

Wrocław, 17.03.2023 r.

dr hab. inż. Izabela Polowczyk, profesor uczelni
Katedra Inżynierii Procesowej i Technologii Materiałów
Polimerowych i Węglowych
Wydział Chemiczny
Politechnika Wrocławska

Recenzja rozprawy doktorskiej mgr Edyty Rekiel

Przedstawiona do recenzji rozprawa doktorska pt.: „Badania właściwości adsorpcyjnych, agregacyjnych i zwilżających mieszanin zawierających biosurfaktanty, surfaktant niejonowy i etanol” została wykonana w Katedrze Zjawisk Międzyfazowych Instytutu Nauk Chemicznych Wydziału Chemii UMCS w Lublinie, w renomowanym i wiodącym ośrodku badawczym, specjalizującym się w badaniach zjawisk zachodzących na granicach faz. Praca została wykonana pod kierunkiem prof. dr hab. Anny Zdziennickiej.

Rozprawa została napisana w języku polskim i stanowi kompendium sześciu publikacji naukowych z lat 2020-2022, które ukazały się w czasopismach z listy JCR. Prace zostały opublikowane w następujących czasopismach: *Molecules* (dwie prace), *Journal of Molecular Liquids* (dwie prace), *Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects* oraz *International Journal of Adhesion and Adhesives*. Sumaryczny współczynnik oddziaływania IF tych prac wynosi 30,1, a łączna liczba punktów MNiSW to 650. Są to publikacje wieloautorskie. Dwie mają czterech autorów, a pozostałe cztery – trzech autorów. We wszystkich pracach Doktorantka jest pierwszym autorem, w żadnej z prac nie jest autorem korespondencyjnym. Zgodnie z deklaracją pani mgr Edyty Rekiel, jej udział w powstaniu tych publikacji jest wiodący i wynosił od 50 do 60% (średnio 56%). W oświadczeniach Doktorantki wyraźnie jest określony jej merytoryczny i procentowy wkład w powstanie każdej z publikacji. Deklarowany udział Doktorantki polegał na przeprowadzeniu wszystkich badań eksperymentalnych, wizualizacji oraz interpretacji otrzymanych wyników, a także gromadzeniu literatury przedmiotu oraz współredagowaniu i edycji odpowiedzi na recenzje. W dwóch pracach Doktorantka przygotowała koncepcję badań i dobrała odpowiednią metodologię, a w trzech zaplanowała badania eksperymentalne i dokonała formalnej analizy otrzymanych wyników. W wymienionych pracach uczestniczyła również aktywnie w pisaniu i edycji oryginalnej wersji manuskryptu lub jego współredagowaniu.

Jak wcześniej nadmieniałam, przedstawiona do recenzji rozprawa doktorska jest kompilacją sześciu opublikowanych i powiązanych tematycznie publikacji naukowych. Razem z bibliografią zawarła się na ok. 70 stronach. Dodatkowo Doktorantka jako załączniki dodała pełne teksty publikacji będących podstawą rozprawy doktorskiej wraz z oświadczeniami współautorów. Na pierwszych stronach pracy można znaleźć półtorastronicowe streszczenie, zarówno w języku polskim, jak i w języku angielskim. A dalej wykaz publikacji z cyklu wraz z deklaracją Doktorantki, co do jej wkładu w powstanie każdej z nich. Do każdej publikacji dołączona została informacja na temat punktacji wg. Ministerstwa Edukacji i Nauki (MEiN), wartości wskaźnika wpływu zgodnie z rokiem publikacji (IFrok) oraz wskaźnika wpływu na przestrzeni ostatnich pięciu lat (IF5-letni).

Właściwą część opracowania Doktorantka zawarła w rozdziale zatytułowanym, moim zdaniem dość niefortunnie, „Komentarz do rozprawy doktorskiej”. Na początku rozdziału, w celu ułatwienia czytelnikowi orientacji w dość licznych skrótach i symbolach użytych w treści pracy, zamieszczono ich wykaz. W podrozdziale „Wstęp” zostały scharakteryzowane biosurfaktanty oraz niejonowe surfaktanty syntetyczne z grupy Tritonów. Przedstawiono również uzasadnienie wyboru tematu i konieczności podjęcia badań i zakres prac. Nie wskazano natomiast wyraźnie celu pracy. Brak go również

w streszczeniu pracy. Doktorantka wskazuje na wysokie koszty otrzymywania ramnolipidu i surfaktyny, co, jej zdaniem, ogranicza ich powszechne zastosowanie oraz użycie ich raczej jako dodatków do klasycznych surfaktantów. Jako uzasadnienie do podjęcia tematu rozprawy doktorskiej podaje brak w literaturze badań dotyczących analizy właściwości mieszanin biosurfaktantów i surfaktantów syntetycznych w oparciu o właściwości fizykochemiczne poszczególnych ich składników, zwłaszcza że, jak pisze Doktorantka, odpowiednio dobrana mieszanina różnego typu surfaktantów może wykazywać działanie synergetyczne, co w efekcie zredukowałoby ilość stosowanych surfaktantów. Z kolei dodatek związku organicznego (np. etanolu) do roztworu biosurfaktantu przyczynia się do redukcji napięcia powierzchniowego i powstawania mieszanych micel, co wymaga badania w kierunku oceny wzajemnego wpływu składników takiej mieszaniny na właściwości adsorpcyjne, agregacyjne, adhezyjne i zwilżające mieszanin. Oczekiwana jest zmiana nie tylko właściwości wnętrza roztworu, ale również struktury i składu warstw adsorpcyjnych na granicy faz roztwór–powietrze i ciało stałe–roztwór, co ma znaczący wpływ na wielkość pracy kohezji i adhezji roztworu do powierzchni ciała stałego, czyli jego zwilżanie przez ten roztwór. Jak wykazała Autorka, w literaturze można znaleźć tylko nieliczne badania dotyczące wymienionych powyżej właściwości fizykochemicznych mieszanin biosurfaktantów z klasycznymi surfaktantami i nie są one oparte na kompleksowej analizie termodynamicznej uwzględniającej właściwości poszczególnych składników mieszanin. A zatem, z praktycznego i teoretycznego punktu widzenia, uzasadnione było poznanie wpływu surfaktantu niejonowego oraz etanolu na krytyczne stężenie micelizacji, stopień hydratacji oraz adsorpcję biosurfaktantów na granicy różnych faz.

Na kolejnych stronach opracowania Doktorantka przedstawiła i omówiła wyniki badań właściwości fizykochemicznych pojedynczych roztworów ramnolipidu, surfaktyny, Tritonu X-165 oraz etanolu. W dalszej części Autorka omawia wyniki badań właściwości adsorpcyjnych i agregacyjnych dla układów mieszanych biosurfaktantów z etanolem oraz biosurfaktantów z surfaktantem niejonowym Triton X-165. Następny rozdział poświęcony jest właściwościom zwilżającym roztworów mieszanych. Całość zajmuje 36 stron. We wnioskach Autorka zawarła jedenaście najważniejszych, jej zdaniem, osiągnięć uzyskanych na podstawie wyników z przeprowadzonych badań i ich analizy termodynamicznej. Bibliografia umieszczona w pracy zawiera 111 starannie dobranych pozycji literaturowych, zarówno publikacji dotyczących podstawowych informacji na temat produkcji, właściwości biologicznych i zastosowania biosurfaktantów, jak i klasycznych pozycji dotyczących badania właściwości adsorpcyjnych i agregacyjnych mieszanin surfaktantów, również w roztworach z alkoholami, oraz fizykochemii powierzchni swobodnej i ciała stałego. Dobór pozycji literaturowych oraz sam przegląd literatury, jaki został przedstawiony w opracowaniu, świadczą o wysokim poziomie wiedzy i umiejętności Doktorantki z zakresu omawianych zagadnień. W pracy zamieszczono także informacje o dorobku naukowym Doktorantki z wykazem jej publikacji, komunikatów ustnych oraz posterowych na konferencjach naukowych. Dalej można znaleźć listę szkół letnich, w których Doktorantka brała udział, wykaz nagród i wyróżnień, które otrzymała, informacje o odbytym stażu naukowym oraz działalności organizacyjnej, w którą była zaangażowana będąc na studiach doktoranckich. Na końcu pracy Doktorantka zamieściła wszystkie publikacje stanowiące podstawę rozprawy doktorskiej, wraz z dokładnymi oświadczeniami każdego ze współautorów, co do jego roli w procesie powstawania poszczególnych prac.

Oceniając całościowy dorobek naukowy pani mgr Edyty Rekiel zauważam, że oprócz tych 6 publikacji naukowych, które Doktorantka przedstawiła jako swoje oryginalne osiągnięcie i wybrała do cyklu, jest ona również autorką i współautorką 2 innych artykułów naukowych w czasopismach naukowych (w *Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects* oraz *Annales UMCS Sectio AA Chemia*), a także dziesięciu rozdziałów w monografiach w języku polskim i jednego w języku angielskim, co w moim mniemaniu, jest wystarczającym osiągnięciem dla młodego naukowca. Indeks Hirscha doktorantki wg bazy Scopus wynosi 4 na dzień przygotowania recenzji, z łączną liczbą 40 cytowani. Pani mgr Edyta Rekiel do tej pory zaprezentowała wyniki swoich badań samodzielnie w formie jedenastu wystąpieniach ustnych, a także była autorką i współautorką siedemnastu posterów na dziesięciu

konferencjach międzynarodowych i jedenastu konferencjach ogólnopolskich. Brała również czynny udział w kilku konferencjach przeznaczonych typowo dla młodych naukowców, takich jak 17th *European Student Colloids Conference*, XI *Ogólnokrajowa Konferencja Naukowa. Młodzi Naukowcy w Polsce - Badania i Rozwój*, czy 9th i 10th *European Young Engineers Conference*. Na jednej z nich jej poster naukowy zajął pierwsze miejsce. W trakcie studiów doktoranckich uczestniczyła w trzech szkołach letnich, jednej on-line (*Supramolecular and Colloid Chemistry and Physics for the Life Sciences, On-line Summer School and Workshop*, Chorwacja), jednej na Litwie (*23rd International Conference-School Advanced Materials and Technologies*) oraz jednej w kraju (*Summer School for PhD Students, Międzynarodowa Szkoła Letnia*). Doktorantka jest również laureatką nagrody JM Rektora UMCS w uznaniu dorobku naukowego na rzecz Uniwersytetu Marii Curie-Skłodowskiej w Lublinie za oryginalne i twórcze osiągnięcia naukowe udokumentowane cyklem artykułów opublikowanych w roku akademickim 2021/2022 z zakresu oddziaływań międzycząsteczkowych i termodynamiki procesu adsorpcji, agregacji i zwilżania układów wieloskładnikowych, a także beneficjentką stypendium z dotacji podmiotowej na dofinansowanie zadań projakościowych w latach 2020/2021 i 2022/2023 oraz stypendium Rektora dla doktorantów w latach 2020/2021. W trakcie studiów doktoranckich odbyła półroczny naukowy staż zagraniczny w Universidad Extremadura w Hiszpanii w ramach projektu „Międzynarodowe Studia Doktoranckie z Chemii” (nr projektu POWR.03.02.00-00-1005/16). Doktorantka wykazała się również znaczącą działalnością organizacyjną na rzecz Uczelni, m.in. jako członek Wydziałowej Komisji Socjalnej, członek Rady Uczelnianej Samorządu Doktorantów UMCS i członek Rady Wydziałowej Samorządu Doktorantów Wydziału Chemii UMCS. Pani mgr Edyta Rekiel od 2019 r. jest członkiem Polskiego Towarzystwa Chemicznego, a w latach 2018-2020 była członkiem Koła Naukowego „Alkahest”.

Badania nad właściwościami adsorpcyjnymi, agregacyjnymi oraz zwilżającymi roztworów mieszanych biosurfaktantów i surfaktantów syntetycznych w obecności roztworach wodnych alkoholi krótkołańcuchowych wydają się interesujące z punktu widzenia rozważań teoretycznych i mogą prowadzić do wniosków mających duży potencjał do zastosowań praktycznych w różnych dziedzinach przemysłu, w tym w przemyśle spożywczym, kosmetycznym, papierniczym, w technologiach uzdatniania wody i oczyszczania ścieków, w przeróbce minerałów, czy w rolnictwie. Z tego powodu uważam, że wybór tematu pracy doktorskiej jest jak najbardziej uzasadniony.

Badania dotyczących wzajemnego wpływu ramnolipidu i surfaktyny, niejonowego Tritonu X-165 oraz etanolu na ich adsorpcję i micelizację oparto na pomiarach napięcia powierzchniowego przeprowadzonych w szerokim zakresie stężenia wybranych biosurfaktantów i TX-165, a także etanolu. Stężenia były dobrane tak, by substancje aktywne powierzchniowo występowały w postaci monomerycznej albo zagregowanej. Badano również kąt zwilżania na powierzchni modelowych ciał stałych: politetrafluoroetyleny, poli(metakrylanu metylu) i kwarcu.

Uważam, że sposób przedstawienia wyników badań w autoreferacie stanowi świadectwo dojrzałości naukowej pani mgr Edyty Rekiel. Autorka zaprezentowała materiał w sposób świadomy i usystematyzowany, dzieląc go na części (podrozdziały) spójne tematycznie. W ten sposób wybrała wyniki z publikacji do cyklu, które odpowiadają omawianemu zagadnieniu, dokonując kompilacji wyników wcześniej opublikowanych. Materiał został podzielony na trzy zagadnienia, którym Doktorantka poświęciła szczególną uwagę i wyciągnęła odpowiednie wnioski. Pierwsze z nich dotyczyło właściwości fizykochemicznych pojedynczych roztworów biosurfaktantów (ramnolipidu i surfaktyny), surfaktantu niejonowego (Triton X-165) oraz etanolu. Kolejne poświęcone zostało właściwościom adsorpcyjnym i agregacyjnym układów mieszanych biosurfaktantów z etanolem oraz biosurfaktantów z niejonowym surfaktantem syntetycznym. Ostatnie zagadnienie obejmowało badania właściwości zwilżające tychże roztworów mieszanych na przykładzie powierzchni modelowych PTFE, PMMA i kwarcu. Taki podział uważam za uzasadniony.

Analizy uzyskanych wyników dokonano w oparciu o termodynamikę roztworów i zjawisk międzyfazowych i zauważono, że izotermy napięcia powierzchniowego wodnych roztworów badanych

mieszanin można opisać równaniem funkcji eksponentyjnej drugiego rzędu również, gdy występują na nich maksima. Również funkcją eksponentyjną o podobnych stałych można opisać izotermę kąta zwilżania, a także przewidywać izotermę w oparciu o wartości kąta zwilżania dla poszczególnych składników mieszaniny. Dodatkowo, na podstawie izoterm napięcia powierzchniowego wyznaczono stężenie powierzchniowe z wykorzystaniem równania Langmuira i zmodyfikowanego równania Frumkina. Na podstawie analizy termodynamicznej procesów micelizacji i adsorpcji zaproponowano równanie na wyznaczenie standardowej swobodnej energii adsorpcji Gibbsa biosurfaktantów i etanolu na podstawie CMC i CAC. W oparciu o wartości katów zwilżania określono kryteria, które powinny być spełnione, aby było możliwe całkowite rozplątanie się roztworu mieszaniny na powierzchni o charakterze apolarnym, monopolarnym i bipolarnym.

Analizując zarówno autoreferat, jak i publikacje wybrane do cyklu, uważam, że najważniejszym osiągnięciem naukowym Doktorantki przedstawionym w pracy jest zaproponowanie metody określania składu mieszanej monowarstwy adsorpcyjnej na podstawie izoterm napięcia powierzchniowego wodnych roztworów składników mieszaniny, a także metody przewidywania wartości kąta zwilżania dla wodnych roztworów mieszaniny substancji powierzchniowo czynnych na podstawie izoterm kąta zwilżania i napięcia powierzchniowego. Za równie ważne uważam wyjaśnienie mechanizmu adsorpcji roztworów wodnych mieszaniny biosurfaktantów z etanolem na granicach faz pomiędzy modelowymi ciałami stałymi (PTFE, PMMA i kwarc) a roztworem. Istotne było także określenie kryteriów, jakie muszą być spełnione przez roztwory wodne mieszanin związków powierzchniowo czynnych z dodatkiem alkoholu krótkołańcuchowego do ich całkowitego rozplątania się na powierzchniach apolarnych, monopolarnych i bipolarnych ciał stałych. Doktorantka zaproponowała również mechanizm adsorpcji mieszanin biosurfaktantu z etanolem na granicy faz ciało stałe-powietrze i ciało stałe-roztwór dla PMMA i kwarcu. Dodatkowo, zmodyfikowała równanie Fainermana i Millera, które używane jest do przewidywania napięcia powierzchniowego roztworów binarnych o stałym składzie surfaktantu, do zastosowania dla roztworów o zmiennym składzie. Doktorantka wyjaśniła również występowanie maksimów na izotermie napięcia powierzchniowego i kąta zwilżania w układach binarnych biosurfaktantu z surfaktantem syntetycznym lub etanolem.

W mojej opinii wnioski, do których Doktorantka doszła w trakcie realizacji pracy doktorskiej, są ważne i mają znaczenie zarówno w nauce, jak i w praktyce przemysłowej.

Praca doktorska została starannie przygotowana pod względem edytorskim, jednak Autorka nie ustrzegła się pewnych błędów. Są to drobne usterki, które nie wpływają na mój pozytywny odbiór pracy. Przedstawiam kilka przykładów:

- Brak konsekwencji w stosowaniu skrótu nazwy surfaktantu niejonowego Triton X-165 – czasami jest to TX-165 a czasami TX165.
- Brak litery „r” w nazwie di-ramolipidu (α -L-ramnopyranozyl- α -L-ramnopyranozyl- β -hydroksydekanoilo- β -hydroksydekanienu) na str. 18.
- Niektóre zdania są zbyt długie i wielokrotnie złożone, a czasami brak znaków interpunkcyjnych lub ich niewłaściwe rozmieszczenie utrudnia zrozumienie pełnego sensu zdania. Np. „Badania te oparto na pomiarach napięcia powierzchniowego przeprowadzonych w temperaturze 293 K w szerokim zakresie stężenia biosurfaktantów, TX-165 i ET tak, aby występowały one w postaci monomerycznej i zagregowanej oraz kąta zwilżania na powierzchni modelowych ciał stałych: politetrafluoroetylen (PTFE), poli(metakrylanu metylu) (PMMA) i kwarcu (Q).” oraz „Jak wynika z Tabeli 1 tendencja tych surfaktantów do adsorpcji na granicy faz woda-powietrze określona poprzez wartość standardowej swobodnej energii adsorpcji Gibbsa (ΔG^0_{ads}) wyznaczoną na podstawie zmodyfikowanego równania Langmuira jest zbliżona.”

Zamieszczone poniżej uwagi mają charakter dyskusyjny i nie podważają wartości merytorycznej przedstawionej do recenzji pracy doktorskiej. Wynikają raczej z ciekawości naukowej, którą we mnie wywołały przedstawione wyniki badań lub pewnych wątpliwości co do sposobu ich interpretacji w autoreferacie lub pewnych stwierdzeń. Ponadto, publikacje wybrane do cyklu były już recenzowane

przez kilku recenzentów, więc nie czuję się zobowiązana do ich krytycznej oceny. Liczę, że Doktorantka odniesie się do moich uwag podczas obrony rozprawy doktorskiej.

- Czy Doktorantka ma wiedzę, jaki jest koszt jednostkowy produkcji kilograma bądź tony biosurfaktantu, np. ramnolipidu czy surfaktyny, i czy w Polsce jest firma, która produkuje którykolwiek biosurfaktant w skali technologicznej, a nie tylko laboratoryjnej?
- W jaki sposób, zdaniem Doktorantki, na wyniki eksperymentalne i obliczenia teoretyczne dla surfaktyny i ramnolipidu wpływa fakt, że komercyjnie dostępne biosurfaktanty stanowią mieszaninę homologów, a zawartość biosurfaktantu w produkcie jest w granicach 95-98%?
- Trochę razi użycie skrótu Q do określenia kwarcu w pełnym tekście (np. określenie granicy faz: Q–woda, Q-powietrze, czy wręcz użycie litery Q zamiast pełnej nazwy kwarcu: „...wokół kropli roztworu osadzonej na powierzchni PMMA lub Q”) - w kontekście użycia skrótów nazw politetrafluoroetyleny i poli(metakrylanu metylu) (PTFE i PMMA), które jest powszechnie przyjęte, poza wykresami, tabelami czy schematami, powinno używać się jednak „kwarc”, a nie jakiegoś przyjętego symbolu, chociaż rozumiem tendencję do skracania nazw w artykułach naukowych.
- Wydaje się zasadne, że w kolejnym kroku należałoby przeprowadzić badania dla układów mieszanych biosurfaktant-surfaktant syntetyczny w roztworze wodnym z dodatkiem etanolu. Pozwoliłoby to ocenić wpływ etanolu na mieszane warstwy związków powierzchniowo czynnych. Czy takie badania już może Doktorantka robiła?
- Co dokładnie chciała przekazać Doktorantka w stwierdzeniu: „...prawdopodobnie przy stałym niskim stężeniu alkoholu ramnolipid wpływa w większym stopniu na adsorpcję etanolu niż odwrotnie. Z kolei wzrost stężenia ET bardziej wpływa na adsorpcję RL niż odwrotnie.”
- Czy zostało określone dokładne stężenie etanolu, przy którym następuje zmiana orientacji biosurfaktantu na powierzchni ciała stałego?
- W pierwszej publikacji z cyklu (D1) w Tabeli 1 podano jedną wartość powierzchni granicznej A^0 dla surfaktyny (93,17 Å²), natomiast w opracowaniu podano dwie wartości, w zależności od konfiguracji. Proszę o wyjaśnienie. Proszę również podać, skąd zaczerpnięto masę molową ramnolipidu i surfaktyny, jaką konkretnie metodą było wyznaczone podane w Tabeli 1 opracowania CMC oraz jaki był średni stopień oksyetylenowania użytego w badaniach Tritonu X-165.
- W pracy napisano: „ Uzyskane wyniki umożliwiły przeprowadzenie termodynamicznej analizy procesu adsorpcji składników mieszanin nie tylko na granicy faz woda-powietrze, ale również ciało stałe-woda i ciało stałe-powietrze, ustalenie relacji pomiędzy ich adsorpcją na tych granicach faz oraz określenie składu mieszanych monowarstw adsorpcyjnych.” Czy granica faz ciało stałe-powietrze dotyczy również biosurfaktantów i X-165 i gdzie Doktorantka spodziewa się znaleźć cząsteczki biosurfaktantów i Tritonu X-165 poza kroplą? Podobnie w stwierdzeniu na str. 28: „Ponieważ γ_{LV} ET oraz biosurfaktantów i TX165 przy orientacji częścią hydrofobową w kierunku powietrza jest mniejsze od γ_{SV} PMMA i Q, a większe od napięcia PTFE, przyjęto, że ich warstwa utworzona na PMMA i Q poza osadzoną kroplą roztworu redukuje napięcie powierzchniowe tych ciał stałych.” oraz w zdaniu: „Tym samym jest możliwe, aby biosurfaktanty i TX165 przechodziły z kropli roztworu umieszczonej na powierzchni Q lub PMMA i zmieniały ich napięcie powierzchniowe wokół kropli”. Oczywiście jest osadzanie się w trakcie badań cząsteczek etanolu na całej powierzchni ciał stałych, również poza obszarem wprowadzania kropli przy pomiarach zwilżania, ale w jaki sposób poza stawianą kroplą znajdują się na tej powierzchni cząsteczki Tritonu czy np. surfaktyny i wpływają na uzyskiwane wyniki. Proszę o pełniejsze opisanie tego zjawiska w trakcie obrony. To są bardzo ciekawe efekty i warto im poświęcić jeszcze trochę czasu dla pełniejszego obrazu zjawiska rozpatrywanego w warunkach równowagi termodynamicznej i w równowadze potencjałów chemicznych wszystkich składników w różnych występujących fazach: stałej, ciekłej i gazowej.
- Wyniki badań otrzymanych przez panią mgr Edytę Rekiel pozwoliły określić mechanizm procesów adsorpcji i zwilżania. Wskazane byłoby uzupełnić informacje, co do wyboru stanu

standardowego przy jakim obliczano standardową energię adsorpcji, aby wyniki uzyskiwane z analizy różnych izoterm adsorpcji mogłyby być ze sobą porównywalne.

- Uważam, że rozpatrywanie znaczenia etanolu jako kosurfaktantu, gdy jest stosowany w ilościach molowych porównywalnych z biosurfaktanami i Tritonem jest nowatorskie, ale też nieco zaskakujące, ponieważ zwykle skutecznymi kosurfaktanami są raczej nieco większe alkohole alifatyczne, np. butanol czy heksanol. Oryginalne jest stosowanie jako kosurfaktantu lub dodatkowego niejonowego surfaktantu wspomnianego etanolu w ilościach rzędu np. 30% wagowych (ale też większych) w stosunku do wody – podstawowego rozpuszczalnika. Dyskusyjne jest traktowanie np. 30% dodatku etanolu jako równoważnego niejonowego surfaktantu obok Tritonu. W rozważaniach nad mechanizmem adsorpcji czy w procesach zwilżania takie podejście jest prezentowane i z niego wynikają zaskakujące wnioski, że kosurfaktant – etanol, powoduje że ramnolipidy czy Triton stają się nieefektywnymi surfaktantami. To przecież cechy, jakie uzyskujemy wtedy, gdy omawiane procesy prowadzimy nie w jednoskładnikowym rozpuszczalniku, czyli w wodzie, ale w dwuskładnikowym rozpuszczalniku. Nie jest ten wątek rozwinięty dalej, tzn. aż do 70 czy 80% roztworów etanolu w wodzie, a miałoby to znaczenie dla wyjaśnienia procesów dezynfekcji powierzchni ciał stałych w czasach pandemii covid. Zatem prośba do Doktorantki, aby przedyskutowała ponownie znaczenie etanolu jako kosurfaktantu, korozpuszczalnika, czy też dwuskładnikowego rozpuszczalnika z wodą.

W pracy doktorskiej ważne jest, aby autor potrafił sformułować problem badawczy, dobrać materiał badawczy i wykorzystał właściwe metody rozwiązania tego problemu. Chciałabym w tym miejscu jednoznacznie stwierdzić, że pani mgr Edyta Rekiel realizując pracę doktorską przyswoiła sobie nowoczesny i wymagający warsztat badawczy. Wybrane techniki badawcze były trafne i pozwoliły na osiągnięcie celu pracy. Doktorantka opanowała również trudną sztukę prawidłowej interpretacji otrzymanych wyników badań. Nie jest dla mnie żadnym zaskoczeniem, że w renomowanym ośrodku znanym z osiągnięć w zakresie badania zjawisk zachodzących na granicach faz, jakim jest Katedra Zjawisk Międzyfazowych Instytutu Nauk Chemicznych Wydziału Chemii UMCS w Lublinie, powstała praca, w której tak wnikliwie i z wykorzystaniem wielu technik badawczych przeanalizowano zagadnienie zmian we właściwościach powierzchniowych roztworów biosurfaktantów w mieszaninie z surfaktantem syntetycznym lub w obecności alkoholu. Zainteresowania badawcze i doświadczenie Pani promotor prof. dr hab. Anny Zdziennickiej nadały kierunek badań i wybór biosurfaktantów, jako materiału o dużym potencjale aplikacyjnym.

Uwagi, które przedstawiłam w recenzji, mają charakter dyskusyjny i nie mają na celu podważenia wartości merytorycznej pracy doktorskiej oraz mojej pozytywnej opinii na jej temat. Jestem zdania, że Doktorantka z powodzeniem zrealizowała założone zadania badawcze, a uzyskane wyniki przyczyniają się znacząco do poszerzenia wiedzy na temat właściwości fizykochemicznych, a także zachowań adsorpcyjnych, agregacyjnych i zwilżających roztworów biosurfaktantów w mieszaninach z niejonowym surfaktantem i w obecności alkoholu krótkołańcuchowego. Moim zdaniem, oceniana rozprawa doktorska zawiera rozwiązania istotnych i interesujących problemów naukowych, spełniając tym samym podstawowe wymagania stawiane w postępowaniach doktorskich.

Podsumowując stwierdzam, że rozprawa mgr Edyty Rekiel spełnia warunki stawiane pracom doktorskim w ustawie z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. 2018 poz. 1668 z późniejszymi zmianami) i niniejszym wnoszę o dopuszczenie Doktorantki do dalszych etapów procedury ubiegania się o stopień naukowy doktora.

Izabela Polowczyk