dr hab. inż. Marek Sady, prof. URK
Katedra Przetwórstwa Produktów Zwierzęcych
Wydział Technologii Żywności
Uniwersytet Rolniczy im. H. Kołłątaja w Krakowie

Kraków, 24.07.2024 r.

Recenzja
pracy doktorskiej mgr inż. Anny Garczewskiej-Murzyn
pt. „Wpływ zmian w układzie emulsyjnym na technologiczne właściwości mleka"
wykonanej pod kierunkiem dr hab. inż. Michała Smoczyńskiego prof. UWM
w Katedrze Mleczarstwa i Zarządzania Jakością na Wydziale Nauki o Żywności Uniwersytetu Warmińsko-Mazurskiego w Olsztynie

Podstawa wykonania recenzji:
Uchwała nr 10/2024 Rady Naukowej Dyscypliny Technologia Żywności i Żywienia Uniwersytetu Warmińsko-Mazurskiego w Olsztynie z dnia 17 maja 2024 roku.
Pismo informujące o ww. uchwale, otrzymane od prof. dr hab. inż. Anny Iwaniak, Przewodniczącej Rady Naukowej Dyscypliny Technologia Żywności i Żywienia Uniwersytetu Warmińsko-Mazurskiego w Olsztynie z dnia 21 maja 2024 roku.

1. Ocena znaczenia podjętej problematyki badawczej

Tłuszcz jest jednym z głównych składników odpowiedzialnych za kształtowanie cech sensorycznych, wartości odżywczej oraz przydatności technologicznej mleka. Charakteryzuje się on bardzo złożonym i unikalnym w porównaniu z innymi tłuszczami spożywczymi składem chemicznym oraz strukturą fizyczną. Specyficzną cechą tłuszczu mleka jest naturalna zdolność do tworzenia emulsji, nawet w formie natywnej, w mleku surowym. Jest to związane z mechanizmem jego powstawania w komórkach wydzielniczych, polegającym na formowaniu tzw. kuleczek tłuszczowych posiadających otoczkę lipoproteinową. Ze względu na swoje właściwości funkcjonalne rozumiane zarówno w aspekcie żywieniowym jak i technologicznym składniki otoczki są przedmiotem zainteresowań wielu aktualnie pracujących zespołów badawczych, w tym ośrodka olsztyńskiego, którego reprezentantką jest Autorka ocenianej dysertacji - mgr inż. Anna Garczewska-Murzyn. Podjęta przez Doktorantkę tematyka dotyczy obu tych aspektów funkcjonalnych. Stabilność emulsji mleka i przetworów mlecznych jest jednym z podstawowych czynników wpływających na ich jakość. Jak wyżej wspomniano, wynika ona częściowo z naturalnych cech tłuszczu mlekowego, jednakże współcześnie jest ona zapewniana głównie poprzez stosowanie procesu homogenizacji. Rozwój techniki, który miał miejsce na przestrzeni ostatnich dziesięcioleci umożliwia zastosowanie w tym celu coraz bardziej zaawansowanych urządzeń wysokociśnieniowych. Pojawiła się zatem możliwość uzyskania produktów o nowych cechach jakościowych, co z kolei stwarza szansę na poszerzenie oferty rynkowej, a zarazem zwiększenie spożycia wartościowych pod względem odżywczym produktów

mleczarskich. Aby to nastąpiło konieczne są jednak szczegółowe badania, szczególnie o charakterze aplikacyjnym. W ten nurt właśnie wpisuje się oceniana praca doktorska. Na wstępie Autorka podjęła się charakterystyki fosfolipidów otoczki kuleczki tłuszczowej jako głównego składnika odżywczego mającego działanie prozdrowotne. W dalszej kolejności przeprowadziła badania dotyczące możliwości wykorzystania maślanki, jako frakcji szczególnie bogatej w te składniki, do wzbogacania mleka i oceny wpływu tego dodatku w połączeniu z zastosowaniem różnych wariantów homogenizacji na właściwości układu emulsyjnego mleka oraz jakość jogurtu naturalnego. Pośrednim choć także bardzo istotnym wątkiem badań była ocena wpływu parametrów homogenizacji wysokociśnieniowej na właściwości emulsyjne i koloidalne mleka. Pomimo, że jak wyżej wspomniano prozdrowotne właściwości funkcjonalne tłuszczu mlekowego oraz stabilność układu emulsyjnego i koloidalnego mleka była i jest przedmiotem wielu badań, to podjęta przez Doktorantkę tematyka stanowi cenne uzupełnienie aktualnych doniesień w tym obszarze. Badania te polegają przede wszystkim na zastosowaniu kombinacji czynników kształtujących ten układ, takich jak dodatek maślanki jako surowca o wysokiej zawartości otoczek kuleczek tłuszczowych w połączeniu ze zróżnicowanymi parametrami homogenizacji badanych układów. Jak dotychczas ilość prac obejmujących wpływ obu powyższych czynników na układ emulsyjny i koloidalny mleka jest ograniczona.

W świetle powyższych faktów uważam, że podjęty przez Panią mgr inż. Annę Garczewską-Murzyn temat pracy doktorskiej jest istotny dla rozwoju dyscypliny naukowej technologia żywności i żywienia. Dodatkowym atutem ocenianej pracy jest fakt, że wpisuje się ona w nurt badań naukowych o charakterze utylitarnym, a więc mających potencjalne zastosowanie w praktyce przemysłowej. Jest to szczególnie cenne gdy weźmie się pod uwagę ostatnie trendy w Polsce i Europie wskazujące na konieczność większego zaangażowania świata nauki w rozwiązywanie bieżących problemów społeczno-gospodarczych.

2. Ocena formalnej strony pracy

Przedstawiona przez Panią mgr inż. Annę Garczewską-Murzyn praca ma formę spójnego tematycznie cyklu publikacji, składającego się z następujących czterech artykułów naukowych:

1. **Garczewska-Murzyn, A.,** Smoczyński, M. (2021). Biofunctional Properties of Milk Fat Globule Membrane Phospholipids. *Polish Journal of Natural Sciences, 36* (4), 433-445. https://www.uwm.edu.pl/polish-journal/sites/default/files/issues/articles/6-garczewska-murzyn_smoczynski.pdf.
2. **Garczewska-Murzyn, A.,** Kiełczewska, K., Smoczyński, M. (2022). The Influence of Buttermilk Powder on the Stability of Emulsion and Colloidal Phases of Homogenized Milk.

European Food Research and Technology 248, 2629-2636. https://doi.org/10.1007/s00217-022-04075-y.

3. Kiełczewska, K., Brożek, O., Rudkowska, P., **Garczewska-Murzyn, A.,** Smoczyński, M. (2022). The Effects of Full-Stream and Partial High-Pressure Homogenisation on the Properties of Milk Emulsion. *International Journal of Food Science and Technology, 57*, 7167-7174. https://doi.Org/10.1111/Ijfs.16059.
4. **Garczewska-Murzyn, A.,** Smoczyński, M., Kotowska, N., Kiełczewska, K. (2022). Effect of Buttermilk and Skimmed Milk Powder on the Properties of Low-Fat Yoghurt. *Journal of Food Science and Technology 59*, 2160-2167. https://doi.org/10.1007/s13197-021-05227-w.

Wszystkie powyższe prace opublikowane zostały w latach 2021-2022 w angielskojęzycznych recenzowanych czasopismach naukowych znajdujących się w wykazie czasopism MEiN, a obecnie MNiSW, trzy spośród tych czasopism są indeksowane przez Journal Citation Report, zaś jedno jest periodykiem krajowym o ugruntowanej pozycji w dziedzinie nauk rolniczych i przyrodniczych. Ich sumaryczny Impact Factor (wg roku publikacji) wynosi 9,7, zaś łączna liczba punktów według list czasopism zawartych w wykazie MEiN/MNiSW liczona zarówno w roku publikacji jak i według stanu obecnego wynosi 250 pkt. Zgodnie z danymi z baz Web of Science oraz Scopus prace były dotychczas cytowane łącznie 11 razy. Pomimo, że przytoczone wskaźniki bibliometryczne nie są wyróżniające, to uznać je należy za odpowiednie na tym etapie rozwoju naukowego i wystarczające do ubiegania się o stopień naukowy doktora. Docenić należy wysiłek Doktorantki, która zdecydowała się na dysertację w formie cyklu publikacji. Jest to niewątpliwie droga bardziej ambitna, trudniejsza i mniej pewna pod względem czasowym, szczególnie gdy weźmie się pod uwagę dzisiejsze realia ostrej selekcji artykułów i długości procesu wydawniczego w wielu czasopismach naukowych.

Trzy zawarte w dysertacji publikacje to oryginalne eksperymentalne prace badawcze, a jedna zalicza się do prac przeglądowych. Wszystkie artykuły mają charakter zespołowy, zaś liczba autorów waha się od dwóch do pięciu. W trzech z nich Doktorantka jest pierwszym autorem, natomiast w jednym jej nazwisko znajduje się na miejscu czwartym spośród pięciu twórców. We wszystkich publikacjach jednym z współautorów jest także Promotor pracy doktorskiej. W zamieszczonym w pracy wykazie publikacji stanowiących rozprawę doktorską Autorka zadeklarowała także swój szacowany udział procentowy w ich powstaniu, z godnie z którym w trzech artykułach jej wkład wynosił od 60 do 80%, zaś w jednym kształtował się na poziomie 40%. Zgodnie z załączonymi do dysertacji oświadczeniami Doktorantki oraz wszystkich współautorów, określającymi indywidualny wkład każdego z nich w wykonaną pracę zbiorową, Doktorantka aktywnie uczestniczyła w procesie twórczym wszystkich publikacji. Jej funkcja polegała na opracowaniu założeń lub koncepcji i projektu

badań (2 prace), opracowaniu i walidacji metodyki (2 prace), przeprowadzeniu doświadczeń i analiz oraz interpretacji danych (2 prace), przygotowaniu wstępnej i/lub ostatecznej wersji manuskryptów (wszystkie 4 prace). Z załączonych oświadczeń wynika także, że wszyscy współautorzy wyrazili zgodę na przedłożenie przez mgr inż. Annę Garczewską-Murzyn powyższych publikacji jako części jej rozprawy doktorskiej. Podsumowując stwierdzić należy, że choć nie we wszystkich publikacjach rola Doktorantki była wiodąca, to jej sumaryczny udział w procesie twórczym samodzielnej i wyodrębnionej części pracy zbiorowej w postaci przedstawionych w dysertacji publikacji był znaczący i potwierdza przygotowanie do samodzielnego prowadzenia pracy naukowej.

Przedłożona do recenzji rozprawa ma układ redakcyjny typowy dla tego typu opracowań naukowo-badawczych. Wstępną część pracy stanowi: strona tytułowa, strona z podziękowaniami, spis treści, wykaz skrótów stosowanych w rozprawie, streszczenie (zawierające także słowa kluczowe), abstract (w jęz. angielskim, także ze słowami kluczowymi), wykaz publikacji wchodzących w skład cyklu stanowiącego rozprawę doktorską. Zasadniczą część rozprawy stanowią rozdziały: Wstęp, Cel pracy, Materiał i metody, Wyniki i dyskusja, Wnioski i stwierdzenia końcowe, Literatura. Pracę kończą: spis tabel, rysunków i wykresów oraz publikacje wchodzące w skład cyklu stanowiącego rozprawę doktorską, a także załączniki zawierające oświadczenia Autorki rozprawy i Współautorów.

3. Ocena merytoryczna cyklu publikacji oraz całości pracy

W kwestii oceny tytułu rozprawy „Wpływ zmian w układzie emulsyjnym na technologiczne właściwości mleka" zauważyć należy, że nie jest on w pełni zbieżny z tytułami poszczególnych artykułów wchodzących w jej skład. W szczególności nie obejmuje on zakresu tematycznego pierwszej, przeglądowej publikacji jak i fragmentów rozdziału Wstęp, które dotyczą właściwości biofunkcjonalnych, a więc skupiających się na zagadnieniach odżywczych a nie technologicznych. Podobna kwestia dotyczy ostatniej, czwartej w wykazie pracy, w której badano właściwości jogurtów, a nie mleka; choć w tym wypadku można powiedzieć, że poprzez ocenę produktów gotowych – jogurtów, pośrednio zbadano właściwości mleka przerobowego. Z drugiej strony pierwsza część tytułu „Wpływ zmian w układzie emulsyjnym..." brzmi nieco zbyt ogólnie, gdyż praca dotyczy dwóch konkretnych sposobów zmian czy też modyfikacji układu emulsyjnego, tj. dodatku maślanki w proszku jako frakcji bogatej w otoczki kuleczek tłuszczowych oraz procesu homogenizacji. Pomimo powyższych uwag nie kwestionuję poprawności merytorycznej przyjętego tytułu a jedynie wskazuję możliwości jego lepszego doprecyzowania.

W pierwszej części wstępu Doktorantka wyodrębniła podrozdział „Układ emulsyjny mleka", co sugeruje, że będzie on dotyczył tematyki związanej z właściwościami funkcjonalnymi tłuszczu rozumianymi jako właściwości emulsyjne, czy mówiąc ogólniej, technologiczne. Moja uwaga do

tytułu tego podrozdziału jest podobna co do tytułu całości pracy, czyli uważam, że nie oddaje on w pełni jego treści, gdyż znaczna jego część dotyczy ogólnej charakterystyki chemicznej tłuszczu i wynikających z niej właściwości odżywczych, a w szczególności prozdrowotnych cech fosfolipidów otoczki kuleczki tłuszczowej. Podjęcie tego wątku tematycznego uważam za słuszne i zrozumiałe, gdyż Autorka oparła się w tym zakresie na treści wchodzącej w skład dysertacji publikacji przeglądowej opisującej te zagadnienia. Dalsza część tego podrozdziału w pełni odpowiada jego tytułowi, zawiera bowiem opis właściwości technologicznych tłuszczu mleka wynikających ze zdolności do tworzenia emulsji. Autorka charakteryzuje także wpływ czynników, będących przedmiotem jej pracy badawczej – tj. dodatku bogatej w składniki otoczki maślanki oraz różnych wariantów homogenizacji na stabilność układu emulsyjnego i koloidalnego mleka. Podsumowując tę część wstępu stwierdzam, że w sposób wyczerpujący przedstawia on stan wiedzy z zakresu tematyki dysertacji. W dalszej części tego rozdziału Autorka przedstawia uzasadnienie wyboru problemu badawczego. Słusznie zauważa, że mleko i produkty mleczarskie cechują się dużą złożonością składu. Dodać także należy, że są to zazwyczaj skomplikowane układy o różnym stopniu dyspersji składników i podatności na zmiany, pod wpływem wielu niezbadanych do końca czynników. Bezpośrednim powodem podjęcia tematyki pracy doktorskiej był natomiast fakt, że jak dotychczas, stosunkowo nieliczne są badania dotyczące oceny wpływu kombinacji dwóch czynników, tj. parametrów procesu homogenizacji oraz dodatku maślanki, jako naturalnego źródła substancji stabilizującej w postaci otoczek kuleczek tłuszczowych, na stabilność układu emulsyjnego i koloidalnego mleka. Te dwa elementy niewątpliwie odgrywają kluczową rolę w kształtowaniu właściwości technologicznych mleka oraz jakości wyrobów gotowych, co jednoznacznie podkreśla znaczenie podjętej tematyki badawczej.

Nie zgadzam się natomiast z częścią argumentacji zawartej w tym podrozdziale (2. akapit), że dokonanie (zawartej w publikacji pierwszej – przeglądowej) analizy stanu wiedzy na temat biofunkcjonalnych właściwości otoczek kuleczek tłuszczowych umożliwiło Autorce określenie wpływu zmian w układzie emulsyjnym i koloidalnym na właściwości technologiczne mleka. Moim zdaniem mogło to być inspiracją czy też dodatkowym bodźcem do podjęcia zbadania tego wpływu. Być może to błędne stwierdzenie wynika z pomylenia dwóch znaczeń określenia „funkcjonalny". W pracy stosowane są oba znaczenia tych pojęć, stąd moja prośba do Autorki aby wyjaśniła te znaczenia i podała przykłady takich właściwości składników żywności. Niezgodne z faktem jest ponadto twierdzenie, że innowacyjność badań zawartych w publikacji 4., dotyczącej jogurtów, polegała m.in. na porównaniu jogurtów z dodatkiem maślanki w proszku ze standardowymi jogurtami obecnymi na rynku, wyprodukowanymi z dodatkiem odtłuszczonego mleka w proszku. Nie kwestionuję wartości tych badań, ale wskazuję, że w publikacji tej nie analizowano jogurtów obecnych na rynku, lecz

wyprodukowane w laboratorium. Dyskusyjna jest także teza, że jogurty produkowane z dodatkiem mleka w proszku są „standardowe", gdyż duża część tego typu produktów obecnych na rynku wytwarzana jest z mleka o zwiększonej zawartości suchej masy uzyskanej poprzez zastosowanie technik membranowych lub dzięki dodatkowi preparatów białek mleka.

Biorąc jednakże pod uwagę całość treści tego rozdziału uważam, że Doktorantka właściwie wybrała i uzasadniła podjętą problematykę badań.

W rozdziale „Cel pracy" zdefiniowano jeden cel główny – zbieżny z tytułem pracy, którego realizację oparto na 5 celach pośrednich. Moim zdaniem cel pośredni nr 1 określony jako „analiza dostępnej literatury dotyczącej biofunkcjonalnych właściwości fosfolipidów, jako głównych składników otoczek kuleczek tłuszczowych mleka oraz potencjalnych korzyści wynikających z ich obecności w diecie człowieka" nie jest zbieżny z celem głównym dotyczącym przecież właściwości technologicznych. Nie oznacza to, że publikacja pierwsza, w której dokonano przeglądu literatury w tym zakresie była bezcelowa; należało raczej tak sformułować cel główny, aby objął także dokonany w tej pracy przegląd zagadnień dotyczących właściwości funkcjonalnych rozumianych w aspekcie odżywczym. Niewątpliwie dokonane przez Autorkę studium wiedzy określone w pierwszym celu pośrednim było inspiracją do podjęcia badań nad funkcjonalnością fosfolipidów i innych składników otoczek, rozumianą w aspekcie technologicznym. Wydaje się ponadto, że cele pośrednie 2 i 3 są ze sobą zbieżne, więc nie było konieczności ich rozdzielania, tym bardziej, że ich realizacja jest oparta na tej samej publikacji - nr 2 z przedłożonego cyklu.

W kolejnej części tego rozdziału przedstawione są hipotezy badawcze, których sformułowano aż 6. Hipoteza nr 1 nie jest precyzyjnie sformułowana, gdyż zakłada, że przedmiotem badań będą wyizolowane składniki otoczek kuleczek tłuszczowych, podczas gdy w rzeczywistości jej weryfikacja polegała na wykorzystaniu maślanki jako dodatku technologicznego wpływającego na właściwości mleka. Co prawda maślanka jest bogatym źródłem otoczek, jednakże nie można zrównywać obu tych składników. Hipotezy 3, 4, 5 i 6 są moim zdaniem zbieżne, gdyż wszystkie dotyczą wykorzystania maślanki w proszku w celu modyfikacji czy też poprawy stabilności układu emulsyjnego i koloidalnego, co jest warunkiem zapewnienia wysokiej jakości mleka i produktów mleczarskich.

Podsumowując – uważam, że sformułowano zbyt dużo hipotez badawczych. Biorąc pod uwagę fakt, że w zakres niniejszej dysertacji wchodziły trzy prace doświadczalne, racjonalne byłoby sformułowanie odpowiadających im trzech hipotez.

W rozdziale „Materiał i metody" Autorka na wstępie opisuje organizację badań. Niepotrzebnie jest tu uwzględniana publikacja pierwsza, szczególnie w kontekście twierdzenia, że „w celu analizy wpływu zmian w układzie emulsyjnym na technologiczne właściwości mleka prace badawcze rozpoczęto od analizy literatury dotyczącej funkcjonalnych właściwości fosfolipidów...". Jak już

wyżej wspomniano w publikacji pierwszej dokonano charakterystyki właściwości biofunkcjonalnych, a więc dotyczących właściwości prozdrowotnych, a nie technologicznych. Ponadto moim zdaniem rozdział „Materiał i metody" w pracy o charakterze badawczym powinien zawierać jedynie dane dotyczące warunków doświadczenia, a nie przegląd literatury. Dalsza część tego rozdziału nie budzi zastrzeżeń. Zawiera logiczny i precyzyjny opis kolejnych etapów pracy badawczej odpowiadających publikacjom stanowiącym dysertację. Pozytywnie odnieść należy się do szczegółowego opisu materiału badawczego i zastosowanych do jego analizy metod badań, z przyporządkowaniem do określonych publikacji. Dzięki temu treść tego rozdziału jest bardzo przejrzysta i ułatwia całościowe zapoznanie się z przebiegiem pracy doświadczalnej opisanym w trzech oddzielnych publikacjach. Wyjaśnienia wymaga jednakże opis metody analizy kwasowości, w której użyto niewłaściwego określenia, że oznaczano zawartość kwasu mlekowego, podczas gdy cytowana pozycja źródłowa (AOAC 2007, 947.05; 33.2.06) dotyczy oznaczania kwasowości miareczkowej, którą przelicza się następnie na procentową zawartość kwasu mlekowego; dlatego bardziej poprawny byłby opis, że oznaczano kwasowość miareczkową, którą wyrażano w stopniach SH i jako poziom kwasu mlekowego (%). W opisie metodyki oznaczania fosfolipidów jest stwierdzenie, że „do wykreślania krzywej standardowej (wzorcowej?) wykorzystano standardowe roztwory fosfolipidów". Proszę o wyjaśnienie jakie konkretnie związki stosowano i w związku z tym jakie grupy fosfolipidów oznaczono?

Podsumowując stwierdzić należy, że zastosowane w pracy metody analityczne umożliwiają osiągnięcie założonych celów badawczych.

Rozdział „Wyniki i dyskusja" podzielono na 4 podrozdziały odpowiadające publikacjom przedłożonego cyklu, a więc zawarto w nim także omówienie publikacji pierwszej. Uważam, że nie było konieczności uwzględniania w tym rozdziale publikacji przeglądowej; tym bardziej, że treści w niej zawarte wykorzystane były w rozdziale „Wstęp". Mam także uwagę do stosowanego w tym podrozdziale pojęcia „choroby cywilizacyjne", które w opracowaniach o charakterze naukowym powinno być raczej zastępowane określeniem „przewlekłe choroby niezakaźne", co jest zgodne z terminologią Światowej Organizacji Zdrowia (WHO).

Publikacja 2. jest ściśle związana z celem badawczym dysertacji i dotyczy wpływu różnych parametrów homogenizacji oraz zmiennych poziomów dodatku maślanki w proszku na stabilność układu emulsyjnego i koloidalnego – cechę w głównym stopniu decydującą o przydatności technologicznej mleka. O dużej wartości tego opracowania świadczy szeroki zakres badanych czynników. Układ doświadczenia obejmował 6 poziomów czynnika „parametry homogenizacji", różniących się temperaturą i ciśnieniem oraz 6 poziomów czynnika „dodatek maślanki", gdzie zmienną była jej ilość. Bardzo wartościowe jest także porównanie w zakresie warunków

homogenizacji wariantu stosowanego standardowo w przemyśle (20 MPa, temp. 60°C), z różnymi parametrami homogenizacji wysokociśnieniowej (100 MPa, temp. 4-60°C). Świadczy to wyraźnie o podejściu nie tylko naukowym, ale także praktycznym Autorki badań, dzięki czemu uzyskane wyniki mogą być potencjalnie wykorzystane do optymalizacji parametrów procesów przy wdrażaniu homogenizacji wysokociśnieniowej w praktyce przemysłowej. Uzyskane w tej publikacji wyniki wskazują na możliwość poprawy zarówno stabilności układu emulsyjnego jak i koloidalnego mleka przy zastosowaniu określonego poziomu dodatku maślanki w proszku oraz poddaniu go homogenizacji wysokociśnieniowej.

Z obowiązku recenzenta zmuszony jestem jednakże do wskazania pewnych nieścisłości w tekście tej części opracowania. W wierszu 18 na str. 33 komentując dane zawarte na rys. 2 w publikacji źródłowej Autorka stwierdza, że zastosowanie temp. 20°C w procesie HPH (homogenizacji wysokociśnieniowej) spowodowało pojawienie się dodatkowego piku w zakresie mniejszych rozmiarów cząstek. Takie stwierdzenie sugeruje, że na krzywej obrazującej ten rodzaj obróbki oprócz już widniejących pików, stwierdzonych uprzednio dla mleka niehomogenizowanego i homogenizowanego w temp. 4°C pojawił się kolejny pik. W rzeczywistości krzywa dla mleka homogenizowanego w 20°C zawierała tylko jeden pik w zakresie małych cząstek, co potwierdziło skuteczność tego procesu. Na końcu tej samej, 33, strony jest stwierdzenie, że w mleku z dodatkiem maślanki 0,3-1,2% poddanym HPH, wielkość kuleczek tłuszczu zmniejszyła się już w temp. 20°C, podczas gdy w tabeli 2 zamieszczonej w publikacji nie zaznaczono istotności różnic przy wartości d43 wskazującej na taką zależność. Biorąc jednakże pod uwagę różnice pomiędzy średnimi wartościami w tabeli jak również wcześniej opisany rozkład cząstek zawarty na rys. 2, to jest to najprawdopodobniej błąd w publikacji, powielony w niniejszym opracowaniu. W drugiej części tego samego zdania napisano, że w mleku poddanym procesowi HPH w temp. 40°C wartość d43 zmniejszyła się dopiero w wariancie z dodatkiem 1,5% maślanki. W rzeczywistości dane w tabeli 2 wskazują, że dla mleka homogenizowanego w 40°C poziom parametru d43 ulegał obniżeniu już przy 0,3% dodatku maślanki – błąd ten również występuje w tekście publikacji, można natomiast się domyśleć, że w tym zdaniu zamiast 40 powinna być wartość 4 °C, gdyż wtedy opis byłby zgodny z rzeczywistością. Na stronie 34 w wierszu 22. jest zdanie twierdzące, że przy zastosowaniu homogenizacji 20 MPa dodatek maślanki miał niewielki wpływ na wielkość kuleczek, podczas gdy dane w tabeli wskazują na istotne statystycznie różnice w zakresie dodatku maślanki 0-0,6%. Choć nie zawsze statystyczna istotność różnic ma znaczenie praktyczne, to należało jednakże się do tego faktu odnieść i wyjaśnić dlaczego tak Autorka twierdzi. Zdanie następujące po powyższym (wiersz 24.) jest z kolei niepoprawnie przetłumaczone z wersji angielskiej publikacji źródłowej. W przedostatnim akapicie na str. 36 jest zawarty niepoprawny opis wyników analizy statystycznej. W jednym zdaniu stwierdzono, że był

istotny wpływ zastosowanych parametrów homogenizacji na lepkość mleka, zaś w następnym jest napisane, że „homogenizacja nie miała wpływu na lepkość próbek mleka, za wyjątkiem obróbki HPH w temp. 40°C...". Jeśli w wyniku przeprowadzonej ANOVA stwierdza się wpływ czynnika doświadczalnego na dany parametr, to nie można tego wpływu negować podczas szczegółowego omówienia uzyskanych danych. W powyższym przypadku opis powinien wskazywać, że był wpływ, ale różnice statystyczne istotne stwierdzono jedynie pomiędzy określonymi średnimi.

W publikacji 3. badano wpływ wysokociśnieniowej homogenizacji łącznej i rozdzielnej na właściwości emulsji mleka oraz jego parametry barwy. Układ tego doświadczenia również uwzględnia kilka czynników doświadczalnych, tj. rodzaj homogenizacji (łączna i rozdzielna) temperaturę procesu (20, 40, i 60°C) oraz w przypadku parametrów bezpośrednio wskazujących na stabilność emulsji takich jak separacja faz badano także wpływ czasu przechowywania. Wykazano, że rozdzielna homogenizacja wysokociśnieniowa powoduje większe wartości d32 i d43 nie tylko w stosunku do próbek poddanych obróbce łącznej w analogicznych warunkach temperatury, ale nawet w porównaniu z mlekiem niehomogenizowanym. Godny podkreślenia jest fakt, że Autorzy podjęli także próbę wskazania przyczyn powyższego zjawiska. W tym celu zbadano parametry rozkładu wielkości cząstek powtórnie po dodaniu do mleka cytrynianu sodu i SDS, w wyniku czego uzyskano znaczące obniżenie wartości d32 i d43. W ten sposób udowodniono, że przyczyną dużych rozmiarów cząstek oraz związanego z tym zjawiska destabilizacji emulsji i wydzielania śmietanki w górnej warstwie słupa cieczy w mleku po homogenizacji rozdzielnej, była wtórna agregacja kuleczek tłuszczu spowodowana poprzez zaadsorbowaną na ich powierzchni kazeinę. Zjawisko to potwierdzono także poprzez analizę mikroskopową próbek mleka – na uzyskanych obrazach zauważono duże kompleksy białkowo-tłuszczowe. Autorzy podejmują się także prób interpretacji powyższych wyników poprzez zjawiska koalescencji lub flokulacji przez mostkowanie, w których uczestniczą także powierzchniowo czynne składniki białkowe. Stwierdzono ponadto zmiany w wartościach parametrów barwy pod wpływem zmiennych warunków homogenizacji, co wynikało prawdopodobnie z modyfikacji składników fazy koloidalnej i emulsyjnej. Niezrozumiałe jest natomiast stwierdzenie zawarte w streszczeniu dysertacji, że „barwa mleka po HPH łącznej była o 1,5-2,0 razy wyższa od barwy mleka po HPH rozdzielnej". Tematyka publikacji 3. jak i uzyskane wyniki pozwalają przypuszczać, że poza wartością naukową będzie ona miała znaczenie praktyczne. Wielu producentów ze względów ekonomicznych oraz logistyki produkcji rozważa możliwość zastąpienia stosowanej dziś powszechnie standardowej homogenizacji łącznej procesem o charakterze rozdzielnym. W wyniku przeprowadzonych badań, Autorzy wskazali na możliwości i ograniczenia stosowania tych dwóch typów homogenizacji wysokociśnieniowej z uwzględnieniem różnych temperatur procesu.

Naturalną kontynuacją prac dotyczących wpływu dodatku maślanki na parametry technologiczne mleka były badania dotyczące możliwości wykorzystania tak wzbogaconego mleka do produkcji wyrobów mleczarskich. Wybór jogurtu jako przykładowego wyrobu jest jak najbardziej uzasadniony (publikacja 4). Wytwarzanie tego rodzaju produktów wymaga zwiększenia suchej masy mleka, stąd prawdopodobnie koncepcja wykorzystania w tym celu maślanki w proszku (BMP). Wykorzystanie maślanki do produkcji jogurtu, poza aspektami technologicznymi wynikającymi z wcześniej przeprowadzonych i opublikowanych przez Autorkę badań, jest także uzasadnione potencjalnymi aspektami zdrowotnymi wynikającymi z obecności lipidów polarnych w tym surowcu, opisanymi w publikacji nr 1. Pod względem technologicznym uzyskane rezultaty są obiecujące. Wykazano prawidłowy przebieg procesu fermentacji mierzony czasem oraz uzyskanym poziomem kwasowości. Cenne są także wyniki wskazujące na ograniczenie zjawiska synerezy w jogurtach z dodatkiem maślanki w proszku w porównaniu z wyrobami z odtłuszczonym mlekiem w proszku, choć stwierdzone różnice nie były statystycznie istotne. Nie uzyskano natomiast oczekiwanych, jak sądzę, dowodów na poprawę potencjalnych właściwości funkcjonalnych w rozumieniu prozdrowotnym. Jogurty z maślanką charakteryzowały się niższym poziomem fosfolipidów w stosunku do tych wytworzonych z udziałem mleka w proszku; choć, jak twierdzi Autorka, oba rodzaje produktów charakteryzowały się znaczną zawartością tej prozdrowotnej frakcji tłuszczu mleka. Po lekturze tej części dysertacji nasuwa się jeszcze kilka uwag i pytań. Wykazano, że w wyniku przechowywania chłodniczego nastąpiło typowe dla tego rodzaju produktów obniżenie pH, a zakres zmian był taki sam w obu rodzajach badanych produktów, podczas gdy w tym samym okresie zaobserwowano różną dynamikę zmian kwasowości miareczkowej, co skutkowało większymi wartościami tego parametru dla jogurtów z maślanką niż jogurtów z mlekiem w proszku. Zastanawiająca jest także różna dynamika wzrostu kwasowości miareczkowej pomiędzy dniami 1 i 7 a 7 i 21. Jak Autorka tłumaczy powyższe różnice? Oczywiste i niepotrzebne jest zawarte w omówieniu wyników (str. 42, wiersz 5.) stwierdzenie, że wzrost zawartości kwasu mlekowego był znacznie wolniejszy podczas chłodniczego przechowywania w 4°C niż w trakcie fermentacji w temp. 45°C. Jak wcześniej wspomniałem atutem przeprowadzonych badań było wykazanie mniejszej synerezy w jogurtach z dodatkiem maślanki w proszku, choć stwierdzone różnice nie były istotne. Obserwując jednakże dane na rys. 2 w publikacji czwartej zastanawiający jest fakt, że lepsza stabilność skrzepu dotyczy dopiero jogurtów przechowywanych przez 7 i 21 dni, podczas gdy w produktach 1 dniowych sytuacja jest odwrotna, tzn. większą synerezę stwierdzono w jogurtach z maślanką niż mlekiem w proszku. Nasuwa się pytanie w jaki sposób można wytłumaczyć powyższe obserwacje? Kolejna uwaga dotyczy zawartości fosfolipidów, których więcej stwierdzono w jogurtach z SMP niż z BMP, przy czym różnice te wyraźnie się zwiększały wraz z czasem przechowywania. Interpretując te wyniki (str. 43, akapit 2)

Autorka wskazuje na fakt, że w obu rodzajach produktów zawartość fosfolipidów była wysoka, z tym, że w jogurtach z BMP była wynikiem obecności membran kuleczek tłuszczowych, natomiast w wyrobach z SMP spowodowane to było wysoką zawartością bardzo małych kuleczek tłuszczu, co skutkowało dużą całkowitą powierzchnią kuleczek, a zatem ilością materiału otoczkowego. Autorka tłumaczy ten fakt danymi literaturowymi z których wynika, że w tłuszczu obu produktów tj. maślanki i odtłuszczonego mleka w proszku zawartość fosfolipidów jest podobna, co moim zdaniem jest nie do końca poprawną interpretacją własnych wyników. Zgodnie z opisaną metodyką zawartość suchej masy w jogurtach standaryzowano na poziomie 13% za pomocą produktów w proszku, tj. maślanki i odtłuszczonego mleka, których zawartość suchej masy, a wiec poziom dodatku do mleka przerobowego był najprawdopodobniej taki sam lub bardzo zbliżony. Choć w metodyce pracy nie jest podana zawartość tłuszczu ani w maślance, ani w odtłuszczonym mleku w proszku, a widnieje jedynie informacja, że stosowano standardowe produkty handlowe, to w przypadku maślanki w proszku najczęściej zawiera ona 6-7% tłuszczu, natomiast w odtłuszczonym mleku w proszku poziom tego składnika zazwyczaj nie przekracza 1%. Zatem przy takim samym dodatku obu tych surowców do mleka przerobowego, w tłuszczu jogurtu z maślanką powinien być większy udział tłuszczu maślanki, a więc i fosfolipidów niż w tłuszczu jogurtów z odtłuszczonym mlekiem w proszku. Jak więc wytłumaczyć większą zawartość fosfolipidów w jogurtach z odtłuszczonym mlekiem w proszku? Ciekawą obserwacją wykazaną w pracy było znaczne obniżenie zawartości fosfolipidów w trakcie przechowywania, zwłaszcza w jogurtach z maślanką. Autorka tłumaczy ten fakt wyższą podatnością na konwersję fosfolipidów z otoczek kuleczek, niż z kuleczek tłuszczu mleka w proszku. Nasuwa się pytanie jaki był mechanizm oraz produkty tej konwersji i czy mogły one mieć wpływ na cechy sensoryczne jogurtów, których w tej pracy nie badano, a są one bardzo istotne z punktu widzenia konsumenta.

W końcowej części opracowania Autorka sformułowała 8 wniosków, w większości poprawnie uogólniających uzyskane rezultaty i potwierdzających realizację założonych celów badawczych. Mam uwagę do wniosku 3., w którym zastosowano zbyt ogólne i nieprecyzyjne określenie, że dodatek maślanki pozwolił uzyskać mleko homogenizowane z kuleczkami, które przypominają nieprzetworzone kuleczki tłuszczu mleka. Proszę o wyjaśnienie tego stwierdzenia i wskazanie wyników, na podstawie których je sformułowano. W dalszej części tego samego wniosku jest teza, że dodatek maślanki wpłynął na zwiększenie zawartości biologicznie aktywnych fosfolipidów i innych prozdrowotnych składników otoczek kuleczek tłuszczowych. Moim zdaniem jest to częściowo domniemanie, a nie wniosek, gdyż w dwóch pracach badawczych w ogóle nie badano tego parametru, zaś w publikacji czwartej badano jedynie poziom fosfolipidów, nie określając ilości innych prozdrowotnych składników ani ich biologicznej aktywności. We wniosku 5. za zbędne i zbyt

szczegółowe uważam cytowanie poziomu procentowego udziału warstwy górnej jako wyniku jednego z parametrów analizy stabilności emulsji. Zbyt obszerny jest także wniosek 8 zawierający niepotrzebną powtórkę treści zawartych w rozdziale prezentującym omówienie wyników. Uważam natomiast, że warto byłoby sformułować wniosek końcowy lub podsumowanie wskazujące na potencjalną możliwość aplikacji uzyskanych wyników badań w praktyce, co tylko częściowo zawiera wniosek 8 dotyczący badań na jogurtach.

Generalnie stwierdzić należy, że zakres przeprowadzonych badań i uzyskane wyniki pozwoliły zweryfikować postawione hipotezy badawcze.

Wyniki badań Doktorantka w większości kompetentnie i wyczerpująco przedyskutowała. W przedstawionej dysertacji wykorzystano 85 pozycji głównie angielskojęzycznej literatury o zasięgu międzynarodowym, w większości pochodzących z ostatnich 15 lat. Dobór merytoryczny cytowanych materiałów źródłowych nie budzi zastrzeżeń, co świadczy o dobrym rozeznaniu Doktorantki w literaturze przedmiotu.

Przestawiona do recenzji rozprawa doktorska jest wartościowym opracowaniem naukowym, co potwierdza fakt opublikowania wyników przeprowadzonych badań w czasopismach naukowych o wysokim współczynniku Impact Factor. Pragnę wyraźnie zaznaczyć, że zawarte w recenzji komentarze, uwagi krytyczne i pytania mają w zdecydowanej większości charakter dyskusyjny bądź wyjaśniający i nie negują wartości przedstawionej rozprawy oraz nie mają wpływu na jej pozytywną ocenę.

4. Ocena końcowa

Rozprawa doktorska mgr inż. Anny Garczewskiej-Murzyn pt. „Wpływ zmian w układzie emulsyjnym na technologiczne właściwości mleka" mająca formę cyklu czterech publikacji naukowych jest oryginalnym opracowaniem problemu naukowego w dyscyplinie technologia żywności i żywienia. Przedłożona do recenzji rozprawa świadczy zarówno o szerokiej wiedzy teoretycznej Doktorantki, jak również o jej umiejętnościach samodzielnego prowadzenia pracy naukowej.

Stwierdzam, że rozprawa doktorska **Pani mgr inż. Anny Garczewskiej-Murzyn** spełnia wymagania stawiane dysertacjom doktorskim określone w art. 187. ust.1 - 4 ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. z 2023 r. poz. 742 z późn. zm.) i wnioskuję do Rady Naukowej Dyscypliny Technologia Żywności i Żywienia Uniwersytetu Warmińsko-Mazurskiego w Olsztynie o dopuszczenie jej Autorki do dalszych etapów postępowania doktorskiego.