



Poznań, 8 czerwca 2026 r.

Recenzja rozprawy doktorskiej mgr inż. Wiktorii Kamińskiej
pt.

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

Przedstawiona do recenzji praca doktorska Pani mgr inż. Wiktorii Kamińskiej została zrealizowana na Wydziale Nauk o Żywności i Żywieniu w Katedrze Fizyki i Biofizyki Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu.

Promotorem recenzowanej rozprawy doktorskiej jest prof. UPP dr hab. inż. Grażyna Neunert z Katedry Fizyki i Biofizyki UPP.

Pracę doktorską Pani mgr inż. Wiktorii Kamińskiej stanowi przygotowana przez Doktorantkę monografia zawierająca wszelkie informacje będące podstawą do oceny tak przygotowanej dysertacji doktorskiej przez recenzentów tej rozprawy.

Otrzymana do recenzji rozprawa doktorska poświęcona jest ocenie właściwości fizykochemicznych monowarstw utworzonych przez oleje roślinne oraz zachowania lipidów międzyfazowych, z zastosowaniem techniki Langmuira służącej do otrzymywania monowarstw molekularnych. Poznanie tych właściwości i ich zachowania na granicy faz ciecz-gaz, na co pozwala technika otrzymywania warstw Langmuira, jest zagadnieniem bardzo interesującym i pewnego rodzaju wyzwaniem, gdyż na obecnym etapie wykorzystanie tej techniki do analizy jakościowej olejów roślinnych jest mało znane i pozostaje w dużej mierze poza obszarem zasadniczego wykorzystania wyżej wymienionej techniki osadzania cienkich warstw, która głównie wykorzystywana jest między innymi do modelowania błon komórkowych, tworzenia organicznych

powłok funkcjonalnych, czy też badań reakcji powierzchniowych (badania polimeryzacji, czy reakcji enzymatycznych). Wydaje się być jednak dobrą metodą do badania między innymi analizy stabilności emulsji, z czego w mojej opinii doskonale skorzystała Doktorantka.

Celem pracy jest kompleksowa ocena właściwości fizykochemicznych olejów roślinnych oraz wykorzystanie otrzymanych parametrów powierzchniowych do opisu jakości, stabilności oksydacyjnej oraz funkcjonalności technologicznej z wykorzystaniem techniki Langmuira. Do badań wykorzystano osiem olejów roślinnych otrzymanych w procesie tłoczenia na zimno. Materiał ten różnił się profilem kwasów tłuszczowych oraz zawartością związków bioaktywnych. Autorka rozprawy postawiła sobie 3 zasadnicze tezy badawcze, takie jak: analizę jakościową świeżych olejów, określenie stopnia degradacji olejów poddanych przyspieszonemu starzeniu i analizę parametrów lepko-sprężystości powierzchniowej pod kątem ich przydatności do oceny stabilności układów emulsyjnych. Powyższe cele postawiono na podstawie hipotez badawczych odnoszących się do oddziaływań międzymolekularnych w monowarstwie, zmian parametrów powierzchniowych monowarstwy oraz parametrów powierzchniowych wyznaczonych z wykorzystaniem techniki Langmuira.

Przygotowana rozprawa doktorska to 155 stron tekstu, w której zawarto między innymi wykaz symboli, skrótów i akronimów (co jest bardzo pomocne podczas czytania pracy), 23 rysunki, 21 tabel oraz obszerny spis literatury (258 odniesień literaturowych). Składa się ona z 3 głównych rozdziałów zawierających odpowiednio część teoretyczną (część literaturowa), część eksperymentalną oraz omówienie i dyskusję wyników. Praca jest bardzo starannie zredagowana, dobrze przemyślana i skonstruowana zarówno pod względem edytorskim, jak i merytorycznym. Stanowi to dowód na pewną dojrzałość naukową Doktorantki odnoszącą się do przeprowadzonych badań, ich analizy, pomysłu naukowego oraz realizacji samej pracy doktorskiej.

Ocena merytoryczna

Tematyka rozprawy

Za cel pracy doktorskiej postawiono ocenę właściwości fizykochemicznych oraz wykorzystanie otrzymanych parametrów powierzchniowych olejów roślinnych tłoczonych na zimno do opisu jakości, stabilności oksydacyjnej oraz funkcjonalności technologicznej. Uzyskane powyższe dane pozwalają nie tylko określić podatność materiału na procesy degradacyjne, lecz także przewidzieć jego zachowanie w warunkach przetwórstwa i jego przechowywania. Dzięki temu

możliwe jest formułowanie wniosków dotyczących funkcjonalności technologicznej, obejmującej między innymi zdolność do tworzenia stabilnych struktur, odporność na utlenianie, właściwości reologiczne oraz interakcje z innymi składnikami układu. Kompleksowe badania pozwoliły na analizę właściwości międzyfazowych świeżych olejów, jak również poddanych degradacji utleniania, na różnym stopniu utleniania i określenie parametrów LK, LN, LA, TOTOX, K_{232} , K_{268} . Badaniom poddano modelowe monowarstwy wybranych składników olejów, takich jak kwasy tłuszczowe oraz tokoferole. Te pierwsze wpływające na właściwości fizykochemiczne, stabilność oksydacyjną, funkcjonalność technologiczną, czy też wartości odżywcze. Natomiast tokoferole wydłużają trwałość olejów i neutralizują rodniki lipidowe. Przeprowadzono również badania stabilności układów emulsyjnych typu olej/woda (OW).

Tematyka rozprawy jest zatem interesująca i nowatorska, odnosząca się nie tylko do makroskopowych właściwości badanych materiałów, ale także do samych właściwości powierzchniowych monowarstwy lipidowej, dająca możliwość określania stabilności i funkcjonalności olejów roślinnych w systemach emulsyjnych. Daje to krok do nowego spojrzenia na projektowanie nowych emulsji lipidowych w celu uzyskania produktów o wysokiej trwałości, stabilności fazowej oraz odporności oksydacyjnej.

Wiedza kandydatki

Odnosząc się do ocenianej rozprawy doktorskiej i określenia wiedzy kandydatki, należy spojrzeć na nią dwutorowo. Z jednej strony oceniając przygotowanie teoretyczne Doktorantki wykazane między innymi w rozprawie w doborze materiału, części teoretycznej pracy, określenia obecnego stanu wiedzy czy wycucia naukowego, jakie podejście empiryczne należy zastosować do zrealizowania postawionych celów badawczych. Z drugiej strony ocenić należy zasadniczą część rozprawy, jaką są wyniki badań, ich interpretacja, dedukcja naukowa, korelowanie ze sobą uzyskanych wyników badawczych i na końcu wyciąganie ostatecznych wniosków, stanowiących podsumowanie badań i rozwiązanie postawionego problemu badawczego. W pierwszym przypadku Autorka rozprawy szeroko opisuje zagadnienia z zakresu fizyko-chemii warstw organicznych, zachowanie się warstw Langmuira, proces ich tworzenia i uzyskane z tego informacje. Opisane są również precyzyjnie proces reologii międzyfazowej, jak i sama „chemia” olejów roślinnych, jak zawarte w olejach kwasy tłuszczowe oraz związki bioaktywne. Zamyka to opis teoretyczny dotyczący stabilności oksydacyjnej

oraz opis dotyczący tworzenia się emulsji, stabilności emulsji i jej oceny. Wszystkie zawarte tu elementy doskonale odnoszą się w późniejszej części rozprawy zarówno do badanych materiałów, zastosowanych technik badawczych, jak i do komplementarności badań prowadzących do wyciągnięcia jak najszerszych wniosków potwierdzających tezy badawcze. Doktorantka, w mojej opinii, wykazuje się w tym obszarze należyłą wiedzą i doskonale poradziła sobie z bardzo szerokim materiałem opisanym w dość zwięzły, ale przejrzysty sposób. Odnośnie co do drugiej części rozprawy związanej z przeprowadzaniem badań, ich metodologią, wnioskowaniem naukowym i realizacją celów badawczych należy zauważyć, że Doktorantka przygotowała materiał badawczy, przeprowadziła szereg badań analizy składu oraz parametrów jakościowych olejów, a następnie przystąpiła do badań właściwości powierzchniowych z wykorzystaniem techniki Langmuira i analizy reologii międzyfazowej. Na zakończenie tej części eksperymentalnej dokonała analizy układów emulsyjnych typu olej w wodzie (OW). Wszystko to zostało podsumowane rozdziałem interpretacyjnym wyżej uzyskanych wyników odnoszących się do badanych materiałów i skorelowanych wzajemnie ze sobą. Bardzo wysoko oceniam tę część eksperymentalną z dobrze przemyślanym planem badawczym. W części interpretacyjnej na uwagę zasługuje fakt zastosowania metody PCA (Principal Component Analysis) do analizy złożonych danych i parametrów fizykochemicznych w celu znalezienia ukrytych zależności czy też wykrywania anomalii lub znajdowania niewidocznych „na pierwszy rzut oka” trendów lub korelacji. Autorka wykonała tego typu analizy dla poszukiwania korelacji pomiędzy składem kwasów tłuszczowych a parametrami monowarstwy Langmuira, korelacji między modulem lepkościowości powierzchniowej E_{MAX} a stabilnością emulsji E_{st} , czy też korelację między parametrami oceniającymi stabilność oksydacyjną a parametrami monowarstwy Langmuira. Wyniki tych analiz PCA wykazały, że nasycone kwasy tłuszczowe (SFA) i jednonienasycone kwasy tłuszczowe (MUFA) odpowiadają głównie za właściwości mechaniczne warstw, natomiast wielonienasycone kwasy tłuszczowe (PUFA) determinują parametry geometryczne ułożenia molekuł i stopień rozprężania warstwy. Analiza ta również wykazała wyraźną zależność pomiędzy modulem lepkościowości powierzchniowej a stabilnością emulsji. Bez zastosowania analizy PCA te istotne korelacje były prawdopodobnie niezauważalne, a stanowią istotny element opisu wpływu kwasów tłuszczowych na parametry fazowe, a tym samym nowego spojrzenia na projektowanie zawartości poszczególnych komponentów w materiałach spożywczych. Wykorzystanie zatem metod chemometrycznych okazało się doskonałym rozwiązaniem w celu poszukiwania istotnych również statystycznie różnic między uzyskanymi wynikami badawczymi.

Doktorantka bardzo dobrze radzi sobie zarówno z wiedzą czysto teoretyczną, jak i z opisem eksperymentów, właściwie interpretuje dane pomiarowe i potrafi je wzajemnie ze sobą korelować w celu ustalenia realnych parametrów i zależności. Na uwagę zasługuje w tym wypadku również powiązanie badań eksperymentalnych z zakresu fizyki, chemii, technologii żywności i powiązanie ich wzajemne w celu uzyskania odpowiedzi na zadane pytania badawcze.

Samodzielność kandydatki

Prowadzone obecnie poważne prace badawcze z zakresu nauk ścisłych, nauk przyrodniczych, nauk rolniczych, inżynieryjno-technicznych nie są domeną jednoosobowych grup, a bardzo często wieloautorskich interdyscyplinarnych zespołów badawczych. Autorka dysertacji również prowadziła swoje badania w szerokim zespole badawczym zarówno na rodzimym Uniwersytecie, jak również we współpracy z zewnętrznymi zespołami badawczymi. Z punktu widzenia prowadzenia badań pozytywnie to świadczy o Doktorantce umiejącej nawiązywać kontakty i współpracę naukową, wykorzystując istniejącą aparaturę pomiarową, nie tylko tę będącą na wyposażeniu swojego laboratorium badawczego, ale także poszukując rozwiązań eksperymentalnych dających wyniki potrzebne do realizacji swojego projektu naukowego. Zarówno pomysł, realizacja, w większości przeprowadzane badania naukowe są bezpośrednim udziałem Doktorantki, jak również analiza i interpretacja wyników, oczywiście pod nadzorem i pomocą promotorki pracy doktorskiej. Dodatkowym elementem świadczącym o samodzielności przygotowania samej rozprawy jest zamieszczone w rozprawie doktorskiej *Oświadczenie autora rozprawy doktorskiej o samodzielnym przygotowaniu rozprawy*.

Doktorantka jest współautorką 8 prac naukowych, posiada 38 cytowań swoich prac naukowych, a indeks Hirscha wynosi 4 (powyższe dane wg. bazy Scopus, czerwiec 2026). Ilość cytowań opublikowanych prac zapewne szybko wzrośnie, zważywszy na bardzo świeże publikacje naukowe opublikowane w latach 2023-2026. Na tym etapie kariery naukowej do dobre parametry bibliometryczne świadczące o publikowaniu swoich wyników naukowych w periodykach o międzynarodowym zasięgu, budowaniu rozpoznawalności i samodzielności naukowej.

Oryginalność rozprawy doktorskiej

Cały zebrany materiał zawarty w rozprawie doktorskiej stanowi oryginalny wkład w rozwój naukowy w dziedzinie nauk rolniczych, w dyscyplinie technologia żywności i żywienia. Praca ma swój oryginalny charakter, choćby poprzez oczywisty i wyraźny charakter interdyscyplinarny w obszarze nauk rolniczych, nauk chemicznych, nauk fizycznych. Mamy tu wyraźny charakter interdyscyplinarności a tym samym oryginalność rozprawy zarówno w łączeniu dziedzin, jak i w mojej opinii głębokiej innowacyjności dziedziny wiodącej. Wykorzystanie eksperymentalnej metody fizycznej, badania chemiczne, a charakter prac w zakresie nauk o żywności niewątpliwie wpisują się w innowacyjne wykorzystanie technik badawczych nie będących głównym narzędziem badacza w obszarze nauk rolniczych. Powiązanie i wykorzystanie wszystkich powyższych „dyscyplinowych” zależności pozwoliły na uzyskanie nowej klasy wyników odnoszących się do badania jakości, składu i zachowań oksydacyjnych w olejach roślinnych. Samo wykorzystanie techniki Langmuira do badania olejów roślinnych jest niszowe, mało popularne, a zatem bardzo oryginalne, o czym wspominałem, odnosząc się do głównego wykorzystania tej techniki w zupełnie innych obszarach badań. Zachowanie warstw lipidowych na granicy faz, zmiany w strukturze i kompresji monowarstwy pod wpływem utleniania, wpływ oksydacji na właściwości powierzchniowe, korelacje między strukturą a kwasami tłuszczowymi nasyconymi i nienasyconymi wpisują się w mikroskopowe właściwości utleniania, których to informacji jest znikomą małą, a dają one znacznie więcej informacji niż klasyczne metody analizy jakości olejów. Niewątpliwie daje to obraz oryginalności pracy doktorskiej i wysoki potencjał innowacyjności. Oryginalność tych wyników, głównie ze względu na innowacyjność badań tej klasy materiałów, jak również uzyskane wyniki oceniam wysoko.

Pytania i komentarze do rozprawy doktorskiej

Podczas czytania rozprawy doktorskiej nasunęły się też uwagi i komentarze dotyczące pracy doktorskiej:

- Zabrakło mi jednoznacznego, metodologicznego wskazania takiego, a nie innego doboru olejów do badań w punkcie *II.1 Materiał badany*. W dalszych etapach pracy pojawia się wzmianka o tym, iż badany materiał różnił się profilem kwasów tłuszczowych oraz zawartością związków bioaktywnych. Jaki był jednak zasadniczy klucz doboru materiału badawczego?

- Rysunek 16 przedstawia izotermy kompresji monowarstw Langmuira (II-A) dla badanych olejów. Natomiast Rysunek 17 wyliczoną zależność modułu kompresowalności od ciśnienia powierzchniowego dla badanych olejów. Na ile izotermy kompresji monowarstw Langmuira były powtarzalne i czy ich nie do końca klasyczny charakter odzwierciedla utworzenie rzeczywistych uporządkowanych monowarstw molekularnych? Proszę o szerszy komentarz odnośnie do tych rezultatów.
- Istotnym elementem degradującym oleje roślinne jest również, a może i zwłaszcza, promieniowanie słoneczne (głównie w zakresie promieniowania UV-A i UV-B) przyspieszające proces degradacji oleju roślinnego – fotooksydacja oleju. Na ile tego typu badanie byłoby cennym uzupełnieniem i kolejnym elementem poszukiwania korelacji z wynikami uzyskanymi techniką Langmuira? Prosiłbym o komentarz.
- Nie badano w pracy zachowań temperaturowych powodujących potencjalne przejścia fazowe. Oczywiście, w przypadku olejów to złożone procesy, a oleje nie zachowują się jak klasyczne czyste substancje, a jak mieszaniny wielu triacylogliceroli. Niemniej można obserwować przejścia polimorficzne, zmiany lepkości i płynności, a w przypadku warstw zmianę właściwości powierzchniowych i efekty izomeryzacyjne. Mam tu na myśli poddanie olejów działaniu wysokich temperatur i ich badanie po procesie wysokotemperaturowym poprzez utworzenie z nich monowarstw Langmuira. Na ile byłoby to możliwe do wykonania i dałoby odpowiedź na temat jakości materiału po procesie wysokotemperaturowego oddziaływania (np. proces smażenia).
- Czy próbowano uzyskać z warstw Langmuira warstwy Langmuira-Blodgett lub Langmuira-Schaefera? Przeniesienie warstw na transparentne podłoża pozwoliłoby na przeprowadzenie badań spektroskopowych metodami absorpcyjnymi i rozproszeniowymi. Te pierwsze byłyby istotne dla potwierdzenia poziomu utlenienia warstw, a drugie dałyby odpowiedź na temat realnego uporządkowania monowarstwy molekularnej. Czy technicznie istnieje możliwość przeniesienia tych warstw na podłoża stałe?
- W dysertacji z powodzeniem, o czym wspomniałem w recenzji, zastosowano analizę chemometryczną PCA. Natomiast zasadniczo w części teoretycznej o niej nie wspomniano i jej

nie opisano, a jedynie przedstawiono wyniki tej analizy, również odnosząc się wyłącznie do otrzymanych w tej metodzie wskaźników. Dla osób niebędących specjalistami w zakresie fizyki i badań spektroskopowych, czy też chemików, informatyków od uczenia maszynowego ani analityków ekonomicznych, uzyskane rezultaty mogą być nieczytelne i niejasne bez opisu tej metody. Może krótki opis stosowania metod PCA byłby pomocny i wskazany w opracowanej dysertacji, zważywszy na istotne uzyskane wyniki z wykorzystaniem tej metody numerycznej analizy danych? Moje pytanie dotyczy również zastosowanej metody PCA, czy zastosowana metoda była metodą opartą na SVD (Singular Value Decomposition), czy metoda oparta na metodzie kowariancji i korelacji, czy jeszcze inny wybór tej techniki? Jakie oprogramowanie zostało wykorzystane do analizy chemometrycznej?

Myślę, że moje komentarze zawarte w końcowej części recenzji mogą być zaczątkiem do dyskusji podczas samej obrony rozprawy doktorskiej, na co bardzo liczę.

Reasumując uważam, że Pani mgr inż. Wiktoria Kamińska zrealizowała postawione sobie cele badawcze i udokumentowała je w swojej dysertacji doktorskiej.

Przedstawione wyniki badań mają charakter nie tylko poznawczy, gdyż są również bardzo interesujące w obszarze projektowania nowej klasy olejów roślinnych a głównie wykorzystania i zaimplementowania techniki Langmuira w ocenie produktów spożywczych dających się wytwarzać jako monowarstwy molekularne i pozyskania nowej klasy wyników charakteryzujących dany produkt, a tym samym jego ulepszanie i udoskonalanie.

Stwierdzam, że rozprawa doktorska Pani mgr inż. Wiktorii Kamińskiej „Zastosowanie techniki Langmuira w badaniach właściwości fizykochemicznych monowarstw utworzonych przez oleje roślinne” spełnia wymagania ustawowe stawiane rozprawom doktorskim i zgodnie z przepisami określonymi w Prawie o Szkolnictwie Wyższym i Nauce, z 20 lipca 2018, art. 187 (Dz. U. z 2018 r., poz. 1668 ze zm.) wnoszę o dopuszczenie mgr inż. Wiktorii Kamińskiej do dalszych etapów postępowania w sprawie nadania stopnia doktora.

Z poważaniem



Signed by /
Podpisano przez:

Mirosław Adam
Szybowicz
Politechnika
Poznańska

Date / Data:
2026-06-08 11:12

Mirosław Szybowicz