



UNIWERSYTET  
WARSZAWSKI

Wydział Chemii



27 sierpnia 2019 roku

Dr hab. Krzysztof Miecznikowski  
Uniwersytet Warszawski  
Wydział Chemii  
ul. Pasteura 1  
02-093 Warszawa

**Recenzja rozprawy doktorskiej Pana mgr. Konrada Rudnickiego  
pt. „Elektrochemiczne badania wybranych leków weterynaryjnych”**

Przedłożona mi do recenzji rozprawa doktorska Pana mgr. Konrada Rudnickiego pod ww. tytułem, zrealizowana została pod kierunkiem Pani prof. dr hab. Sławomiry Skrzypek oraz promotora pomocniczego Pana dr Sławomira Domagały w Zakładzie Elektroanalizy i Elektrochemii w Katedrze Chemii Nieorganicznej i Analitycznej Wydziału Chemii Uniwersytetu Łódzkiego.

W 2015 roku Pan mgr Konrad Rudnicki uzyskał na Wydziale Chemii Uniwersytetu Łódzkiego tytuł magistra i w tym samym roku został przyjęty na macierzystej jednostce na studia doktoranckiej. W trakcie studiów III stopnia odbył 8 staży naukowych w różnych ośrodkach akademickich między innymi: Department of Chemistry University of Novi Sad (Serbia), Faculty of Chemistry Brno University of Technology (Czechy), Faculty of Health Sciences University of Ljubljana (Słowenia), Department of Analytical Chemistry University of Pardubice (Czechy), Faculty of Chemical Engineering Delft University of Technology (Holandia), Institute of Chemistry – Analytical Chemistry Karl-Franzens University (Austria) oraz University of Brasov (Rumunia), podczas których realizował zagadnienia związane z tematyką pracy doktorskiej. W tym miejscu chciałbym zwrócić uwagę na dorobek naukowy Pana Rudnickiego, który obejmuje 7 publikacji w renomowanych czasopiśmie naukowych z listy filadelfijskiej oraz 4 rozdziały w monografiach, co jest znacznym osiągnięciem, mając na uwadze czteroletni okres działalności badawczej doktoranta. Ponadto, rozważając dorobek

naukowy Pana Rudnickiego pod kątem bibliometrycznym możemy stwierdzić, że sumaryczny  $IF = 24.511$  jest bardzo dobry a Indeks Hirsha  $=2$  na tym etapie kariery naukowej jest dobry.

Przedłożona do oceny rozprawa doktorska Pana mgr. Konrada Rudnickiego jest napisana formie zbioru 5 oryginalnych publikacji spójnych tematycznie opublikowanych w latach 2016-2019, gdzie 4 prace są już opublikowane, a jedna w czasopiśmie *Electroanalysis* jest po niewielkich poprawkach (minor revision). We wszystkich pracach wchodzących w skład przedłożonej rozprawy Pan mgr Konrad Rudnicki jest pierwszym autorem a jego udział w pracach jest określony na poziomie od 55% do 60 % co potwierdzone jest stosownymi oświadczeniami współautorów wszystkich zamieszczonych publikacji (załącznik na końcu rozprawy), jednocześnie w dwóch pracach Doktorant jest autorem korespondencyjnym. W pracy możemy wyróżnić dwie części: pierwsza część można powiedzieć literaturowa ze zwięzłym komentarzem opisującym badane substancje elektrochemicznie aktywne powszechnie stosowane jako leki weterynaryjne (główne antybiotyki o szerokiej gamie zastosowań), opisie elektrod użytych w badaniach, metodyki badawczej jak również walidacji zastosowanych metod analitycznych i dyskusji uzyskanych wyników. Ponadto, jednym z rozdziałów przedstawia voltamperometryczne badania i oznaczanie wybranych leków weterynaryjnych na elektrodzie srebrnej z odnawialnym filmem amalgamatu srebra (Hg(Ag)FE) oraz modyfikowanej jednościennymi nanorurkami węglowymi elektrodzie z węgla szklanego. W kolejnym rozdziale Doktorant przedstawia badania elektrochemiczne również wybranych leków weterynaryjnych na granicy dwóch niemieszających się cieczy (ITIES) w układach makro- i mikroskopowych. Dwa ostatnie rozdziały zawierają podsumowanie prowadzonych badań oraz cytowaną literaturę (91 pozycji). Należy podkreślić, że przedstawiony przegląd literaturowy w zakresie elektrochemicznego oznaczania leków weterynaryjnych w szczególności antybiotyków z wykorzystaniem różnego rodzaju elektrod jak i elektrolitów jest przedstawiony w sposób rzetelny i w przeważającej większości obejmuje najistotniejsze artykuły w tym obszarze, co świadczy o bardzo dobrym przygotowaniu Autora do realizacji zamierzonych badań naukowych.

Następnie przedstawiona jest sylwetka doktoranta z jego osiągnięciami naukowymi i dydaktycznymi, gdzie oprócz wykazu publikacji monotematycznych dotyczących tematu

rozprawy doktorskiej jest wykaz pozostałego dorobku publikacyjnego niewchodzącego w skład prezentowanej rozprawy doktorskiej. Przedstawione są również liczne wystąpienia konferencyjne (w sumie 18) w formie komunikatów ustnych (jako autor prezentujący – 15 i 3 jako współautor) jak i w formie posterów 24. Ponadto, doktorant był wykonawcą w 3 grantach dla młodych naukowców, a w bieżącym roku uzyskał projekt PRELUDIUM 15 z NCN, w którym pełni rolę kierownika. W trakcie swojej dotychczasowej kariery naukowej Pan mgr Konrad Rudnicki został wyróżniony kilkoma nagrodami i wyróżnieniami za swoją działalność naukowo-badawczą. Należy również podkreślić jego duże zaangażowanie w działalność organizacyjną na rzecz środowiska doktoranckiego, w trakcie odbytych studiów doktoranckich, poprzez organizację czterech kolejnych „Łódzkich sympozjów doktorantów chemii”.

W drugiej części rozprawy doktorskiej Pan Konrad Rudnicki załączył wszystkie swojej oryginalne publikacje, które wchodzą w zakres przedstawionej rozprawy doktorskiej, z czego ostatnie dwie prace są w formie manuskryptów wysłanych do czasopism. W odczuciu recenzenta taki układ rozprawy doktorskiej jest w pełni akceptowalny, przejrzysty i dający recenzentowi na zapoznanie się z uzyskanymi wynikami badań w źródłowych materiałach, a ponadto, jest również cenną informacją o uznaniu przez międzynarodową społeczność naukową dla prowadzonych przez doktoranta badaniach.

Przedmiotem zainteresowania Autora w pierwszej części niniejszej rozprawy było elektrochemiczne badanie i oznaczanie wybranych leków weterynaryjnych (salinomycyny – SIm, monenzyna – Mnz i klorsulon – Clo) na wybranych substratach elektrodowych: elektrodzie srebrnej z odnawialnym filmem amalgamatu srebra (Hg(Ag)FE) oraz modyfikowanej jednościenneymi nanorurkami węglowymi (SWCNT) elektrodzie z węgla szklanego. Z przeprowadzonych badań z wykorzystaniem zarówno woltamperometrii fali prostokątnej (SWV) jak i woltamperometrii cyklicznej wynika, że zaproponowane substraty elektrodowe mogą mieć potencjalne znaczenie przy oznaczaniu takich leków weterynaryjnych jak SIm, Mnz czy Clo. Ponadto, Autor zaproponował analityczne procedury oznaczania zaproponowanych leków przy użyciu metod elektrochemicznych, a następnie przeprowadził ich walidację. Jednocześnie w celu potwierdzenia przydatności zaproponowanych procedur

do oznaczania badanych leków, Pan mgr Konrad Rudnicki wykonał analizy oznaczanych substancji w próbkach rzeczywistych z zastosowaniem metody dodatku wzorca. Uzyskane wyniki potwierdziły potencjalne zastosowanie zaproponowanych procedur do oznaczania badanych leków w próbkach pochodzenia naturalnego. Ponadto, badania elektrochemiczne pozwoliły Autorowi na przeprowadzeniu charakterystyki elektrochemicznej zachodzących procesów elektrochemicznych badanych substancji. W przypadku jednej z badanych substancji (monenzyny) Doktorant zaproponował i przeprowadził badania z wykorzystaniem tandemowej spektrometrii mas z bezpośrednim nastrzyknięciem i jonizacją przez elektrorozpylanie (DI-ESI-MS/MS) jako metody porównawczej a uzyskane przez Autora wyniki wskazują, że otrzymane rezultaty metodami elektrochemicznymi są porównywalne do wyników otrzymanych metodą DI-ESI-MS/MS. Dodatkowo przeprowadzone zostały badania korozyjne, które następnie skorelowane zostały z wynikami uzyskanymi ze skaningowego mikroskopu elektronowego (SEM), a które pozwoliły Autorowi na stwierdzenie, że obecność SIm ma pozytywny wpływ na właściwości korozyjne (w szczególności na korozję wżerową) stali AISI 304. W drugiej części rozprawy Autor skoncentrował się na badaniu wybranych leków weterynaryjnych z grupy fluorochinolonów (innej grupy antybiotyków niż to miało miejsce w pierwszej części rozprawy): marbofloksacyna – Mar, cyprofloksacyna – Cip, enrofloksacyna – Enr, ofloksacyna – Ofi na granicy dwóch spolaryzowanych, niemieszających się ze sobą cieczy (ITIES) w układach makro- i mikroskopowych z zastosowaniem techniki woltamperometrii przeniesienia jonu (ITV). Ta część badań prowadzonych przez Pana mgr. Konrada Rudnickiego, moim zdaniem, jest bardzo interesująca i nowatorska. W badaniach mikroskopowych Autor wykorzystał zaproponowane przez siebie innowacyjne rozwiązanie – mikroplatform opartych o krzemionkowe kapilary o różnej średnicy oraz o różnym ich powinowactwie (hydrofobowo/hydrofilowym) do użytych w badaniach elektrolitów. Uzyskane wyniki wskazują, że zastosowanie przez Autora pomiarów elektrochemicznych na granicy dwóch spolaryzowanych, niemieszających się cieczy pozwoliło na określenie zachowania elektrochemicznego badanych antybiotyków, wyznaczenie parametrów kinetycznych zachodzących procesów jak również może stanowić podstawę do konstrukcji sensorów do oznaczania tej grupy leków.

Przechodząc do merytorycznej oceny pracy, należy stwierdzić, że istotnym osiągnięciem pracy jest przeprowadzenie charakterystyki elektrochemicznej wybranych leków weterynaryjnych na wybranych substratach elektrodowych oraz opracowanie nowych procedur analitycznych pozwalających na oznaczanie badanych substancji z wykorzystaniem metod elektrochemicznych. Jednak w moim przekonaniu najważniejszym osiągnięciem Pana Rudnickiego jest ta część rozprawy dotycząca zastosowanie pomiarów elektrochemicznych do badanie wybranych leków weterynaryjnych na granicy dwóch spolaryzowanych, niemieszających się faz ciekłych z wykorzystaniem woltamperometrii przeniesienia jonu oraz pokazania potencjalnej możliwości zastosowania tego rozwiązania do oznaczania badanych substancji. Wyniki praktycznego zastosowania uzyskanych badań stanowią wartościowe uzupełnienie przeprowadzonych badań podstawowych, dlatego bardzo pozytywnie oceniam tą część pracy. Ponadto, Doktorant stosuje odpowiednie i różnorodne metody badawcze do określenia wybranych właściwości istotnych z punktu widzenia potencjalnych zastosowań, czyli do wyznaczenia np. współczynnika podziału czy współczynnika dyfuzji.

Uważam, że praca doktorska Pana mgr. Konrada Rudnickiego opracowana jest starannie, a uzyskane wyniki badań zostały opisane zwięzłym i precyzyjnym językiem, przy jednoczesnej prezentacji znacznej ilości wyników poprzednio nieznanymi w literaturze naukowej. Stronę edytorską pracy oceniam wysoko, chociaż w niektórych miejscach Autor nie ustrzegł się usterek językowych czy literowych. Recenzent nie ma wątpliwości, że pomiary zostały przeprowadzone starannie, a uzyskane wyniki są przekonujące. Podobne stwierdzenie odnosi się również do wyciągniętych przez Doktoranta wniosków.

Po zapoznaniu się z niniejszą rozprawą doktorską u recenzenta pojawiło się kilka uwag czy pytań odnośnie sposobu prezentacji czy dyskusji wyników, które z pewnością mogą być wyjaśnione w trakcie publicznej obrony:

- (1) We wstępnym komentarzu zabrakło mi opisu ogólnego dotyczącego elektrochemicznego badania granicy dwóch spolaryzowanych, niemieszających się faz ciekłych i aktualnego stanu wiedzy w tym obszarze. Taki opis byłby dobrym uzupełnieniem wyników badań przedstawionych w załączonych publikacjach.

(2) Czy były stosowane inne układy niemieszających się faz ciekłych do badania wybranych leków weterynaryjnych? W jaki sposób następował dobór takiej mieszaniny faz ciekłych?

Pomimo moich powyższych uwag, które mają oczywiście charakter dyskusyjny, chciałbym podkreślić wysokie znaczenie naukowe przeprowadzonych badań i ocenić recenzowaną przeze mnie pracę doktorską bardzo wysoko. Zawiera ona bardzo dużo wyników, w tym wiele wartościowych i oryginalnych, które w znacznym stopniu poszerzają obecny stan wiedzy w badanym obszarze. Uważam, że Pan mgr Konrad Rudnicki w pełni zrealizował postawione na wstępie cele pracy. Wykazał się zarówno dobrą znajomością wielu technik badawczych, jak również ich zastosowaniem oraz umiejętnością właściwej interpretacji uzyskanych wyników.

Na tej podstawie mogę stwierdzić, że praca Pana mgr. Konrada Rudnickiego w pełni odpowiada warunkom określonym w Art. 13 *Ustawy o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki z dnia 14 marca 2003 r. wraz z późniejszymi zmianami*. Wnoszę zatem o dopuszczenie Doktoranta do dalszych etapów przewodu doktorskiego.



Krzysztof Miecznikowski