



dr hab. inż. Michał Niemczak

WYDZIAŁ TECHNOLOGII CHEMICZNEJ
ul. Berdychowo 4, 60-965 Poznań, tel.: +48 61 665 3681
e-mail: michal.niemczak@put.poznan.pl, www.put.poznan.pl

Poznań, 29.11.2021 r.

RECENZJA ROZPRAWY DOKTORSKIEJ

mgr Patrycji Czerwoniec

zatytułowanej

„Modyfikacje induktorów odporności roślin do formy jonowej w celu zwiększenia ich aktywności biologicznej”

Podstawa formalna:

Podstawą wykonania oceny rozprawy doktorskiej Pani mgr Patrycji Czerwoniec była Uchwała Rady Naukowej Dyscypliny Nauki Chemiczne UAM z dnia 24 września br. oraz stosowne pismo (WCH/332/JT/2021 z dn. 24.09.2021) Pana prof. dr. hab. Macieja Kubickiego, Dziekana Wydziału Chemii Uniwersytetu im. Adama Mickiewicza w Poznaniu, o powołanie mojej osoby na recenzenta w postępowaniu o nadaniu stopnia doktora w dziedzinie nauk chemicznych.

Podstawa prawna:

Zgodność z elementami uwzględnionymi w art. 13 ust. 1 Ustawy z dnia 14 marca 2003 roku o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki.

Przedłożona do recenzji rozprawa doktorska Pani mgr Patrycji Czerwoniec została zrealizowana na Wydziale Chemii Uniwersytetu im. Adama Mickiewicza w Poznaniu. Pracę wykonano pod kierunkiem Pana dr. hab. inż. Marcina Śmigłaka, który w środowisku naukowym uznawany jest za eksperta w tematyce związanej z syntezą i analizą związków chemicznych organicznych z grupy cieczy jonowych.

W przedłożonej mi do oceny rozprawie doktorskiej dokładnie przeanalizowałem takie elementy jak zasadność wyboru problemu badawczego podjętego przez Doktorantkę, a także oryginalność i nowatorski charakter badań w odniesieniu do aktualnego stanu wiedzy. Ważnym aspektem była również ocena trafności wykorzystanej i opracowanej metodologii

badawczej jak i zgromadzonego dorobku naukowego, który obrazuje zaangażowanie Doktoranta w rozwój wybranej dyscypliny naukowej.

W ostatnich latach odnotowujemy gwałtowny wzrost zainteresowania bardzo ciekawą grupą związków organicznych, jakimi są ciecz jonowe. Ze względu na niemal nieograniczoną liczbę kombinacji kationu i anionu, właściwości fizykochemiczne cieczy jonowych mogą się zmieniać w bardzo szerokim zakresie. Zatem możliwe jest dobranie takich jonów, aby uzyskać ciecz jonową o pożądanym właściwościach, dlatego też związki te często określa się mianem „projektowalnych”. W efekcie ciecz jonowe można z powodzeniem wykorzystać jako zmienniki tradycyjnych rozpuszczalników, ekstrahenty, związki powierzchniowo czynne, związki antyelektrostatyczne, elektrolity w chemicznych źródłach prądu czy też substancje aktywne biologicznie wykazujące działanie jako związki bakteriobójcze, grzybobójcze, farmaceutyki, agrochemikalia, a także środki ochrony drewna. Poszukiwanie nowatorskich rozwiązań w obrębie syntezy jak i zastosowania cieczy jonowych jest zadaniem niewątpliwie ambitnym i nierzadko wymienia się je jako jedno z wyzwań naszych czasów. Wspomniane wyżej kluczowe zagadnienia stanowią przedmiot recenzowanej dysertacji doktorskiej Pani mgr Patrycji Czerwoniec, która skupiła się na modyfikowaniu struktury znanych induktorów odporności roślin, które w formie cieczy jonowej charakteryzowałyby się polepszoną efektywnością biologiczną. Niewielka ilość prac naukowych w tej tematyce stanowi jednoznaczny dowód, że wybrany problem badawczy jest aktualny, a uzyskane wyniki badań przyczynią się do wzbogacenia aktualnego stanu wiedzy oraz w przyszłości mogą okazać się istotne w aspekcie badań aplikacyjnych nad nowymi agrochemikaliami poprawiającymi plonowanie roślin.

Oceniana rozprawa doktorska została przedstawiona na 296 stronach maszynopisu w języku polskim. Tytuł rozprawy został sformułowany poprawnie i odpowiada przedstawionym w ramach pracy rezultatom badań, a cała dysertacja nie budzi żadnych zastrzeżeń względem poprawności struktury. Rozprawę doktorską rozpoczyna spis treści (5 stron), wykaz użytych skrótów (3 strony), zestawienie otrzymanych substancji (9 stron), spis tabel (5 stron), spis rysunków (1 strona), spis fotografii (1 strona), streszczenie pracy w języku polskim (1 strona) jak i angielskim (1 strona). Dalsza część pracy została podzielona na czternaście części. W pierwszej części, Doktorantka przedstawiła wprowadzenie do tematyki przedmiotu (2 strony), kolejno część teoretyczną (33 strony). Trzeci rozdział zawiera dokładny opis celu i zakresu pracy (2 strony). Część doświadczalną rozpoczyna następny rozdział, w którym doktorantka umieściła informacje dotyczące metodologii prowadzonych syntez wraz z analizą magnetycznego rezonansu jądrowego uzyskanych produktów oraz procedury

badawcze dotyczące ich analizy (40 stron). W następnych rozdziałach od 5 do 10 znajdują się wyniki badań i dyskusja (126 stron), po których jest podsumowanie i wnioski (15 stron), suplement (18 stron), wykaz osiągnięć naukowych (4 strony) oraz literatura licząca w sumie 276 pozycji (22 strony).

Zakres pracy doktorskiej mgr Patrycji Czerwoniec jest bardzo ambitny i ma charakter interdyscyplinarny z pogranicza chemii, fizyki i biologii. Doktorantka musiała wykazać się nie tylko umiejętnościami związanymi z syntezą związków organicznych, ale również posiadać obszerną wiedzę na temat analizy wielu parametrów fizycznych jak i aktywności biologicznej. Powyższy obszar badań jest integralnie związany z tematyką badań prowadzonych przez promotora Doktorantki dr. hab. inż. Marcina Śmigłaka, który jako pierwszy wprowadził do literatury światowej koncepcję cieczy jonowych wykazujących aktywność jako induktory odporności systemicznej u roślin. Recenzowana praca doktorska zawiera elementy nowości naukowej i oryginalności, czego efektem jest współautorstwo Pani mgr Patrycji Czerwoniec w 4 artykułach w czasopismach z listy JCR (*New Journal of Chemistry*, *ACS Sustainable Chemistry and Engineering*, *ChemistrySelect* oraz *Open Chemistry*), 6 wystąpieniach ustnych, 12 prezentacji posterowych na konferencyjnych krajowych jak i międzynarodowych. Należy również podkreślić, że Doktorantka była kierownikiem grantu naukowego z Narodowego Centrum Nauki PRELUDIUM pt. „*Badanie wpływu dodatku czynnika antystresowego na obniżenie fitotoksycznego efektu wywołanego przez podanie induktora odporności roślinie*” oraz uczestniczyła w jednym projekcie naukowo-badawczym z Narodowego Centrum Nauki OPUS pt. „*Systemiczna odporność nabyta roślin przeciwko wirusom: nowe induktory oraz biologiczna i molekularna charakterystyka mechanizmów ich działania*”. Należy również podkreślić, że Doktorantka w trakcie realizacji badań naukowych odbyła trzy staże:

- Pierwszy trwający trzy miesiące w Zespole Syntez Materiałowych w Poznańskim Parku Naukowo-Technologicznym Fundacji Uniwersytetu im. Adama Mickiewicza w Poznaniu.
- Drugi trwający dwa miesiące w Zakładzie Wirusologii i Bakteriologii w Instytucie Ochrony Roślin – Państwowym Instytucie Badawczym w Poznaniu.
- Trzeci trwający trzy miesiące w Dziale badań i Rozwoju firmy INNOSIL sp. z o.o., realizowany w ramach projektu „INNChem – rozwój kompetencji doktorantów kluczowych w pracy o charakterze badawczo-rozwojowym”.

Motywację do podjęcia tematyki Autorka opisuje we wprowadzeniu, gdzie słusznie zauważa, że każdego roku znaczna część uprawianych plonów ulega zniszczeniu przez organizmy szkodliwe dla roślin. Mając na uwadze stale wzrastające zapotrzebowanie

na produkty spożywcze, wszelkie działania mające na celu maksymalizację produkcji rolnej są uzasadnione. Wstęp teoretyczny został podzielony przez Doktorantkę na dwie zasadnicze części, które są w pełni komplementarne z częścią eksperymentalną. Na podstawie trafnie dobranej literatury oraz aktualnego stanu wiedzy Pani mgr Patrycja Czerwoniec dokładnie opisała zjawisko występowania odporności w roślinach i scharakteryzowała poszczególne ich rodzaje. Bardzo dobrym rozwiązaniem było scharakteryzowanie przez Doktorantkę induktorów odporności, które zostały wykorzystane w części doświadczalnej, takich jak kwas salicylowy, kwas 2,6-dichloroizonikotynowy, tioester metylowy kwasu 7-karboksybenzo-[1,2,3]tiadiazolowego czy sacharyna. W drugiej części Doktorantka skupiła się na cieczach jonowych, prezentując ich definicję, właściwości, metody syntezy oraz zastosowanie z naciskiem na ich potencjalne możliwości aplikacyjne w rolnictwie. Na pochwałę zasługuje rysunek 2.13., który w sposób zwięzły i przejrzysty ukazuje ewolucję cieczy jonowych, rozpoczynając od pierwszej generacji cieczy jonowych, które projektowano pod kątem wprowadzenia pożądaných właściwości fizycznych, a kończąc na trzeciej generacji, do której należy zaliczyć ciecze jonowe, które wykazują określoną aktywność biologiczną. Jednak w tej części dysertacji Doktorantka nie ustrzegła się pewnych niespójności czy generalizacji. Przykładowo, aniony trifluorometanosulfonianowy czy bis(trifluorometylosulfonylo)-imidkowy, przedstawione na rysunku 2.11, to aniony organiczne, natomiast stwierdzenia typu „ciecze jonowe cechują się dobrą stabilnością termiczną, chemiczną oraz elektrochemiczną w szerokim zakresie temperatur” czy „ciecze jonowe charakteryzują się również dużą lepkością” są zbyt ogólne i odnoszą się do perspektywy naukowców sprzed dwóch/trzech dekad, kiedy to zainteresowanie tematyką cieczy jonowych jak i stan wiedzy na ich temat były znacznie niższe niż obecnie. W tym miejscu trafniej było by zaznaczyć, że możliwość doboru jonów w syntezie cieczy jonowych umożliwia uzyskanie określonych, pożądaných właściwości. W efekcie cieczami jonowymi mogą być związki o bardzo wysokiej stabilności chemicznej jak i związki, które mogą rozkładać się łatwo i gwałtownie z wydzieleniem ciepła (np. *energetic ionic liquids*). Analogicznie jest znanych wiele cieczy jonowych o szerokim jak i niskim oknie elektrochemicznym lub wysokiej i niskiej lepkości. Ponadto mając na uwadze fakt, że ciecze jonowe opisane przez Doktorantkę w niniejszej dysertacji wykazują potencjał do użycia jako agrochemikalia, uważam, że część literaturową bardzo dobrze wzmocniłby paragraf opisujący wpływ cieczy jonowych na różne organizmy występujące w środowisku (tj. ekotoksyczność).

W punkcie dotyczącym celu i zakresu pracy Pani mgr Patrycja Czerwoniec opisała hipotezę prowadzonych badań, która w sposób przejrzysty i komplementarny koresponduje zarówno

z częścią literaturową jak i eksperymentalną niniejszej rozprawy. Doktorantka słusznie uznała, że poznanie wpływu budowy cieczy jonowej na jej działanie jako induktora naturalnej odporność roślin, pozwoli wzbogacić aktualny stan wiedzy na temat wpływu poszczególnych jonów na właściwości biologiczne otrzymanych soli. W tym miejscu pragnę podkreślić, że sformułowana przez Panią Czerwoniec hipoteza badawcza świadczy o bardzo ambitnym, wielowątkowym podejściu do problematyki, które wymagają biegłości nierzadko wykraczające poza zagadnienia związane z chemią organiczną.

Dokładna analiza paragrafu nr 4 utwierdziła mnie w przekonaniu, że Pani mgr Patrycja Czerwoniec dobrała odpowiednie metody empiryczne, które umożliwiły udowodnienie postawionej hipotezy naukowej. W ramach realizacji założeń niniejszej dysertacji Doktorantka zsyntezowała łącznie 131 soli organicznych z grupy czwartorzędowych soli amoniowych, które zawierały takie kationy jak: benzetoniowy, tetrabutylamoniowy, didecyldimetylamoniowy, butylodecyldimetylamoniowy, benzylodidecyloamoniowy, 1-decylopirydyniowy, 2-hydroksyetylotrimetylamoniowy, 2-chloroetylotrimetylamoniowy, N,N,N-trimetyloglicynowy oraz szereg kationów 2-hydroksyetylotrialkiloamoniowych. Natomiast aniony w uzyskanych produktach to m.in. nikotynian, izonikotynian, chloroizonikotynian, 2,6-dichloroizonikotynian, pikolinian, salicylan, fluorosalicylan, jodosalicylan, chlorosalicylan, sacharynian, czy 7-karboksybenzo[1,2,3]tiadiazolan. Metody syntezy soli potasowych odpowiednich kwasów karboksylowych, produktów reakcji czwartorzędowania oraz pożądaných produktów zostały opracowane w sposób poprawny i świadczą o wysokich umiejętnościach Doktorantki z zakresu technik laboratoryjnych dotyczących syntezy związków organicznych. Jednak analizując tę część zauważyłem, że poza solami z kationem choliny, Doktorantka wykorzystała jeden sposób wymiany anionu polegający na prowadzeniu reakcji w metanolu i dalszym oczyszczaniu mieszaniny poreakcyjnej. Dlatego też nie widzę większego sensu w powielaniu tej samej metody kilkakrotnie. Lepszym rozwiązaniem byłoby opisanie jednej ogólnej metody dla wielu grup produktów i ewentualne zaprezentowanie różnic w sposobie ich oczyszczania. W obecnej formie czytelnik może dojść do wniosku, że synteza nowych par jonowych jest niezwykle prosta, odtwórcza i nie stanowi wyzwania naukowego. Jednak, jako syntetyk cieczy jonowych z wieloletnim stażem uważam, że byłoby to bardzo krzywdzące i nie odzwierciedlałoby to w żaden sposób ogromu pracy wykonanej przez Doktorantkę w celu uzyskania nieznaných dotąd w literaturze indywidualnych chemicznych. W związku z syntezą nasuwają mi się jednak dwa pytania:

1. Czy reakcje prowadzące do powstania soli potasowych odpowiednich kwasów karboksylowych były prowadzone z kontrolą pH środowiska reakcji? Byłoby to

rekomendowane, mając na uwadze niewielką stabilność chemiczną niektórych kationów np. 2-chloroetylotrimetyloamoniowego, który w środowisku alkalicznym ulega szybkiej degradacji.

2. Czy zawartość wody w zsyntezowanych solach została oznaczana? Część z użytych kationów wykazuje wysoką higroskopijność, a w pracy nie znalazłem informacji na temat warunków przechowywania produktów.

Struktury wszystkich otrzymanych związków Doktorantka potwierdziła za pomocą technik protonowego oraz węglowego magnetycznego rezonansu jądrowego, a ich czystość wyznaczyła przy użyciu chromatografii jonowej. Pragnę zauważyć, że w przypadku analizy NMR Pani Czerwoniec nie tylko poprawnie zidentyfikowała struktury otrzymanych przez siebie produktów, ale również podjęła się analizy wpływu struktury kationu oraz anionu na występowanie przesunięć poszczególnych sygnałów na widmach protonowych jak i węglowych. Oznacza to, że Doktorantka, jako świadomy naukowiec, nie boi się wykraczać poza znane schematy i świadomie dąży do zwiększenia kompetencji, które przyczyniają się do rozwoju tematyki badawczej. W tym miejscu jeszcze pragnę zaznaczyć, że w moim odczuciu zestawienie analizy magnetycznego rezonansu jądrowego lepiej byłoby umieścić w suplemencie, co znacząco zwiększyłoby przejrzystość opracowanego paragrafu. Zauważyłem ponadto, że w tabelach od 10.3 do 10.8 w dwóch ostatnich kolumnach Doktorantka odwołuje się do tych samych grup protonów/atomów węgla. Zatem proszę o ustosunkowanie się do wyników zestawionych w tych tabelach.

Kolejno Doktorantka wykonuje szereg badań mających na celu określenie rozpuszczalności produktów w wodzie jak i wybranych rozpuszczalnikach organicznych, ocenę ich stabilności termicznej metodą analizy termogravimetrycznej (TGA) oraz wyznaczenie temperatur przemian fazowych, takich jak temperatura topnienia, temperatura krystalizacji i temperatura zeszklenia metodą skaningowej kalorymetrii różnicowej (DSC). Powinowactwo związku chemicznego do rozpuszczalników charakteryzujących się różną budową chemiczną jak i polarnością jest bardzo cenną informacją nie tylko z punktu widzenia aplikacji związku, ale również podczas opracowywania alternatywnych metod jego syntezy czy oczyszczania. Zatem wnioskuję, że uzyskane przez Panią Czerwoniec wyniki są bardzo cenne i w przyszłości mogą posłużyć jako kompendium wiedzy przy projektowaniu innych cieczy jonowych o podobnych strukturach. Natomiast uzyskane wyniki analizy DSC umożliwiły Doktorantce poprawne zakwalifikowanie części uzyskanych soli do grupy cieczy jonowych na podstawie przyjętego kryterium. Nadmienię, że w obecnych czasach jest to swojego rodzaju standardem

wymaganym przy publikowaniu wyników w renomowanych czasopismach naukowych. Dlatego należy podkreślić, że warsztat badawczy, którym posługiwała się Doktorantka był na poziomie najlepszych ośrodków badawczych specjalizujących się na całym świecie w syntezie oraz analizie cieczy jonowych.

Jestem pod wrażeniem wyników uzyskanych w ramach określenia potencjału aplikacyjnego otrzymanych produktów, które Pani Czerwoniec opisała w recenzowanej dysertacji. Wartości minimalnego stężenia hamującego (MIC) oraz minimalnego stężenia bakteriobójczego (MBC) Doktorantka określiła w ramach współpracy naukowej z Zakładem Mikrobiologii Wydziału Biologii Uniwersytetu im. Adama Mickiewicza, natomiast badania właściwości wzbudzających naturalną odporność w roślinie w ramach współpracy z Zakładem Wirusologii i Bakteriologii Instytutu Ochrony Roślin – Państwowego Instytutu Badawczego w Poznaniu. Uzyskane wyniki tych eksperymentów oceniam jako niezwykle cenne z punktu widzenia wzrostu wiedzy na temat projektowania cieczy jonowych wykazujących aktywność biologiczną. Na podstawie uzyskanych wyników MIC oraz MBC Pani Czerwoniec słusznie zauważyła, że otrzymane przez nią związki przewyższają swoją skutecznością chlorek referencyjny. Natomiast, w eksperymentach badających zdolność indukowania naturalnej odporności w roślinie wykazano, że prawie wszystkie otrzymane sole zmniejszyły ilość nekroz na liściach tytoniu zakażonych wirusem TMV w przedziale od 23% do nawet 100%. W efekcie Doktorantka wywnioskowała, że modyfikacje induktorów odporności do formy jonowej mogą poprawiać ich aktywność biologiczną, co uwypukla ich wysoki potencjał aplikacyjny i dowodzi trafności doboru zaprojektowanych połączeń kation-anion. Ponadto przedstawione wyniki badań dotyczące fitotoksyczności produktów wobec roślin rzepiku oraz tytoniu świadczą o wieloaspektowym i perspektywicznym myśleniu w odniesieniu do zaproponowanego konkretnego zastosowania. Doktorantka wykazała, że część soli wywołuje silnie fitotoksyczny efekt na liściach roślin, co w połączeniu z wynikami dotyczącymi indukcji odporności pozwoliło na wyselekcjonowanie związków o potencjalnym najlepszym efekcie biologicznym. Zaprojektowane przez Panią Czerwoniec eksperymenty, a także wyciągnięte na ich podstawie wnioski są kompletne i przyczyniają się do pogłębienia wiedzy w zakresie obranej tematyki badawczej. Uważam, że Doktorantka wykonując badania i kolejno je interpretując w sposób kompetentny udowodniła postawioną hipotezę naukową niniejszej pracy. Należy podkreślić, że pomimo wielu inicjatyw badawczych poświęconych cieczom jonowym, nadal często brakuje powiązania między naukami podstawowymi a konkretnym zastosowaniem w praktyce. Natomiast, Pani Czerwoniec już od momentu sformułowania odpowiedniej hipotezy badawczej starała się w swojej pracy te aspekty połączyć, co zasługuje na słowa uznania. Doktorantka

udowadnia, że teoria z praktyką powinny być ze sobą nierozłączne. W tym momencie mam jednak kolejne pytanie:

3. W badaniach aktywności biologicznej zastosowano wodne roztwory badanych substancji w różnych stężeniach od 20 do 500 mg/l, w związku, z czym dlaczego zastosowano stężenia masowe, a nie molowe? W efekcie rośliny poddane badaniom byłyby poddane działaniu różnej ilości moli danej substancji aktywnej, co mogło utrudnić ocenę wpływu danego jonu na aktywność biologiczną. Co więcej, z mojej wiedzy wynika, że w agrochemii wykorzystuje się przeliczenie na dawkę substancji aktywnej na hektar, co w przypadku różnych form danego związku daje to samo stężenie molowe.

Należy jednoznacznie podkreślić, że ta część dysertacji jest momentami nader obszerna. Osobiście uważam, że wprowadzanie osobnego, obszernego podsumowania na koniec każdego paragrafu za zabieg niepotrzebny i wymusza konieczność czytania tych samych obserwacji i wniosków po raz kolejny. Ponadto, mając na uwadze fakt, że występujący na samym końcu paragraf pt. *Podsumowanie i wnioski* zawiera bardzo dużą ilość informacji zapisanych na 15 stronach maszynopisu, mam wrażenie czytając pracę, że Doktorantka usilnie starała się zawrzeć tam jak najwięcej swoich spostrzeżeń. Jednak młody naukowiec powinien także potrafić umiejętnie wyselekcjonować wnioski ważne i fundamentalne od tych mniej istotnych, które dodatkowo powinny być treściwe i zwarte. Na przyszłość zachęcam również Doktorantkę, żeby unikała powtarzających się zdań w takcie opisów uzyskanych wyników, które w pewien sposób umniejszają wagę bardzo wartościowych danych eksperymentalnych opisanych w niniejszej dysertacji. Przykładowo, to samo zdanie „Żadna z badanych soli nie wywołała fitotoksycznych objawów na roślinach tytoniu w testowanych stężeniach” pojawia się w pracy aż trzy razy. Zwróciłem jeszcze uwagę, że na stronie 169 Doktorantka wykorzystując opis z paragrafu 8, nie dostosowała go do odpowiednich danych, które powinny dotyczyć paragrafu 9. W efekcie wartości procentowe jak i numery związków są błędne.

Rozprawa doktorska Pani mgr Patrycji Czerwoniec została napisana bardzo czytelnym językiem z zachowaniem poprawnej składni i stylistyki. Można zauważyć duży wkład Doktorantki w opracowanie dokumentu w sposób estetyczny i przystępny dla czytelnika, co jest warte podkreślenia. Dysertacja zawiera pewne błędy edytorskie czy stylistyczne (takie jak brak znaków interpunkcyjnych, literówki, podwójne spacje *etc.*), których uważam, że nie sposób uniknąć przy opracowywaniu dokumentu składającego się z blisko 300 stron maszynopisu. Najistotniejsze błędy tego typu, które dostrzegłem w trakcie recenzji niniejszej rozprawy dotyczyły nazewnictwa zsyntezowanych związków, szczególnie w sekcji

poprzedzającej główną część rozprawy. Duża ilość pomyłek, jak np. nazwa systematyczna kationu benzetoniowego, 2-chloroetylotrimetyloamoniowego czy wytłumaczenie skrótu MeJa jako ester etylowy kwasu jasionowego, może wprowadzać niepotrzebne zamieszanie i utrudniać analizę niniejszej rozprawy. Ponadto, Doktorantce zdarza się również nie odmieniać nazwy anionu pochodzącego od odpowiedniego kwasu, przykładowo na stronie 32 jest sformułowanie „oparte o anion 2,4-dichlorofenoksyoctowy”, a powinno być „oparte o anion 2,4-dichlorofenoksyoctanowy”. Nadmienię jednak, że w moim odczuciu są to drobne uchybienia, które mają marginalny wpływ na całość pracy i w żaden sposób nie umniejszają jej wartości naukowej.

Podsumowując, chciałbym wyraźnie zaznaczyć widoczny wkład Pani mgr Patrycji Czerwoniec w rozwój uprawianej dyscypliny naukowej, w szczególności w projektowanie i zastosowanie nieznanych dotąd cieczy jonowych w agrochemii. Sposób planowania eksperymentów, realizacji badań, jak i dyskusja uzyskanych wyników, świadczą o wysokich kompetencjach naukowo-badawczych Doktorantki i są dowodem Jej odpowiedniego poziomu przygotowania do prowadzenia badań naukowych.

Na podstawie oceny pracy doktorskiej Pani mgr Patrycji Czerwoniec zatytułowanej „Modyfikacje induktorów odporności roślin do formy jonowej w celu zwiększenia ich aktywności biologicznej” stwierdzam, że recenzowana rozprawa spełnia wszystkie wymogi formalne i zwyczajowe w świetle istniejącego prawa. Wnioskuje zatem do Wysokiej Rady Naukowej Dyscypliny Nauki Chemiczne UAM o przyjęcie pracy i przeprowadzenie dalszych etapów przewodu doktorskiego.

Michał Niemiński