

Lublin, 10.03.2026 r.

Recenzja
rozprawy doktorskiej Pani mgr inż. Oliwii Degórskiej
pt. „Wykorzystanie immobilizowanych enzymów w fabrykacji substancji
farmaceutycznie aktywnych”

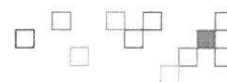
przygotowana na zlecenie Rady Dyscypliny Nauki Chemiczne
Politechniki Poznańskiej
(uchwała RD-4/1/2026 z dnia 10 lutego 2026 roku).

Praca została wykonana pod kierunkiem dr. hab. inż. Jakuba Zdarty, prof. PP na Wydziale Technologii Chemicznej w Instytucie Technologii i Inżynierii Chemicznej Politechniki Poznańskiej.

Realizowane w obecnych czasach operacje technologiczne opierają się na globalnym podejściu uwzględniającym zasady zrównoważonego rozwoju i zielonej chemii. Przejawia się to m. in. zastosowaniem materiałów, które nie generują zanieczyszczeń środowiska, minimalizują zużycie energii i wody, opierają się na surowcach odnawialnych i biodegradowalnych, a także mogą być wielokrotnie wykorzystane w kolejnych cyklach procesowych. Zastosowanie naturalnych enzymów w procesach katalizy enzymatycznej stanowi bardzo dobrą odpowiedź na te wyzwania, gdyż substancje te odznaczają się wysoką selektywnością i działają w łagodnych warunkach. Co więcej, układy biokatalityczne oparte o immobilizowane enzymy pozwalają na zwiększenie aktywności i stabilności poprzez ograniczenie tendencji tych białek do denaturacji (wzrost odporności na zmiany temperatury i pH roztworu, stosowanie rozpuszczalników organicznych), umożliwiają wielokrotne użycie biomolekuł, a także zapewniają zwiększenie wydajności i czystości produktów reakcji, ułatwiają ich odzysk z mieszaniny poreakcyjnej oraz efektywny rozdział enancjomerów. Zalety te są niezwykle istotne w kontekście nowoczesnych metod syntezy substancji farmaceutycznie aktywnych, które koncentrują się na optymalizacji rozwiązań technologicznych w celu spełnienia wymogów produkcji przemysłowej, jednocześnie oferując najwyższe standardy ekologiczne. Proces immobilizacji enzymów prowadzący do ich unieruchomienia może być realizowany bez udziału nośnika oraz wewnątrz lub na powierzchni nośnika. Szeroka gama stosowanych nośników, o pochodzeniu zarówno naturalnym jak i syntetycznym, obejmuje substancje organiczne oraz nieorganiczne, łącznie z materiałami kompozytowymi i sfunkcjonalizowanymi. Do najczęstszych zastosowań takich

układów biokatalitycznych w sektorze farmaceutycznym należą: produkcja leków, w tym synteza produktów chiralnych, wytwarzanie systemów celowanych do kontrolowanego uwalniania substancji czynnych, a także projektowanie biosensorów wykorzystywanych w urządzeniach diagnostycznych.

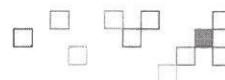
Ten niezwykle ważny i aktualny nurt naukowy stanowi przedmiot rozprawy doktorskiej Pani mgr inż. Oliwii Degórskiej. Autorka skupiła się na opracowaniu, optymalizacji oraz charakterystyce układów biokatalitycznych opartych o enzymy immobilizowane na różnego rodzaju nośnikach, tj. (1) nanocząstkach krzemionki niezmodyfikowanej i zmodyfikowanej przy użyciu 3-aminopropylotrietoksylanu, (2) nanocząstkach krzemionki sfunkcjonalizowanej organosilanami (3-aminopropylotrietoksylanem, trietoksyoktylosilanem, winylotrimetoksylanem i 3-merkaptopropylotrimetoksylanem), (3) hydrożelach poli(akrylamidowych) (PAM) oraz (4) hydrożelach hybrydowych poli(ciecz jonowa)-poli(akrylamid) (PIL-PAM), a także (5) zaawansowanym systemie elektroprzędzonych nanowłókien poli(chlorku winylu) (PVC) domieszkowanych cyrkonowym szkieletem metaloorganicznym MOF UiO-66-NH₂. Wymienione materiały nośnikowe wykorzystano do immobilizacji enzymów z grupy lipaz należących do klasy hydrolaz. Były to lipazy pozyskane odpowiednio z: *Aspergillus niger* (nośnik (1)), *Pseudomonas fluorescens* (nośniki (2) i (4)), *Candida rugosa* (nośnik (3)) oraz *Candida* sp. (nośnik (5)). W celu zwiększenia wydajności i stabilności osadzonych enzymów zastosowano cieczy jonowe ([BMIM]Cl, [BMIM]PF₆, VBIMBr oraz octan choliny). W kolejnym etapie dokonała oceny stabilności uzyskanych układów w szerokim zakresie temperatur (10-80°C) i pH (4-10) oraz określiła możliwości ich wielokrotnego wykorzystania w kolejnych cyklach reakcyjnych. Opracowane systemy biokatalityczne zastosowała w syntezie asymetrycznej substancji farmaceutycznie aktywnych. Każdy z pięciu układów nośnik-enzym został dostosowany do potrzeb katalizowanego procesu i docelowego substratu, a warunki reakcji zoptymalizowane w celu osiągnięcia maksymalnej konwersji, enancjoselektywności i stabilności. Zrealizowano procesy katalityczne obejmujące syntezę i rozdziały racemiczne mieszanin zawierających: (1) ester metylowy ketoprofenu, (2) 3-hydroksy-3-fenylpropanonitryl, (3) ester metylowy ibuprofenu, (4) ester atenololu oraz (5) ester citalopramu. W toku przeprowadzonych eksperymentów określono aktywność biokatalizatorów w zależności od metody immobilizacji (adsorpcja fizyczna, wymiana jonowa, modyfikacja chemiczna), rodzaju modyfikatora, typu cieczy jonowej, masy cząsteczkowej PVC użytego do wytworzenia nośników, ilości unieruchomionego enzymu oraz typu rozpuszczalnika, w którym przebiega



proces katalityczny. Na szczególne podkreślenie zasługuje fakt, że reakcje syntezy i rozdziału estrów przeprowadzono w reaktorach przepływowym, wsadowym i membranowym pracującym w trybie ciągłym, co stanowiło próbę przeniesienia syntezy substancji farmaceutycznie aktywnych w realia praktyki przemysłowej.

Podstawę rozprawy doktorskiej Pani mgr inż. Oliwii Degórskiej stanowi monotematyczny cykl pięciu publikacji naukowych (P1-P5), koncentrujących się na projektowaniu, wytwarzaniu, charakterystyce oraz zastosowaniu nowatorskich układów biokatalitycznych. Ukazały się one w latach 2022-2025 w specjalistycznych czasopismach naukowych indeksowanych w bazie *JCR* - po dwie prace w *Pharmaceutics* i *International Journal of Biological Macromolecules* oraz jedna praca w *Computational and Structural Biotechnology Journal*. Są to opracowania wieloautorskie (od 4 do 7 autorów), we wszystkich publikacjach z cyklu Doktorantka jest pierwszym i korespondencyjnym autorem. Sumaryczny współczynnik wpływu *IF* tych prac wynosi 32,3, natomiast łączna liczba punktów, wynikająca z aktualnie obowiązującego wykazu czasopism *MNiSW*, wynosi 540. Zgodnie z załączonymi oświadczeniami wkład Pani mgr inż. Oliwii Degórskiej w powstanie publikacji był znaczący i obejmował: opracowanie koncepcji i metodologii badań, przeprowadzenie eksperymentów związanych z wytworzeniem, charakterystyką, zastosowaniem i optymalizacją układów biokatalitycznych, opracowanie wyników badań i ich interpretację, przygotowanie manuskryptów oraz zapewnienie finansowania badań w ramach uzyskanych grantów. Dowodzi to wysokiej aktywności Doktorantki we wszystkich etapach procesu badawczego oraz świadczy o Jej bardzo solidnym przygotowaniu merytorycznym i dużej skuteczności w pozyskiwaniu funduszy zewnętrznych (przede wszystkim w ramach konkursu *NCN PRELUDIUM 22*).

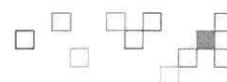
Rozprawa doktorska została napisana w języku polskim i podzielona na 11 rozdziałów. Rozpoczyna się listą skrótów i symboli oraz wykazem publikacji będących jej podstawą. Następnie Autorka zamieściła *Streszczenie* oraz *Abstract* w języku angielskim. W dalszej kolejności przedstawiono *Wprowadzenie teoretyczne*, które zawiera: (1) charakterystykę hydrolaz, ze szczególnym uwzględnieniem lipaz, w kontekście mechanizmu działania, katalizowanych reakcji, ich przykładów i zastosowania; (2) opis procesu immobilizacji enzymów z wykorzystaniem różnych rodzajów nośników oraz (3) przedstawienie zrównoważonych metod syntezy asymetrycznych związków farmaceutycznych. Na tym etapie Pani mgr inż. Oliwia Degórska dokonał przeglądu aktualnej literatury (150 pozycji bibliograficznych), czego rezultatem jest nie tylko spójne i rzeczowe wprowadzenie czytelnika w problematykę pracy, ale również wskazanie problemów, jakie



pojawiają się przy opracowywaniu i realizacji procedur technologicznych opartych na biokatalizatorach.

Kolejny rozdział pracy poświęcono sformułowaniu hipotez badawczych oraz celu pracy. Opierały się one na stwierdzeniach, że: (1) immobilizowane enzymy posiadają zdolność syntezy/konwersji substancji farmaceutycznie aktywnych i (2) odpowiednia kontrola warunków procesu i środowiska reakcji wpływa na wydajność konwersji i czystość uzyskanych produktów. Weryfikacja postawionych hipotez wymagała zdefiniowania celów pracy doktorskiej, które opierały się na: (1) syntezie aktywnych układów immobilizowanych enzymów; (2) wszechstronnej charakterystyce fizykochemicznej wytworzonych układów biokatalitycznych; (3) zdefiniowaniu optymalnych warunków immobilizacji zapewniających uzyskanie najwyższej aktywności katalitycznej oraz (4) zastosowaniu opracowanych układów w syntezie chiralnych substancji farmaceutycznych przy zmiennych warunkach procesowych i zastosowaniu reaktorów pracujących w różnych trybach.

Opis i dyskusję osiągnięć badawczych zamieszczono na 27 stronach i podzielono na trzy bloki tematyczne, które odpowiadały kolejnym etapom badań. Były to: (1) rozwój i charakterystyka strukturalno-morfologiczna systemów biokatalitycznych; (2) ocena stabilności wytworzonych układów oraz (3) zastosowanie immobilizowanych enzymów w syntezie asymetrycznej substancji farmaceutycznie aktywnych. Charakterystyka fizykochemiczna dotyczyła zastosowanych nośników przed modyfikacją oraz po modyfikacji odpowiednim enzymem i obejmowała wykonanie szerokiej gamy analiz prowadzących do: wyznaczenia rozkładu wielkości cząstek (z zastosowaniem metody dynamicznego rozpraszania światła - DLS), weryfikacji skutecznej immobilizacji (metodą spektroskopii w podczerwieni z transformacją Fouriera - FTIR); oceny ilości unieruchomionego enzymu i jego aktywności biokatalitycznej (przy użyciu spektrofotometrii UV-Vis); określenia morfologii warstwy powierzchniowej (z wykorzystaniem technik skaningowej mikroskopii elektronowej - SEM i konfokalnej laserowej mikroskopii skaningowej - CLSM), a także potwierdzenia polimeryzacji podczas otrzymywania hydrożeli hybrydowych (metodą spektroskopii węglowego magnetycznego rezonansu jądrowego - ^{13}C NMR). Z kolei testy stabilności i możliwości ponownego wykorzystania wytworzonych układów koncentrowały się na wyznaczeniu wpływu temperatury i pH na ich aktywność biokatalityczną oraz zachowanie w kolejnych cyklach reakcyjnych. W tym samym kontekście określono wpływ rodzaju cieczy jonowej, ilości unieruchomionego enzymu, typu struktury kompozytowej MOF-PVC, a także czasu przechowywania. Ostatni etap prac w odniesieniu do każdego z pięciu opracowanych układów opartych o immobilizowane enzymy obejmował optymalizację

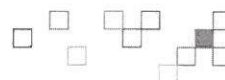


procesów rozdziału i/lub asymetrycznej syntezy substancji farmaceutycznie aktywnych lub związków pośrednich, z których mogą być otrzymane. Wśród analizowanych parametrów procesowych szczególną uwagę zwrócono na czas reakcji, rodzaj zastosowanego rozpuszczalnika, skład medium reakcyjnego, stężenie cieczy jonowej oraz tryb procesu rozdziału (kinetyczny lub dynamiczny). Skuteczność przeprowadzonych reakcji biokatalitycznych kontrolowano na podstawie stopnia konwersji substratu oraz czystości otrzymanych produktów (wyrażonej poprzez nadmiar enancjomeryczny).

Doktorantka podsumowała analizę przedstawionych wyników w oddzielnym rozdziale, formułując najważniejsze wnioski oraz przedstawiając propozycje przyszłych kierunków badań w obrębie zrealizowanej tematyki.

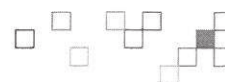
Końcowe fragmenty rozprawy doktorskiej zawierają bibliografię, opis osiągnięć i aktywności naukowej Autorki, teksty publikacji naukowych wchodzących w skład cyklu oraz deklaracje o indywidualnym wkładzie merytorycznym wszystkich współautorów publikacji P1-P5. Praca została przygotowana z zachowaniem dużej staranności edycyjnej, posiada atrakcyjną szatę graficzną, a drobne błędy, takie jak „literówki” i przejęzyczenia pojawiają się sporadycznie.

Zaprezentowany przez Panią mgr inż. Oliwię Degórką bogaty materiał doświadczalny, a także wnikliwa analiza i dojrzała interpretacja uzyskanych wyników wnoszą znaczący element nowości naukowej oraz wzbogaca wiedzę w zakresie projektowania innowacyjnych układów immobilizowanych lipaz wykorzystujących ciecze jonowe w roli aktywatorów i stabilizatorów enzymów. Sformułowane hipotezy badawcze zostały poprawnie zweryfikowane, a postawione cele pracy w pełni zrealizowane. Uzyskane wyniki badań mają nie tylko wysoką wartość poznawczą, ale wykazują również duży potencjał aplikacyjny opracowanych systemów w przemyśle farmaceutycznym. Zaproponowane przez Autorkę nowe rozwiązania obejmujące systemy biokatalityczne oparte na nośnikach nieorganicznych, hybrydowych hydrożelach polimerowych i zaawansowanych nanokompozytach MOF-polimer przyczyniły się do poprawy aktywności enzymów, polepszenia ich odporności strukturalnej oraz wydajności katalizowanych reakcji w zróżnicowanych warunkach procesowych. Co więcej, dokonała tego mając na uwadze założeniami zielonej chemii i koncepcji zrównoważonego rozwoju, a także przy uwzględnieniu zachowania jak najbardziej korzystnego bilansu ekonomicznego.



Poniżej wskazałam najbardziej wartościowe w mojej ocenie osiągnięcia recenzowanej rozprawy doktorskiej, które przyczyniają się do rozwoju technologii biokatalizy i jej zastosowania w syntezie substancji farmaceutycznie aktywne.

- (1) Zaprojektowanie i wytworzenie nowych układów biokatalitycznych opartych na enzymach immobilizowanych na różnych rodzajach nośników – niemodyfikowanej i modyfikowanej nanokrzemionce, hydrożelach poliakryloamidowych oraz materiale hybrydowym MOF-nanowłókna polimerowe.
- (2) Wykazanie, że unieruchomienie lipazy prowadzi do modyfikacji lokalnego środowiska enzymu ułatwiając dostępność substratu do centrum aktywnego, co skutkuje nie tylko zachowaniem, ale w wielu przypadkach wzmocnieniem jego aktywności i enancjoselektywności.
- (3) Wyjaśnienie mechanizmów oddziaływania biomolekuł hydrolaz z zastosowanymi nośnikami i podkreślenie roli „usztywnienia” konformacji enzymu wskutek jego immobilizacji, co w znaczącym stopniu ogranicza dezaktywację białka, nawet w niesprzyjających warunkach termicznych, skrajnych pH układu, czy też w obecności bardziej agresywnych rozpuszczalników organicznych.
- (4) Udowodnienie synergistycznego działania cieczy jonowych (imidazoliowych i na bazie choliny) w stabilizacji trzeciorzędowej struktury unieruchomionych enzymów, które tworząc powłoki hydrofobowe sprzyjają aktywacji międzyfazowej, co jest niezwykle istotne szczególnie dla reakcji prowadzonych w środowisku niewodnym.
- (5) Wskazanie na skuteczność układów biokatalitycznych opartych na hydrożelach, które charakteryzują się ograniczoną mobilnością enzymu i wysoką odpornością na wymywanie.
- (6) Opracowanie procedury otrzymywania elektroprzędzonej membrany MOF-PVC, która stanowi najbardziej zaawansowany nośnik zastosowany w badaniach. Uzyskany kompozyt łączy zalety nośników krzemionkowych i hydrożelowych, minimalizując ograniczenia dyfuzyjne i zapewniając równomierne rozmieszczenie miejsc aktywnych we włóknach polimerowych, przy zachowaniu stabilności mechanicznej i pożądanej porowatości.
- (7) Zdefiniowanie optymalnych warunków procesowych w reakcjach rozdziału mieszanin racemicznych wybranych substancji farmaceutycznie aktywne, które w przypadku

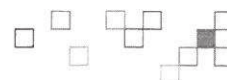


każdego opracowanego układu biokatalitycznego zapewniały uzyskanie pożądanych produktów o wysokiej czystości enancjomerycznej.

- (8) Uzyskanie układów biokatalitycznych, a w szczególności zawierających nośnik MOF-PVC, które ze względu na wysoką stabilność, aktywność i enancjoselektywność, a także możliwość wielokrotnego wykorzystania w kolejnych cyklach reakcyjnych realizowanych w reaktorach z przepływem ciągłym, wykazują duży potencjał do zastosowania w przemyśle farmaceutycznym.

Cykl prac objętych rozprawą doktorską Pani mgr inż. Oliwii Degórskiej został poddany analizie merytorycznej w ramach procesu wydawniczego w czasopismach specjalistycznych. Niemniej jednak w czasie jej lektury zwróciłam uwagę na pewne zagadnienia, które przytoczyłam poniżej i proszę o ich skomentowanie podczas publicznej obrony.

- (1) Na str. 28 znajduje się stwierdzenie: „Wyróżnia się dwa główne mechanizmy: wiązanie kowalencyjne oraz adsorpcję”. Do pierwszego z nich Autorka zalicza tworzenie trwałych połączeń chemicznych między grupami funkcyjnymi enzymu a nośnikiem, natomiast drugi oparty jest na słabych oddziaływaniach fizycznych (tj. hydrofobowych, mostkach wodorowych, czy siłach van der Waalsa). Moim zdaniem stanowi to pewną nieściśłość, gdyż oba mechanizmy mają charakter adsorpcyjny, tylko dotyczą dwóch różnych rodzajów tego procesu – mianowicie adsorpcji chemicznej i fizycznej.
- (2) Na str. 49 Autorka pisze: „Przeprowadzono syntezę innowacyjnych nośników o zdefiniowanych właściwościach odpowiednio dostosowanych do potrzeb enzymu oraz przyszłego procesu syntezy substancji farmaceutycznie aktywnej.” Proszę o bardziej szczegółowe wyjaśnienie kryteriów doboru materiału do immobilizacji danej lipazy.
- (3) Czy rozważano zastosowanie innych polimerów syntetycznych w roli nośników hydrożelowych, które stanowiłyby źródło odmiennych grup funkcyjnych (np. karboksylowych)?
- (4) Na str. 52 podano: „krzemionka wykazuje rozmiary typowe dla nanomateriałów (59-220 nm)”. Według przyjętej definicji uzyskanej na zalecenie Komisji Europejskiej, nanomateriały przynajmniej w jednym wymiarze mają rozmiar 1 – 100 nm. Zatem stwierdzenie Doktorantki nie jest do końca precyzyjne.
- (5) Proszę o bardziej wyczerpujący komentarz dotyczący analizy błędów pomiarowych. W pracy w podpisie rysunków zawarto tylko informację, że odchylenie standardowe odnośnie wszystkich prezentowanych wyników nie przekracza 5%.

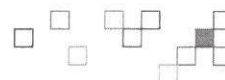


(6) Autorka słusznie uzasadnia wzrost aktywności enzymów związanych z nośnikiem ich zmianami konformacyjnymi po unieruchomieniu. Czy i ewentualnie jakie techniki eksperymentalne można zastosować, żeby jednoznacznie potwierdzić takie zmiany w konformacji immobilizowanych biomolekuł, poprzez np. wyznaczenie wymiarów i kształtu zaadsorbowanych makrocząsteczek białka?

(7) W podsumowaniu wskazano kierunki badań biokatalitycznych, które powinny być rozwijane w przyszłości, m. in. immobilizacja wielu enzymów na jednym nośniku, umożliwiającą wieloetapową syntezę leków chiralnych. Czy w tym kontekście Doktorantka miała na myśli jakieś konkretne układy nośnik-enzymy i katalizowane przez nie bardziej złożone reakcje otrzymywania substancji farmaceutycznie aktywnych?

Pragnę zaznaczyć, że przytoczone powyżej uwagi mają charakter dyskusyjny oraz w żaden sposób nie umniejszają wysokiej wartości merytorycznej uzyskanych wyników i zaprezentowanej ich szczegółowej analizy.

Na całkowity dorobek naukowy Pani mgr inż. Oliwii Degórskiej składa się współautorstwo 14 artykułów opublikowanych w recenzowanych czasopismach specjalistycznych znajdujących się w bazie *JCR* o łącznym *IF* wynoszącym 84,9; 2 rozdziałów w książkach wydanych przez *Elsevier* oraz 13 komunikatów, zaprezentowanych na konferencjach krajowych i zagranicznych, w formie 6 wystąpień ustnych i 7 posterów. Jego analiza wskazuje na ponadprzeciętną aktywność Doktorantki w tym zakresie, która jest godna szczególnego docenienia. Bardzo wysoko oceniam także Jej udział w 3 projektach badawczych finansowanych przez Narodowe Centrum Nauki, a w szczególności realizację grantu 2023/49/N/ST8/03038 uzyskanego w ramach konkursu PRELUDIUM 22, w którym pełniła rolę kierownika. Poza tym uczestniczyła jako wykonawca w projektach 2019/35/D/ST8/02087 (konkurs SONATA 15) oraz 2020/37/K/ST8/03805 (POLN). Poza tym odbyła 6 staży o charakterze naukowym i przemysłowym w ramach programów Erasmus+, NAWA oraz projektu ORBIS. Pobyty te, m.in. 6-miesięczny na Uniwersytecie w Ljubljane (Słowenia), 3-miesięczny na Uniwersytecie Technologicznym w Sydney (Australia), 1-miesięczny na Uniwersytecie Medycznym w Poznaniu czy też 2,5-miesięczny w firmie farmaceutycznej APC Ltd w Dublinie (Irlandia) niewątpliwie przyczyniły się do znacznego wzbogacenia Jej doświadczenia badawczego. To duże zaangażowanie w pracę naukową oraz innowacyjne podejście do badań zostało uhonorowane kilkoma stypendiami przyznanymi przez władze Politechniki Poznańskiej, tj. stypendiami Rektora PP dla wyróżniających się doktorantów (2021-2025) oraz z Własnego Funduszu Stypendialnego PP



(2024). Doktorantka uzyskała również Medal dla wyróżniającego się absolwenta PP (2021), a także zajęła 1. miejsce w europejskim konkursie EU Sparks for Climate (Bruksela, 2024) oraz 2. miejsce w konkursie przemysłowym BASF „Drive Innovation - Rozwiązania dla zrównoważonego rozwoju” (Warszawa, 2024).

Na podstawie przeprowadzonej analizy rozprawy doktorskiej Pani mgr inż. Oliwii Degórskiej jednoznacznie stwierdzam, że Jej wkład w rozwój dyscypliny nauki chemicznej jest znaczący, w szczególności w zakresie projektowania, otrzymywania i optymalizacji zaawansowanych układów biokatalitycznych i ich zastosowania w chiralnej syntezie substancji farmaceutycznych. Szeroki zakres wykonanej pracy doświadczalnej, a także duża umiejętność interpretacji uzyskanych wyników, łącznie z krytycznym podejściem do niektórych rezultatów i wdrażanie ich rozwiązań w kolejnych etapach badań, wskazuje na ugruntowaną i rozległą wiedzę Autorki w zakresie realizowanej tematyki. Powiązanie chemii materiałowej z optymalizacją procesów stanowi nowoczesne podejście w dziedzinie projektowania biokatalizatorów nowej generacji wykazujących wszechstronność funkcjonalną. Dodatkowo, wpisujące się ono w realizowaną aktualnie strategię zrównoważonego rozwoju i koncepcję zielonej chemii.

W podsumowaniu stwierdzam, że recenzowana przeze mnie rozprawa doktorska Pani mgr inż. Oliwii Degórskiej spełnia kryteria określone w art. 187 ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. *Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce* (Dz. U. z 2024 r., poz. 1571 z późn. zm.). Na tej podstawie wnioskuję do Rady Dyscypliny Nauki Chemicznej Politechniki Poznańskiej o dopuszczenie Doktorantki do dalszych etapów przewodu doktorskiego.

Ponadto, uwzględniając ponadprzeciętną i wielokierunkową aktywność naukową Autorki, a także wysoką wartość poznawczą i aplikacyjną zrealizowanych badań składam wnioski o wyróżnienie recenzowanej rozprawy doktorskiej. Stanowi ona bardzo wartościowe opracowanie, które istotnie poszerza wiedzę w zakresie zastosowania biokatalizy w syntezie substancji farmaceutycznie aktywnych. Jednocześnie, proponuje rozwiązania aktualnych problemów biokatalizy przemysłowej wynikających z zapotrzebowania na wielofunkcyjne układy hybrydowe o złożonej strukturze, które wykazywałyby bardzo korzystne parametry procesowe oraz spełniały wymogi ekonomiczne i środowiskowe.

