naukowemu i częściowo opublikowane. Uważam, że recenzowana praca spełnia wszelkie wymogi stawiane rozprawom doktorskim zgodnie z *Ustawą z dnia 20 lipca 2018 roku Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce* i wnoszę do Rady Naukowej Dyscypliny Nauki Chemiczne UAM w Poznaniu o dopuszczenie Pana mgr Michała Adamskiego do dalszych etapów przewodu doktorskiego.



Prof. dr hab. inż. Marek Biziuk,

prof. zw. PG