

RECENZJA

rozprawy doktorskiej autorstwa mgr inż. **Aleksandry Plucińskiej-Krawczyk** zatytułowanej
„AKTYWNOŚĆ ANTYOKSYDACYJNA I PRZECIWDROBNOUSTROJOWA OWOCÓW
LYCIUM BARBARUM L.”

wykonanej w Katedrze Cukrownictwa i Zarządzania Bezpieczeństwem Żywności,
Wydziału Biotechnologii i Nauk o Żywności Politechniki Łódzkiej

promotor: prof. dr hab. inż. Alina Kunicka-Styczyńska

Recenzja wykonana na podstawie uchwały Rady Dyscypliny Technologia Żywności i Żywnienia na
Politechnice Łódzkiej z dnia 17.12.2024r.

Sylwetka kandydatki

Pani Aleksandra Plucińska –Krawczyk urodziła się 1 marca 1994 r. w Łodzi. W 2018 roku ukończyła studia magisterskie na kierunku biotechnologia Politechniki Łódzkiej, specjalność technologia fermentacji i mikrobiologia techniczna. Jest absolwentką studiów doktoranckich na Wydziale Biotechnologii i Nauk o Żywności Politechniki Łódzkiej.

Uzasadnienie podjęcia tematyki badawczej

Szerzająca się pandemia chorób dietozależnych i cywilizacyjnych wynika z tzw. nowoczesnego stylu życia, między innymi zbyt małej ilości ruchu, źle zbilansowanej diety, zanieczyszczenia środowiska czy stresu. Wszystkie wymienione czynniki mogą prowadzić do naruszenia w ustroju człowieka naturalnej równowagi pomiędzy zachodzącymi w warunkach fizjologicznych procesami utleniania, a procesami przeciwutleniającymi. Zaburzenie tej równowagi prowadzi do dominacji reakcji wolnorodnikowej o charakterze utleniającym, za co odpowiadają reaktywne formy tlenu, czyli tzw. wolne rodniki, które stanowią zagrożenie dla organizmu człowieka poprzez swoje niekorzystne oddziaływanie na komórki i tkanki. Dane literaturowe wskazują, że jednym z efektów powstawania tego rodzaju form tlenu w organizmie człowieka może być rozwój przewlekłych stanów zapalnych oraz nadmierna reaktywność układu odpornościowego. Wiele jest opracowań, które zwracają uwagę na fakt, iż dieta bogata w związki fitochemiczne wspomaga organizm w dostarczaniu substancji o

aktywności przeciwutleniającej. Związki fenolowe to grupa metabolitów wtórnych roślin o udokumentowanej aktywności przeciwutleniającej. Związki te nie są produkowane w organizmie zwierząt, ale mogą być dostarczane przez spożywanie żywności roślinnej. Skutki zdrowotne polifenoli zależą zarówno od ich spożycia (ilościowo i jakościowo) oraz biodostępności, która może się znacznie różnić od spożytej ilości. Powszechnie znane są prozdrowotne właściwości polifenoli roślinnych, w tym działanie przeciwutleniające, przeciwzapalne, przeciwmiażdżycowe, przeciwcukrzycowe, przeciwalergiczne czy antymutagenne. Do mechanizmów warunkujących działanie przeciwutleniające związków flawonoidowych należą: „wygaszanie” wolnych rodników, hamowanie peroksydacji lipidów, zdolność chelatowania metali czy obniżenie aktywności enzymów odpowiedzialnych za powstawanie reaktywnych form tlenu. Szerząca się pandemia chorób dietozależnych i cywilizacyjnych wymaga od producentów żywności wprowadzania na rynek produktów o wysokiej wartości żywieniowej, bogatych w minerały, witaminy czy polifenole co może nadać produktom miano żywności funkcjonalnej.

Jagody goji znane również jako jagody kolcowoju (*Lycium barbarum*) w tradycyjnej medycynie chińskiej i tybetańskiej określane jako „Owoce długowieczności”, są od wieków cenione za swoje liczne właściwości prozdrowotne. Pochodzą z Azji, głównie z regionów Chin, Mongolii i Tybetu. Gatunki *Solanaceae*, z których pochodzą jagody Goji, są odporne na niskie temperatury i wytrzymująienne jej wahania nawet do 20 °C, ze względu na krótki okres wegetacji, jagody goji są z powodzeniem uprawiane w Europie, w tym w Polsce. Do Europy owoce Goji wprowadzono stosunkowo niedawno, szybko też zwróciły uwagę naukowców i konsumentów, szczególnie ze względu na doniesienia o ich wyjątkowych właściwościach prozdrowotnych, zgodnie z tendencją do zachowania zdrowego stylu życia i właściwego odżywiania. Wielokierunkowe działanie owoców Goji jest związane nie tylko z obecnością witamin, ale także wielu innych związków bioaktywnych. Do najważniejszych należą: polisacharydy, nienasycone kwasy tłuszczowe, aminokwasy (głównie izoleucyna i tryptofan), karotenoidy (β -karoten, zeaksantyna, luteina, likopen), betaina, witaminy (C, E, B1, B2, B6) oraz składniki mineralne (m.in. żelazo, wapń, cynk, selen). Owoce te są bogatym źródłem przeciwutleniaczy, do których należą m.in. polifenole, w tym flawonoidy.

Najlepiej poznanym bioaktywnym składnikiem owoców *Lycium* sp. jest kompleks polisacharydowy (LBP, ang. *Lycium barbarum polysascharides*). Jego zawartość szacowana jest na 5÷8 % suchej masy owoców. Jest to grupa rozpuszczalnych w wodzie glikokoniugatów w ich skład wchodzi sześć monosacharydów: glukoza, arabinoza, galaktoza,

ksyloza, mannoza i ramnoza oraz osiemnaście aminokwasów. Frakcję polisacharydową tworzą rozgałęzione polisacharydy oraz proteoglikany. Część glikozydowa stanowi 90 ÷ 95 % masy kompleksu. Występuje w nim również kwas galakturonowy należący do kwasów uronowych, mający prawdopodobnie największy wpływ na aktywność biologiczną kompleksu. Uważa się, że kompleks polisacharydów *Lycium barbarum* może być najważniejszym składnikiem odpowiadającym za działanie prozdrowotne owoców Goji. Wyodrębnione z niego frakcje mają różną aktywność biologiczną, m.in. przeciwdziałają procesom starzenia i oksydacji, zwiększają odporność organizmu czy oddziałują przeciwnowotworowo. Wykazano działanie hipoglikemiczne i hipolipemiczne tego kompleksu, a także korzystny wpływ w przypadku uszkodzenia wątroby. Prowadzone są badania przedkliniczne i kliniczne z wykorzystaniem kompleksu polisacharydowego *Lycium* w celu określenia jego terapeutycznego działania. Bioaktywnymi składnikami owoców Goji o znacznej aktywności przeciwutleniającej są związki polifenolowe. Dominującymi związkami są: diglikozyd kwercetyny, rutyna, kempferol-3-O-rutynozyd, kwas chlorogenowy i kawowy, a w niewielkich ilościach występują kwasy kawoilochinowy i p-kumarowy. Owoce goji można jeść na surowo, w formie suszonej, na rynku pojawia się coraz więcej produktów na bazie jagód goji-soków, likierów, win, napojów, dżemów, wyrobów piekarniczych, batonów energetycznych, wyrobów cukierniczych, przypraw do zup, dań mięsnych i wegetariańskich oraz dodatków do herbat i produktów mlecznych. Ekstrakty z owoców goji są także dostępne w postaci suplementów diety.

Coraz większe zainteresowanie owocami goji na rynku oraz nieliczne dane literaturowe dotyczące aktywności przeciwdrobnoustrojowej ekstraktów z jagód goji skłoniło Doktorantkę do podjęcia badań w tym kierunku ponadto podjęto badania nad bezpieczeństwem mikrobiologicznym surowca oraz badania nad aktywnością antyoksydacyjną suszonych i liofilizowanych jagód goji, oraz ich liofilizowanych ekstraktów.

Ocena formalna pracy

Przedstawiona do oceny rozprawa doktorska mgr inż. Aleksandry Plucińskiej – Krawczyk pod tytułem „Aktywność antyoksydacyjna i przeciwdrobnoustrojowa owoców *Lycium barbarum* L.” jest w formie monografii. Recenzowana monografia posiada układ typowy dla prac o charakterze eksperymentalnym. Całość obejmuje 198 stron i składa się z następujących części: Streszczenia w języku polskim i angielskim, Wprowadzenia, Przeglądu piśmiennictwa (30 stron), Genezy pracy i hipotez badawczych, Materiałów i metod (29

stron), Wyników (53 strony), Dyskusji wyników (20 stron), Wniosków, Bibliografii, Załączników. Dokumentacja w formie 73 rysunków i 3 tabel została zamieszczona w rozdziale wyniki

Zasadniczym celem recenzowanej rozprawy doktorskiej było wykazanie:

- znaczącej aktywności antyoksydacyjnej suszonych i liofilizowanych jagód goji, liofilizowanych ekstraktów suszonych i liofilizowanych jagód goji niezależnie od warunków ekstrakcji. Ekstrakcje przeprowadzono za pomocą 4 rozpuszczalników (50% roztworu dioksanu, 50% roztworu tert-butanolu, 70% roztworu etanolu oraz wody). Ekstrakcje prowadzono w różnych warunkach temp. 25, 37, 55 i 70 °C oraz czasowych 0.5, 2, 24, 48, 72 godzin.
- bezpieczeństwa mikrobiologicznego suszonych techniką tradycyjną i liofilizowanych jagód goji
- aktywności przeciwdrobnoustrojowej ekstraktów z jagód goji w warunkach in vitro
- zwiększenia stabilności mikrobiologicznej koktajlu mlecznego przez dodatek jagód goji w warunkach opóźnionego chłodzenia (weryfikacja w modelu prognostycznym)

Ocena merytoryczna pracy

Streszczenie pracy przedstawia zakres prowadzonych badań oraz wskazuje zasadniczy cel pracy, wykazanie znaczącego potencjału jagód goji jako składnika żywności ze względu na zawartość polifenoli, aktywność antyoksydacyjną i działanie przeciwbakteryjne, które może wspomagać stabilność mikrobiologiczną napojów bezalkoholowych, szczególnie w warunkach opóźnionego chłodzenia. Ta część pracy przekazuje tok i rezultaty badań wiążących badania o charakterze podstawowym z dobrze udokumentowanymi badaniami aplikacyjnymi.

Wprowadzenie stanowiące rozdział II rozprawy, nakreśla tło podjętego tematu, oprócz informacji dotyczących samego krzewu *Lycium barbarum* L, jego pochodzenia, warunków uprawy, historii dobroczynnego działania jagód goji sięgającej ponad 2000 lat, zawiera charakterystykę składu chemicznego jagód goji. Na podstawie dokonanego przeglądu literatury Doktoranka dostarczyła przekonujących argumentów, iż problematyka badawcza podjęta w rozprawie doktorskiej jest nie tylko wysoce aktualna, ale i nowatorska. Dodatkowo należy podkreślić, iż informacje zawarte w tej części są poparte prawidłowo dobranym piśmiennictwem. Ta część dysertacji jest dobrze przygotowana, a nieliczne błędy literowe nie zakłócają odbioru pracy i nie wpływają na jej wartość naukową.

W kolejnym rozdziale dysertacji mgr inż. Aleksandra Plucińska-Krawczyk sformułowała 4 hipotezy badawcze:

1. ekstrakty z jagód goji wykazują znaczącą aktywność antyoksydacyjną, niezależnie od warunków ekstrakcji,
2. suszone techniką tradycyjną i liofilizowane jagody goji są produktem spożywczym bezpiecznym mikrobiologicznie,
3. ekstrakty z jagód goji wykazują aktywność przeciwdrobnoustrojową w warunkach *in vitro*,
4. dodatek jagód goji do koktajlu mlecznego zwiększa jego stabilność mikrobiologiczną w warunkach opóźnionego chłodzenia- weryfikacja w modelu prognostycznym.

Hipotezy badawcze zostały jasno sformułowane i w pełni przedstawiają koncepcję i założenia pracy doktorskiej. Na podkreślenie zasługuje szeroki zakres pracy oraz połączenie badań podstawowych z aspektem aplikacyjnym.

Opis materiałów i metod badań jest właściwy i umożliwia odtworzenie eksperymentów w innych laboratoriach badawczych. Materiał badawczy stanowiły jagody goji naturalnie suszone oraz liofilizowane, mleko Polskie o zawartości tłuszczu 3,2 % (Mlekovita, Polska) zastosowane do przygotowania koktajlu mlecznego z dodatkiem jagód goji, który był badany w predykcyjnym modelu wzrostu bakterii zanieczyszczających oraz materiał mikrobiologiczny w postaci sześciu szczepów drobnoustrojów referencyjnych pochodzących z kolekcji American Type Culture Collection (bakterie gram-dodatnie: *Bacillus subtilis*, *Staphylococcus aureus*, bakterie gram-ujemne: *Pseudomonas aeruginosa*, *Escherichia coli* drożdże: *Candida albicans* i pleśń *Aspergillus Niger*).

Odnośnie tego rozdziału nasuwają się następujące pytania:

1. Dlaczego Doktorantka wybrała do ekstrakcji między innymi 50% roztwór dioksanu i 50% roztwór tert-butanolu mając na uwadze wykorzystanie ich do produkcji żywności?
2. Na stronie 38 w rozdziale 3.3.3 Doktorantka opisuje otrzymywanie liofilizatów ekstraktów jagód goji, dlaczego po odparowaniu w wyparce zastosowanych do ekstrakcji rozpuszczalników dodawano 20 ml dioksanu a następnie liofilizowano?

3. Jak przygotowywano liofilizaty ekstraktów do oznaczeń zawartości polifenoli ogółem w ekstraktach oraz całkowitej zdolności antyoksydacyjnej z wykorzystaniem rodnika DPPH?
4. Rozdział 3.3.4. nie ma pełnej metodyki dotyczącej oznaczania polifenoli ogółem
5. Dlaczego do prognozowania stabilności mikrobiologicznej napojów z dodatkiem jagód goji wybrano ekstrakt wodny otrzymany w temp 70 °C w czasie 72 godzin a nie ten który wykazywał najwyższe właściwości antyoksydacyjne?
6. Jak wytłumaczyć fakt że ekstrakty z jagód liofilizowanych wykazywały zwykle niższą aktywność antyoksydacyjną w porównaniu do ekstraktów z jagód suszonych?

W rozdziale „Wyniki” Doktorantka przedstawiła szczegółowy opis wyników badań. Rozdział ten zawiera wszystkie informacje niezbędne do właściwego zrozumienia badań prowadzonych przez Autorkę, które zostały dobrze przemyślane i wykonane. Badania zostały rozpoczęte od sprawdzenia efektywności ekstrakcji bioaktywnych związków z jagód goji suszonych i liofilizowanych z wykorzystaniem różnych rozpuszczalników: 50% roztwór dioksanu, 50% roztwór tert-butanolu, 70% roztwór etanolu i wody. Ponadto badano wpływ temperatury (25, 37, 55 i 70 °C) oraz czasu ekstrakcji (0,5, 2, 24, 48, 72h). Najwyższą wydajność procesu ekstrakcji osiągnięto w przypadku ekstraktów z liofilizowanych jagód pozyskanych przy użyciu tert-butanolu. Wykazano że czas trwania ekstrakcji oraz temperatura istotnie wpływają na efektywność procesu szczególnie przy zastosowaniu wody jako rozpuszczalnika.

Kolejne badania dotyczyły oznaczania polifenoli w ekstraktach i liofilizatach ekstraktów z suszonych i liofilizowanych jagód goji otrzymanych z wykorzystaniem do ekstrakcji 4 rozpuszczalników, 4 temperatur i 5 czasów wymienionych wcześniej.

W toku badań wykazano, iż ekstrakty z liofilizowanych jagód goji niezależnie od zastosowanego rozpuszczalnika charakteryzowały się wyższą zawartością polifenoli niż ekstrakty z jagód suszonych. Zawartość polifenoli ogółem zależała od parametrów ekstrakcji. Najwyższe wartości TPC wykazano w ekstraktach otrzymanych w temp 55 °C, po czasie ekstrakcji 48 h. Po liofilizacji ekstraktów z suszonych jagód stwierdzono spadek zawartości polifenoli ogółem od 1,57-19.0%. Najwyższą zawartość polifenoli ogółem stwierdzono w liofilizatach ekstraktów dioksanowych zarówno z jagód suszonych jak i liofilizowanych.

Kolejne badania dotyczyły oznaczania aktywności antyoksydacyjnej wyrażonej zdolnością wymiatania wolnych rodników DPPH w ekstraktach i liofilizatach ekstraktów z suszonych i liofilizowanych jagód goji otrzymanych z wykorzystaniem do ekstrakcji 4 rozpuszczalników, 4 temperatur i 5 czasów wymienionych wcześniej. Aktywność antyoksydacyjna zmieniała się w zależności od zastosowanych warunków ekstrakcji, osiągając najwyższe wartości wyrażone jako % RSA od 78% i 91% odpowiednio dla suszonych i liofilizowanych owoców (ekstrakcja wodą w temp. 55 °C i czasie 48h) do nawet 97% i 98.8% odpowiednio dla suszonych i liofilizowanych owoców (ekstrakcja dioksanem w temp. 55 °C i czasie 24 h). Najlepsze rezultaty w zakresie aktywności zmiatania wolnych rodników wykazywały ekstrakty z 50% roztworem dioksanu oraz 50% roztworem tert-butanolu otrzymane z liofilizowanych jagód goji po 24 godzinach ekstrakcji w temp. 55 °C. Na podstawie przeprowadzonych badań stwierdzono że proces liofilizacji ekstraktów owoców goji zarówno suszonych jak i liofilizowanych wpływa na spadek aktywności zmiatania wolnych rodników.

Kolejne badania dotyczyły oznaczania aktywności antyoksydacyjnej wyrażonej zdolnością wymiatania wolnych rodników ABTS^{•+} w ekstraktach i liofilizatach ekstraktów z suszonych i liofilizowanych jagód goji otrzymanych z wykorzystaniem do ekstrakcji 4 rozpuszczalników, 4 temperatur i 5 czasów wymienionych wcześniej. Najwyższą aktywność przeciwutleniającą oznaczoną rodnikiem ABTS^{•+} odnotowano dla ekstraktów dioksanowych z suszonych i liofilizowanych jagód goji w temp. 55 °C i czasie 48 godzin. Liofilizacja ekstraktów wpływała na obniżenie aktywności antyoksydacyjnej wyrażonej zdolnością wymiatania wolnych rodników ABTS^{•+}. Dopelnieniem badań właściwości przeciwutleniających było zbadanie korelacji pomiędzy aktywnością wymiatania wolnych rodników oznaczoną z wykorzystaniem rodnika ABTS^{•+} a poziomem polifenoli ogółem.

Przeprowadzono ocenę bezpieczeństwa mikrobiologicznego suszonych i liofilizowanych jagód goji. Określono poziom mikroorganizmów saproficznych. Liczbę drobnoustrojów mezofilnych oznaczono metodą płytkową. Wyniki badań wykazały, że zarówno suszone jak i liofilizowane jagody goji charakteryzują się dobrą jakością mikrobiologiczną. Poziom mikroorganizmów saprofitycznych był niski i nie stwierdzono obecności bakterii patogennych *Bacillus cerevus.*, które mogą zanieczyszczać suszone surowce roślinne. W jagodach goji liofilizowanych zidentyfikowano bakterie *Bacillus subtilis*, zaś w suszonych dodatkowo *Pseudomonas luteola*, *Rhizobium radiobacter* czy *Brevibacillus latertosporus*.

Wykonano badania aktywności przeciwdrobnoustrojowej ekstraktów z suszonych oraz liofilizowanych jagód goji. Te badania są szczególnie wartościowe, ponieważ dane literaturowe dotyczące tych badań są nieliczne. Do analizy wykorzystano cztery szczepy bakterii: *Bacillus subtilis*, *Staphylococcus aureus*, *Pseudomonas aeruginosa* i *Escherichia coli*, a także szczep drożdży *Candida albicans* oraz szczep pleśni *Aspergillus niger*. Do badań wykorzystano ekstrakty wodny, etanolowy, dioksanowy oraz tert-butanolowy po 0.5 godzinnej ekstrakcji w temp 25 °C. Uzyskane wyniki badań pozwoliły stwierdzić, że ekstrakty z suszonych i liofilizowanych jagód goji wykazywały niską aktywność przeciwdrobnoustrojową w warunkach *in vitro*. Przy czym ekstrakty z suszonych owoców wykazywały silniejsze działanie przeciwdrobnoustrojowe w porównaniu do ekstraktów z owoców liofilizowanych.

Ostatnie badania dotyczyły prognozowania stabilności mikrobiologicznej napojów z dodatkiem jagód goji. Do przeprowadzenia badań modelowych wybrano bakterie tlenowe *Bacillus subtilis*, których obecność zidentyfikowano w jagodach goji zarówno suszonych jak i liofilizowanych. Do badań wybrano dwie matryce żywności mleko z dodatkiem suszonych jagód goji (koktajl mleczny) oraz wodny ekstrakt z suszonych jagód goji otrzymany w temp 70 °C w czasie 72 godzin. Uzyskane wyniki badań potwierdziły, że dodatek suszonych jagód goji do koktajlu mlecznego oraz ich wodny ekstrakt może znacząco wspomagać stabilność mikrobiologiczną napojów, szczególnie w warunkach zmiennych temperatur przechowywania, takich jak opóźnione chłodzenie, co zostało zweryfikowane przy użyciu platformy mikrobiologii prognostycznej ComBase. Wyniki te mogą być przydatne dla producentów żywności.

Dysertacja zawiera 9 logicznych wniosków, które stanowią zwarte konkluzje pracy oparte na danych eksperymentalnych. Uważam, że na podstawie uzyskanych rezultatów badań Doktorantka wyciągnęła właściwe i konstruktywne wnioski. Przeprowadzone badania i sformułowane na ich podstawie wnioski kładą odpowiednie akcenty na znaczenie poznawcze i aplikacyjne oraz są adekwatne do celów określonych w pracy.

Podsumowując należy stwierdzić, iż badania własne Doktorantka zaplanowała dobrze i systematycznie zrealizowała, a uzyskane wyniki omówione są w kontekście aktualnego piśmiennictwa z dziedziny (188 pozycji z czego blisko 75% z ostatnich 10 lat). Recenzowana dysertacja mgr inż. Aleksandry Plucińskiej-Krawczyk została opracowana zgodnie z zasadami przyjętymi dla prac doświadczalnych. Napisana jest poprawną polszczyzną i jest

bardzo przejrzysto opracowana graficznie – wyniki badań Autorka prezentuje w 3 tabelach oraz na 71 rysunkach. Wszystkie rozdziały dysertacji stanowią spójną całość.

Niestety przy redagowaniu pracy Autorka nie uchroniła się od błędów co jest nieuniknione, zwłaszcza jeśli praca liczy 198 stron. W żaden sposób nie wpływa to na wartość pracy, ale z obowiązku recenzenta przytaczam je poniżej:

- str 105 aktywność przeciwdrobnoustrojowa ekstraktów Czym się kierowała Doktorantka wybierając do badania tylko ekstrakty po 0.5 godzinnej ekstrakcji w temp 25 °C, dlaczego nie wybrano ekstraktów, które w poprzednich badaniach wykazały najwyższe właściwości antyoksydacyjne
- rozdział 4.1 wyniki dotyczący wydajności ekstrakcji na wszystkich wykresach na osi Y jest waga ekstraktu (g), natomiast w tekście oraz w metodyce jest wydajność w %
- Rozdział 1.5.2 str 25 dlaczego ten rozdział został zatytułowany fitosterole i węglowodany skoro Doktorantka opisuje w nim kwasy tłuszczowe a nie ma słowa na temat fitosteroli,
- rozdział Karotenoidy 1.5.5. str 28 dlaczego Doktorantka zamieszcza w nim informacje, tabele dotyczące związków fenolowych skoro jest odrębny rozdział 1.5.4. str 26 zatytułowany Polifenole.
- strona 39 podpis pod rysunkiem 3-1: proszę o wyjaśnienie czego dotyczy rysunek czy liofilizatów uzyskanych z ekstraktów z jagód goji, czy liofilizatów jagód goji
- nie ma konsekwencji w cytowaniu literatury jak jest kilka pozycji literaturowych to cytowanie jest przypadkowe ani nie jest alfabetyczne ani chronologiczne
- rozdział 4.2 str 67 dlaczego ten rozdział został zatytułowany ekstrakcja związków aktywnych z jagód goji skoro w treści rozdziału nie ma nic na temat ekstrakcji
- zabrakło obróbki statystycznej wyników dotyczącej istotności różnic, takie dane umożliwiłyby interpretację uzyskanych wyników badań

Wniosek końcowy

Podsumowując, pracę doktorską Pani mgr inż. **Aleksandry Plucińskiej-Krawczyk** stwierdzam, że Autorka wykazała się dobrą znajomością tematyki badań w zakresie dyscypliny technologia żywności i żywienia. Poprawnie wykonała doświadczenia i analizy wykazując umiejętność posługiwania się nowoczesną aparaturą i uzyskując dużą liczbę wartościowych wyników.

W dorobku Doktorantki znajduje się współautorstwo w 7 artykułach naukowych w tym 6 w czasopismach ze współczynnikiem Impact Factor o sumarycznej liczbie IF 35,342 (868 pkt MNiSW). Wyniki badań były również prezentowane na licznych konferencjach naukowych.

Stwierdzam, że przedstawiona do recenzji rozprawa doktorska Pani mgr inż. **Aleksandry Plucińskiej-Krawczyk** „Aktywność antyoksydacyjna i przeciwdrobnoustrojowa owoców *Lycium Barbarum* L.” spełnia wymogi określone w art. 187 Ustawy z 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce.

W związku z powyższym wnioskuję do **Rady Dyscypliny Naukowej Technologia Żywności i Żywnienia Politechniki Łódzkiej** o przyjęcie niniejszej rozprawy i dopuszczenie mgr inż. **Aleksandry Plucińskiej-Krawczyk** do dalszych etapów przewodu doktorskiego.

U. Pawkowiak