Dr hab. Aneta Brodziak, prof. uczelni
Instytut Oceny Jakości
i Przetwórstwa Produktów Zwierzęcych
Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie

Lublin, 28.04.2020 r.

Recenzja
rozprawy doktorskiej mgr Pauliny Bierzuńskiej
pt. „Projektowanie cech jakościowych produktów mleczarskich
o zwiększonej zawartości białek serwatkowych"
wykonanej pod kierunkiem
prof. UPP dr hab. inż. Doroty Cais-Sokolińskiej
na Wydziale Nauk o Żywności i Żywieniu
Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu

Recenzję wykonano na podstawie pisma Pani Przewodniczącej Rady Naukowej Dyscypliny Technologia Żywności i Żywienia Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu prof. dr hab. Magdaleny Rudzińskiej z dnia 05.03.2020 r.

Podstawę pracy doktorskiej mg Pauliny Bierzuńskiej stanowi siedem publikacji opublikowanych w latach 2016-2019. Należy podkreślić, że sześć spośród siedmiu prac wyodrębnionych przez Doktorantkę zostało opublikowanych w języku angielskim. Co więcej, cztery prace opublikowano w czasopismach indeksowanych w bazie Journal Citation Reports (JCR), tj. jedna w czasopiśmie cieszącym się znaczącym międzynarodowym prestiżem – *Foods* (IF=3,011), druga w czasopiśmie *Mljekarstvo* (IF=0,806), trzecia w *International Journal of Dairy Technology* (IF=1,522), zaś czwarta praca w czasopiśmie *Journal of Food and Nutrition Research* (IF=0,687). Trzy kolejne prace opublikowano w polskich czasopismach, tj. *Nauka Przyroda Technologie*, *Gospodarka Rynek Edukacja* oraz *Aparatura Badawcza i Dydaktyczna*. Pomimo iż nie są aktualnie punktowane (według wykazu

$MNiSW_{2019}$), prace te stanowią integralną część cyklu w ramach rozprawy doktorskiej. Łączny IF publikacji ujętych w cyklu wynosi **6,026**, a suma punktów według wykazu $MNiSW_{2019}$ = **190**. Publikacje mają charakter eksperymentalny i były cytowane 11 razy (według stanu na dzień 28.04.2020 r.).

Warty podkreślenia jest fakt, że w sześciu spośród siedmiu publikacji Doktorantka jest pierwszym autorem. Ogólnie Jej procentowy udział w pracach zawiera się w przedziale 20-80%. Rola Doktorantki we wspomnianych sześciu spośród siedmiu publikacji była wiodąca i pierwszoplanowa. Jej wkład w powstanie prac polegał na współudziale w: opracowaniu koncepcji, dokonaniu przeglądu literatury, planowaniu badań, przygotowaniu próbek do badań laboratoryjnych, wykonaniu badań, przygotowaniu danych do analizy statystycznej, graficznym i tabelarycznym przedstawieniu wyników, interpretacji wyników, opracowaniu dyskusji, przygotowaniu manuskryptu, tłumaczeniu tekstu na język angielski, wykonaniu korekty zgodnie z zaleceniami recenzentów, przygotowaniu odpowiedzi na recenzje, jak również prowadzeniu korespondencji z redakcją. Świadczy to zatem o opanowaniu przez Doktorantkę umiejętności samodzielnego prowadzenia pracy naukowej, w tym prowadzenia analiz i interpretacji wyników badań, a także ich przedstawiania. Deklaracje Autorki, co do Jej udziału w publikacjach, znajdują potwierdzenie w zamieszczonych oświadczeniach współautorów. Opracowanie, oprócz wykazu przedmiotowych publikacji oraz ich pełnych tekstów, zawiera standardowy układ rozdziałów dla prac naukowych, tj. Uzasadnienie podjętej tematyki badawczej, Cel i zakres pracy, w tym hipotezę główną i dwie hipotezy robocze, Metody i materiał do badań oraz Wyniki. Opis merytoryczny zakończony jest 10 wnioskami. Praca zawiera również streszczenie w języku polskim i angielskim. Odnosząc się do streszczenia w języku angielskim, sugerowałabym, aby w przyszłości Doktorantka przygotowując prace do druku stosowała w tekstach angielskich sformułowanie „tvarog" lub ewentualnie, ostatecznie „fresh white cheese" (jak w pracy opublikowanej w czasopiśmie *Journal of Food and Nutrition Research*) zamiast „cottage cheese", ponieważ jest to określenie, które nie oddaje w pełni charakteru unikatowego polskiego wyrobu mlecznego, czyli twarogu.

Praca doktorska stanowi spójny tematycznie zbiór siedmiu prac oryginalnych ujętych w tytule „Projektowanie cech jakościowych produktów mleczarskich o zwiększonej zawartości białek serwatkowych". Jednotematyczny cykl badań i opublikowane prace naukowe stanowią przemyślaną i komplementarną całość, zawierającą wszystkie badawcze i formalne elementy, merytorycznie związane z przeglądem aktualnego piśmiennictwa, sformułowaniem hipotez badawczych, określeniem celu i zakresu prac, charakterystyką

przyjętych metod badawczych oraz poprawnego przeprowadzenia analizy uzyskanych wyników, pozwalających na sformułowanie zasadnych wniosków. Należy zatem stwierdzić, że praca doktorska spełnia wszystkie wymagania formalne.

W „Uzasadnieniu podjętej tematyki badawczej" Doktorantka przekonywująco wyjaśnia zasadność podjęcia przeprowadzonych badań, wprowadzając czytelnika w tematykę rozprawy. Wskazała, że kierunki rozwoju produktów mleczarskich są ściśle powiązane z trendami w konsumpcji. Przemysł mleczarski, chcąc sprostać oczekiwaniom coraz bardziej wymagających konsumentów, staje przed wyzwaniem wprowadzania na rynek innowacyjnych produktów zawierających składniki o udowodnionym pozytywnym oddziaływaniu na zdrowie człowieka. W trend ten doskonale wpisuje się stosowanie białek serwatkowych. W związku z tym wprowadzenie literaturowe uzasadnia sformułowanie przez Doktorantkę celu rozprawy. Głównym celem naukowym (zamieszczonym w rozdziale „Cel i zakres badań") prac stanowiących podstawę rozprawy doktorskiej Pani mgr Pauliny Bierzuńskiej było bowiem zaprojektowanie i ocena jakości produktów mleczarskich na przykładzie: jogurtu probiotycznego – otrzymanego z udziałem białek serwatkowych, w tym po procesie ich polimeryzacji, oraz sera twarogowego – wytworzonego z maślanki wzbogaconej białkami serwatkowymi. Hipoteza badawcza została sformułowana poprawnie, a szeroki zakres przeprowadzonych badań pozwolił na jej wiarygodną weryfikację. Jednakże, w mojej ocenie zakres badań należałoby uzupełnić o kefir, który stanowił podstawę prac opublikowanych w *International Journal of Dairy Technology* oraz *Nauka Przyroda Technologie*.

Rozdział „Metody i materiał do badań" został opisany bardzo dokładnie z uwzględnieniem oznaczeń wykonanych w doświadczeniu. Materiał badawczy stanowił jogurt probiotyczny otrzymany z udziałem białek serwatkowych, w tym po procesie ich polimeryzacji, oraz ser twarogowy wytworzony z maślanki wzbogaconej białkami serwatkowymi. W próbkach jogurtu oznaczono podstawowy skład chemiczny i kwasowość potencjalną, oceniono kinetykę koagulacji, dokonano izolacji i oznaczenia liczby bakterii fermentacji mlekowej z rodzaju *Lactobacillus* i *Streptococcus*, określono również liczbę bakterii probiotycznych z rodzaju *Bifidobacterium*. Ponadto, oznaczono: zdolność redukowania jonów żelaza (III), zdolność przeciwutleniacza do wymiatania rodnika DPPH, aktywność wody, zdolność do zatrzymywania wody (WHC) i spontaniczną synerezę serwatki powierzchniowej (SWS), a także analizowano parametry tekstury, dokonano pomiaru barwy oraz przeprowadzono analizę sensoryczną. Z kolei, w próbkach twarogów oznaczono następujące parametry: podstawowy skład chemiczny, w tym wilgotność, kwasowość

potencjalną, zdolność redukowania jonów żelaza (III), zdolność przeciwutleniacza do wymiatania rodnika DPPH oraz zawartość cholesterolu i produktów jego utleniania. Dodatkowo, Doktorantka podała, że w przypadku pracy opublikowanej w *International Journal of Dairy Technology*, poświęconej kefirom, dokonano pomiaru lepkości dynamicznej. Natomiast, analizując zachowania i model spożycia żywności na przykładzie innowacyjnych produktów mlecznych zastosowano metodę ocen porównawczych Thurstone'a.

Zastosowane metody badawcze zostały właściwie dobrane i opisane. Należy zwrócić uwagę na bardzo dużą różnorodność metod i stopień ich zaawansowania, co wymagało od Doktorantki opanowania technologii produkcji wymienionych wyrobów, ale przede wszystkim wielu metod analitycznych i poświęcenia ogromu czasu na przeprowadzenie analiz. Jestem pełna uznania za dokonania Doktorantki. Na podkreślenie zasługuje również rozbudowana analiza statystyczna wyników badań, a także przedstawiony schemat układu doświadczenia z zaznaczeniem obszarów weryfikacji hipotez badawczych. Bardzo proszę Doktorantkę o wyjaśnienie czy zdolność redukowania jonów żelaza (III) i zdolność przeciwutleniacza do wymiatania rodnika DPPH jogurtów, jak również podstawowy skład chemiczny mleka bez i z dodatkiem WPC i SMP użytego do produkcji kefirów i jogurtów oraz parametry tekstury tych kefirów i jogurtów były oznaczane w powtórzeniu. Sugeruję Autorce, aby w przyszłości istotność różnic oznaczała bezpośrednio przy wartości średniej, a nie przy odchyleniu standardowym. Proszę również o wyjaśnienie dlaczego stosowano odchylenie standardowe a nie błąd standardowy.

W kolejnym rozdziale, zatytułowanym „Wyniki", Doktorantka w sposób syntetyczny omówiła główne wyniki prac eksperymentalnych. Wyniki badań zostały zaprezentowane w dwóch podrozdziałach, zgodnie z przeprowadzonymi doświadczeniami. Niewątpliwie świadczy to o właściwym zaplanowaniu badań.

W publikacji otwierającej cykl badań wykazano zasadność wprowadzania białek serwatkowych do składu mleka przerobowego w produkcji jogurtu, a zwłaszcza po procesie polimeryzacji. Stwierdzono, że zwięzłość jogurtu z polimeryzowanymi białkami serwatkowymi jest porównywalna do jogurtu bez dodatku tych białek. Dodatek białek serwatkowych wpływa jednak na dłuższe utrzymanie pierwotnej spoistości jogurtu i zwiększa zdolność do zatrzymywania wody (WHC). Determinuje także cechy sensoryczne, przyczyniając się do wystąpienia bardziej wyczuwalnego zapachu gotowania, serwatkowego i siarkowego. Uzyskane wyniki potwierdzają pierwszą hipotezę roboczą. Na podkreślenie zasługuje fakt, że wyniki te opublikowano w uznanym czasopiśmie *Foods*. Proszę

o wyjaśnienie na czym polegała modyfikacja wprowadzona w oznaczaniu zdolności do zatrzymywania wody (WHC).

W drugiej pracy przedstawiono natomiast wyniki badań jogurtów z dodatkiem niepolimeryzowanych (WPC80) i polimeryzowanych białek serwatkowych dotyczące ich aktywności przeciwutleniającej i liczby mikroflory charakterystycznej. Stwierdzono, że dodatek polimeryzowanych białek w większym stopniu wpływa na utrzymanie początkowej liczby bakterii z rodzaju *Lactobacillus* w czasie przechowywania chłodniczego niż w postaci niepolimeryzowanej. W badaniach uzyskano również zwiększenie potencjału przeciwutleniającego w jogurtach z dodatkami (tj. WPC80 i PWP), a zwłaszcza w przypadku produktów zawierających PWP. Uzyskane wyniki umożliwiły częściowe potwierdzenie drugiej hipotezy roboczej.

Kolejna praca – opublikowana na łamach *International Journal of Dairy Technology* została poświęcona doświadczeniu przeprowadzonemu na kefirach z rozpuszczalnymi frakcjami polisacharydów. Udowodniono, że mleko niefermentowane o obniżonej zawartości laktozy cechuje się zbliżoną wartością lepkości dynamicznej jak mleko o typowej zawartości laktozy. Przesłanką do podjęcia badań z tego zakresu jest fakt, że zmiany tekstury produktu końcowego mogą wynikać z obniżenia zawartości laktozy. Zachodzi wówczas potrzeba modulowania składem białek mleka przerobowego, na co również zwróciła uwagę Doktorantka. Bardzo proszę Autorkę o wyjaśnienie czym kierowała się przeprowadzając badania z tego zakresu na kefirach.

Wyniki pracy opublikowanej również w punktowanym czasopiśmie *Journal of Food and Nutrition Research* są uzupełnieniem badań poświęconych zmianie statusu antyoksydacyjnego produktów mlecznych w wyniku zastosowanego dodatku białek serwatkowych. Jednakże, materiał badawczy stanowiły twarogi na bazie maślanki. Udowodniono, że zastosowanie dodatku białek serwatkowych również w ich przypadku przyczynia się do zwiększenia potencjału antyoksydacyjnego oraz wartości prozdrowotnej. Wykazano także, że dodatek białek serwatkowych determinuje stabilność utleniania cholesterolu zawartego w serze twarogowym z maślanki. Znajduje to potwierdzenie w uzyskanej silnej korelacji między zawartością oksysteroli w twarogu z WPC80 a wartościami FRAP i DPPH. Uzyskane wyniki umożliwiły zatem całkowite potwierdzenie drugiej hipotezy roboczej.

W ramach piątej pracy, opublikowanej w czasopiśmie *Nauka Przyroda Technologie*, oceniano profil tekstury kefiru i jogurtu o różnych proporcjach kazeiny i białek serwatkowych. Zawartość suchej masy zwiększano (do 14,5%) stosując dodatek

koncentratów białek serwatkowych. Stwierdzono, że wraz ze wzrostem udziału tych białek zmniejszała się ich zwięzłość, a w przypadku jogurtu również spoistość. Są to również istotne badania z zakresu oceny profilu tekstury produktów mlecznych, która stanowi jeden z ważniejszych wyznaczników ich jakości.

Z kolei, w szóstej pracy, najwcześniej opublikowanej i stanowiącej pracę wyjściową, Autorka dokonała oceny zachowania i modelu spożycia innowacyjnych produktów mlecznych wśród wybranej grupy konsumentów, tj. młodych mieszkańców gmin wiejskich. Wykazała, że oczekują oni, aby innowacyjność dotyczyła głównie jogurtów, kefirów, twarożków i koncentratów w proszku. W badaniach ankietowani wskazali, że mleko, twaróg i maślanka mają pozostać niezmienne. W związku z tym, że przedmiotem badań Doktorantki był jogurt probiotyczny i twaróg z maślanki, bardzo proszę o wyjaśnienie czym ten wybór został podyktowany.

Cykl przedstawiony przez Doktorantkę zamyka praca w czasopiśmie *Aparatura Badawcza i Dydaktyczna* również wskazująca na możliwość zwiększenia zawartości suchej masy (nawet do 26%) w wyniku zastosowania dodatku białek mleka. Uzyskane wyniki wskazują na większą zwięzłość i konsystencję jogurtów wraz ze wzrostem udziału WPC w mleku przerobowym. Proszę Doktorantkę o wyjaśnienie dlaczego jako docelowy poziom suchej masy wybrała wartości: 16, 21 i 26%. W jaki sposób została oznaczona zawartość suchej masy i białka ogólnego oraz na jakiej podstawie określiła udział kazeiny i białek serwatkowych w wytworzonych produktach (informacje te nie zostały zamieszczone w części eksperymentalnej pracy)?

Moje uwagi są nieliczne. Jest to zapewne wynikiem faktu, iż prace mgr Pauliny Bierzuńskiej, stanowiące podstawę do nadania stopnia doktora, podlegały już skrupulatnym recenzjom przed ich opublikowaniem i zapewne na tym etapie wyjaśniono wszelkie wątpliwości.

Wartość pracy mierzy się głównie konkluzją wyrażoną w formie wniosków końcowych. Oceniana rozprawa zakończona jest rozdziałem „Wnioski", w którym Autorka sformułowała 10 trafnych wniosków, znajdujących odzwierciedlenie w uzyskanych wynikach własnych. Stanowią one pozytywną weryfikację przyjętej głównej hipotezy badawczej.

Chciałabym wskazać również na znaczny już dorobek naukowy Kandydatki do stopnia doktora. Obejmuje on, oprócz wspomnianych wcześniej siedmiu artykułów, również współautorstwo w 6 innych publikacjach naukowych, które nie wchodzą w zakres Jej rozprawy. Pięć z tych prac zostało opublikowanych w renomowanych czasopismach z dziedziny technologii żywności i żywienia. Ponadto, mgr Paulina Bierzuńska wykazuje

w swoim dorobku 12 komunikatów naukowych oraz jeden referat, które były prezentowane podczas krajowych i międzynarodowych konferencji naukowych. Jest również współautorką 9 artykułów popularno-naukowych w czasopismach branżowych.

Podsumowanie

Podsumowując, bardzo wysoko oceniam dysertację doktorską mgr Pauliny Bierzuńskiej. Szeroki zakres badań wymagał dużego nakładu pracy oraz umiejętności analitycznych i przygotowywania prac naukowych. Oceniana rozprawa jest wartościowym opracowaniem, wnoszącym nowe poznawcze aspekty, o dużym potencjale aplikacyjnym. O wysokiej wartości naukowej uzyskanych wyników świadczy ich opublikowanie w renomowanych czasopismach o zasięgu międzynarodowym, co stwarza duże szanse na wielokrotne ich cytowania.

Reasumując stwierdzam, że praca doktorska mgr Pauliny Bierzuńskiej pt. „Projektowanie cech jakościowych produktów mleczarskich o zwiększonej zawartości białek serwatkowych" w pełni odpowiada wymogom stawianym rozprawom doktorskim określonym w art. 13. Ustawy o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki z dnia 14 marca 2003 roku (Dz. U. Nr 65, poz. 595) z późniejszymi zmianami. W związku z powyższym przedkładam Wysokiej Radzie Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu wniosek o dopuszczenie Pani mgr Pauliny Bierzuńskiej do dalszych etapów przewodu doktorskiego.

Uwzględniając wysoką wartość naukową uzyskanych wyników oraz ich opublikowanie w renomowanych czasopismach o zasięgu międzynarodowym wnioskuję o wyróżnienie rozprawy.