

Poznań, dn. 05.06.2026 r.

**dr hab. inż. Joanna Le Thanh-Blicharz, prof. IBPRS-PIB**

Instytut Biotechnologii Przemysłu Rolno-Spożywczego

im. prof. Wacława Dąbrowskiego – Państwowy Instytut Badawczy

Zakład Koncentratów Spożywczych i Produktów Skrobiowych

ul. Starłęcka 40; 61-361 Poznań

### **Recenzja**

Rozprawy doktorskiej Pani mgr inż. Wiktorii Kamińskiej pt.:

***„Zastosowanie techniki Langmuira w badaniach właściwości fizykochemicznych  
monowarstw utworzonych przez oleje roślinne”***

wykonanej pod kierunkiem Prof. UPP dr hab. inż. Grażyny Neunert

Recenzja została przygotowana na podstawie pisma Przewodniczącej Rady Naukowej Dyscypliny Technologia Żywności i Żywienia Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu, Prof. UPP dr hab. Doroty Cais-Sokolińskiej, z dnia 29 kwietnia 2026 roku oraz przedłożonej do oceny rozprawy doktorskiej Pani mgr inż. Wiktorii Kamińskiej.

#### **1. Ocena trafności wyboru tematu i celu rozprawy doktorskiej**

Zimnotłoczone oleje roślinne pozyskiwane z niekonwencjonalnych surowców — ostropestu, ogórecznika, lnianki czy wiesiołka, zyskują coraz silniejszą pozycję zarówno w dyskursie naukowym, jak i na rynku żywności funkcjonalnej. Ich potencjał w układach emulsyjnych, od mikrokapsułkowania po nanoemulsje wzbogacone w składniki bioaktywne, pozostaje obszarem intensywnie eksplorowanym, a niniejsza praca dostarcza cennych danych biofizycznych.

Warto zauważyć, że współczesna technologia żywności zmierza ku innym horyzontom: biodostępności *in vitro*, emulsjom trawionym enzymatycznie, emulsjom Pickeringa czy związkom olejów roślinnych z mikrobiomem jelitowym. Technika monowarstw Langmuira, która zdominowała biofizyczne badania błon biologicznych na przełomie XX i XXI wieku, nie należy dziś do głównego nurtu metodologicznego w technologii żywności — jej zastosowanie w obszarze emulsji spożywczych pozostaje niszowe. Niemniej właśnie ta niszowość nadaje pracy pewien pionierski charakter: przeniesienie klasycznego narzędzia biofizycznego na grunt technologii żywności jest gestem metodologicznie odważnym, wymagającym mocnego uzasadnienia aplikacyjnego.

Należy docenić wysoki wkład naukowy pracy, który jest bezsporny i wartościowy. Praca dostarcza pierwszych systematycznych danych o właściwościach międzyfazowych ośmiu zimnotłoczonych olejów roślinnych jako układów naturalnych. Wykazano, że: oleje bogate

w MUFA tworzą bardziej skondensowane i mechanicznie stabilne monowarstwy niż oleje bogate w PUFA; parametry monowarstwy zmieniają się w sposób wykrywalny już we wczesnym stadium utleniania, przed przekroczeniem progów klasycznych wskaźników jakości; właściwości modelowych mieszanin kwasów tłuszczowych nie są addytywne. Są to spostrzeżenia oryginalne, powtarzalne (152 naniesione warstwy) i dobrze udokumentowane. W perspektywie biofizyki lipidów i fizykochemii powierzchni jest to solidny, oryginalny wkład naukowy.

## 2. Ogólna charakterystyka i ocena formalna rozprawy

Rozprawa doktorska mgr inż. Wiktorii Kamińskiej liczy 155 stron i składa się z następujących elementów: wykazu symboli, skrótów i akronimów, streszczenia w języku polskim i angielskim, wstępu, części literaturowej, celu pracy z hipotezami, części eksperymentalnej, rozdziału wyników i dyskusji, wniosków, spisu literatury oraz wykazów rysunków i tabel. Praca zawiera 23 rysunki, 21 tabel i 258 pozycji bibliograficznych. W bibliografii występują trzy duplikaty: pozycje [210] i [211] to ta sama praca (Hamad i in., 2021, ten sam DOI); pozycja [221] powtórzona jest jako [107] (Brigelius-Flohe & Traber, 1999); pozycja [233] jest identyczna z [230] (Aladedunye & Przybylski, 2011).

Układ pracy jest logiczny i odpowiada standardom przyjętym w naukach przyrodniczych. Niemniej analiza proporcji objętościowych poszczególnych rozdziałów ujawnia pewne dysproporcje. Część literaturowa zajmuje około 40 stron, co stanowi blisko 26% całkowitej objętości pracy — jest to górna granica przyjętych norm, zwłaszcza że kilka podrozdziałów (termodynamiczny opis powierzchni międzyfazowej, klasyfikacja emulsji) ma charakter wyraźnie podręcznikowy i mógłby zostać skrócony bez uszczerbku dla merytorycznej wartości dysertacji. Cel pracy z hipotezami zajmuje jedną stronę, co jest skromną objętością jak na kluczowy element dysertacji doktorskiej — hipotezy sformułowano hasłowo, bez pogłębionego uzasadnienia wyboru metodyki i zakresu badań. Część eksperymentalna liczy około 10 stron — biorąc pod uwagę złożoność zastosowanych metod, objętość ta jest niewystarczająca i skutkuje lukami w opisie procedur analitycznych omówionymi szczegółowo w sekcji 3. Rozdział wyników i dyskusji, obejmujący około 58 stron, stanowi rdzeń pracy i jest najobszerniejszy — proporcja ta jest właściwa. Wnioski zajmują 2 strony i zawierają 8 punktów, co należy ocenić pozytywnie pod względem zwięzłości i przejrzystości.

Rysunki są w większości przypadków czytelne, choć wykresy  $K_{232}$  i  $K_{268}$  (rysunek 21) przy ośmiu jednocześnie prezentowanych przebiegach czasowych i gęstym oznakowaniu statystycznym są trudne do odczytania — rozdzielenie ich na dwa osobne panele tematyczne poprawiłoby przejrzystość. Tabele wynikowe są poprawnie skonstruowane z adnotacjami statystycznymi, choć tabele o wielu kolumnach (np. tabela 5 z profilem kwasów tłuszczowych) przekraczają szerokość kolumny tekstu i wymagają obrotu strony lub zmniejszenia czcionki do granic czytelności. Tabela 4 zawiera podwójny wpis: „n-Heksan” i „Heksan” to ta sama substancja, lecz o różnej czystości (99% i 95%) od różnych dostawców

— powinno być to wyraźnie zaznaczone jako dwa różne standardy, nie dwie różne substancje.

Numeracja równa jest niespójna — mieszanie notacji rozdziałowej z numeracją dziesiętną oraz brak ciągłości sekwencyjnej świadczy o niedostatecznej korekcie redakcyjnej. Podobnie brak podrozdziału III.2.2 przy obecności III.2.1 i III.2.3 wskazuje na przeoczenie w numeracji. W całym tekście występuje niespójna forma „przyspieszonego starzenia” — wymienne stosowanie zapisów „przyspieszone” i „przyśpieszone” wymaga ujednolicenia na formę „przyspieszone”. Tytuł rozdziału III.8 zawiera błąd ortograficzny: „absorbci” zamiast „absorpcji”. Słowo „colapsu” (punkt kolapsu monowarstwy) pojawia się w angielskiej transkrypcji w polskojęzycznym tekście — należy stosować formę „kolapsu” lub „punktu załamania”.

Wykaz symboli, skrótów i akronimów jest przygotowany starannie i zasługuje na pozytywną ocenę — podział na symbole (z jednostkami) oraz skróty i akronimy jest przejrzysty i rzadko spotykany w dysertacjach. Niemniej doktorantka nie ustrzeżona się drobnych błędów. Skrót TBARS (substancje reagujące z kwasem tiobarbituranowym) pojawia się na liście, lecz nie jest używany w żadnym miejscu pracy i powinien zostać usunięty. Skróty LSM, SR, STEM, XPS, AFM wymieniono jako techniki analityczne, lecz żadna z nich nie była zastosowana w pracy własnej — zostały jedynie przywołane przy omawianiu literatury, co może wprowadzać czytelnika w błąd co do zakresu badań. Brakuje w wykazie skrótu UPLC, który pojawia się w metodyce (sekcja II.4.1 i II.4.2), oraz skrótu PCA (Principal Component Analysis) stosowanego konsekwentnie w tekście. Wzór sumaryczny izooktanu (tabela 4) podano jako 2,2,4-trimethylpentane — jest to nazwa systematyczna w języku angielskim wstawiona do polskojęzycznej tabeli, co jest niekonsekwencją.

Streszczenie polskie jest dobrze napisane, logiczne i kompletne; doktorantka poprawnie streszcza trzy etapy badań. W streszczeniu angielskim (Abstract) skrót AV pojawia się w sekcji Stage II w dwóch znaczeniach: acid value oraz anisidine value — jest to błąd, który mógłby zdezorientować angielskojęzycznego czytelnika; standardowo acid value oznacza się AV, a anisidine value — AnV lub p-AV. Ponadto w streszczeniu napisano, że badania stabilności emulsji przeprowadzono „za pomocą testów separacyjnych i obserwacji wizualnych” — informacja o obserwacjach wizualnych nie jest potwierdzona w metodyce ani w wynikach.

Rozprawa jako całość prezentuje się solidnie pod względem formalnym i spełnia kryteria stawiane pracom doktorskim w dyscyplinie technologia żywności i żywienia. Wymienione uchybienia w żaden sposób nie obniżają wartości merytorycznej pracy.

### 3. Ocena merytoryczna rozprawy doktorskiej

Tytuł rozprawy — *Zastosowanie techniki Langmuira w badaniach właściwości fizykochemicznych monowarstw utworzonych przez oleje roślinne* — jest poprawny językowo i jednoznacznie wskazuje zastosowaną metodę oraz przedmiot badań. Zdaniem recenzenta jest on jednak niekompletny w stosunku do rzeczywistego zakresu pracy. Rozprawa obejmuje trzy równorzędne wątki badawcze: charakterystykę właściwości

powierzchniowych monowarstw, ocenę stabilności oksydacyjnej olejów oraz badanie funkcjonalności w układach emulsyjnych. żadne z dwóch ostatnich zagadnień nie znajduje odzwierciedlenia w tytule, co może wprowadzać czytelnika w błąd co do zakresu dysertacji. Tytuł sugeruje pracę o charakterze wyłącznie metodologiczno-biofizycznym, tymczasem praca ma wyraźny wymiar aplikacyjny osadzony w technologii żywności. Bardziej adekwatny wariant mógłby brzmieć: *Właściwości fizykochemiczne monowarstw Langmuira olejów roślinnych a ich stabilność oksydacyjna i funkcjonalność w układach emulsyjnych*. Tytuł w obecnej formie jest akceptowalny, wymaga jednak uzupełnienia już w abstrakcie i wstępie, tak by czytelnik od początku rozumiał pełen zakres podjętych badań.

Wstęp wymaga uzupełnienia w dwóch aspektach. Po pierwsze, nie wyjaśniono kryterium doboru ośmiu konkretnych olejów spośród szerokiej dostępnej oferty surowców roślinnych — brak jawnego uzasadnienia wyboru materiału badawczego jest luką, którą czytelnik odczuwa już na etapie wstępu. Po drugie, przejście od zidentyfikowanej luki do hipotez badawczych jest zbyt skrótowe — autorka nie artykułuje *explicite*, w jaki sposób zaplanowane badania odpowiedzą na wskazany problem naukowy. Wstęp zamyka się na opisie luki, nie otwierając wyraźnej drogi ku jej wypełnieniu.

Przegląd literatury liczy około 40 stron i podzielony jest na trzy główne bloki tematyczne: fizykochemię powierzchni i monowarstwy Langmuira (I.1), oleje roślinne — skład i stabilność (I.2) oraz emulsje — definicje i stabilność (I.3). Układ ten jest logiczny i prowadzi czytelnika od teorii ku eksperymentowi w sposób przemyślany. Autorka z rozmachem i erudycją kreśli historyczne tło badań nad monowarstwami — od babilońskiej lekanomancji, przez obserwacje Franklina, Rayleigha i Pockels, aż po przełomowe prace Langmuira i Blodgett — co nadaje pracy głębię i świadczy o autentycznym zaangażowaniu doktorantki w historię własnej dyscypliny.

Podrozdziały poświęcone termodynamicznemu i molekularnemu opisowi powierzchni międzyfazowych (I.1.1–I.1.2) są napisane ze wzorcową precyzją: wyprowadzenia równań są poprawne, a ich omówienie świadczy o solidnym opanowaniu aparatu matematycznego fizykochemii powierzchni. Luka badawcza — brak szczegółowych badań właściwości powierzchniowych naturalnych olejów roślinnych jako układów wieloskładnikowych metodą Langmuira — jest sformułowana precyzyjnie i przekonująco. Autorka trafnie zauważa, że dotychczasowa literatura koncentrowała się na modelowych układach jednokomponentowych, nie oddających złożoności rzeczywistych matryc lipidowych.

Część literaturowa nie jest jednak wolna od istotnych słabości. Przede wszystkim brakuje omówienia roli fosfolipidów i wosków obecnych w zimnotłoczonych olejach roślinnych — związków o klasycznym charakterze amfifilowym, których wpływ na właściwości monowarstw mógłby być znaczący i które stanowią naturalny punkt odniesienia dla dyskusji wyników. Ich pominięcie w przeglądzie, a następnie milczące zignorowanie w dyskusji wynikowej, jest luką merytoryczną. Ponadto sekcja dotycząca stabilności emulsji (I.3.1–I.3.2) nie omawia mechanizmu adsorpcji lipidów na granicy faz olej–woda, co jest tym bardziej dotkliwe, że autorka w rozdziale wynikowym koreluje właściwości monowarstw (granica G–L) ze stabilnością emulsji O/W — przejście to wymaga teoretycznego uzasadnienia już na poziomie przeglądu. Kilka podrozdziałów, zwłaszcza

dotyczących podziału surfaktantów i klasyfikacji emulsji, ma charakter wyraźnie podręcznikowy i mogłoby zostać skrócone na rzecz pogłębienia wątków bezpośrednio związanych z tematem pracy.

Cel pracy sformułowano jako kompleksową ocenę właściwości fizykochemicznych monowarstw olejów roślinnych z wykorzystaniem techniki Langmuira, ze szczególnym uwzględnieniem potencjału parametrów powierzchniowych jako wskaźników jakości, stabilności oksydacyjnej i funkcjonalności technologicznej. Tak ujęty cel jest ambitny i wielowątkowy; jego realizacja w ramach jednej dysertacji budzi pełne uznanie.

Trzy sformułowane hipotezy robocze są co do zasady weryfikowalne, lecz nie są wolne od zastrzeżeń. Hipotezy pierwsza i druga są sformułowane poprawnie i odnoszą się wprost do planowanych eksperymentów. Hipoteza trzecia — że parametry powierzchniowe „mogą stanowić” wskaźnik stabilności układów dyspersyjnych — jest nazbyt ostrożna i pozbawiona jednoznaczności, jakiej wymaga hipoteza badawcza. Sformułowanie „mogą stanowić” nie jest twierdzeniem falsyfikowalnym, lecz wyraża jedynie możliwość, co czyni weryfikację tej hipotezy formalnie niemożliwą. Właściwa hipoteza powinna zakładać istnienie mierzalnej, istotnej statystycznie zależności między konkretnymi parametrami monowarstw a stabilnością emulsji. Zdaniem recenzenta należałoby ponadto dodać hipotezę dotyczącą wpływu utleniania na właściwości monowarstw — bądź uzupełnić o ten wątek istniejące hipotezy — gdyż stanowi on jeden z głównych wątków pracy.

Część eksperymentalna (około 10 stron) jest proporcjonalnie najkrótszym rozdziałem merytorycznym dysertacji. Przedstawiono materiał badany, podano nazwy łacińskie gatunków roślin i źródła pozyskania olejów (firmy SemCo i Naturini) — to dobrze. Nie podano natomiast daty produkcji ani partii (serii) olejów ani warunków ich transportu i przechowywania przed badaniami. Jest to istotna luka, gdyż oleje podatne na utlenianie (OW, OL) mogły znajdować się w różnym stanie oksydacyjnym w chwili pobierania prób. Początkowe wartości LN dla OOgr (8,60 meqO<sub>2</sub>/kg) sugerują, że ten olej mógł już wykazywać zaawansowane wstępne utlenianie.

Najlepiej opisaną sekcją metodyczną jest charakterystyka techniki Langmuira (II.5.1). Autorka podaje szczegółowe informacje o parametrach aparatury, procedurze czyszczenia, warunkach termicznych oraz kryterium czystości powierzchni subfazy. Jest to opis wzorcowy, umożliwiający replikację eksperymentu. Podobnie poprawnie opisano metodykę oznaczeń klasycznych parametrów jakościowych olejów (LN, LK, LA, TOTOX), w tym pełne równania obliczeniowe z objaśnieniem zmiennych.

Część eksperymentalna wymaga jednak uzupełnień w kilku obszarach. Przede wszystkim nie podano objętości roztworu nanoszonego na powierzchnię subfazy w technice Langmuira, co uniemożliwia określenie docelowej gęstości powierzchniowej cząsteczek — parametru krytycznego dla porównywalności wyników. Nie podano również czasu odparowania rozpuszczalnika przed rozpoczęciem sprężania, mimo że oleje rozpuszczano w chloroformie, a czyste kwasy tłuszczowe w heksanie — substancjach o istotnie różnych ciśnieniach par. Nie wyjaśniono też sposobu przeliczania masy oleju na liczbę cząsteczek potrzebną do konstruowania osi X izoterm ( $\text{cm}^2 \cdot \text{cząsteczkę}^{-1}$ ) — olej jest mieszaniną triacylogliceroli o różnych masach molowych, a przyjęta masa molarna powinna być jawnie

zdefiniowana i uzasadniona. Ten brak jest szczególnie dotkliwy, gdyż dotyczy podstawowego wymiaru każdego wykresu izotermy. W sekcji chromatograficznych metod oznaczania składu (II.4.1, II.4.2) kluczowe parametry proceduralne odesłano do własnych publikacji [189, 190], co jest praktyką niewystarczającą w dysertacji doktorskiej, która powinna być dokumentem samodzielnym i kompletnym. Przy przygotowaniu emulsji nie uzasadniono wyboru Tween 20 jako emulgatora, a proporcje składników przyjęto jednolicie dla wszystkich ośmiu olejów bez uwzględnienia różnic w ich właściwościach fizykochemicznych. Sekcja statystyczna (II.7) jest poprawna w zakresie zastosowania ANOVA i testu Tukeya, jednak późniejsze użycie analizy PCA dla zaledwie dwóch zmiennych (sekcja III.7.2) jest metodologicznie nieadekwatne.

Rozdział wyniki i dyskusja jest najobszerniejszą i merytorycznie najcenniejszą częścią dysertacji. Liczy około 58 stron i prezentuje wyniki w logicznej sekwencji: od charakterystyki chemicznej olejów, przez modelowe układy monowarstw, po badania rzeczywistych olejów świeżych, utlenionych i w układach emulsyjnych. Taki układ odpowiada trójstopniowej architekturze badań zadeklarowanej we wstępie i należy go ocenić pozytywnie.

Dane eksperymentalne są rzetelne, licznie powtarzane (152 naniesione warstwy w technice Langmuira) i odpowiednio opracowane statystycznie. Dyskusja jest prowadzona konsekwentnie z odwołaniem do literatury, a porównania z wynikami innych autorów są trafne. Do szczególnych mocnych stron tej części pracy należy zaliczyć: nowatorskie zestawienie wyników modelowych mieszanin kwasów tłuszczowych z monowarstwami rzeczywistych olejów (III.4–III.5), wieloetapowe śledzenie zmian parametrów powierzchniowych podczas przyspieszonego starzenia oksydacyjnego (III.9) oraz analizę PCA ujawniającą związek między składem kwasów tłuszczowych a mechanicznymi właściwościami monowarstwy (III.7.1). Szczególnie wartościowe jest spostrzeżenie, że zmiany parametrów powierzchniowych wyprzedzają zmiany rejestrowane klasycznymi metodami analitycznymi.

Dyskusja ma miejscami charakter nadmiernie opisowy i ogranicza się do porównywania wartości liczbowych z literaturą bez głębszej interpretacji obserwowanego mechanizmu. Brakuje próby sformułowania spójnego modelu opisującego zależność: skład chemiczny → organizacja molekularna monowarstwy → stabilność emulsji, który mógłby stanowić syntetyczny wkład teoretyczny pracy. Sekcja dotycząca emulsji (III.6) jest nieproporcjonalnie skrótowa w stosunku do pozostałych wątków: jeden parametr stabilności (Est) oparty na metodzie wirowania, bez charakterystyki rozkładu wielkości kropeł, potencjału zeta ani obserwacji mikroskopowych, stanowi zbyt wąską podstawę do formułowania wniosków o korelacji właściwości monowarstwy ze stabilnością układów dyspersyjnych. Zastosowanie PCA dla dwóch zmiennych w sekcji III.7.2 jest metodologicznie nieuzasadnione i powinno zostać zastąpione prostą analizą korelacji liniowej z przedziałem ufności.

Rozdział opisujący modelowe monowarstwy i mieszaniny kwasów tłuszczowych (III.4) to wartościowa, oryginalna część pracy. Podejście polegające na badaniu modelowych mieszanin kwasów odwzorowujących skład rzeczywistych olejów i porównaniu ich

z monowarstwami rzeczywistych olejów jest nowatorskie. Zdaniem recenzenta zabrakło jednak danych dla nasyconych kwasów tłuszczowych (palmitynowego i stearynowego), które w oleju dyniowym (OD) stanowią nawet 21% składu (tabela 5). Prezentowane modele zawierają wyłącznie nienasycone kwasy tłuszczowe (C18:1, C18:2, C18:3 n-3, C18:3 n-6), co sprawia, że nie odzwierciedlają rzeczywistego składu olejów z uwzględnieniem frakcji nasyconych. Jest to niespójność, zwłaszcza że w dyskusji PCA (III.7.1) to właśnie frakcja nasycona (SFA) wskazywana jest jako kluczowy czynnik wpływający na sztywność monowarstw. Uwzględnienie SFA przyczyniłoby się do lepszego poznania mechanizmu.

Rozdział omawiający stabilność oksydacyjną i zmiany monowarstw po utlenianiu (III.8–III.9) jest metodologicznie najbardziej ambitny i wartościowy. Śledzenie zmian parametrów monowarstw w czasie testu przechowalniczego i korelowanie ich z klasycznymi wskaźnikami utleniania jest oryginalne. W omówieniu brakuje jedynie wyjaśnienia braku wyników po 21. dniu dla OW (wiesiołek) i OOgr (ogórecznik) — nawiasy „–” w tabeli bez komentarza są nieczytelne; domniema się, że olej uległ całkowitej degradacji lub emulsja się rozwarstwiła, co powinno być wprost stwierdzone. Spostrzeżenie, że parametry powierzchniowe wyprzedzają klasyczne wskaźniki oksydacji, jest interesującą i merytorycznie inspirującą hipotezą, wymaga jednak ilościowego potwierdzenia.

Osiem wniosków jest logicznie wyprowadzonych z wyników. Wnioski 1, 3 i 5 są wartościowe i oryginalne. Wniosek 4 brzmi: „Nie stwierdzono istotnego wpływu  $\alpha$ -tokoferolu w stężeniach poniżej 50% na właściwości mechaniczne...”. Jest to wynik negatywny, co jest wartościowe, jednak sformułowanie sugeruje, że sprawdzono efekt powyżej 50% — tymczasem taki eksperyment nie był przeprowadzony. Wniosek powinien być precyzyjniej ograniczony do zbadanego zakresu stężeń. Wniosek 7 jest najważniejszym twierdzeniem aplikacyjnym pracy: dowiadujemy się, że parametry monowarstw wykrywają degradację wcześniej niż metody klasyczne. Ponieważ w pracy nie przeprowadzono ilościowego porównania czułości, wniosek ten jest sformułowany zbyt odważnie. Brakuje również wniosku odnoszącego się do ograniczeń pracy. Rozprawa doktorska powinna zawierać jawne stwierdzenie ograniczeń i propozycję dalszych badań.

#### **4. Podsumowanie i wniosek końcowy**

##### **Podsumowanie**

Oceniana rozprawa doktorska dotyczy zastosowania techniki monowarstw Langmuira do oceny właściwości fizykochemicznych monowarstw tworzonych przez zimnotłoczone oleje roślinne pozyskiwane z niekonwencjonalnych surowców. Dysertacja obejmuje analizę wpływu składu kwasów tłuszczowych oraz zawartości związków bioaktywnych na właściwości powierzchniowe badanych olejów, a także ocenę zmian tych właściwości zachodzących w wyniku przyspieszonego starzenia oksydacyjnego. Efektem końcowym pracy badawczej jest wykazanie, że parametry monowarstw Langmuira mogą pełnić funkcję wskaźników jakości, stabilności oksydacyjnej oraz funkcjonalności technologicznej olejów roślinnych w układach emulsyjnych.

Największym osiągnięciem doktorantki jest opracowanie i zastosowanie kompleksowego schematu badawczego łączącego technikę monowarstw Langmuira, reologię międzyfazową oraz klasyczne metody oceny jakości olejów w celu charakteryzacji naturalnych, wieloskładnikowych układów lipidowych. Doktorantka wykazała, że parametry powierzchniowe monowarstw — w szczególności moduł ściśliwości oraz moduł lepkościowości powierzchniowej — są czułymi wskaźnikami degradacji lipidów, wykrywającymi zmiany oksydacyjne wcześniej niż konwencjonalne metody analityczne, co stanowi nowość naukową oraz obiecującą przesłankę dla przemysłu spożywczego i producentów funkcjonalnych układów emulsyjnych. Wymienione w recenzji uwagi nie umniejszają wysokiej merytorycznej oceny przedstawionej pracy. Szeroko zakrojony zakres badań, właściwy dobór stosowanych metod analitycznych oraz wnikliwa interpretacja uzyskanych wyników decydują o wysokim merytorycznym poziomie dysertacji.

Przedstawiona do oceny rozprawa doktorska Pani **mgr inż. Wiktorii Kamińskiej** pt. *„Zastosowanie techniki Langmuira w badaniach właściwości fizykochemicznych monowarstw utworzonych przez oleje roślinne”*, zrealizowana pod kierunkiem **Prof. UPP dr hab. inż. Grażyny Neunert**, w pełni odpowiada wymogom stawianym rozprawom doktorskim w myśl Ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U 2023, poz. 742 z późn. zm.). Doktorantka wykazała się dobrą znajomością tematu, zrealizowała postawione cele badawcze i umiejętnie zinterpretowała uzyskane wyniki, wnosząc nowe dane do nauki o żywności i żywieniu. W związku z powyższym zwracam się do Rady Naukowej Dyscypliny Technologia Żywności i Żywienia Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu o dopuszczenie Pani mgr inż. Wiktorii Kamińskiej do dalszych etapów przewodu doktorskiego.



dr hab. inż. Joanna Le Thanh-Blicharz, prof. IBPRS-PIB