

Olsztyn, 09.11.2023

Prof. dr hab. Ryszard Amarowicz
Zakład Chemicznych i Fizycznych Właściwości Żywności
Instytut Rozrodu Zwierząt i Badań Żywności PAN w Olsztynie

***Recenzja rozprawy doktorskiej Pani magister Mahbuba Islam pt.
„The application of Differential Scanning Calorimetry (DSC) for the quality
assessment of selected edible oils”***

***Praca wykonana została w Katedrze Zarządzania i Bezpieczeństwa Żywności
Wydziału Nauk o Żywności i Żywieniu Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu
pod kierunkiem dr hab. Jolanty Tomaszewskiej-Gras, prof. UPP. Promotorem
pomocniczym była dr inż. Anna Kaczmarek***

Informacje o Kandydatce

Doktorantka uzyskała tytuł “Bachelor of Pharmacy” w Jej rodzimym kraju – Bangladeszu. Tytuł rozprawy: “Let food be thy medicine, and medicine be thy food”. W Polsce kontynuowała studia magisterskie w okresie 2017-2019 na Uniwersytecie Przyrodniczym w Poznaniu, Wydział Nauk o Żywności i Żywieniu, uzyskując tytuł magistra w dyscyplinie Technologia Żywności i Żywienia – tytuł pracy magisterskiej “Antioxidant activities of *Curcuma longa*”.

Uzyskawszy stypendium w ramach projektu finansowanego przez Narodowego Centrum Nauki “Identyfikacja lipidomicznych biomarkerów rozpoznawania autentyczności olejów jadalnych wsparta profilowaniem DSC i chemometrii.” (2018/31/B/NZ9/02762) Kandydatka rozpoczęła w październiku 2019

studia doktoranckie na Uniwersytecie Przyrodniczym w Poznaniu. W trakcie studiów doktoranckich uzyskała stypendium jako uczestniczka projektu finansowanego przez Narodowe Centrum Badań i Rozwoju - NCBR. Aktualnie Pani Islam uczestniczy również w realizacji projektu „*Innowacyjne technologie rozdziału i wykorzystania składników krwi drobiowej na cele żywienia zwierząt*” (Project No. 52/2021/U).

Dorobek naukowy Pani Islam jest bardzo bogaty. Poza sześcioma publikacjami wchodzącymi w Jej doktorat, jest Ona współautorką siedmiu innych publikacji:

1. Islam, Mahbuba; Bełkowska, Liliana; Konieczny, Piotr; Fornal, Emilia; Tomaszewska-Gras, Jolanta. Differential scanning calorimetry for authentication of edible fats and oils - What can we learn from the past to face the current challenges? *Journal of Food and Drug Analysis*, **2022**, 30(2) <https://doi.org/10.38212/2224-6614.3402> (IF: 3.6, MEiN: 140).
2. Islam, M.; Rajagukguk, Y.V.; Siger, A.; Tomaszewska-Gras, J. Assessment of hemp seed oil quality pressed from fresh and stored seeds of Henola cultivar using Differential Scanning Calorimetry. *Foods*, **2023**, 12, 135. <https://doi.org/10.3390/foods12010135> (IF: 5.5, MEiN: 140).
3. Islam, M.; Kaczmarek, A.; Rudzińska, M.; Tomaszewska-Gras, J. DSC melting profile of cold-pressed hemp seed oil as an authenticity fingerprint influenced by scanning rate. *Applied Sciences*, **2023**, 13, 3975. <https://doi.org/10.3390/app13063975> (IF: 2.7, MEiN: 100).
4. Rajagukguk, Y.V.; Islam, M.; Siger, A.; Fornal, E.; Tomaszewska-Gras, J. Oxidative stability assessment of industrial and laboratory-pressed fresh raspberry seed oil (*Rubus idaeus* L.) by differential scanning calorimetry. *Food Chemistry Advances*, **2023**, 2, 100186, <https://doi.org/10.1016/j.focha.2023.100186>
5. Rajagukguk, Y.V.; Islam, M.; Tomaszewska-Gras, J. Influence of seeds' age and clarification of cold-pressed raspberry (*Rubus idaeus* L.) oil on the DSC

oxidative stability and phase transition profiles. *Foods*, **2023**, 12, 358. <https://doi.org/10.3390/foods12020358> (IF: 5.5, MEiN: 140).

6. Bełkowska, L.; Muzolf-Panek, M.; Islam, M.; Tomaszewska-Gras, J. Increasing the oxidative stability of the wafer lipid fraction with fruit extract during storage. *Applied Sciences*, **2023**, 13, <https://doi.org/10.3390/app13010103> (IF: 2.7, MEiN: 100).
7. Rajagukguk, Y.V.; Utcu, M.A.; Islam, M.; Muzolf-Panek, M.; Tomaszewska-Gras, J. Authenticity assessment from sesame seeds to oil and sesame products of various origin by Differential Scanning Calorimetry. *Molecules*, **2022**, 27, 7496. <https://doi.org/10.3390/molecules27217496> (IF: 4.9, MEiN: 140)

Sumaryczny Impact Factor powyższych publikacji: 24.9, suma punktów MEiN: 760

Pani Islam uczestniczyła w dziewięciu konferencjach naukowych, na trzech z nich prezentowała doniesienie ustne. Podczas 9-ej Międzynarodowej Konferencji Naukowej Młodych Naukowców została wyróżniona nagrodą za najlepszy poster. Doktorantka była uczestniczką kilku programów szkoleniowych. Na podkreślenie zasługuje uzyskanie przez nią stypendium *Erasmus plus* i odbycie szkolenia w Federal Institute for Food and Nutrition Research – Max Rubner Institute (Niemcy) pod opieką naukową wybitnego naukowca Prof. Bertranda Matthäusa.

Rozwój nowoczesnych metod analitycznych wykorzystywanych do badania tłuszczów jest niezmiernie ważny tak z poznawczego, jak i z praktycznego punktu widzenia. Dzięki postępowi analitycznemu chemicy mogą wejrzeć głębiej w mechanizmy procesów chemicznych zachodzących w lipidach, a technolodzy sprawnie kontrolować proces technologiczny i szybko oceniać jakość produktu finalnego. W ocenie tej, ważnym punktem jest ustalenie stopnia oksydacji tłuszczów i sprawdzenie ich autentyczności. Tradycyjne metody analityczne wykorzystywane do tego celu są często czasochłonne i nieprzyjazne dla środowiska ze względu na

użycie różnych odczynników chemicznych. Zastosowanie różnicowej kalorymetrii skaningowej (DSC) jest pozbawione tych negatywnych cech, a tym samym stanowi bardzo korzystny „zamiennik” klasycznych metod stosowanych w laboratoriach lipidowych.

Z dużą satysfakcją mogę stwierdzić, że oceniana praca doktorska wnosi istotne nowe treści odnoszące się do szeroko pojętej chemii lipidów. Uważam również, że praca doktorska Pani Mahbuba Islam poza wartością poznawczą jest również cenna z praktycznego punktu widzenia. Uzyskane przez Nią wyniki mogą być wykorzystane przez przemysł tłuszczowy i placówki kontroli jakości.

Przedstawiona do oceny praca napisana jest w języku angielski i składa się z części opisowej oraz z załączonych publikacji. Część opisową poprzedzają *Dedykacja*, *Podziękowanie* oraz *Streszczenie*. Doktorantka informuję, że jej praca finansowana była z projektu Narodowego Centrum Nauki o numerze 2018/31/B/NZ9/02762.

Część opisowa obejmuje 49 stron druku. Jej treść została poprawnie podzielona na *Spis publikacji*, *Wstęp*, *materiały i metody*, *Cele i hipotezy*, *Wyniki*, *Część literaturową*, *Część doświadczalną*, *Dyskusję*, *Wnioski*, *Literaturę*, *Wykaz rysunków*.

Dokumentację w pracy stanowi 14 rysunków. Rysunki zawarte w pracy przygotowane są w profesjonalny sposób. Ich szata graficzna jest bardzo dobra.

Cel pracy przedstawiony jest w sposób jasny, nie budzący zastrzeżeń recenzenta. Doktorantka stawia przed sobą zadanie zbadanie możliwości zastosowania różnicowej kalorymetrii skaningowej (DSC) w kompleksowej charakterystyce trzech tłoczonych na zimno olejów z nasion lnu, lnianki i konopi pod kątem stabilności oksydacyjnej i autentyczności. Realizacja celu ma nastąpić w kilku krokach, co z kolei ma zweryfikować hipotezy badawcze:

- Technika DSC umożliwi ocenę stabilności oksydacyjnej olejów tłoczonych na zimno.

- Pogorszenie jakości oksydacyjnej oleju podczas przechowywania wpływa na jego parametry DSC - OIT i Ton.
- Na profile przejścia fazowego DSC topnienia i krystalizacji wpływają szybkość skanowania i czas przechowywania olejów poddanych analizie.
- Połączenie nieukierunkowanego profilowania DSC i metod chemometrycznych może zapewnić niezawodne narzędzie do rozróżniania i weryfikacji autentyczności wybranych olejów.
- Różnicowa kalorymetria skaningowa jest odpowiednia do wykrywania zafałszowań oleju tłoczonego na zimno.

Część doświadczalna niniejsze dysertacji jest opisana prawidłowo. Realizacja poszczególnych szczegółowych celów pracy Doktorantki dokonuje się poprzez przeprowadzenie odpowiednich eksperymentów. Dobór metod analitycznych jest poprawny. Wyniki analiz uzyskano posługując się nowoczesnym sprzętem analitycznym.

W tym miejscu pragnę z uznaniem odnieść się do umiejętności analitycznych Doktorantki. Użyła Ona do badań bardzo wielu metod analitycznych. Wykazała się znajomością nowoczesnych metod instrumentalnych stosowanych w analizie lipidów. Z dużym uznaniem odnoszę się do jej umiejętności zastosowania metod chemometrycznych do rozwiązywania problemów badawczych.

Realizując swoje cele badawcze Doktorantka użyła DSC do kompleksowej charakterystyki oleju lnianego, oleju z lnianki i oleju konopnego – oleje otrzymano z różnych odmian w/w roślin. W celu oceny stabilności oksydacyjnej olejów Doktorantka wykorzystywała test oksydacji DSC w warunkach izotermicznych (czas indukcji utleniania, OIT) i nieizotermicznych (temperatura początku utleniania, Ton), wspierając uzyskane wyniki obliczeniami kinetycznymi.

Ten fragment pracy badawczej Doktorantki wykazał, że przy zastosowaniu różnych warunków analizy (test izotermiczny w 120, 140, 160 °C i test nieizotermiczny z szybkością ogrzewania 1, 2, 5, 10, 15 °C/min wykazać można

różną odporność na utlenianie dwóch olejów tłoczonych na zimno (oleju lnianego i oleju z lnianki), ze względu na różne odmiany i różny skład kwasów tłuszczowych.

Doktorantka charakteryzując szerzej proces utleniania tłuszczu wyznaczyła z krzywych oksydacji ważne parametry - czas zakończenia utleniania, szybkość utleniania, długość utleniania, temperaturę końca utleniania. Jej sukcesem badawczym było wyznaczenie energii aktywacji (E_a), stałej szybkości reakcji (k) i połówkowego czasu reakcji ($t_{1/2}$), stałej oksydacji. Wielkości te różnicowały pod względem stabilności oksydacyjnej w sposób zasadniczy olej lniany i olej z lnianki uzyskane z różnych odmian roślin.

Zanotowana została również silna ujemna korelacji pomiędzy parametrami DSC a konwencjonalnymi chemicznymi wskaźnikami stabilności oksydacyjnej – liczbą nadtlenkową i wskaźnikiem TOTOX. Doktorantka wykazała również dla różnych odmian olejów lnianych i z nasion lnianki istotne ujemne korelacje liniowe pomiędzy zawartością kwasu α -linolenowego a parametrami DSC (OIT, Ton).

Z praktycznego punktu widzenia ważny jest fragment doktoratu, w którym zbadano możliwości wykorzystania parametrów utleniania DSC (OIT, Ton) do odróżnienia olejów świeżych od przechowywanych. Zmiany oksydacyjne zachodzące podczas sześciomiesięcznego przechowywania trzech olejów (lniany, lniankowy, konopny) analizowano przy użyciu DSC (test izotermiczny i nieizotermiczny) oraz stosując klasyczne metody: PV, liczba anizydynowa (pAV), wskaźnik TOTOX. Najwyższe współczynniki korelacji pomiędzy wynikami DSC i wynikami klasycznych metod miały miejsce dla testu izotermicznego (OIT) w temperaturze 120 °C. Zatem, przy użyciu metod statystycznych Doktorantka wykazała potencjał aplikacyjny metody DSC do oceny świeżości i zmian stabilności oleju w trakcie przechowywania.

W drugiej części swoich badań Doktorantka wykorzystwała profile przejścia fazowego topnienia i krystalizacji do oceny jakości olejów. Najpierw skupiła się na ustaleniu, jakie czynniki wpływają na profil przemiany fazowej olejów. Wykazała, że prędkość ogrzewania wpływa istotnie na kształt krzywej, liczbę pików, ich wysokość i położenie jak również entalpię przemiany. Prędkość ogrzewania, wynoszącą 5 °C/min uznała za optymalną do zastosowania jako „odcisku palca”.

Przy tym parametrze podobieństwo profili tego samego rodzaju oleju pochodzącego z różnych odmian rośliny było największe.

Wykorzystując profil topnienia oraz stosując metodę statystycznej kontroli procesu tj. karty kontrolne x-R, Doktorantka zbadała także wpływ czasu przechowywania na zmiany termodynamiczne oleju lnianego. W wyniku tych badań zidentyfikowała z krzywych przejścia fazowego, 16 parametrów termodynamicznych (temperatury pików, intensywności i entalpii pików przemiany), które w trakcie przechowywania olejów wykazywały tendencję wzrostową lub malejącą. Parametry te zostały przez Doktorantkę uznane za markery zmian oksydacyjnych oleju. Ponadto Doktorantka wyznaczyła 12 stabilnych parametrów termodynamicznych, które mogą być użyte jako markery autentyczności oleju lnianego.

W kolejnym etapie badań Doktorantka oceniła możliwość wykorzystania całych profili topnienia w kontekście analizy niecelowanej, używając 7471 zmiennych znormalizowanego strumienia cieplnego, do odróżnienia olejów tłoczonych na zimno (lniany, z lnianki, konopny) od olejów rafinowanych (rzepakowy, sojowy, słonecznikowy). Wysoko należy ocenić zastosowanie w tej części doktoratu analizy dyskryminacyjnej zmiennych ortogonalnych metodą cząstkowych najmniejszych kwadratów, (OPLS-DA). Za pomocą tej metody Doktorantka skutecznie sklasyfikowała oleje w sześciu odrębnych klasach, reprezentujących każdy typ oleju, uzyskując wysokie współczynniki $R^2X(\text{cum}) = 0,971$ i $Q^2X(\text{cum}) = 0,887$, które potwierdziły niezawodność i dokładność predykcyjną modelu.

Ostatni etap badań Doktorantki odnosił się do wykorzystania profilu topnienia oraz metod chemometrycznych do wykrywania zafałszowań. W eksperymencie olej lniany mieszany był w różnych proporcjach z rafinowanym olejem rzepakowym. Sukcesem Doktorantki było wykazanie, że modele regresji, a w szczególności model sztucznych sieci neuronowych (ANN), skutecznie przewiduje stężenie dodatku rafinowanego oleju rzepakowego już na poziomie 5 %. Równie wysokie wskaźniki trafności dopasowania modelu do wykrywania poziomu zafałszowania uzyskano dla metody Cząstkowych Najmniejszych Kwadratów (PLS). Spośród analizowanych modeli klasyfikacyjnych (LDA, MARS, SVM, and ANNs), dla metody Liniowej

Analizy Dyskryminacyjnej (LDA) wykazano wyjątkową dokładność (99,5%) w klasyfikacji próbek oleju na podstawie poziomu zafałszowań.

Uzyskane w doktoracie wyniki pozwoliły Doktorantce na końcowe stwierdzenie o tym, że technika DSC w połączeniu z narzędziami chemometrycznymi wykazuje potencjał do oceny jakości olejów tłoczonych na zimno zarówno świeżych jak i przechowywanych. Zgadzam się z poglądem Doktorantki, że DSC w porównaniu z tradycyjnym metodami chemicznym doskonale dostosowana jest do wymogów zasad Zielonej Chemii odnoszących się do przemysłu spożywczego. Wniosek Doktorantki o możliwości wykorzystania różnicowej kalorymetrii skaningowej jako wiarygodnego instrumentu analitycznego do charakteryzowania i uwierzytelniania olejów jadalnych tłoczonych na zimno uznaję za bezdyskusyjny.

W części opisowej Doktorantka popełniła kilka błędów:

- Str. 3 – Powinno być “*Camelina sativa*” i “*Canabis sativa*”.
- Str. 3 – Powinno być “*p-anisidine value*”.
- Str 5 – Powinno być “mid-infrared (MIR) spectroscopy”.
- Str 5 – Powinno być “Fourier transform infrared (FTIR) spectroscopy”.
- Str. 10 –Str. 10 – Powinno być “radical scavenging activity by 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl assay (RSA DPPH)” lub “radical scavenging activity against 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl radical (DPPH•)”.
- Str. 10 – Powinno być „DPPH radical” albo „DPPH•”.

Wyniki badań Pani Islam opublikowane zostały w renomowanych czasopismach naukowych z obszaru chemii i nauki o żywności:

1. Tomaszewska-Gras, J.; Islam, M.; Grzeca, L.; Kaczmarek, A.; Fornal, E. Comprehensive thermal characteristics of different cultivars of flaxseed oil (*Linum usittatissimum* L.). *Molecules* **2021**, 26, 1958. <https://doi.org/10.3390/molecules26071958>

2. Islam, M.; Muzolf-Panek, M.; Fornal, E.; Tomaszewska-Gras, J. DSC isothermal and non-isothermal assessment of thermo-oxidative stability of different cultivars of *Camelina sativa* L. seed oils. *Journal of Thermal Analysis and Calorimetry*, **2022**, 147, 10013–10026. <https://doi.org/10.1007/s10973-022-11367>
3. Islam, M.; Kaczmarek, A.; Grygier, A.; Tomaszewska-Gras, J. DSC phase transition profiles analyzed by control charts to determine markers for the authenticity and deterioration of flaxseed oil during storage. *Foods*, **2023**, 12, 2954. <https://doi.org/10.3390/foods12152954>
4. Islam, M., Montowska, M., Fornal, E., Tomaszewska-Gras, J. Discrimination of selected cold-pressed and refined oils by untargeted profiling of phase transition curves of Differential Scanning Calorimetry. *Polish Journal of Food and Nutrition Sciences*, **2023**, 224-232. <https://doi.org/10.31883/pjfns/169425>
5. Islam, M.; Kaczmarek, A.; Montowska, M.; Tomaszewska-Gras, J. Comparing different chemometric approaches to detect adulteration of cold-pressed flaxseed oil with refined rapeseed oil using Differential Scanning Calorimetry. *Foods*, **2023**, 12, 3352. <https://doi.org/10.3390/foods12183352>
6. Islam, M., Kaczmarek, A. Tomaszewska-Gras, J. Differential scanning calorimetry as a tool to assess the oxidation state of cold-pressed oils during shelf-life. *Journal of Food Measurement and Characterization*, 2023. <https://doi.org/10.1007/s11694-023-02152-8>

Sumaryczny Impact Factor w/w publikacji : 26.1, suma punktów MEiN: 700.

Znaczący udział Doktorantki (2 x 51%, 4 x 45%) w realizacji badań i tworzeniu publikacji jest bezsprzeczny i został potwierdzony w oświadczeniach współautorów. W pięciu publikacjach Doktorantka jest pierwszym autorem, w jednej drugim.

Do załączonych publikacji Doktorantki nie mam większych uwag. Przecież w renomowanych czasopismach publikacja przechodzi przez sito kilku recenzji. Gdybym jednak ja był recenzentem wydawniczym to miałbym jednak kilka uwag:

- Przy opisie statystyczny wyników najwyższą wartość oznacza się jako „a”, mniejszą jako ‘b’, etc.
- Publikacja 1
 - Introduction – SDG jest nieobecny w oleju lnianym.
 - Str. 2 – Powinno być „*p*-anisidine value”.
 - References – Powinno być “*Camelina sativa*”.
- Publikacja 2
 - Abstract, str. 3 – Powinno być “radical scavenging activity by 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl assay (RSA DPPH)” lub “radical scavenging activity against 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl radical (DPPH•)”.
 - Introduction, Materials – Powinno być “*Camelina sativa*”.
 - Introduction – “Brassicaceae” nie powinno być pisane italiem.
 - Str. 3 – Powinno być „DPPH radical” albo „DPPH•”.
 - Tabela 5 – Główna tabelki „RSA DPPH Color” powinna być poprawiona.
 - References – Powinno być “*Camelina sativa*”.
- Publikacja 3
 - Str. 2 – Olej z lnu nie zawiera ani SDG, ani błonnika pokarmowego.
 - Str. 5 – Powinno być „the *p*-anisidine values” .
 - Tabela 1 – “Chemical Analysis” powinno być usunięte z główki tabeli.
- Publikacja 5
 - Str. 3 – Niefortunny zwrot – „the aim of the study was to study”.
 - Str. 4 – Współczynnik korelacji oznaczamy zwykle jako „r”.
 - Str. 5 – Powinno być raczej „using mid-infrared (MIR) spectroscopy”.
 - Str. 17 – Powinno być „LWT Food Sci. Technol.”
- Publikacja 6
 - Tabela 1 – Tytuł powinien być raczej „Analysis regression ...”.

- Abstract i inne miejsca - Powinno być “*p*-anisidine value” .

Spis *Literatury* jest obszerny i obejmuje 82 pozycje zaktualizowane do 2023 r. Dobór publikacji jest odpowiedni. Zdaniem recenzenta obejmuje on wszystkie podstawowe publikację odnoszące się do zakresy pracy.

Uwagi krytyczne odnoszące się do *Literatury*:

- Pozycje Abramowič *et al.*, Belayneh *et al.*, Hasiewicz-Derkacz *et al.*, Rajagukguk *et al.*, Ratusz *et al.*, Visentainer *et al.* – Łacińskie nazwy należy pisać kursywą.
- Pozycje Peng *et al.*, Sun *et al.*, Yuan *et al.* – Prawidłowy tytuł czasopisma „LWT - Food Science and Technology”.
- Pozycja Laurarari *et al.* – Brak tytułu czasopisma.
- Pozycja Gelpi *et al.* – Powinno być „The Spanish ...”.
- Pozycja Daun *et al.* – Niepełna referencja.
- Pozycja Grand View Research – Powinno być “... by ... by ... by ... and ...”.
- Pozycja Shahidi & Wanasundara – Brak edytora książki i miejsca jej opublikowania.
- Pozycja FAO (2021) Powinno być „Food fraud – Intention, ...”.
- Pozycja Sim *et al.* – Powinno być „Fourier-transform ...”.

Na stronach 39/40 Doktorantka formułuje 11 wniosków. Są one poprawne i adekwatne do celów pracy. Jednocześnie dowodzą sukcesu naukowego odniesionego przez Doktorantkę.

Wnioski końcowy

Reasumując swoją ocenę chciałbym zauważyć, że pomimo zgłoszonych kilku uwag oceniana praca wyróżnia się wysokim poziomem naukowym, wykonana została przy wykorzystaniu nowoczesnych i różnorodnych metod badawczych, a uzyskane wyniki zostały przedstawione, przeanalizowane i zinterpretowane w

sposób wnikliwy. Na szczególne podkreślenie zasługuję użycie w pracy wielu metod chemometrycznych. W podsumowaniu swojej oceny pragnę stwierdzić, że praca doktorska Pani mgr Mahbuba Islam pt „*The application of Differential Scanning Calorimetry (DSC) for the quality assessment of selected edible oils*” spełnia kryterium oryginalnego rozwiązania problemu naukowego, w oczywisty sposób wykazuje ogólną wiedzę Doktorantki w danej dyscyplinie naukowej oraz potwierdza Jej umiejętność samodzielnego prowadzenia pracy naukowej – o tych kryteriach mówi Art. 187 ustawy „Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce” (Dz. U. z 2021 r. poz. 478 z późniejszymi zmianami). Z pełnym przekonaniem przekładam zatem do Wysokiej Rady Dyscypliny Technologia Żywności i Żywienia Wydziału Nauk o Żywności i Żywieniu Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu wniosek o dopuszczenie Pani mgr Mahbuba Islam do publicznej obrony niniejszej pracy.

Jednocześnie jako recenzent składam formalny wniosek do Wysokiej Rady o wyróżnienie Pani mgr stosowną nagrodą. Mój wniosek jest zasadny – poziom badań naukowych prowadzonych przez Doktorantkę był bardzo wysoki. Doktorantka w profesjonalny sposób zrealizowała swój cel badawczy. Znaczenie uzyskanych wyników jest istotne tak z poznawczego, jak i praktycznego punktu widzenia. Moim zdaniem, Doktorantka wniosła znaczący wkład w rozwój chemii i technologii lipidów. Wydaje mi się też, że praca Kandydatki i Jej dorobek naukowy spełniają kryteria stawiane przez Radę Naukowa Dyscypliny Technologia Żywności i Żywienia w sprawie wyróżnienia rozpraw doktorskich.

