

Lublin, 27.01.2022

RECENZJA**rozprawy doktorskiej mgr inż. Ilony Marianny Jurek zatytułowanej
„Wpływ ekstraktów roślinnych bogatych w saponiny na właściwości modelowych warstw
biologicznych”**

Rozprawa została wykonana pod kierunkiem Pana Prof. dr hab. inż. Kamila Wojciechowskiego w Katedrze Biotechnologii Medycznej, Wydziału Chemicznego Politechniki Warszawskiej pełniącego funkcję Promotora. Recenzję opracowano na podstawie wniosku Rady Dyscypliny Nauk Chemicznych z dnia 16 grudnia 2021 r. - pismo Dziekana Wydziału Chemicznego, Prof. dr hab. inż. Władysława Wieczorka zgodnie z przepisami zawartymi w ustawie z dnia 20 lipca 2018 w Dziale V o stopniach i tytule w systemie szkolnictwa wyższego i nauki (Art. 187).

Cel i zakres pracy

Głównym celem naukowym recenzowanej dysertacji było zbadanie wpływu, jaki wywierają ekstrakty roślinne bogate w saponiny na właściwości wybranych modeli naskórka oraz porównanie z wpływem surfaktantów syntetycznych w analogicznych warunkach eksperymentalnych. Już na wstępie chcę podkreślić aplikacyjny charakter badań przeprowadzonych w ramach recenzowanej dysertacji. Jest on widoczny na przykładzie trafnie dobranych lipidowych modeli naskórka ludzkiego, modelu naśladującego macierz międzykomórkową warstwy rogowej naskórka, modelu błony komórkowej keratynocytów oraz modelu łoju skórno (sebum). Modele te mogą być niezwykle przydatne w badaniach dotyczących szerokiego spektrum produktów medycznych, farmaceutycznych i kosmetycznych, głównie o charakterze leczniczym i/lub pielęgnacyjno-oczyszczającym.



Tematyka recenzowanej rozprawy mgr inż. Ilony Marianny Jurek jest w moim odczuciu bardzo interesująca, gdyż dotyczy ona istotnego aspektu, zarówno pod względem naukowym, jak i technologicznym, jakim jest określenie wpływu naturalnych ekstraktów roślinnych, oraz syntetycznych surfaktantów wykorzystywanych w produktach myjących na zachowanie się skóry ludzkiej, określenie zdolności emulgowania tłuszczu w obu przypadkach i ewentualnych skutków ubocznych stosowania poszczególnych składników naturalnych/syntetycznych w aspekcie zagadnień związanych z wciąż rosnącą liczbą alergii skórnych u dzieci, a nawet osób dorosłych, jak również z ochroną środowiska. Zastępowanie surfaktantów syntetycznych substancjami naturalnymi o podobnych właściwościach jest wysoce pożądane, jak słusznie zaznaczyła we wstępie Autorka pracy, zagadnienie to jest obiektem zainteresowań wielu grup badawczych. Nowatorskie badania z użyciem po raz pierwszy modelu sebum mogą zostać szerzej wykorzystane w badaniach produktów przeznaczonych do cery trądzikowej, która obecnie nie jest jedynie związana z wiekiem dojrzewania, ale jej przyczyn upatruje się również w zanieczyszczeniu środowiska (w tym gleby, wody i powietrza). Wymienione przeze mnie aspekty w pełni uzasadniają zatem celowość prowadzenia badań opisanych przez mgr inż. Ilonę Jurek w przedłożonej do recenzji dysertacji.

Ocena układu rozprawy

Recenzowana rozprawa jest opracowaniem liczącym 231 stron, zawiera w swej strukturze 72 (prawidłowo 73) wysokiej jakości rysunki oraz 18 tabel, dzięki czemu jej lektura nie jest uciążliwa. Tytuł rozprawy został sformułowany poprawnie i w pełni odpowiada badaniom opisanym w pracy. Językiem wiodącym rozprawy jest język polski, jedynie abstrakt zamieszczony na stronach 11-12 został napisany w języku angielskim. Praca ma typową konstrukcję odpowiednią dla prac doświadczalnych, jest podzielona na dwie główne części (literaturową oraz eksperymentalną). Rozprawa zawiera także:

- Wykaz stosowanych skrótów i symboli;
- Streszczenie;
- Abstrakt;
- Dorobek naukowy autora;
- Cel pracy;
- Część literaturową podzieloną na 6 głównych rozdziałów z podrozdziałami;
- Część eksperymentalną podzieloną na 5 rozdziałów z podrozdziałami.



Pracę kończy część III Podsumowanie i wnioski oraz rozdział Bibliografia (obejmująca aż 316 pozycji literaturowych).

Co warte podkreślenia w całej pracy zamieszczono wiele przejrzystych schematów graficznych ułatwiających swobodne poruszanie się po omawianej tematyce.

Ocena merytoryczna rozprawy

Swoją rozprawę doktorską mgr inż. Ilona Jurek rozpoczęła od wstępu wprowadzającego czytelnika w poruszaną tematykę skóry, jej budowy i funkcji, budowy błony komórkowej, modeli błon ze szczególnym uwzględnieniem najczęściej stosowanych w pracy monowarstw Langmuira (rozdziały 1-3), w rozdziale 4 i 5 szczegółowo omówione zostały: grupa surfaktantów syntetycznych oraz biosurfaktantów pochodzących z ekstraktów roślinnych, czyli te dwie grupy, które wykorzystywano do badań zaprezentowanych w recenzowanej dysertacji. Rozdział 6 o charakterze typowo aplikacyjnym opisuje stosunkowo proste i tanie metody przewidywania potencjału drażniącego zastosowanych składników. Poszczególne rozdziały części literaturowej uzasadniają w sposób jasny i wyczerpujący celowość podjętych przez Doktorantkę badań. Za *novum* tej części można uznać informacje na temat oddziaływań saponin triterpenowych z lipidami oraz białkami naskórka, gdyż w literaturze ogólnodostępnej brakuje takich doniesień lub są one szczątkowe.

Podsumowując część literaturową dysertacji stwierdzam, że została ona bardzo dobrze zaplanowana i w obecnej formie stanowi doskonałe kompendium wiedzy dla każdego z potencjalnych czytelników zainteresowanych tą tematyką, z jej szczegółami można się zapoznać studiując aż 268 odnośników literaturowych, przytoczonych przez Doktorantkę. Zaskakująca jest jednak dla mnie formuła przytaczanych pozycji literaturowych, każdej z osobna (taki styl jest zrozumiały, ale w przypadku prac w wersji on-line, gdy bezpośrednio można wejść w cytowaną pracę) i nie zawsze w kolejności numerycznej od najmniejszej do największej (przykładowo str. 23, 81). Zabrakło mi również odnośników do prac Autorki dysertacji, znalazłam tylko jedną pozycję literaturową [169]. Lektura części zatytułowanej "Rys historyczny" pozostawia pewien niedosyt, w tej części powinno się znaleźć przynajmniej kilka zdań o technice suminagashi (japońskiej technice malowania na wodzie), która obecnie wraca do łask a ściśle łączy się ze wspomnianą przez Doktorantkę techniką marmurkowego barwienia papieru. Główne założenia tej techniki doktorantka stosowała bezpośrednio w swoich badaniach a dodatkowo jest to namacalny dowód, jak ściśle nauka może łączyć się ze sztuką (poproszę Doktorantkę o komentarz).



Część eksperymentalną (doświadczalną) pracy rozpoczyna opis aparatury i metod wykorzystywanych w trakcie badań wchodzących w skład dysertacji (pomiaru relaksacji, reologii powierzchniowej i reflektometryczne z wykorzystaniem wanny Langmuira, badania morfologii monowarstw przy użyciu mikroskopu fluorescencyjnego, pomiaru wielkości cząstek i/lub liposomów przy wykorzystaniu techniki dynamicznego rozpraszania światła). W kolejnych podrozdziałach Autorka zawarła bardzo szczegółowe informacje na temat badanych ekstraktów roślinnych (Tabela 6), surfaktantów syntetycznych (Tabela 7, na marginesie do tej tabeli zabrakło odnośnika w tekście głównym pracy, natomiast Tabela 6 jest cytowana, ale dopiero kilka stron po jej zamieszczeniu, a powinno być odwrotnie).

Naukowa dociekliwość narzuca pojawiające się w trakcie lektury tej części dysertacji następujące pytania. Czym się Doktorantka kierowała przy wyborze szybkości przemieszczania barierki podczas rejestracji izoterm π -A (7 mm/min) i w badaniach reflektometrycznych (0,2 mm/s)? Dlaczego te wartości są różne i stosowane są różne jednostki? W mojej ocenie jest to dość mylące dla potencjalnego czytelnika, zwłaszcza przy porównywaniu wyników, jednostki powinny być ujednolicone we wszystkich metodach, tym bardziej że wykorzystywany był ten sam przyrząd (wanna Langmuira). W rozdziale 10.7 zatytułowanym "Określanie zdolności do emulgowania tłuszczów" nie mam pewności, co do precyzyjności ważenia 1 kropli oleju zabarwionego barwnikiem, ale nawet przy pewnych niedokładnościach prawdopodobnie nie wpłynęło to znacząco na otrzymane wyniki.

W kolejnym z rozdziałów mgr inż. Ilona Jurek szczegółowo opisuje otrzymane wyniki a poszczególne zależności są opatrzone wnikliwą dyskusją. Na str. 130 pojawia się wniosek "za sztywność monowarstwy naśladującej błonę komórkową keratynocytów odpowiada cholesterol". Czy w tych konkretnych układach można mówić o addytywności cech i właściwości poszczególnych składników? Czy cholesterol zawsze odpowiada za sztywność monowarstwy, w każdym typie komórek, a jeśli tak, z czym to jest związane? Proszę się odnieść do tego zagadnienia na bazie Pani badań własnych, jak również doniesień literaturowych.

W kolejnym podrozdziale części doświadczalnej zatytułowanym „Wpływ dodatku konserwantów do ekstraktów roślinnych na modelowe monowarstwy” Doktorantka przedstawiła bardzo ciekawe badania relaksacji i reologii powierzchniowej w obecności mieszaniny konserwantów: benzoesu sodu oraz sorbinianu potasu. W moim przekonaniu są to badania interesujące pod względem aplikacyjnym, jak również badań podstawowych, gdyż mieszanina ta jest często stosowana do konserwacji kosmetyków oraz produktów spożywczych. W związku



z tymi badaniami mam dodatkowe pytanie, który z wymienionych konserwantów zgodnie z obecnym stanem wiedzy jest mniej szkodliwy i czy w badaniach z udziałem monowarstw (przykładowo na podstawie Pani wyników) konserwanty te wykazują synergizm, podobnie jak w przypadku emulsji spożywczych czy też nie?

Podczas omawiania przez Autorkę uzyskanych wyników zaintrygował mnie także podrozdział „Badania reflektometryczne” umieszczony na stronach 160-165. W badaniach zastosowano reflektometrię neutronową i monowarstwę stanowiącą model błony komórkowej keratynocytów (o składzie deuterowane lipidy DPPC/cholesterol w stosunku molowym 7:3). Użycie deuterowanych lipidów miało na celu zwiększenie kontrastu rozpraszania neutronów. Badania te zostały przeprowadzone przez mgr inż. Ilonę Jurek w Instytucie Paula Scherrera (PSI) w Szwajcarii z wykorzystaniem reflektometru AMOR w ramach stażu naukowego (projekt „Effect of (bio)surfactants on skin-mimicking lipid monolayers”). Na podstawie tych badań stwierdzono, że wszystkie roztwory ekstraktów roślinnych tworzą warstwy adsorpcyjne na powierzchni międzyfazowej. Dodatkowo do krzywych reflektancji dopasowano parametry modelu warstwowego za pomocą programu Parratt32. Najlepsze dopasowanie uzyskano dla modelu trójwarstwowego, który zakłada obecność wody, warstwy adsorpcyjnej i warstwy powietrza. Największą grubość warstwy uzyskano dla soi warzywnej (45,8 Å), zaś najmniejszą dla ekstraktów z krowiziołu zbożowego, mydlnicy lekarskiej oraz kasztanowca zwyczajnego (21 Å). Z czego może wynikać tak duża różnica tych wartości, ponad dwukrotna?

W rozdziale 11.2, jednym z bardziej wartościowych pod względem merytorycznym fragmentów recenzowanej dysertacji, zostały opisane nowatorskie badania z udziałem lipidowego modelu sebum ludzkiego. Doktorantka sama podkreśla, że „tego typu badania z wykorzystaniem monowarstwy naśladującej składem lipidowym sebum ludzkie, zostały opisane w literaturze po raz pierwszy”. W tym miejscu (str. 172) należałoby umieścić odnośniki do prac Autorki. Obliczona przeze mnie średnia masa molowa mieszaniny wynosi 430,1 g/mol, a nie jak podano w Tabeli 17 (429 g/mol), prawdopodobnie wynika to z przyjęcia innych dokładności. W tym rozdziale zawarto również ciekawe wnioski dotyczące wpływu szybkości kompresji oraz temperatury (10°C, 15°C, 20°C, 25°C, 35°C, 40°C) na charakterystykę monowarstwy sebum. Przy tej okazji zwróciłam uwagę na fakt, że niektóre badania były prowadzone w temperaturze 21°C (rejestracja izoterm π -A), a niektóre w temp. 25°C albo 35°C (proces inkubacji), jakie przesłanki zdecydowały o różnych wartościach? Z kolei w badaniach dotyczących wpływu temperatury na



monowarstwę sebum można było zastosować temperaturę fizjologiczną (36,6°C zamiast badanej 35°C), w mojej ocenie byłoby to bardziej zasadne pod względem aplikacyjnym.

Podsumowując część eksperymentalną dysertacji mgr inż. Ilony Jurek można stwierdzić, że została ona dobrze zaplanowana i rzetelnie zrealizowana, a sam sposób przedstawienia wyników badań jest przejrzysty i zrozumiały dla potencjalnego czytelnika. Co warto podkreślić badania Doktorantki doskonale wpisują się w nowatorski trend nad projektowaniem naturalnych układów z użyciem biosurfaktantów z grupy saponin o unikalnych właściwościach, a jednocześnie z szerokim spektrum aplikacyjnym (produkty kosmetyczne, medyczne, spożywcze) bądź procesem zastępowania surfaktantów syntetycznych w produktach już dostępnych. Analizując rezultaty badań Doktorantki należy zwrócić uwagę na bardzo duży wkład pracy i wykorzystanie wielu właściwie dobranych metod badawczych, wymagających niezwyklej pracowitości i precyzji.

Autorka na zakończenie każdego z rozdziałów części eksperymentalnej zamieściła krótkie podsumowanie, w którym zawarła najistotniejsze wnioski dotyczące poszczególnych etapów badań, zebrane następnie w rozdziale „Podsumowanie i wnioski” oraz uogólnione w postaci 14 wniosków głównych w rozdziale „Wnioski”. Na podstawie wszystkich przeprowadzonych badań stwierdzono, że żaden z ekstraktów roślinnych nie powoduje degradacji badanych modeli naskórka (lipidowych ani białkowych). Najbardziej pożądane wyniki uzyskano w przypadku ekstraktu z krowiziołu zbożowego, mydlnicy lekarskiej i kasztanowca zwyczajnego. Z tych trzech pod względem aplikacyjnym, jako najbardziej optymalny surowiec do wykorzystania w produktach kosmetycznych wskazano mydlnicę lekarską.

Ostatni rozdział dysertacji „Bibliografia” obejmuje aż 316 pozycji literaturowych, z czego tylko 68 pozycji ukazało się przed rokiem 2000, a zdecydowana większość to prace z lat 2010-2021. Świadczy to o trafnym doborze literatury oraz umiejętności krytycznej analizy dostępnych informacji, a pośrednio także o nowatorskim charakterze badań zawartych w dysertacji i znajomości przedmiotu.

Analizując dorobek Doktorantki kompleksowo godna uwagi jest lista komunikatów i posterów na polskich i międzynarodowych konferencjach, łącznie 8 prezentacji. Doktorantka ma w swoim dorobku 7 artykułów z listy ministerialnej o łącznym IF 19,42 (średnio 2,8 na pracę), co daje 480 pkt. MEiN. Jak już było wspomniane Pani I. Jurek uczestniczyła również w krótkim stażu zagranicznym w Szwajcarii oraz w 2 projektach naukowych (INNOCHEM POIR.01.02.00-00-0005/16, OPUS UMO-2015/19/B/ST4/01748).



Osiągnięcia pracy

Osiągnięcie naukowe Doktorantki w mojej ocenie jest rezultatem konsekwentnej realizacji ciekawych i nowatorskich pomysłów. Sugerują to prześledzone przeze mnie poszczególne etapy badań, począwszy od wyboru układów do badań, zastosowania wielu nowoczesnych technik badawczych, ściśle uzupełniających się oraz dających pełen wachlarz możliwości szczegółowej charakterystyki, trafna analiza uzyskanych wyników i znalezienie potencjalnych obszarów, w których badania tego typu mogą zostać wykorzystane. Do najważniejszych osiągnięć pracy doktorskiej mgr inż. Ilony Jurek należy zaliczyć przede wszystkim:

1. Zmodyfikowanie metody oceny potencjału występowania podrażnień skórnych, z wykorzystaniem białka zeiny, dzięki czemu procedura jest prostsza i co istotne, z ekonomicznego punktu widzenia, tańsza.
2. Scharakteryzowanie monowarstwy naśladującej składem lipidowym sebum ludzkie (po raz pierwszy w literaturze) na bazie surowców spożywczych i kosmetycznych, która z powodzeniem może być stosowana, jako wzorzec do badań sebum ludzkiego.
3. Ekstrakty roślinne bogate w saponiny mogą stanowić wartościowy składnik produktów kosmetycznych, w których ochrona naskórka jest priorytetem, gdyż wykazują zdecydowanie słabsze działanie na modele naskórka niż najczęściej stosowane surfaktanty syntetyczne.

Uwagi i komentarze do pracy

Niestety obowiązkiem każdego recenzenta jest wskazanie wszelkiego rodzaju błędów, nieścisłości oraz niejasności, których uniknięcie przy redagowaniu tak obszernego opracowania jak recenzowana dysertacja (231 stron) jest trudne do osiągnięcia. Poniżej wymienię te niedociągnięcia, które w szczególności zwróciły moją uwagę podczas lektury rozprawy, niektóre z nich mogą być potraktowane, jako zachęta do dyskusji lub dalszych pogłębionych badań:

- 1) Recenzowana dysertacja została napisana w języku polskim, dlatego też powinna być stosowana konsekwentnie odmiana przez przypadki zamiast używania mianownika (np. str. 87), niestety zdarza się to coraz częściej nawet w podręcznikach, jako wynik tłumaczenia z języka angielskiego. Analogicznie w Tabeli 5 w wartościach liczbowych powinny być użyte przecinki zamiast kropek.



- 2) Zgodnie z zaleceniami dotyczącymi nomenklatury i systematyki w wyrazach pochodzących z jez. łacińskiego *in vitro*, *in vivo* (np. str. 187) należy zastosować czcionkę pochyłą, podobnie w nazewnictwie lipidów –*sn* (np. str. 34, str. 112), ekstraktów roślinnych *Glycine max.*, *Fabaceae Lindl.*, *Avena sativa L.* (np. str. 108, 109); w wyrazach *all-trans* lub *gauche* (str. 31) dla odróżnienia od tekstu głównego również można było zastosować czcionkę pochyłą.
- 3) W pracy zdarzają się drobne błędy stylistyczne (np. powtórzenia) i interpunkcyjne, przeskoki myślowe (np. „w niejonowych środkach powierzchniowo czynnych”(str. 79) raczej powinno być „w roztworach niejonowych środków powierzchniowo czynnych”); fragmenty niefortunne stylistycznie, przykładowo (str. 147) „wpływ na albo lipidy, albo białka naskórka”; str. 182 „po wymianie subfazy na żaden z badanych roztworów” lepiej „na dowolny z badanych”; str. 193 „w porównaniu do wszystkich badanych roślin” powinno być „w porównaniu do pozostałych badanych roślin”.
- 4) Czasami wkrada się do zdań pisanych w języku polskim składnia angielska (np. tlenowe ziarniaki, hydrofobowymi ogonami, amfifilową budowę, polarnych rozpuszczalników, syntetyczne surfaktanty (np. str. 196), zdarzają się też zapożyczenia z jęz. angielskiego zamiast odpowiedników polskich: „enkapsulowanego” materiału; tensjoaktywnych (str. 72), supernatant (str. 126), supernatancie (str. 127). Podobnie na dobre zagościł już w polskich pracach wyraz „interakcje”, mimo że mamy odpowiednik „oddziaływania” (np. str. 67). Język polski jest bardzo bogaty, moim zdaniem naukowcy szczególnie powinni dbać o czystość języka polskiego.
- 5) W przypadku kilku ostatnich rysunków pomyłona została numeracja, ponieważ dwa kolejne rysunki mają ten sam numer 68 (str. 180-181). Na niektórych rysunkach w legendzie oraz w podpisach osi brakuje polskich liter. Na str. 87 powinno być „Jak zaprezentowano na rysunku 33” zamiast „na rysunku 37”.
- 6) Z punktu fizyko-chemicznego mało precyzyjne są sformułowania, choć często obecnie stosowane: niezbyt naładowane (str. 48), znaczna adsorpcja (str. 164). W tekście na str. 114 pojawia się wyraz moszcz, powinno być doprecyzowane, że chodzi o świeżo wyciskany sok.
- 7) Kilka razy w pracy zamiast skrótu tzw. został użyty skrót tzn. (np. str. 24, str. 59, str. 100); wyrażenie lub/i (str. 78) raczej stosujemy i/lub, na str. 47 zamieszczono niefortunne sformułowanie „celulozę, chitozan, dekstran czy polielektrolity” (chitozan to przecież polikation).
- 8) W mojej ocenie wszystkie równania w dysertacji powinny być ponumerowane; powinna być także podana czystość wody dejonizowanej (str. 60).



9) Wspominałam już o tym wcześniej, pierwszy raz spotkałam się w doktoracie z taką formułą cytowań, np. str. 149, str. 150. Na str. 193 wstęp do Tabeli 17 powinien znajdować się przed tabelą a nie po niej, zasada ogólna jest taka, że dany rozdział albo podrozdział zaczynamy tekstem a nie tabelą.

10) W rozdziale „Bibliografia” niektóre pozycje literaturowe powtarzają się:

[48] i [63] to ta sama publikacja, podobnie pozycje [141] i [143]; [211] oraz [214]. W wybranych przypadkach brakuje pełnych danych bibliograficznych. Cytowanie [277] powinno zostać doprecyzowane, zamiast nazwisk autorów są tylko inicjały.

W pierwszej części mojej recenzji zaznaczyłam kilka zagadnień, co do których chciałabym, żeby Doktorantka się ustosunkowała, podobnie do poniższych kwestii:

- 1) Czy wartość podana na str. 166, 167 dla owsa zwyczajnego $d_{32} = 643 \pm 90$ nm jest prawidłowa?
- 2) Na Rys. 70 oraz 71 zauważyłam pewną niekonsekwencję w czasach i w temperaturze inkubacji, z czego wynikają te różnice w tych dwóch przypadkach?
- 3) Czy nazwa *Platycodon grandiflorum* może być stosowana zamiennie z *Platycodon grandiflorus* (str. 94), czy wkradł się tu błąd?

W moim odczuciu, wskazane powyżej niedociągnięcia w żadnym stopniu nie umniejszają wartości merytorycznej i naukowej recenzowanej dysertacji mgr inż. Ilony Jurek oraz nie wpływają na jej wysoce pozytywną ocenę. Recenzowana praca doktorska wnosi istotny wkład do dziedziny fizykochemii, w tym szczególnie wykorzystania ekstraktów roślinnych bogatych w saponiny o potencjalnych zastosowaniach kosmetycznych i biomedycznych. Należy również podkreślić, że rozprawa Pani I. Jurek jest napisana poprawnym językiem, nie zawiera błędów merytorycznych ani zwrotów potocznych, dobrze się ją czyta, posiada ciekawą szatę graficzną.

Wniosek końcowy:

Reasumując, materiał przedstawiony przez mgr inż. I. Jurek w dysertacji spełnia wymagania Ustawy w zakresie doboru literatury, opanowania zakresu wiedzy ściśle powiązanego z tematyką doktoratu, jak również uzasadnia celowość podjętych badań. Na tej podstawie z pełnym przekonaniem mogę stwierdzić, że Doktorantka osiągnęła wysoki poziom wiedzy w reprezentowanej przez nią dyscyplinie nauki. Badania prowadzone przez mgr inż. I. Jurek należy uznać za nowatorskie i dobrze wpisane w aktualne kierunki badań z zakresu fizykochemii



zjawisk powierzchniowych układów z udziałem (bio)surfaktantów i ogólnie badań na różnych granicach faz zarówno w aspekcie poznawczym, jak i aplikacyjnym.

Pani mgr inż. Ilona Jurek w pełni zrealizowała założone cele pracy doktorskiej, a przedstawione przez nią wyniki są niezwykle ciekawe zarówno z teoretycznego, jak i aplikacyjnego punktu widzenia. Poruszają istotne problemy związane z wykorzystaniem naturalnych ekstraktów roślinnych spełniających rolę biosurfaktantów do otrzymywania produktów o potencjalnych zastosowaniach farmaceutycznych/biomedycznych, a także stanowią solidny materiał wyjściowy do dalszych badań. Rozprawa jest spójna, dobrze zaplanowana doświadczalnie, zawiera elementy nowości naukowej oraz ciekawą i przemyślaną interpretację nowatorskich wyników. Podsumowując, stwierdzam, że przedstawiona do recenzji praca doktorska Pani mgr inż. Ilony Marianny Jurek spełnia wszystkie wymogi stawiane rozprawom doktorskim, określone w Ustawie z dnia 20 lipca 2018 i wnoszę o dopuszczenie Doktorantki do dalszych etapów przewodu doktorskiego.

Jednocześnie, chcąc podkreślić wysoki poziom rozprawy doktorskiej, znaczący dorobek publikacyjny i konferencyjny a także aplikacyjny charakter badań przedstawionych w rozprawie, stanowiących istotny wkład w dziedzinie fizykochemii, jak również w opisie zjawisk zachodzących na granicach faz, szczególnie modelowych błon biologicznych wnioskuję do Rady Dyscypliny Nauki Chemiczne, Wydziału Chemicznego Politechniki Warszawskiej o jej **wyróżnienie**.

Agnieszka Lisa Milej

