



Wroclaw 16.12.2021r.

**dr hab. inż. Magdalena Klimek-Ochab, prof. uczelni**

Katedra Biochemii, Biologii Molekularnej i Biotechnologii

Wydział Chemiczny

Politechnika Wroclawska

**Recenzja utajnionej rozprawy doktorskiej Pani mgr inż. Urszuli Dorosz,  
z tytułem „Chemoenzymatyczne metody otrzymywania estrów kwasu  
mlekowego”**

**Przedstawianie podstawowych danych o Kandydatce do tytułu doktora.**

Pani mgr inż. Urszula Dorosz jest absolwentką Politechniki Wroclawskiej, gdzie na Wydziale Chemicznym, w 2005 r. uzyskała tytuł magistra inżyniera biotechnologii. W tym samym roku podjęła pracę jako stażysta chemik w Instytucie Ciężkiej Syntezy Organicznej „Blachownia”, gdzie pracowała do roku 2008, przy czym od 2006 r. zajmowała już stanowisko asystenta w Zakładzie Analitycznym. Od 2008 roku Pani mgr inż. Urszula Dorosz jest pracownikiem Grupy Azoty Zakładów Azotowych Kędzierzyn S.A. Do roku 2015 była ona specjalistką ds. REACH, a następnie przez kolejne 4 lata zajmowała stanowisko specjalistki ds. innowacji. Od 2019r. Pani Dorosz pracuje na stanowisku kierowniczym i pełni funkcję kierownika Biura Rozwoju Produktów Organicznych. Pracując zawodowo była zaangażowana w liczne projekty badawcze. W 2017 r. rozpoczęła Ona studia doktoranckie na Wydziale Chemicznym Politechniki Śląskiej w Gliwicach, w ramach programu „Doktorat Wdrożeniowy”, czego końcowym efektem jest rozprawa doktorska przedstawiona do niniejszej recenzji.

**Recenzja części rozprawy doktorskiej zawierającej informacje nieobjęte tajemnicą prawnie chronioną.**

Przedmiotem niniejszej recenzji jest fragment jawny rozprawy doktorskiej pt. „Chemoenzymatyczne metody otrzymywania estrów kwasu mlekowego” wykonanej przez Panią mgr inż. Urszulę Dorosz, pod opieką naukową dwóch Pań promotor - Pani dr hab. inż. Danuty Gillner, prof. Politechniki Śląskiej oraz Pani prof. dr hab. inż. Anny Chrobok. Funkcję opiekuna przemysłowego pełniła Pani dr Ewa Pankalla.



Recenzowana rozprawa jest opracowaniem naukowym, którego struktura (podział na rozdziały i podrozdziały), a przede wszystkim formalny podział na część jawną i tajną jest ściśle związany ze specyfiką doktoratów wdrożeniowych, w których część wykonanych badań i ich rezultatów stanowi tajemnicę przedsiębiorstwa. Jest to układ klarowny i nie budzi zastrzeżeń. Tytuł rozprawy odpowiada zawartej w pracy treści. Część jawna została podzielona na 4 rozdziały (Wprowadzenie, Cel pracy, Przegląd literatury, Badania podstawowe) poprzedzone Spisem treści oraz Spisem skrótów i nazw zwyczajowych, uzupełniona Spisami tabel i rysunków znajdującymi się w końcowej części rozprawy. Praca zawiera także spis cytowanych źródeł informacji naukowej zatytułowany Literatura, który obejmuje 140 pozycji. W części jawnej doktorantka zawarła 17 rysunków, które nadają większą przejrzystość prowadzonym rozważaniom oraz 15 tabel zawierających niezbędne zestawienia, klasyfikacje i dane. Od strony formalnej praca w części jawnej nie wzbudza zastrzeżeń. Rysunki i tabele są starannie wykonane i właściwie opisane, a powoływanie się na źródła jest prawidłowe. Do pracy dołączono streszczenie w języku polskim i angielskim oraz życiorys Doktorantki.

Oceniana część dysertacji napisana jest poprawnym i zrozumiałym językiem, ale zawiera pewne niedociągnięcia edytorskie i liczne literówki.

Dysertację rozpoczyna dwustronicowy rozdział zatytułowany „Wprowadzenie”, w którym Autorka w bardzo syntetyczny sposób wskazała przede wszystkim, jak wykonane w ramach pracy badania wpisują się w plany badawcze i rozwojowe Grupa Azoty ZAK S.A, czyli przedsiębiorstwa, w którym jest zatrudniona.

Swoje cele badawcze Doktorantka sprecyzowała w kolejnym rozdziale (Cel pracy). Pani mgr Dorosz podjęła się próby opracowania metody wytwarzania wybranych estrów kwasu mlekowego z wykorzystaniem dwóch niestandardowych, z punktu widzenia produkcji wielkoskalowych, typów katalizatorów, ale co bardzo istotne - metody o potencjale wdrożeniowym. W założeniu opracowana metoda musiała być nie tylko efektywna i zgodna z określonymi wymogami ekologicznymi, ale także musiała być możliwa do zastosowania z wykorzystaniem istniejącej infrastruktury technicznej Grupy Azoty ZAKSA. Wyznaczenie takiego celu badań było jak najbardziej uzasadnione i podyktowane potrzebami przedsiębiorstwa. Opracowanie rozwiązań technologicznych przyjaznych środowisku jako alternatywy dla klasycznych procesów chemicznych wydaje się być bardzo istotne dla każdego zakładu, ponieważ przyczynia się do zwiększenia konkurencyjności oraz do zmniejszonej emisji zanieczyszczeń, czy lepszej gospodarki odpadami.

Na kolejnych stronach rozprawy Autorka umiejętnie wprowadza czytelnika w tematykę swoich badań w rozdziale pt. „Przegląd literatury”, który liczy 39 stron i został opracowany w oparciu o aktualną literaturę naukową, w przeważającej części z ostatnich kilku lat. Doktorantka przedstawiła w nim najistotniejsze informacje związane z estrami kwasu mlekowego poczynając od ich charakterystyki fizykochemicznej, możliwości praktycznego wykorzystania, aż do konwencjonalnych metod ich syntezy, które zestawiała z metodami opartymi o katalizę z wykorzystaniem cieczy jonowych oraz lipaz. Praktycznie każdy podrozdział, w którym Pani



Dorosz analizuje dane zagadnienie jest uzupełniony zestawieniem danych literaturowych w postaci tabeli, które w opinii Recenzentki są bardzo wygodnym i informatywnym sposobem prezentacji porównawczej. Rozdział jest przystępnie napisany i świadczy o tym, że Doktorantka posiada adekwatną do realizowanych badań wiedzę teoretyczną.

Część jawną rozprawy kończy rozdział zatytułowany „Badania podstawowe”, w którym Doktorantka opisała wyniki syntezy modelowych estrów kwasu mlekowego z zastosowaniem wybranych katalizatorów, prowadzone w skali laboratoryjnej. W przypadku zastosowania cieczy jonowych, jako reakcję modelową wybrano estryfikację kwasu mlekowego 2-etyloheksanolem ze względu na tworzenie układu dwufazowego z cieczą jonową, co miało wymiar praktyczny. Schemat postępowania z reakcją modelową, polegał na badaniu wpływu konkretnych paramentów procesu na wydajność syntezy estru, co pozwoliło na wyznaczenie zakresu najbardziej korzystnych warunków reakcji estryfikacji kwasu mlekowego w obecności cieczy jonowej. Z Tabeli 14 (str.57) dowiadujemy się, że w podobny sposób określono zakresy warunków dla syntezy mleczanu *n*-butylu i mleczanu etylu. Zaprezentowane wyniki są zilustrowane wykresami, które są czytelne i dobrze opisane, chociaż pozbawione podstawowych danych statystycznych. Warto nadmienić, że te wyniki stanowią interesujące *novum* i dlatego zostały opublikowane w 2020r. w czasopiśmie *Catalysts* w artykule pt. „*Highly Efficient Biphasic System for the Synthesis of Alkyl Lactates in the Presence of Acidic Ionic Liquids*”, którego Doktorantka jest pierwszą Autorką. Informacja o tym fakcie, w mojej opinii powinna zostać zawarta w treści rozdziału.

Druga część badań podstawowych (podrozdział 2.2) poświęcona została syntezie estrów kwasu mlekowego z wykorzystaniem preparatów lipaz. Ten rozdział był dla mnie szczególnie interesujący jako dla biotechnologa i z racji moich zainteresowań naukowych koncentrujących się wokół katalizy enzymatycznej. Doktorantka przetestowała dostępne komercyjnie preparaty lipazowe w modelowej reakcji estryfikacji kwasu mlekowego *n*-butanolem i na podstawie uzyskanych rezultatów, wytypowała do dalszej części badań jako najbardziej obiecujący preparat lipolityczny PS Amano. Niestety, w mojej opinii opis tego fragmentu badań zostawia pewien niedosyt. Brakuje rzetelnego opisu konkretnych biokatalizatorów (w każdym przypadku powinno być jasno podane źródło enzymu i czy jest to preparat immobilizowany czy też nie) oraz analizy kryteriów jakimi Doktorantka kierowała się przy wyborze takich, a nie innych preparatów w kontekście charakterystyki biokatalizatora i źródła jego pochodzenia. Na podstawie przeprowadzonych eksperymentów, Pani Dorosz wskazała najbardziej obiecujące preparaty tzn. lipazę z *Burkholderia cepacia*, preparat lipazy z *B. cepacia* immobilizowanej na diatomicie (PS Amano) oraz Novozym 435, czyli lipazę z *Candida antarctica* immobilizowaną na żywicy akrylowej. Mimo tego, do badań nad modelową syntezą (mleczanu *n*-butylu) wybrano inny preparat enzymatyczny lipazę CALB – ale zabrakło wyjaśnienia, czym kierowała się Doktorantka wybierając ten konkretny preparat. Schemat postępowania w badaniach nad estryfikacją kwasu mlekowego wobec biokatalizatora obejmował, analogicznie jak w przypadku cieczy jonowych, eksperymenty, których wyniki pozwoliły na wyznaczenie zakresu warunków, w których reakcja modelowa przebiegała z



najwyższą wydajnością. I o ile wcześniej Doktorantka chętnie posługiwała się tabelami, aby podsumować jakiś etap badań, tutaj takiego podsumowania danych dotyczących modelowego procesu estryfikacji wobec preparatu CALB zabrakło. W mojej opinii także dyskusja uzyskanych rezultatów jest nieco zbyt ogólnikowa, bez choćby próby ich powiązania z naturą i specyfiką biokatalizatora. Podrozdział 2.2 kończy przedstawianie efektów syntezy estrów z wykorzystaniem lipazy PS Amano oraz tabela, w której Autorka zestawiała najbardziej korzystne warunki syntezy estrów: mleczanu *n*-butylu i mleczanu 2-etyloheksylu w obecności preparatu PS Amano. Muszę przyznać, że ocena tej części dysertacji nie była dla mnie łatwa, ze względu na fakt, że w rozdziale pt. „Badania podstawowe”, Doktorantka zawarła jedynie opis wyników poszczególnych eksperymentów, bez szczegółów proceduralnych. O ile w przypadku badań związanych z cieczami jonowymi mogłam się posiłkować publikacją w *Catalysts*, to w przypadku badań enzymatycznych tej możliwości nie było.

Mimo kilku krytycznych uwag wyrażonych powyżej, część jawną dysertacji Pani mgr inż. Urszuli Dorosz oceniam pozytywnie zarówno pod kątem zawartości merytorycznej jak i od strony formalnej.

#### **Wnioski końcowe**

Podsumowując ocenę rozprawy doktorskiej Pani mgr inż. Urszuli Dorosz stwierdzam, że posiada Ona wiedzę teoretyczną w dziedzinie nauk ścisłych i przyrodniczych, dyscyplinie nauki chemiczne, a swoją rozprawą doktorską udowodniła umiejętność samodzielnego prowadzenia pracy naukowej o znaczeniu aplikacyjnym. Rozprawa doktorska przedstawiona mi do recenzji, jest bardzo dobrym przykładem realizacji programu „Doktorat Wdrożeniowy” w ramach współpracy przedsiębiorstwa oraz jednostki naukowej. Założone cele badawcze zostały zrealizowane, a uzyskane wyniki eksperymentalne są wartościowe i mają zarówno wymiar poznawczy przede wszystkim w zakresie chemii cieczy jonowych jak i wymiar praktyczny i realny potencjał wdrożeniowy. Doktorantka opracowała alternatywne do istniejącego rozwiązanie, metodę syntezy wybranych estrów kwasu mlekowego, która jest niskoodpadowa, efektywna i energooszczędna, a oparta o wykorzystanie niestandardowego katalizatora – protycznej cieczy jonowej.

Stwierdzam, że rozprawa spełnia wymogi formalne i merytoryczne określone w art. 187 ustawy z dnia 20 lipca 2018r. – Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (j.t. Dz.U. z 2020 r. poz. 85, z późn.zm.) i wnoszę o dopuszczenie, przez Wysoką Radę Dyscypliny Nauki Chemiczne w Politechnice Śląskiej, jej Autorki do dalszych etapów przewodu doktorskiego.

dr hab. inż. Magdalena Klimek-Ochab, prof. uczelni

