



Dr hab. Paweł Wydro, prof. UJ
UNIwersytet Jagielloński, Wydział Chemii
Zakład Chemii Fizycznej i Elektrochemii
Zespół Fizykochemii Powierzchni
ul. Gronostajowa 2, 30-387 Kraków
tel. (12) 686-25-19
e-mail: pawel.wydro@uj.edu.pl

Kraków, 23.06.2026

Recenzja

rozprawy doktorskiej Pani mgr Oli Grabowskiej

pt. „Termodynamiczne i strukturalne aspekty oddziaływań związków małocząsteczkowych z albuminą i lizozymem”

Charakterystyka ogólna rozprawy i ocena jej wartości naukowej

Oddziaływania małych cząsteczek z białkami należą do fundamentalnych zagadnień współczesnej chemii biofizycznej, chemii bionieorganicznej i szeroko rozumianej chemii medycznej. To właśnie one decydują o transporcie związków endo- i egzogennych, ich biodostępności, stabilności, toksyczności oraz możliwości wywoływania określonego efektu biologicznego. W przypadku albumin zagadnienie to ma znaczenie szczególne, ponieważ białka te pełnią rolę jednych z najważniejszych transporterów w osoczu krwi i wiążą bardzo szeroką grupę ligandów o zróżnicowanej budowie chemicznej. Równie interesujące są układy z udziałem lizozymu, który ze względu na odmienny ładunek powierzchniowy, zwartą strukturę i funkcję enzymatyczną stanowi cenny model porównawczy dla badań oddziaływań białko-ligand. W dostępnej literaturze naukowej problem wiązania ligandów przez albuminy jest od wielu lat intensywnie badany, szczególnie w kontekście transportu leków, konkurencji o miejsca Sudlowa, interakcji z surfaktantami, jonami metali oraz związkami o potencjalnym znaczeniu biologicznym. Mimo to wiele pytań pozostaje nadal otwartych. Dotyczą one między innymi zależności pomiędzy budową liganda, jego ładunkiem, hydrofobowością, rozmiarem oraz lokalizacją miejsca wiązania w białku, a także konsekwencji strukturalnych i funkcjonalnych takich oddziaływań. Szczególnie wartościowe są więc prace, które nie ograniczają się do opisu pojedynczego kompleksu, lecz próbują wskazać ogólniejsze reguły decydujące o mechanizmie wiązania. W ten właśnie aktualny i ważny nurt badawczy bardzo dobrze wpisuje się tematyka recenzowanej rozprawy doktorskiej.

Rozprawa doktorska Pani mgr Oli Grabowskiej została wykonana na Wydziale Chemii Uniwersytetu Gdańskiego, w Katedrze Chemii Ogólnej i Nieorganicznej, pod kierunkiem dr hab. Dariusza Wyrzykowskiego, prof. UG.

Praca doktorska ma charakter rozprawy opartej na cyklu powiązanych tematycznie publikacji naukowych. Liczy 250 stron i składa się z przewodnika obejmującego streszczenie w języku polskim i angielskim, wprowadzenie literaturowe, cel i zadania badawcze, opis materiałów i metodyki badań, dyskusję wyników, podsumowanie, perspektywy dalszych badań, bibliografię, wykaz publikacji zawartych w rozprawie oraz pozostałych publikacji Autorki. Integralną część pracy stanowią kopie artykułów naukowych zamieszczone w aneksie.

Podstawę rozprawy stanowi dziesięć publikacji naukowych opublikowanych w latach 2021-2025 w czasopismach o zasięgu międzynarodowym, takich jak *Journal of Molecular Liquids*, *Molecules*, *International Journal of Biological Macromolecules*, *Spectrochimica Acta Part A* oraz *International Journal of Molecular Sciences*. W ośmiu spośród tych prac Pani mgr Ola Grabowska jest pierwszą autorką, co świadczy o Jej dominującym udziale w uzyskaniu wyników stanowiących podstawę rozprawy.

Wprowadzenie literaturowe zostało przygotowane starannie i w sposób bardzo użyteczny dla czytelnika. Autorka omawia albuminy BSA i HSA oraz lizozym jako dwa komplementarne układy modelowe, charakteryzuje klasy badanych ligandów, a następnie przedstawia podstawy izotermicznego miareczkowania kalorymetrycznego. Dobór zagadnień jest logiczny i dobrze uzasadnia koncepcję pracy. Szczególnie cenne jest to, że Autorka nie traktuje albumin i lizozymu jako przypadkowych białek modelowych, lecz jasno wyjaśnia, dlaczego ich odmienne właściwości strukturalne, ładunkowe i funkcjonalne pozwalają odróżnić oddziaływania specyficzne, związane z obecnością wnęk wiążących, od oddziaływań bardziej powierzchniowych, zdominowanych przez elektrostatykę. Pozwala mi to stwierdzić, że Doktorantka posiada bardzo dobrą znajomość aktualnego stanu wiedzy w obszarze związanym z tematyką rozprawy. Na podkreślenie zasługuje również dobór ligandów małocząsteczkowych. W pracy przeanalizowano anionowe surfaktanty, tj. 1-alkilosiarczany i 1-alkilosulfoniany o różnej długości łańcucha węglowodorowego, jon tetrafenyloboranowy, polioksowanadany oraz jony heksacyjanożelazianowe(II)/(III). Związki te różnią się rozmiarem, ładunkiem, rozkładem gęstości ładunku, hydrofobowością i zdolnością do agregacji. Taki dobór układów badawczych jest dobrze przemyślany, ponieważ pozwala przejść od opisu pojedynczych przypadków do szerszej analizy zależności struktura-właściwości-oddziaływanie z białkiem. Właśnie ten aspekt uważam za jedną z najważniejszych zalet rozprawy.

Część metodyczna pracy wskazuje na bardzo szeroki i nowoczesny warsztat badawczy Doktorantki. Głównym narzędziem analizy była izotermiczna kalorymetria miareczkowa, która umożliwiła wyznaczenie stałych trwałości kompleksów, stechiometrii oraz parametrów termodynamicznych wiązania. Wyniki ITC zostały jednak konsekwentnie uzupełnione badaniami

z zastosowaniem spektroskopii fluorescencyjnej, spektrofotometrii UV-Vis, spektroskopii dichroizmu kołowego, skaningowej kalorymetrii różnicowej, konduktometrii, woltamperometrii cyklicznej, a także testami cytotoksyczności, testami biochemicznymi i biologicznymi oraz obliczeniami teoretycznymi, w tym modelowaniem molekularnym. Tak szeroki zestaw metod należy uznać za jedną z mocnych stron rozprawy, ponieważ pozwolił Autorce powiązać dane termodynamiczne z informacjami strukturalnymi, funkcjonalnymi i obliczeniowymi.

W pierwszym cyklu badań Doktorantka analizowała oddziaływanie dodecylosiarczanu sodu z albuminą surowicy bydlęcej. Wyniki pokazały, że BSA posiada co najmniej dwa specyficzne miejsca wiązania SDS, a mechanizm kompleksowania zależy od pH i temperatury. Ważne jest wykazanie, że wiązanie SDS nie jest procesem prostym, jednorodnym i możliwym do opisu wyłącznie jednym parametrem powinowactwa. Autorka, łącząc ITC, fluorescencję, CD, DSC oraz symulacje dynamiki molekularnej, wskazała różnice pomiędzy miejscami wiązania oraz pokazała, że pierwsze miejsce ma szczególne znaczenie dla modyfikacji właściwości fizykochemicznych albuminy. Wyniki te dobrze wpisują się w literaturę dotyczącą oddziaływania surfaktantów z białkami, ale jednocześnie ją uzupełniają przez szczegółową analizę wpływu warunków eksperymentalnych.

Bardzo interesującą część rozprawy stanowią badania oddziaływania jonu tetrafenyloboranowego z BSA. Jon ten, będący modelem dużego, hydrofobowego anionu organicznego, pozwolił Autorce porównać mechanizm wiązania ligandów amfifilowych i bardziej hydrofobowych. Szczególnie ważne jest wykazanie, że $[B(Ph)_4]^-$ wiąże się w dwóch miejscach albuminy, z których jedno pokrywa się z miejscem wiązania SDS w pobliżu reszty Trp-134, natomiast drugie jest odmienne od miejsca preferowanego przez SDS. Praca pokazuje więc, że nawet w obrębie jednego białka i jednej klasy anionowych ligandów mechanizm wiązania może być silnie zależny od architektury molekularnej liganda, a nie tylko od jego formalnego ładunku.

Za szczególnie wartościowe uważam badania konkurencji pomiędzy polioksowanadanami a jonami dodecylosiarczanowymi wobec albuminy. Ten fragment pracy ma znaczenie nie tylko poznawcze, lecz także praktyczne, ponieważ dotyczy problemu interpretacji wyników testów biologicznych prowadzonych w pożywkach zawierających albuminę. Autorka wykazała, że wiązanie jonów wanadanowych(V) przez albuminę może wpływać na dostępność biologicznie aktywnej frakcji związku, a zastosowanie SDS jako blokera miejsc wiązania pozwala modelowo badać ten efekt. Jednocześnie wyniki wskazują, że efekt biologiczny nie jest prostą konsekwencją samego zablokowania albuminy i zależy od warunków eksperymentu. Taka ostrożna interpretacja danych świadczy o dojrzałości naukowej Doktorantki.

Kolejny ważny element rozprawy stanowi porównanie właściwości kompleksotwórczych 1-alkilosiarczanów i 1-alkilosulfonianów. Z pozoru niewielka różnica strukturalna, polegająca na obecności lub braku atomu tlenu pomiędzy łańcuchem alkilowym a grupą sulfonową, okazała się mieć istotne konsekwencje dla mechanizmu oddziaływania z albuminami. Wyniki pokazują, że siła wiązania, liczba miejsc, bilans entalpowo-entropowy oraz lokalizacja liganda zależą zarówno od długości łańcucha hydrofobowego, jak i od charakteru grupy polarnej. Na tle literatury dotyczącej oddziaływań surfaktant-białko jest to wartościowy wkład, ponieważ pozwala lepiej zrozumieć, w jaki sposób subtelne modyfikacje struktury detergentu przekładają się na jego powinowactwo do białek osocza.

Istotnym uzupełnieniem tej części rozprawy są badania procesów agregacji surfaktantów. Autorka wykazała, że 1-dodekanosulfonian sodu zachowuje się inaczej niż krótsze homologi i może specyficznie współuczestniczyć w tworzeniu miceli SDS. Wynik ten ma znaczenie dla interpretacji badań prowadzonych w układach zawierających mieszaniny surfaktantów, ponieważ pokazuje, że obserwowane efekty nie muszą wynikać wyłącznie ze zmiany siły jonowej, lecz mogą być konsekwencją rzeczywistego wbudowywania się jednego surfaktantu w agregaty drugiego.

Na duże uznanie zasługuje część rozprawy poświęcona tworzeniu kompleksów inkluzyjnych surfaktantów z beta-cyklodekstryną oraz ochronie struktury lizozymu. Doktorantka wykazała, że beta-cyklodekstryna może działać jako molekularna pułapka dla hydrofobowych łańcuchów surfaktantów, ograniczając ich destrukcyjny wpływ na białko. Szczególnie interesujące jest pokazanie, że w układzie K12S-lizozym-beta-CD możliwe jest przywrócenie struktury i stabilności termicznej białka. Ten fragment pracy ma w mojej ocenie bardzo wyraźny potencjał aplikacyjny, ponieważ wskazuje na możliwość kontrolowania niepożądanych oddziaływań surfaktantów z białkami przez zastosowanie odpowiednio dobranych receptorów supramolekularnych.

Ostatni cykl badań dotyczył oddziaływania jonów heksacyjanożelazianowych(II)/(III) z albuminami i lizozymem. Jest to dobrze zaplanowany model pozwalający oddzielić wpływ ładunku i elektrostatyki od wpływu hydrofobowości liganda. W przypadku albumin wykazano jedno główne miejsce wiązania i powierzchniowy, niedestrukcyjny charakter oddziaływań. W przypadku lizozymu pokazano wyraźną zależność siły wiązania od ładunku liganda, przy zachowaniu aktywności enzymatycznej. Szczególnie cenne jest połączenie danych termodynamicznych, strukturalnych, elektrochemicznych, enzymatycznych i obliczeniowych, które pozwoliło wykazać, że silne oddziaływania elektrostatyczne z powierzchnią białka nie muszą oznaczać zaburzenia jego funkcji katalitycznej.

Do najważniejszych osiągnięć Doktorantki zaliczyłbym:

1. Systematyczne określenie wpływu rozmiaru, ładunku, rozkładu ładunku oraz charakteru hydrofilowo-hydrofobowego ligandów na siłę, stechiometrię i lokalizację ich oddziaływań z albuminami oraz lizozymem.
2. Wykazanie, że mechanizm wiązania ligandów małocząsteczkowych z białkami nie zależy od pojedynczej cechy liganda, lecz od synergicznego współdziałania jego budowy, ładunku, hydrofobowości i dopasowania do struktury białka.
3. Scharakteryzowanie oddziaływań SDS i jonu tetrafenyloboranowego z BSA oraz pokazanie, że ligandy o różnej architekturze molekularnej mogą częściowo konkurować o podobne miejsca wiązania, ale jednocześnie wykazywać odmienne preferencje lokalizacyjne.
4. Wykazanie znaczenia albuminy obecnej w pożywkach hodowlanych dla interpretacji aktywności biologicznej jonów wanadanowych(V) oraz wskazanie, że wiązanie związku przez albuminę może wpływać na jego pozorną dostępność biologiczną.
5. Udowodnienie, że niewielkie różnice w strukturze 1-alkilosiarczanów i 1-alkilosulfonianów prowadzą do istotnych różnic w sposobie ich oddziaływania z BSA i HSA.
6. Wykazanie, że beta-cyklodekstryna może skutecznie ograniczać destrukcyjny wpływ długołańcuchowych surfaktantów na lizozym przez tworzenie kompleksów inkluzyjnych.
7. Pokazanie, że wiązanie silnie naładowanych jonów heksacyjanożelazianowych do lizozymu jest zdominowane przez elektrostatykę, ale ma charakter powierzchniowy i nie prowadzi do istotnego zahamowania aktywności enzymatycznej.
8. Połączenie wielu komplementarnych metod eksperymentalnych i obliczeniowych w spójny opis mechanizmów oddziaływania związków małocząsteczkowych z białkami modelowymi.

Analiza przedstawionych w pracy wyników, ich dyskusja i wnioski wskazują, że Doktorantka zrealizowała założone cele badawcze. Co więcej, uzyskane wyniki zostały prawidłowo zinterpretowane na tle dostępnej literatury naukowej, a dyskusja nie ogranicza się do mechanicznego porównania wartości stałych wiązania, lecz prowadzi do sformułowania ogólniejszych wniosków dotyczących roli rozmiaru, ładunku, hydrofobowości i plastyczności białka. W mojej ocenie właśnie ta próba przejścia od opisu pojedynczych układów do zasad bardziej ogólnych stanowi największą wartość naukową rozprawy.

Chciałbym również podkreślić bardzo wysoki poziom dorobku publikacyjnego Doktorantki. Dziesięć artykułów stanowiących podstawę rozprawy, w tym osiem prac pierwszoautorskich,

opublikowanych w rozpoznawalnych czasopismach międzynarodowych, świadczy o dużej aktywności naukowej, umiejętności pracy w interdyscyplinarnym zespole oraz skuteczności w doprowadzaniu badań do publikacji. Dodatkowo załączony do zaproszenia spis dorobku naukowego pokazuje, że aktywność Pani mgr Oli Grabowskiej wykracza poza publikacje bezpośrednio włączone do rozprawy. W świetle załączonego regulaminu wyróżniania rozpraw doktorskich przez Radę Dyscypliny Nauki Chemiczne Uniwersytetu Gdańskiego uważam, że rozprawa posiada wybitne walory poznawcze, a w części dotyczącej ochrony białek przez cyklodekstryny oraz znaczenia albuminy w testach biologicznych również istotny potencjał aplikacyjny.

Pod względem redakcyjnym rozprawa została przygotowana starannie. Układ pracy jest logiczny, a omówienie wyników prowadzi czytelnika od zagadnień najbardziej podstawowych do układów bardziej złożonych. Szczególnie dobrze oceniam syntetyczne tabele podsumowujące wpływ cech strukturalnych ligandów na liczbę miejsc wiązania, lokalizację, zmiany strukturalne białka oraz mechanizm oddziaływania. W tak obszernej rozprawie można oczywiście znaleźć pojedyncze uchybienia stylistyczne lub edycyjne, jednak nie mają one wpływu na moją bardzo wysoką ocenę pracy.

Lektura rozprawy była dla mnie bardzo interesująca, a przedstawione wyniki uważam za wartościowe i dobrze osadzone w literaturze naukowej. Z obowiązku recenzenta chciałbym jednak sformułować kilka pytań i uwag polemicznych, które mogą stać się punktem wyjścia do dyskusji podczas obrony:

1. W pracy dużą rolę odgrywa identyfikacja miejsc wiązania ligandów w białkach, oparta na połączeniu eksperymentów konkurencyjnych, fluorescencji i obliczeń *in silico*. Czy Autorka rozważyła wykorzystanie w przyszłości bardziej bezpośrednich metod eksperymentalnych, takich jak NMR, krystalografia, HDX-MS, SAXS lub mutagenеза ukierunkowana, które mogłyby dodatkowo potwierdzić proponowane lokalizacje ligandów?
2. Modele dopasowania danych ITC dla układów białko-ligand bywają wrażliwe na przyjętą liczbę miejsc wiążących, zakres stężeń, czystość białka oraz możliwe procesy uboczne, takie jak agregacja surfaktantów. Które z tych czynników Autorka uważa za najważniejsze źródło niepewności w analizowanych układach?
3. W rozprawie bardzo interesująco pokazano różnice pomiędzy oddziaływaniem wybranych ligandów z BSA i HSA. Na ile, zdaniem Autorki, wyniki uzyskane dla BSA można ekstrapolować na albuminę ludzką, a w których przypadkach takie przeniesienie może być obarczone największym ryzykiem?

4. W badaniach biologicznych SDS został wykorzystany jako bloker miejsc wiązania albuminy. Ponieważ SDS sam w sobie może oddziaływać z wieloma składnikami układu biologicznego, warto byłoby podczas obrony szerzej przedyskutować, jakie dodatkowe doświadczenia kontrolne mogłyby najlepiej oddzielić efekt blokowania albuminy od bezpośredniego wpływu SDS na komórki lub inne składniki pożywki.
5. W części dotyczącej ochronnego działania beta-cyklodekstryny bardzo interesujące byłoby rozwinięcie zagadnienia zakresu ogólności tego efektu. Czy podobny mechanizm można przewidywać dla innych białek i innych surfaktantów, czy też skuteczność ochrony będzie silnie zależna od geometrii wnęki cyklodekstryny oraz długości łańcucha hydrofobowego liganda?
6. W rozprawie zaproponowano ogólne zasady wiązania ligandów z białkami wynikające z synergii rozmiaru, ładunku i charakteru hydrofilowo-hydrofobowego. Który z tych parametrów Autorka uważa za najbardziej przydatny przy projektowaniu nowych ligandów o kontrolowanym powinowactwie do albuminy?
7. Jako drobną uwagę redakcyjną wskazałbym, że niektóre fragmenty wprowadzenia dotyczące podstaw termodynamiki i interpretacji parametrów ITC są bardzo dydaktyczne. Z punktu widzenia czytelnika specjalizującego się w chemii fizycznej można byłoby je nieco skrócić, pozostawiając więcej miejsca na krytyczne porównanie wyników własnych z literaturą.

Powyższe uwagi nie obniżają mojej bardzo wysokiej oceny rozprawy doktorskiej Pani mgr Oli Grabowskiej. Mają one przede wszystkim charakter dyskusyjny i dotyczą dalszego rozwinięcia badań, a nie zasadniczych braków pracy. Rozprawa prezentuje niezwykle wysoki poziom merytoryczny, jest oparta na dobrze zaplanowanych i rzetelnie wykonanych badaniach, a jej wyniki zostały opublikowane w uznanych czasopismach naukowych. Doktorantka wykazała się bardzo dobrą znajomością literatury, umiejętnością samodzielnego prowadzenia badań naukowych, krytycznego opracowania wyników oraz formułowania wniosków o znaczeniu wykraczającym poza analizowane przypadki modelowe.

Wniosek końcowy

Rozprawę doktorską Pani mgr Oli Grabowskiej oceniam bardzo wysoko. Praca zawiera oryginalne i wartościowe wyniki badań, wnosi istotny wkład do chemii biofizycznej, chemii bionieorganicznej oraz badań nad oddziaływaniami związków małocząsteczkowych z białkami, a przedstawione w niej wyniki zostały uzyskane z wykorzystaniem szerokiego, nowoczesnego i właściwie dobranego warsztatu eksperymentalnego oraz obliczeniowego. Doktorantka wykazała się bardzo dobrą

znajomością aktualnego stanu wiedzy, umiejętnością samodzielnego formułowania problemów naukowych, właściwego planowania badań, krytycznej analizy wyników oraz dojrzałością w ich interpretacji na tle dostępnej literatury naukowej.

W mojej ocenie szczególna wartość rozprawy polega nie tylko na wyznaczeniu parametrów termodynamicznych dla szeregu układów ligand-białko, lecz przede wszystkim na próbie sformułowania ogólniejszych zależności pomiędzy strukturą ligandów, ich ładunkiem, hydrofobowością, rozmiarem, lokalizacją miejsca wiązania oraz konsekwencjami strukturalnymi i funkcjonalnymi oddziaływań z białkami. Autorka nie ograniczyła się do opisu pojedynczych układów modelowych, ale zestawiała wyniki uzyskane dla różnych klas ligandów i dwóch kontrastujących białek, co pozwoliło Jej pokazać, że mechanizm wiązania jest wynikiem współdziałania wielu czynników, a nie prostą konsekwencją jednej cechy liganda, na przykład jego ładunku lub hydrofobowości. Takie podejście świadczy o dojrzałości naukowej Doktorantki i nadaje pracy wartość wykraczającą poza analizę poszczególnych układów eksperymentalnych. Biorąc pod uwagę powyższe, stwierdzam, że rozprawa doktorska Pani mgr Oli Grabowskiej pt. „Termodynamiczne i strukturalne aspekty oddziaływań związków małocząsteczkowych z albuminą i lizozymem” odpowiada warunkom określonym w art. 187 ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce oraz wnoszę do Rady Dyscypliny Nauki Chemiczne Uniwersytetu Gdańskiego o dopuszczenie Pani mgr Oli Grabowskiej do dalszych etapów postępowania w sprawie nadania stopnia doktora w dziedzinie nauk ścisłych i przyrodniczych, w dyscyplinie nauki chemiczne.

Jednocześnie składam wniosek o wyróżnienie recenzowanej rozprawy doktorskiej. U podstaw tego wniosku leży wysoka wartość naukowa uzyskanych wyników, ich oryginalność, bardzo szeroki i konsekwentnie wykorzystany warsztat badawczy, a także ponadprzeciętny dorobek publikacyjny Doktorantki. Rozprawa opiera się na dziesięciu powiązanych tematycznie publikacjach naukowych, w większości opublikowanych w uznanych czasopismach międzynarodowych, przy czym w ośmiu z nich Pani mgr Ola Grabowska jest pierwszą autorką. Świadczy to nie tylko o Jej bardzo dużym udziale w powstaniu wyników stanowiących podstawę rozprawy, lecz także o umiejętności doprowadzania badań do postaci publikacji naukowych w czasopismach o międzynarodowym zasięgu.

Na szczególne podkreślenie zasługuje również interdyscyplinarny charakter przeprowadzonych badań. Doktorantka połączyła izotermiczne miareczkowanie kalorymetryczne, spektroskopię fluorescencyjną, spektroskopię UV-Vis, dichroizm kołowy, skaningową kalorymetrię różnicową, konduktometrię, woltamperometrię cykliczną, testy biologiczne i biochemiczne oraz metody obliczeniowe. Dzięki temu uzyskała wieloaspektowy obraz badanych oddziaływań, obejmujący

zarówno parametry termodynamiczne, jak i informacje strukturalne, funkcjonalne oraz molekularne. Tak szerokie i spójne wykorzystanie metod badawczych wyraźnie przekracza standardowy zakres prac doktorskich opartych wyłącznie na jednej grupie technik eksperymentalnych.

Za wyróżnieniem rozprawy przemawia także znaczenie uzyskanych wyników. Praca wnosi istotny wkład w zrozumienie mechanizmów oddziaływania anionowych surfaktantów, hydrofobowych anionów organicznych, polioksowanadanów oraz jonów heksacyjanożelazianowych z albuminami i lizozymem. Szczególnie wartościowe są wyniki dotyczące wpływu subtelnych różnic strukturalnych pomiędzy 1-alkilosiarczanami i 1-alkilosulfonianami na sposób wiązania z albuminami, analiza konkurencji ligandów o miejsca wiązania w albuminie, wykazanie możliwości ograniczania destrukcyjnego wpływu surfaktantów na lizozym przez tworzenie kompleksów inkluzyjnych z beta-cyklodekstryną oraz pokazanie, że silne oddziaływania elektrostatyczne jonów heksacyjanożelazianowych z lizozymem nie muszą prowadzić do zaburzenia funkcji enzymatycznej białka.

W mojej ocenie rozprawa Pani mgr Oli Grabowskiej posiada wybitne walory poznawcze, a w wybranych aspektach również istotny potencjał aplikacyjny, zwłaszcza w kontekście interpretacji wyników testów biologicznych prowadzonych w obecności albuminy oraz projektowania układów ograniczających niepożądane oddziaływania surfaktantów z białkami. Dojrzałość interpretacji, skala dorobku publikacyjnego, spójność cyklu badań oraz znaczenie uzyskanych wyników w pełni uzasadniają wniosek, że recenzowana rozprawa ma charakter pracy wyróżniającej się.