

Warszawa, 15.01.2024 r.

Prof. dr hab. Dorota Witrowa-Rajchert, czł. koresp. PAN
Katedra Inżynierii Żywności i Organizacji Produkcji
Instytut Nauk o Żywności SGGW w Warszawie

R e c e n z j a

pracy doktorskiej **mgr inż. Mileny Rogalskiej**

pt. „**Właściwości bioaktywnych preparatów ziarna kakaowego o zwiększonej stabilności do
wzbogacania żywności**”

dziedzina nauki rolnicze

dyscyplina technologia żywności i żywienia

wykonanej na Wydziale Biotechnologii i Nauk o Żywności

Politechniki Łódzkiej

pod kierunkiem Prof. dr hab. inż. Doroty Żyżelewicz

Recenzję sporządzono na podstawie:

- Pisma Dziekana Wydziału Biotechnologii i Nauk o Żywności Politechniki Łódzkiej, Dr hab. inż. Anny Diowks, prof. uczelni, z dnia 11.01.2024 r.,
- art. 13.1. Ustawy z dnia 14 marca 2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz.U. 2003 nr 65 poz. 595 z późn. zmianami)

Przedstawiona do recenzji praca doktorska dotyczy otrzymywania preparatów związków fenolowych z proszku kakaowego ACTICOA, jego ekstraktu oraz czystego związku fenolowego występującego w ziarnach kakaowych, tj. (+)-katechiny, z zastosowaniem wybranych metod kapsułkowania oraz charakterystyka właściwości tych preparatów, a także wzbogaconych nimi produktów żywnościowych. Czyste związki fenolowe lub ekstrakty roślinne, zawierające te związki w swym składzie, aplikowane do produktów spożywczych, mogą tracić swój potencjał przeciwutleniający pod wpływem różnych warunków środowiska, takich jak niskie bądź wysokie pH, temperatura, działanie enzymów trawiennych czy interakcje ze składnikami żywności. Dlatego w celu ochrony bioaktywnych związków opracowuje się różne metody ich kapsułkowania. Można wyróżnić kilka sposobów zwiększania stabilności i biodostępności związków fenolowych, jednak badania dotyczące możliwości kapsułkowania flawonoidów oraz ekstraktów ziaren kakaowych, były dotychczas ograniczone. Tak więc należy uznać za uzasadnione i ważne podjęcie badań w tym zakresie. Należy podkreślić trafny wybór materiału badawczego. W trakcie przetwórstwa ziaren kakaowych straty cennych związków fenolowych są znaczne, więc dostępne komercyjnie ziarna kakaowe oraz proszki kakaowe z nich otrzymane charakteryzują się istotnie mniejszą zawartością związków fenolowych, szczególnie flawonoidów, niż surowiec wyjściowy. W związku z tym jako podstawowy materiał badawczy wybrano proszek kakaowy ACTICOA, który jest jedynym dostępnym na rynku proszkiem otrzymywanym z niedofermentowanych ziaren kakaowych, więc stężenie związków fenolowych, obecnych naturalnie w surowych

ziarnach, ulega tylko niewielkiemu zmniejszeniu w czasie dalszych etapów otrzymywania proszku kakaowego.

Ocena formalna

Recenzowana praca obejmuje 211 stron maszynopisu. Całość podzielona jest na dziewięć numerowanych rozdziałów: Wstęp, Część teoretyczna, Cel i hipotezy badawcze, Część doświadczalna, Omówienie wyników, Wnioski i podsumowanie, Spis tabel, Spis rysunków, Bibliografia. W dziesiątym rozdziale przedstawiono dorobek naukowy Doktorantki. W tekście pracy zamieszczono 25 tabel oraz 76 rysunków. Bogata ilustracja graficzna ułatwia wyjaśnienie podstawowych zagadnień związanych z tematyką rozprawy oraz stanowi rzetelne udokumentowanie uzyskanych wyników. Pod względem formalnym praca nie budzi zastrzeżeń. W pracy cytowanych jest 307 pozycji literatury, w tym 61 z ostatnich pięciu lat. Prezentacja wyników, a także ich dyskusja są przedstawione w sposób prosty i logiczny.

Ocena merytoryczna

We wstępie (rozdział I) Autorka uzasadnia celowość podjęcia badań, których wyniki zostały zawarte w recenzowanej dysertacji. Zawiera on także streszczenie w języku polskim oraz angielskim. W części teoretycznej (rozdział II) zwrócono uwagę na najważniejsze zagadnienia, dotyczące problematyki rozprawy, analizując stan wiedzy w zakresie roli i występowania antyoksydantów w żywności (podrozdział 1.), podziału, budowy i źródeł występowania związków polifenolowych (podrozdział 2.), charakterystyki flawonoidów – związków biologicznie aktywnych ziarna kakaowego (podrozdział 3.), wchłaniania polifenoli w przewodzie pokarmowym człowieka (podrozdział 4.) oraz wybranych metod kapsułkowania materiałów bioaktywnych (podrozdział 5.). Bardzo pozytywnie oceniam tę część dysertacji. Sposób przedstawienia przeglądu piśmiennictwa oraz jego merytoryczny charakter świadczą, że Doktorantka dobrze orientuje się w problematyce szczegółowej, będącej przedmiotem rozprawy.

W rozdziale III przedstawiono cel i hipotezy badawcze. Celem pracy „było otrzymanie preparatów związków fenolowych z proszku kakaowego ACTICOA, ekstraktu proszku kakaowego ACTICOA oraz czystego związku fenolowego występującego w ziarnach kakaowych, tj. (+)-katechiny z zastosowaniem wybranych metod kapsułkowania, a następnie charakterystyka ich właściwości i funkcjonalizacja żywności otrzymanymi kapsułkami”. Stwierdzam, że cel pracy koreluje z dalszą częścią rozprawy, natomiast uważam, że przedstawione w tym rozdziale na rysunku 12. etapy realizacji celu badań mogłyby zostać umieszczone w następnym rozdziale (część doświadczalna). Innym rozwiązaniem byłaby zmiana tytułu rozdziału III na „Cel, zakres i hipotezy badawcze”. Autorka sformułowała także cztery hipotezy badawcze. Trzy z nich zakładają, że: proces kapsułkowania preparatów może przyczynić się do zwiększenia ich stabilności, rozpuszczalności oraz zachowania aktywności biologicznej fenolowych związków ziaren kakaowych (i), aplikacja preparatów związków fenolowych ziaren kakaowych w formie wolnej oraz kapsułkowanej do produktów spożywczych, takich jak jogurt pitny, żelki agarowe, korpus cukierniczy, może przyczynić się

do zwiększenia zawartości substancji bioaktywnych oraz aktywności przeciwutleniającej tych wyrobów (ii), ze względu na termolabilność i utlenianie związków fenolowych utworzenie stabilnych kompleksów inkluzyjnych, liposomów oraz kapsułek alginianowo-chitozanowych ze związkami fenolowymi występującymi w proszku kakaowym ACTICOA oraz otrzymanym z niego ekstrakcie może przyczynić się do ochrony tych związków przed niekorzystnymi warunkami środowiska oraz procesami przetwórczymi (iii). Natomiast mam uwagę odnośnie hipotezy czwartej, zaprezentowanej w pracy w punkcie pierwszym. Uważam, że jest ona zbędna. Przedstawia wynikające z przeglądu literatury stwierdzenie (a nie „hipotezę”), a jego treść pokrywa się z hipotezą kolejną (punkt 2.).

W następnym rozdziale (IV) bardzo szczegółowo opisano część doświadczalną. Scharakteryzowano materiał badawczy, materiały i odczynniki chemiczne oraz aparaturę pomiarową. Wśród metod technologicznych opisano otrzymywanie: ekstraktu kakaowego ACTICOA, kompleksów inkluzyjnych z cyklodekstrynami (metoda klasyczna oraz w wyniku ekstrakcji reaktywnej), liposomów, kapsułek alginianowo-chitozanowych oraz produktów spożywczych, wybranych do aplikacji otrzymanych preparatów (jogurt pitny, żelki agarowe, korpus cukierniczy). W dalszej kolejności przedstawiono opis stosowanych metod analitycznych, służących ocenie uzyskanych preparatów oraz produktów spożywczych. Należy podkreślić szerokie spektrum tych metod - zarówno chemicznych, jak i fizycznych, co uwiarygodnia otrzymane wyniki i wyciągnięte na ich podstawie wnioski. Liczba wykonanych analiz jest imponująca, a wśród nich znajdują się: spektrofotometryczne metody oznaczania aktywności przeciwutleniającej (metoda Folina-Ciocalteu, DPPH, ABTS, FRAP), oznaczenie zawartości związków fenolowych metodą UHPLC-DAD, oznaczenie stabilności krótko- i długoterminowej, badanie rozpuszczalności, określenie wielkości cząstek metodą dyfrakcji laserowej, analiza FTIR, analiza termodynamiczna, symulowane trawienie, analizę struktury powierzchni (SEM) oraz oznaczenie liczby bakterii w jogurcie. Należy stwierdzić, że zastosowane techniki i metody pomiarowe wymagały dobrego merytorycznego oraz analitycznego przygotowania Doktorantki. Do sposobu opisu metodyki badań mam drobne uwagi, które przedstawiam w dalszej części recenzji.

Rozdział V - Omówienie wyników składa się z dwóch zasadniczych części. W pierwszej zaprezentowano charakterystykę otrzymanych bioaktywnych preparatów, a w drugiej - wzbogaconych produktów spożywczych.

W podrozdziale 1.1. opisano badania kompleksów inkluzyjnych (+)-katechiny z cyklodekstrynami, otrzymanych metodą klasyczną. Początkowo, przeprowadzono analizę termodynamiczną kompleksu (+)-katechiny z β -cyklodekstryną, z wykorzystaniem izotermicznej kalorymetrii miareczkowej (ITC) oraz identyfikację kompleksu (+)-katechiny z β -cyklodekstryną techniką ESI-MS. Na podstawie uzyskanych wyników jako optymalne warunki otrzymywania kompleksów inkluzyjnych katechiny z cyklodekstrynami uznano temperaturę i czas reakcji wynoszące odpowiednio 40°C i 2 h. Następnie analizowano: wydajność syntezy (metoda UHPLC-DAD), stabilność krótko- i długoterminową (metoda UHPLC-DAD), morfologię powierzchni (SEM), wielkość cząstek (dyfrakcja laserowa), strukturę chemiczną (FTIR), rozpuszczalność w wodzie, etanolu, 0,1 M roztworze HCl i buforze

fosforanowym o pH 6,8, zawartość polifenoli ogółem oraz aktywność przeciwutleniającą (DPPH, ABTS, FRAP) kompleksów inkluzyjnych (+)-katechiny z cyklodekstrynami. Stwierdzono między innymi, że proces tworzenia kompleksów inkluzyjnych (+)-katechiny z HP- β -CD odznaczał się większą efektywnością (katechiny uległa całkowitemu skompleksowaniu) niż kompleksowanie tego związku z β -CD. Uzyskane wyniki potwierdziły także, że tworzenie inkluzyjnych kompleksów ze związkami polifenolowymi jest skuteczną metodą zabezpieczającą aktywne związki przed utlenianiem czy degradacją termiczną. Stwierdzono również, że uzyskane kompleksy wykazywały lepszą rozpuszczalność w wodzie oraz roztworach symulujących płyny ustrojowe człowieka niż wolna (+)-katechiny. Zwiększenie rozpuszczalności preparatów związków polifenolowych jest bardzo korzystne z punktu widzenia potencjalnego zastosowania tych substancji jako produktów spożywczych lub nutraceutyków, gdyż wysoka rozpuszczalność w wodzie oraz płynach ustrojowych może polepszyć wchłanianie tych związków w organizmie człowieka. Natomiast aktywność antyoksydacyjna (+)-katechiny w postaci kompleksów inkluzyjnych z cyklodekstrynami była niższa niż jej wolnej formy.

W opisanym w powyższym akapicie sposób zaprezentowano wyniki badań kompleksów inkluzyjnych proszku i ekstraktu kakaowego ACTICOA z cyklodekstrynami, otrzymanych metodą klasyczną (podrozdział 1.2.) oraz w wyniku ekstrakcji reaktywnej (podrozdział 1.3.). W przypadku metody ekstrakcji reaktywnej poddano optymalizacji zarówno stężenie wodnego roztworu cyklodekstryny (0,5; 1,0 i 2,0%), jak i czas prowadzenia ekstrakcji (2, 6 i 16 h) oraz analizowano dodatkowo zawartość polifenoli ogółem i aktywność przeciwutleniającą kompleksów po trawieniu w układzie żołądkowo-jelitowym. Jako interesujące w tej części dysertacji (podrozdział 1.2.) należy uznać spostrzeżenia Autorki, dotyczące m.in. wnikania niektórych grup funkcyjnych polifenoli obecnych w proszku lub ekstrakcie kakaowym do wnętrza cyklodekstryn (analiza FTIR) czy zależności potencjału przeciwutleniającego i wielkości cząstek kompleksu - preparaty o mniejszej średnicy charakteryzowały się większym potencjałem. Doktorantka stwierdziła, że ekstrakcja reaktywna była procesem bardziej wydajnym niż tradycyjna metoda ekstrakcji, a preparaty otrzymane podczas takiej ekstrakcji z zastosowaniem roztworów o większym stężeniu cyklodekstryn cechowały się wyższą stabilnością związków fenolowych. Jednocześnie, uzyskane wyniki upoważniły Autorkę do stwierdzenia, że zastosowanie badanych stężeń cyklodekstryn oraz czasu ekstrakcji umożliwiły uzyskanie preparatów o wysokiej zawartości związków polifenolowych, a w konsekwencji do konkluzji, że kompleksy inkluzyjne związków fenolowych występujących w proszku kakaowym mogą być wykorzystywane do wzbogacania produktów spożywczych.

W podrozdziale 1.4. Doktorantka przedstawiła wyniki badań kapsułkowania (+)-katechiny oraz ekstraktu proszku kakaowego ACTICOA w liposomach. Analizując stabilność preparatów wykazała, że zastosowanie technologii liposomowej doprowadziło do znacznego ograniczenia strat związków polifenolowych w porównaniu do czystej (+)-katechiny oraz wyjściowego ekstraktu z proszku kakaowego ACTICOA. Potwierdzeniem był także brak

obecności niektórych grup funkcyjnych na widmach FT-IR, co świadczyło o ich włączeniu do wnętrza liposomów.

Kolejny podrozdział (1.5.) prezentuje wyniki badań, dotyczących otrzymywania kapsułek alginianowo-chitozanowych (+)-katechiny oraz ekstraktu proszku kakaowego ACTICOA. Doktorantka wykazała skuteczność kapsułkowania związków polifenolowych w układzie alginian-chitozan, a także stwierdziła, że spożywanie związków polifenolowych i ekstraktu bogatego w te substancje w formie kapsułek alginianowo-chitozanowych pozwala na dostarczenie związków fenolowych w niezmienionej formie do dalszych odcinków przewodu pokarmowego.

W drugiej części rozdziału V przedstawiono wyniki badań, dotyczących wzbogacania produktów spożywczych z wykorzystaniem proszku, ekstraktu kakaowego ACTICOA, (+)-katechiny, kompleksów inkluzyjnych (+)-katechiny z β -CD i HP- β -CD, otrzymanych metodą klasyczną, kompleksów inkluzyjnych ekstraktu proszku kakaowego ACTICOA z cyklodekstrynami, uzyskanych w wyniku ekstrakcji reaktywnej, oraz kapsułek alginianowo-chitozanowych. Preparaty zastosowano do wzbogacenia trzech produktów spożywczych - jogurtu pitnego (podrozdział 2.1.), korpusu cukrowo-tłuszczowego (podrozdział 2.2.) oraz żelek agarowych (podrozdział 2.3.). W produktach tych analizowano zawartość polifenoli ogółem, zdolność zmiatania wolnych rodników (DPPH, ABTS) oraz zdolność redukowania jonów żelaza. W przypadku jogurtu oznaczenia te przeprowadzono także po 14-dniowym przechowywaniu oraz określono liczbę bakterii mlekowych.

Zarówno 14-dniowe przechowywanie jogurtów w warunkach chłodniczych, jak i wzbogacanie ich preparatami polifenolowymi nie wpłynęło znacząco na zmniejszenie w nich liczby bakterii mlekowych. Stwierdzono, że wyższą zawartością polifenoli charakteryzowały się jogurty wzbogacane kompleksami inkluzyjnymi (+)-katechiny z cyklodekstrynami niż preparaty kompleksów proszku kakaowego ACTICOA, otrzymanego metodą ekstrakcji reaktywnej. Wykazano również, że niezależnie od metody otrzymywania kompleksów inkluzyjnych wyższą zawartością polifenoli cechowały się preparaty otrzymane z β -CD niż jej pochodną HP- β -CD. Doktorantka zaobserwowała także pozytywny wpływ kompleksów inkluzyjnych na zdolność zmiatania rodnika DPPH oraz na właściwości redukujące jony żelaza. Uzyskane wyniki potwierdziły, że antyoksydanty zawarte w preparatach otrzymanych z proszku kakaowego oraz (+)-katechiny zachowywały aktywność przeciwrodnikową nawet podczas przechowywania jogurtu.

Doktorantka wykazała, że suplementowanie wyrobów żelowych oraz korpusów cukierniczych (+)-katechiną oraz ekstraktem proszku kakaowego ACTICOA w formie wolnej lub w postaci kompleksów inkluzyjnych również wpłynęło korzystnie na wzrost zawartości związków fenolowych, zdolność zmiatania wolnych rodników oraz siłę redukowania jonów żelaza przez te produkty.

W rozdziale VI Autorka przedstawiła 12 wniosków, wynikających ze zrealizowanych badań, oraz podsumowanie dysertacji. Wnioski zostały w większości prawidłowo sformułowane i charakteryzują się wartością zarówno poznawczą, jak i aplikacyjną. Mam jedynie wątpliwości odnośnie wniosku nr 10, który w mojej opinii nie wynika bezpośrednio

z wykonanych badań. Ich wyniki wskazują oczywiście na zwiększenie rozpuszczalności preparatów związków fenolowych w postaci kompleksów inkluzyjnych w wodzie oraz płynach ustrojowych, ale Doktorantka nie przeprowadziła badań, uprawniających do sugestii poprawy wchłaniania tych związków bezpośrednio w organizmie człowieka.

Na zakończenie części merytorycznej rozprawy Doktorantka przedstawiła na trzech stronach maszynopisu trafne i bardzo dobrze opracowane podsumowanie badań. Jako istotne osiągnięcia tych badań, które jako recenzent potwierdzam, zostały wskazane:

- opracowanie efektywnej metody kapsułkowania związków fenolowych ziaren kakaowych, w tym flawonoidów, w postaci ekstraktu z proszku kakaowego z wykorzystaniem β -CD i HP- β -CD;

- ustalenie, że poprzez dobór odpowiedniego materiału powłokowego oraz metody wytwarzania można uzyskać kompleksy inkluzyjne i kapsułki alginianowo-chitozanowe związków fenolowych ziaren kakaowych zarówno w formie wolnej, jak i proszku lub ekstraktu o ulepszonych parametrach rozpuszczalności i stabilności;

- wykazanie, że preparaty z ekstraktów proszku kakaowego w postaci kompleksów inkluzyjnych z β -CD i HP- β -CD, ze względu na częściowe zachowanie aktywności przeciwutleniającej oraz zwiększenie rozpuszczalności, termostabilności i stabilności długoterminowej mogą być stosowane do wzbogacania różnych produktów żywnościowych.

Biorąc pod uwagę cel i zakres pracy, stosowane metody, sposób przedstawienia i interpretacji wyników oraz wnioski uważam, że praca pt. „Właściwości bioaktywnych preparatów ziarna kakaowego o zwiększonej stabilności do wzbogacania żywności” została wykonana zgodnie z zasadami realizacji pracy naukowej i pod względem merytorycznym nie budzi zastrzeżeń.

Podsumowując stwierdzam, że cel badań został zrealizowany, a hipotezy badawcze potwierdzone. Konsekwentnie zrealizowane eksperymenty pozwoliły na dokładną analizę i ocenę kapsułkowanych preparatów oraz wzbogaconych nimi produktów spożywczych. Praca ma charakter nowatorski, dotyczy zagadnienia istotnego, szczególnie w aspekcie możliwości zwiększenia stabilności związków fenolowych ziaren kakaowych. Napisana jest rzetelnie, poprawnym i fachowym językiem, a sposób prezentacji graficznej wyników badań jest wyróżniający.

W czasie czytania pracy nasunęły mi się pewne uwagi szczegółowe i pytania, które wymieniam poniżej:

1. Sformułowanie celu badań – Autorka użyła określenia „funkcjonalizacja żywności”. Co prawda, słowo „funkcjonalizacja” jest poprawne (SJP PWN - „czynienie czegoś bardziej funkcjonalnym”), ale można znaleźć informacje (również SJP PWN), że pochodzi ono z języka specjalistycznego, a właściwie żargonu chemików organicznych i nie ma nic wspólnego z funkcjonalnością. Funkcjonalizacja to dołączenie tzw. grupy funkcyjnej zmieniającej właściwości np. związku chemicznego, a takie nietypowe utworzenie słowa wynika z ang. *functionalization*, zaś grupa funkcyjna w tym języku to *functional group*. Dodatkowo, słowo „funkcjonalizacja” zostało użyte przez Autorkę tylko w celu pracy (zdaniem recenzenta). W treści pracy najczęściej

pojawiało się słowo „wzbogacanie” i rzadziej „fortyfikacja”. Moim zdaniem byłoby lepiej użyć któregoś z nich.

2. Metodyka badań

- proces liofilizacji prowadzono w -50°C . Nie podano natomiast, czego jest to temperatura (półki liofilizatora, kondensacji, ...);

- 10.2., str. 60 – podano, że wyniki wyrażono jako miligram katechiny w przeliczeniu na gram suchej masy liofilizowanego preparatu (mg katechiny/g s.m. liofilizatu), natomiast w omówieniu wyników stosowana jest jednostka mg katechiny/g próby;

- 10.3., str. 61; 10.4., str. 62 (ostatni wiersz) – powinno być mg próby na mg rodnika DPPH (lub ABTS), a nie odwrotnie.

2. Wyniki

- w kilku miejscach (tabele 1., 10., 11., 12., 16., 17.) Autorka niepoprawnie skomentowała oznaczenia wyników analizy statystycznej. Zamiast określenia „różne litery w tej samej „kolumnie” powinno być „różne litery w tym samym wierszu”;

- str. 81 – Autorka stwierdziła, że większą aktywnością przeciwrodnikową w teście DPPH charakteryzował się kompleks (+)-katechiny z β -CD niż z HP- β -CD. Z kolei kompleks inkluzyjny (+)-katechiny z HP- β -CD odznaczał się prawie 2-krotnie wyższą zdolnością do neutralizacji wolnego rodnika ABTS. Jak można wyjaśnić taki wynik?

- str. 104 – podano, że największym stężeniem flawan-3-oli oraz pochodnych kwasów fenolowych odznaczały się preparaty otrzymane w wyniku ekstrakcji reaktywnej trwającej 2 h z zastosowaniem 0,5% roztworu cyklodekstryn. Natomiast to stwierdzenie nie jest zgodne z danymi zamieszczonymi w tabeli 16., wg których stężenie flawan-3-oli jest największe w przypadku 2-procentowego roztworu po 2 h ekstrakcji, a pochodnych kwasów fenolowych w 1-procentowym roztworze po 2 h (β -CD). Różnice można zauważyć również w przypadku HP- β -CD (tab. 17).

- proszę o wyjaśnienie, dlaczego wyjściowe zawartości związków fenolowych na rysunkach 37. i 38. są inne niż podane odpowiednio w tabelach 16. i 17.;

- tab. 16 i 17 – błędnie podano czas ekstrakcji, 18 h zamiast 16 h;

- sugerowałabym w przyszłości, prezentując wyniki analizy statystycznej na rysunkach w postaci różnych liter, aby stosować zróżnicowane oznaczenia w grupach (np. rys. 35, 37, 38, 40-49, 61, 65) - przykładowo małe, duże, pochylone litery. To zdecydowanie ułatwia analizę wyników.

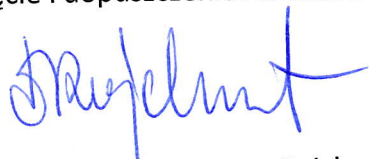
3. W pracy można znaleźć sformułowania, z którymi można by dyskutować lub są uchybieniami językowymi czy też błędy edytorskie, ale jest ich niewiele.

Podsumowanie i wniosek końcowy

Recenzowana praca Mgr inż. Mileny Rogalskiej pt. „Właściwości bioaktywnych preparatów ziarna kakaowego o zwiększonej stabilności do wzbogacania żywności” stanowi samodzielne rozwiązanie problemu badawczego. Dzięki odpowiednio zaplanowanym badaniom i wykonanym analizom cel pracy został zrealizowany, a hipotezy badawcze potwierdzone. Zarówno rezultaty doświadczeń, jak i wynikające z nich wnioski są wartościowe, zasługują na upowszechnienie i mają zarówno znaczenie poznawcze, jak i praktyczne. W świetle ocenianej dysertacji, Mgr inż. Milena Rogalska wykazała się umiejętnością podjęcia zadania badawczego wychodzącego naprzeciw aktualnym zapotrzebowaniom, przeprowadzenia eksperymentów, dokonania analizy otrzymanych danych liczbowych, przeprowadzenia dyskusji naukowej i merytorycznie poprawnego wnioskowania.

Zgłoszone do pracy uwagi mają charakter dyskusyjny, służą uporządkowaniu pewnych zagadnień i zasygnalizowaniu aspektów wartych rozważenia.

Stwierdzam, że treść rozprawy kwalifikuje Kandydatkę do ubiegania się o stopień doktora w dyscyplinie technologia żywności i żywienia i spełnia wszystkie warunki rozprawy doktorskiej, określone w art. 13.1 Ustawy z dnia 14 marca 2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz.U. 2003 nr 65 poz. 595 z późn. zmianami), zawierając oryginalne rozwiązanie problemu naukowego i przedkładam Wysokiej Radzie Dyscypliny Technologia Żywności i Żywienia Politechniki Łódzkiej wniosek o jej przyjęcie i dopuszczenie Autorki do publicznej obrony.



Prof. dr hab. Dorota Witrowa-Rajchert, czł. koresp. PAN