

Recenzja pracy doktorskiej Pani mgr inż. Marty Wojcieszak pt. „*Właściwości powierzchniowe aktywnych biologicznie cieczy jonowych*” wykonanej pod kierunkiem naukowym Pani Prof. PP dr hab. inż. Katarzyny Materny (promotora) oraz Pani dr inż. Anny Sygudy (promotora pomocniczego)

Podstawą niniejszej opinii jest pismo Pani Prof. dr hab. inż. Ewy Kaczorek, Dziekana Wydziału Technologii Chemicznej Politechniki Poznańskiej z dnia 21 maja 2024 r., (nr uchwały Rady Dyscypliny Nauki Chemiczne, RD-8/1/2024).

Przedstawiona mi do recenzji praca doktorska Pani mgr inż. Marty Wojcieszak pt. „*Właściwości powierzchniowe aktywnych biologicznie cieczy jonowych*”, stanowiąca podstawę w procedurze uzyskania stopnia doktora w dziedzinie nauk ścisłych i przyrodniczych w dyscyplinie nauki chemiczne, wpisuje się w aktualne, intensywnie rozwijane trendy współczesnej nauki, dotyczące projektowania i poszukiwania zastosowań dla nowych cieczy jonowych, od lat stanowiących sztandarowe produkty „Zielonej Chemii”. Dysertacja podparta jest szeregiem kompleksowych badań fizykochemicznych, pozwalających na korelację właściwości powierzchniowych uzyskanych produktów z ich strukturą oraz aktywnością biologiczną. Praca ta przynosi twórcze rozszerzenie tematyki z sukcesem realizowanej przez Promotorki niniejszej dysertacji Panie Prof. PP. dr hab. inż. Katarzynę Maternę i dr inż. Annę Sygudę, których naukowe osiągnięcia, wpisują się w rozpoznawalność Politechniki Poznańskiej, jako ośrodka o dużej renomie w zakresie syntezy, charakterystyki cieczy jonowych oraz badań aplikacyjnych z ich udziałem. To połączenie warsztatu syntetycznego, szczegółowych badań fizykochemicznych z badaniami stosowanymi od lat stanowi „markę” Wydziału Technologii Chemicznej Politechniki Poznańskiej.

Rozprawa przygotowana została jako cykl aż sześciu publikacji opatrzonych komentarzem będącym swoistym podsumowaniem uzyskanych wyników ogłoszonych w następujących czasopismach o cyrkulacji międzynarodowej: 3 artykuły w *J. Mol. Liq.* (prace P1, P2 i P4), *J. Agric. Food. Chem.* (P3), *RSC Adv.* (P5) oraz *Molecules* (P6) o łącznym sumarycznym współczynniku oddziaływania IF 34,3, a zatem średnim IF na pracę równym 5,7. We wszystkich pracach Kandydatka do stopnia doktora była pierwszym autorem, a w trzech (P2-P4) dodatkowo autorem

korespondencyjnym. Wszystkie prace są wieloautorskie, jednak wiodący wkład Pani mgr inż. Marty Wojcieszak, także w obszarze koncepcyjnym, potwierdzają stosowne oświadczenia Doktorantki, jak i pozostałych współautorów. Należy pamiętać, że interdyscyplinarność badań wchodzących w skład niniejszej pracy wymaga współdziałania pomiędzy specjalistami z różnych dziedzin i stanowi wartość dodaną opublikowanych prac.

Pod względem formalnym rozprawa przedstawiona jest na 116 stronach, dodatkowo uzupełniona jest o kopie artykułów wraz z materiałami uzupełniającymi oraz oświadczenia współautorów. Komentarz jest bardzo rozbudowany, ale wynika to zapewne z ilości wykonanych eksperymentów i zmiennych do omówienia. Sama praca jest typowo skonstruowana i zawiera streszczenia w języku polskim i angielskim, wprowadzenie, cel pracy oraz omówienie wyników zawartych w publikacjach, podzielone ze względu na aktywność cieczy jonowych (herbicydowa i przeciwdrobnoustrojowa) oraz rodzaj kationów. Ponadto praca zawiera obszerny, bo liczący aż 233 pozycje spis cytowanej literatury (w większości opublikowanej w ostatnich dwóch dekadach, co świadczy o aktualności prowadzonych badań) oraz rozdział zawierający informacje na temat aktywności naukowej Doktorantki.

W autorskim wprowadzeniu Pani mgr inż. Marta Wojcieszak przedstawia zagadnienia dotyczące podziału cieczy jonowych, ich struktury oraz jej wpływu na parametry powierzchniowe tych związków tj. zdolność do tworzenia miceli, obniżania napięcia powierzchniowego czy zwilżalność. Autorka trafnie wskazuje korelacje pomiędzy właściwościami powierzchniowymi, a ich potencjalną aktywnością biologiczną, jednocześnie zwracając uwagę na problemy w obecnie stosowanej metodologii dotyczącej np. zwilżalności powierzchni liści i stosowanego modelu opartego o parafinę. Z punktu widzenia możliwości aplikacyjnych herbicydowych cieczy jonowych w części literaturowej warto byłoby się odnieść nie tyle do przyrostu liczby publikacji opisujących tę grupę związków w kolejnych latach (znacząca liczba pochodzi z ośrodka poznańskiego), a do wskazania jaki jest udział na rynku preparatów opartych o cieczy jonowe w stosunku do pozostałych stosowanych biologicznie aktywnych układów. Należy jednak zaznaczyć, że wprowadzenie stanowi świetną kanwę dla badań własnych będących przedmiotem kolejnych rozdziałów pracy. Pani mgr inż. Marta Wojcieszak trafnie wskazała cele badawcze, które dotyczyły określenia parametrów powierzchniowych nowych cieczy jonowych opartych o kationy



Centrum Zaawansowanych Technologii UAM
Laboratorium Stosowanej i Zrównoważonej Katalizy
ul. Uniwersytetu Poznańskiego 10, 61-614 Poznań
NIP 777 00 06 350, REGON 000001293
tel. +48 502 607 516, + 48 61 829 18 77
e-mail: jedrzejw@amu.edu.pl

morfoliniowe, piperydyniowe, imidazoliowe i amoniowe, które docelowo prowadzą do odpowiedzi na temat potencjalnych możliwości aplikacyjnych uzyskanych związków.

Część poświęcona omówieniu wyników własnych rozpoczyna się, od krótkiego przewodnika po publikacjach i zawartych w niej badaniach aktywności powierzchniowej; właściwościach amfifilowych zsyntezowanych cieczy jonowych. Należy podkreślić, iż Autorka przebadła właściwości fizykochemiczne sześćdziesięciu związków, co stanowi imponujące osiągnięcie. Lektura zarówno tego naukowego komentarza, jak i oryginalnych prac oraz materiałów uzupełniających wywarła na mnie bardzo pozytywne wrażenie zarówno co do jakości, jak i sposobu prezentacji uzyskanych wyników. Przedzieranie się przez „gąszcz” uzyskanych danych, próba ich skorelowania ze strukturą i potencjalnymi właściwościami cieczy jonowych stanowi ambitne wyzwanie, które Doktoranta, przy wsparciu Pań Promotor, z sukcesem zrealizowała. Jako czytelnikowi podoba mi się forma przedstawienia wyników, uwypuklająca zarówno problemy badawcze do rozwiązania, jak i wnioski płynące z uzyskanych poszczególnych rezultatów w konkretnych artykułach. Prace zostały opublikowane w liczących się naukowo periodykach, a zatem przeszły już przez gruntowne sito recenzji wykonanej przez Recenzentów i Edytorów, specjalistów w danej dziedzinie. Pozwolę sobie jednak skomentować wybrane elementy pracy, które w mojej ocenie stanowią najważniejsze osiągnięcia Doktorantki. Z dużym zainteresowaniem odebrałem badania dotyczące zwilżalności powierzchni liści, a także zagadnienia spływania cieczy jonowych z ich powierzchni. Praca na „żywym modelu” dostarcza zdecydowanie dokładniejszych obserwacji niż badania dotyczące zwilżalności, gładkiej i hydrofobowej powierzchni parafiny. Z uzyskanych wyników wyraźnie widać, że zaproponowany model daje więcej informacji na temat potencjalnych możliwości zastosowania cieczy jonowych jako herbicydów. Co więcej, przeprowadzone badania zwilżalności stanowią dobry prognostyk dla produkcji celowych preparatów biologicznie aktywnych, które będą utrzymywały się na liściach przez określony czas, co w konsekwencji może doprowadzić do bardziej świadomego używania herbicydów i ograniczenia ilości tych produktów. Wysoko oceniam próby korelacji struktury związków jonowych z ich właściwościami powierzchniowymi oraz obiecujące wyniki dotyczące ich zastosowania jako związków powierzchniowo czynnych czy przeciwdrobnoustrojowych. Ponadto interesującym zagadnieniem była korelacja wartości kąta zwilżania z temperaturą otoczenia, co również daje



Centrum Zaawansowanych Technologii UAM
Laboratorium Stosowanej i Zrównoważonej Katalizy
ul. Uniwersytetu Poznańskiego 10, 61-614 Poznań
NIP 777 00 06 350, REGON 000001293
tel. +48 502 607 516, + 48 61 829 18 77
e-mail: jedrzejw@amu.edu.pl

realną szansę na efektywne planowanie związków pod konkretne warunki klimatyczne. Autorka niezwykle sprawnie porusza się pomiędzy poszczególnymi parametrami opisującymi właściwości powierzchniowe tj. krytyczne stężenie micelizacji, kąt zwilżania, napięcie powierzchniowe, czy sprawność obniżenia napięcia powierzchniowego. Warto także podkreślić wyższą efektywność zsyntezowanych związków w stosunku do typowych, stosowanych na rynku preparatów chwastobójczych.

Rolą recenzenta jest również wskazanie pewnych elementów, które w mojej ocenie mogą przydać się w dalszych etapach kariery naukowej Pani mgr inż. Marty Wojceszak, a także takich, które po lekturze dysertacji jeszcze wymagają dopowiedzenia, dla zaspokojenia naukowego głodu czytelnika.

Prosiłbym zatem Kandydatkę do stopnia doktora o odpowiedź na następujące pytania:

1. Przeprowadzone badania wykonane były w skali laboratoryjnej. Czy mając tyle danych eksperymentalnych zostały wytypowane związki do badań polowych w celu sprawdzenia ich właściwości biologicznych w warunkach upraw rolniczych? Czy Doktorantka ma plan na komercjalizację tych potencjalnych środków biologicznie aktywnych?
2. Czy Dyplomantka planuje sprawdzić aktywność biologiczną otrzymanych cieczy jonowych wobec innych chwastów?
3. Czy wyznaczono minimalne stężenia preparatów, przy których wykazują one właściwości przeciwdrobnoustrojowe i chwastobójcze?
4. Na stronie 89 Autorka wskazała, że „badacze zainteresowani są opracowaniem esterquatów jako potencjalnych związków spełniających zasady zielonej chemii”. Prosiłbym o rozwinięcie tego tematu, w jakich aspektach esterquaty mają spełniać te zasady?
5. Jaki jest koszt syntezy uzyskanych środków biologicznie aktywnych w porównaniu z powszechnie stosowanymi preparatami?

Z obowiązku recenzenta chciałbym się również krótko odnieść do edycji niniejszej dysertacji. Generalnie rzecz biorąc jest ona napisana poprawnym naukowym językiem, pozbawionym



Centrum Zaawansowanych Technologii UAM
Laboratorium Stosowanej i Zrównoważonej Katalizy
ul. Uniwersytetu Poznańskiego 10, 61-614 Poznań
NIP 777 00 06 350, REGON 000001293
tel. +48 502 607 516, + 48 61 829 18 77
e-mail: jedrzejw@amu.edu.pl

żargonu, z dużą starannością. Przy tak obszernej pracy nie da się uniknąć pewnych błędów edytorskich, które w żaden sposób nie umniejszają jakości niniejszej pracy. Pozwalam sobie jednak przytoczyć kilka takich błędów:

1. Strona 17 – Autorka dysertacji napisała „*Od tego czasu wartość ta stale powiększa się, co wskazuje na duże przywiązanie środowiska naukowego oraz przemysłowego do ILS [10,11]*”. Słowo przywiązanie raczej nie pasuje do tego kontekstu. Lepiej użyć zainteresowanie.
2. Strona 19 – ‘wysoka kosztowność’, powinno być ‘wysoki koszt’
3. Strona 44 – Doktorantka użyła stwierdzenia anion o charakterze organicznym. Zdecydowanie lepiej użyć po prostu stwierdzenia ‘anion organiczny’.
4. Strona 61 – pojawia się sformułowanie „*Szereg wykonanych pomiarów napięcia powierzchniowego dla HILs o aktywności chwastobójczej jest ważnych, ponieważ pozwalają one na skuteczny sposób uzyskania informacji na temat wewnętrznej energii zaangażowanej w interakcje między kationami i anionami*”. Co Autorka rozumie pod pojęciem wewnętrznej energii?
5. Strona 70 – W rozprawie stwierdzono „*Związek 38 miał najlepszą zdolność do tworzenia miceli w roztworze, a w konsekwencji do interakcji między związkami a cząsteczkami wodnym*”i. Co Doktorantka miała na myśli pod pojęciem ‘cząsteczki wodne’?
6. Strona 71 – „*Im mniejsza dyfuzyjność anionu, tym silniejsze oddziaływania między jonami*”. Proszę o doprecyzowanie tego stwierdzenia.
7. Strona 82 – „*W przypadku związków 55-57 zaobserwowano paraboliczną zależność aktywności biologicznej od wartości CMC i wydłużenia łańcucha alkilowego, co jest zgodne z...*”. Brakuje zakończenia zdania.

Większość z uchybień nie ma znaczenia dla merytorycznych walorów pracy, dlatego nie uważam za zasadne szczegółowo wskazywać te błędy oraz je omawiać w trakcie publicznej obrony doktoratu.

Na szczególne uznanie zasługuje zdecydowanie ponadprzeciętna aktywność naukowa Pani mgr. Inż. Marty Wojcieszak, która wykracza poza badania będące przedmiotem niniejszej dysertacji.



Centrum Zaawansowanych Technologii UAM
Laboratorium Stosowanej i Zrównoważonej Katalizy
ul. Uniwersytetu Poznańskiego 10, 61-614 Poznań
NIP 777 00 06 350, REGON 000001293
tel. +48 502 607 516, + 48 61 829 18 77
e-mail: jedrzejw@amu.edu.pl

Jak podaje Autorka w rozdziale poświęconym osiągnięciom naukowym, jest ona współautorką dwudziestu publikacji ogłoszonych w czasopismach o oddziaływaniu międzynarodowym, m. in. dodatkowo w *ACS Sustain. Chem. Eng, Tenside, Surfactants, Detergents, Chemistry and Physics of Lipids*, jedenastu patentów i dziewiętnastu zgłoszeń patentowych. Ponadto prezentowała wyniki badań na licznych międzynarodowych i krajowych konferencjach. Tak imponujący dorobek naukowy (indeks Hirscha = 8), na tak wczesnym etapie kariery, świadczy o dużym potencjale twórczym Doktorantki i jej pracowitości. Jestem przekonany, że nie zmarnuje, a wręcz przeciwnie dalej będzie go rozwijać, niezależnie od wyboru ścieżki kariery. Powyższe osiągnięcia naukowe z pogranicza nauk podstawowych i aplikacyjnych, dbałość o właściwe zabezpieczenie praw intelektualnych do uzyskanych rezultatów (patenty i zgłoszenia patentowe), są godne zauważenia i uznania i stanowią świetny prognostyk dla dalszej kariery naukowej Doktorantki.

Podsumowując recenzowana praca doktorska Pani mgr inż. Marty Wojcieszak stanowi solidne źródło informacji na temat właściwości powierzchniowych cieczy jonowych oraz dostarcza szeregu nowych informacji dotyczących korelacji pomiędzy tymi właściwościami, a strukturą zsyntezowanych związków oraz ich aktywnością biologiczną. Jest to niezwykle innowacyjne i nowatorskie podejście, które w moim przekonaniu odegra rolę w świadomym projektowaniu nowych aktywnych związków dla rolnictwa czy medycyny. Reasumując chciałbym wyraźnie podkreślić, iż moja ocena dysertacji Pani mgr inż. Marty Wojcieszak jest bardzo pozytywna i wysoka. Autorka wykazała się zaawansowanymi umiejętnościami eksperymentalnymi, świadomie wdrożyła plan badawczy oraz w sposób właściwy zinterpretowała uzyskane wyniki.

Jestem przekonany, iż przedstawiona mi do oceny praca doktorska Pani mgr inż. Marty Wojcieszak spełnia wszelkie wymogi stawiane rozprawom doktorskim przez ustawę *Prawo o Szkolnictwie Wyższym i Nauce* z dnia 20 lipca 2018 r. (Dz. U. z 2020 r. poz. 85 z późn. zm.), wobec czego składam wniosek do Rady Dyscypliny Nauki Chemiczne Wydziału Technologii Chemicznej Politechniki Poznańskiej o dopuszczanie Kandydatki do dalszych etapów przewodu doktorskiego.

Jednocześnie ze względu na jakość zaprezentowanych wyników opublikowanych w formie szczęściu artykułów w czasopismach o międzynarodowej cyrkulacji, ich



Centrum Zaawansowanych Technologii UAM
Laboratorium Stosowanej i Zrównoważonej Katalizy
ul. Uniwersytetu Poznańskiego 10, 61-614 Poznań
NIP 777 00 06 350, REGON 000001293
tel. +48 502 607 516, + 48 61 829 18 77
e-mail: jedrzejw@amu.edu.pl

nowatorstwo, wysoki poziom, a także aplikacyjny charakter zaprezentowanych badań oraz ponadprzeciętną aktywność naukową Doktorantki (liczne publikacje, patenty, zgłoszenia patentowe i wystąpienia konferencyjne) z pełnym przekonaniem zwracam się z wnioskiem do Rady Dyscypliny Nauki Chemiczne Wydziału Technologii Chemicznej Politechniki Poznańskiej o rozważenie możliwości wyróżnienia przedstawionej do oceny rozprawy. Przemawia za tym zarówno materiał zawarty w dysertacji, jak i naukowe portfolio Kandydatki do stopnia doktora.



Poznań, dnia 09 sierpnia 2024r.



Centrum Zaawansowanych Technologii UAM
Laboratorium Stosowanej i Zrównoważonej Katalizy
ul. Uniwersytetu Poznańskiego 10, 61-614 Poznań
NIP 777 00 06 350, REGON 000001293
tel. +48 502 607 516, + 48 61 829 18 77
e-mail: jedrzejw@amu.edu.pl