

Warszawa, 27.12.2024

Dr hab. inż. Monika Garbowska, prof. SGGW
Instytut Nauk o Żywności
Katedra Technologii i Oceny Żywności
Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie

RECENZJA

rozprawy doktorskiej Pana mgr inż. Jakuba Michała Biegalskiego
pt. „**Wpływ dodatku mleka owczego na stabilność matrycy białkowo-tłuszczowej i związanie wody
w niedojrzewającym serze typu pasta filata**”

zrealizowanej na Wydziale Nauk o Żywności i Żywieniu Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu
pod kierunkiem naukowym Promotora
Prof. UPP dr hab. Doroty Cais-Sokolińskiej

Podstawa formalna opracowania recenzji

Recenzję rozprawy doktorskiej Pana mgr inż. Jakuba Michała Biegalskiego wykonano w związku z uchwałą Rady Naukowej Dyscypliny Technologia Żywności i Żywienia Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu z dnia 24 października 2024 roku. Oceny dokonano zgodnie z art. 187 Ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. z 2020 r. poz. 85 z późniejszymi zmianami).

Znaczenie tematyki badań

Od wieków sery są jednym z najczęściej spożywanych produktów mlecznych. Wynika to z ogromnej ich różnorodności i wysokiej wartości odżywczej. Konsumenci serów stawiają im coraz więcej wymagań w odniesieniu do ich walorów smakowych jak i jakościowych. Produkcja, serów to proces złożony i różnorodny. Sery pasta filata są znane praktycznie na całym świecie, zarówno z uwagi na swoje cechy sensoryczne jak i różnorodne zastosowania kulinarne. W produkcji serów pasta filata wykorzystywane jest mleko pochodzącego od różnych gatunków zwierząt (krowie, owcze, bawole). Mleko owcze ze względu na skład chemiczny oraz potencjał zdrowotny, jest doskonałym surowcem do produkcji serów. Jednak wśród wielu

zalet serów pasta filata, jedną z negatywnych ich cech jest wyciek kompleksu wodno-tłuszczowego, który pojawia się po ich rozpakowaniu i porcjowaniu. Skłania to zarówno gremia naukowe, jak i producentów żywności do poszukiwania najodpowiedniejszych metod ich otrzymywania i oferowania takich produktów, które spełniłyby oczekiwania dzisiejszego konsumenta. Dlatego też będąca przedmiotem rozprawy analiza wpływu dodatku mleka owczego na stabilność matrycy białkowo-tłuszczowej i właściwości molekularne wody determinujące wyciek z niedojrzewającego sera typu pasta filata, doskonale wpisuje się w ten obszar badawczy, w którym szereg kwestii wymaga wciąż wyjaśnienia. Wybór tematu uważam więc za trafny i w pełni uzasadniony. Podjęty problem badawczy ma duże znaczenie zarówno w obszarze poznawczym jak i aplikacyjnym.

Ocena formalna pracy

Przedłożona do recenzji rozprawa doktorska stanowi spójny tematycznie cykl pięciu, prac, ujętych pod wspólnym tytułem: „Wpływ dodatku mleka owczego na stabilność matrycy białkowo-tłuszczowej i związanie wody w niedojrzewającym serze typu pasta filata”. Tytuł jest właściwie sformułowany i odpowiada treści zawartej w pracy. W skład cyklu publikacji stanowiących rozprawę doktorską wchodzi prace:

- P1.** Biegalski, J., Cais-Sokolińska, D., Tomaszewska-Gras, J., Baranowska, H. M. (2021). The effect of freezing sheep's milk on the meltability, texture, melting and fat crystallization profiles of fresh pasta filata cheese. *Animals*, 11, 2740. <https://doi.org/10.3390/ani11092740>; MEiN: 100 pkt.; IF₂₀₂₁: 3,231
- P2.** Biegalski, J., Cais-Sokolińska, D., Wawrzyniak, J. (2022). Effect of packaging and portioning on the dynamics of water-fat serum release from fresh pasta filata soft cheese. *Foods*, 11, 296. <https://doi.org/10.3390/foods11030296>; MEiN: 100 pkt.; IF₂₀₂₂: 5,200
- P3.** Biegalski, J., Cais-Sokolińska, D. (2022). Produkty z mleka owczego w kontekście oczekiwań konsumentów. *Zagadnienia Doradztwa Rolniczego*, 1, 107. MEiN: 20 pkt.
- P4.** Biegalski, J., Cais-Sokolińska, D. (2023). Production of sensorily acceptable pasta filata cheese with partial substitution of sheep's milk powder in different forms. *Foods*, 12, 1766. <https://doi.org/10.3390/foods12091766>; MEiN: 100 pkt.; IF₂₀₂₃: 4,700
- P5.** Biegalski, J., Cais-Sokolińska, D. (2024). Innovative covering liquids stabilising water-fat leachate from fresh mozzarella cheese used as pizza topping. *Foods*, 13, 581. <https://doi.org/10.3390/foods13040581>; MNISW: 100 pkt.; IF₂₀₂₃: 4,700.

Artykuły zostały opublikowane w latach 2021-2024, jeden z nich ukazał się w czasopiśmie *Zagadnienia Doradztwa Rolniczego* (w języku polskim), cztery publikacje ukazały się w czasopismach z listy *Journal*

Citation Reports i mają współczynnik IF. Łączna liczba punktów MNiSW, obliczona według daty opublikowania prac wynosi 420, a sumaryczny impact factor wynosi 17,831. We wszystkich publikacjach Pan mgr inż. Jakub Biegalski jest pierwszym autorem, a Jego udział w powstawaniu manuskryptów polegał na opracowaniu koncepcji i metodologii, walidacji danych, formalnej analizie, prowadzeniu badań, gromadzeniu i analizie statystycznej danych, opracowywaniu wyników i ich interpretacji, co zostało poświadczane pisemnie przez Współautorów. Można zatem stwierdzić, że Doktorant miał niepodważalnie wiodący indywidualny wkład w powstanie recenzowanej pracy.

Rozprawa doktorska mgr inż. Jakuba Biegalskiego obejmuje łącznie 146 stron, w tym: streszczenie w języku polskim i angielskim (4 strony), wstęp (2 strony), cel i zakres badań (2 strony), metody i materiał do badań (2 strony), wyniki badań i ich interpretację (28 stron), podsumowanie i wnioski (3 strony), spis literatury (10 stron), publikacje stanowiące przedmiot rozprawy doktorskiej (85 stron) oraz załączone oświadczenia współautorów publikacji stanowiących przedmiot rozprawy doktorskiej.

Podsumowując ocenę formalną przedłożonej rozprawy można stwierdzić, że jej układ jest przejrzysty i logiczny. W opinii recenzentki rozdziały przygotowano dobrze i mają wystarczający zakres. Oceniana rozprawa doktorska przygotowana została z dużą starannością, co świadczy o swobodzie poruszania się Doktoranta w obszarze podejmowanych zagadnień.

Ocena merytoryczna

W zwięzłym streszczeniu Pan mgr inż. Jakub Biegalski przedstawił ogólną charakterystykę serów pasta filata, ich proces produkcyjny oraz surowce stosowane do ich otrzymania, uzasadniając słuszność podjętej problematyki badawczej. Następnie przedstawił cel badań oraz wskazał najważniejsze wnioski, które mają bezpośredni wpływ na opracowanie receptury produkcji zalewy przechowalniczej oraz sera pasta filata akceptowalnego sensorycznie, do którego otrzymania wykorzystano mieszaninę mleka krowiego z mlekiem owczym.

Wstęp został przez Doktoranta napisany w sposób przejrzysty i zawiera ważne z punktu widzenia rozprawy informacje. W kolejnym rozdziale Autor przedstawił cel pracy i hipotezę główną, które zostały opracowane prawidłowo. W celu kompleksowej weryfikacji hipotezy badawczej określono pięć hipotez roboczych oraz cele szczegółowe, które uwiadamiają przemyślany sposób podejścia do tematu. Zdefiniowana hipoteza badawcza główna w brzmieniu: „Niedojrzewający ser typu pasta filata wytworzony z dodatkiem mleka owczego charakteryzuje się stabilną strukturą, dobrą roztopialnością, rozciągliwością, krajalnością, wysoce

usieciowaną wodą i pożądanymi cechami sensorycznymi” została w pełni zweryfikowana w wyniku przeprowadzonego eksperymentu badawczego.

W rozdziale Metody i materiał do badań zostały wypunktowane analizy wykonane w poszczególnych etapach badawczych i wskazane publikacje, w których omówiono ich wyniki, co ułatwia ich znalezienie, jak również umożliwia weryfikację prawidłowości badań. W mojej opinii, pomimo tego, że znajduje się to w załączonych publikacjach, celowym było zamieszczenie tutaj krótkiej charakterystyki surowca, sposobu otrzymywania serów pasta filata i zastosowanych metod badawczych.

Przedstawienie wyników i ich dyskusję przeprowadzono w układzie pięciu rozdziałów: (1) Wpływ procesu mrożenia mleka owczego na roztopialność, teksturę, oraz profil topliwości i krystalizacji tłuszczu w świeżym serze pasta filata; (2) Wpływ pakowania i porcjowania na dynamikę uwalniania serum wodno-tłuszczowego z miękkiego sera pasta filata; (3) Produkty z mleka owczego w kontekście oczekiwań konsumentów; (4) Produkcja akceptowalnego sensorycznie sera pasta filata z wykorzystaniem częściowego dodatku mleka owczego w proszku w różnych formach; (5) Innowacyjne zalewy przechowalnicze stabilizujące wyciek serum wodno-tłuszczowego ze świeżego sera Mozzarella używanego jako dodatek na pizzy.

W pierwszym z nich Doktorant podjął próbę oceny wpływu procesu mrożenia mleka owczego na roztopialność, teksturę, oraz profil topliwości i krystalizacji tłuszczu w świeżym serze pasta filata. Doktorant wykazał, że zastosowanie mrożonego mleka owczego w produkcji serów pasta filata, miało istotny wpływ na wybrane cechy teksturalne, roztopialność oraz rozciągliwość. Sery do otrzymania, których wykorzystano mleko owcze mrożone cechowały się zwiększoną siłą rozciągania, twardością oraz siłą cięcia, ale wykazywały mniejszą kruchość oraz rozciągliwość w porównaniu do serów otrzymanych z mleka nie poddawanego mrożeniu. Dodatkowo mrożenie miało także wpływ na zmniejszenie topliwości serów pasta filata otrzymanych z mleka owczego lub jego mieszaniny z mlekiem krowim. Autor stwierdził również, że „badania NMR i DSC wykazały, że dodatek mrożonego mleka owczego podczas produkcji serów pasta filata wiązał się ze znaczną utratą wody, co potwierdziła również zwiększona wartość aktywności wody (aw)”. Uprzejmie proszę o wyjaśnienie jakie Autor zwiększone wartości aktywności wody miał na myśli? Analiza percepcji konsumentów pozwoliła stwierdzić, że wśród badanych wariantów serów pasta filata największą niechęć wykazano względem serów wyprodukowanych z mleka krowiego z dodatkiem mrożonego mleka owczego oraz z serów otrzymanych wyłącznie z mleka mrożonego owczego. Należy podkreślić, że wpływu procesu mrożenia mleka owczego oraz jego mieszanin z mlekiem krowim na jakość świeżych serów pasta filata, dotychczas nie badano, co jest czynnikiem wyróżniającym przedstawione badania.

W kolejnym rozdziale opracowania Doktorant omówił wyniki badań dotyczących wpływu porcjowania i pakowania serów na dynamikę uwalniania serum wodno-tłuszczowego z niedojrzewających serów pasta filata otrzymanych z mieszaniny mleka krowiego z mlekiem owczym. Sery pasta filata wyprodukowane z mieszaniny mleka krowiego i owczego cechowały się podobnym składem chemicznym i właściwościami fizykochemicznymi do serów otrzymywanych z mleka krowiego. Jedyne różnice pomiędzy tymi wariantami serów występowały pod względem zawartości wody i białka. W celu oceny wpływu sposobu porcjowania i pakowania sera na ilość wycieku Autor przeprowadził obrazowanie mikroskopowe przedstawione na Ryc. 1 i 2 w publikacji P2. Proszę o wyjaśnienie w jaki sposób na podstawie obrazowania mikroskopowego określano ilość wycieku serum z masy serowej? Aby określić wpływ sposobu pakowania i porcjowania na wyciek serum wodno-tłuszczowego z masy serów pasta filata Doktorant wykorzystał również funkcje matematyczne. Diagramy, przedstawiające ilość wycieku serum jako funkcję stopnia fragmentacji i sposobu pakowania sera przedstawiono na Ryc. 4 i 5 (P2). Wykazano, że pakowanie próżniowe zwiększa ilość wycieku, który potęgowało porcjowanie sera. Stwierdzono, że pakowanie próżniowe miało większy wpływ na ilość wycieku serum w przypadku serów wyprodukowanych całkowicie z mleka krowiego. Jak się Panu wydaje, dlaczego pakowanie próżniowe miało wpływ na ilość wycieku i dlaczego większy był wyciek w przypadku serów otrzymanych z mleka krowiego? Mgr inż. Jakub Biegalski w tej części badań wykazał, że na ilość wycieku serum wodno-tłuszczowego miało wpływ porcjowanie sera w wyniku, którego był on negatywnie odbierany przez konsumentów. Niezadowolenie konsumentów zaobserwowano zarówno względem serów otrzymywanych z mleka krowiego, pokrojonego w ćwiartki i plastry, oraz serów z mleka krowio-owczego pokrojonego w plastry pakowanych próżniowo. Określono, że dodatek mleka owczego do mleka krowiego podczas produkcji niedojrzewającego sera pasta filata zmniejszył ilość wycieku z serów pakowanych próżniowo. Dodatek mleka owczego nie spowodował również znaczącej utraty połysku, co stwierdzono w przypadku serów z mleka krowiego.

Trzeci rozdział dotyczył badań ankietowych, które miały na celu poznanie preferencji konsumentów względem mleka owczego. Badania zaprezentowane na tym etapie wykazały, że mleko owcze cieszy się dużym zainteresowaniem wśród konsumentów, jednak tylko 33,1% ankietowanych potwierdziło, że zna smak mleka owczego lub produktów, które są z niego otrzymywane. Zaledwie 1,1% konsumentów biorących udział w badaniu stwierdziło, że stanowczo nie odpowiada im smak mleka owczego. Przeprowadzono także badania obejmujące preferencje konsumentów w odniesieniu do formy pakowania (zalewa/próżniowo) i formy spożycia serów Mozzarella (jako dodatku do sałatki - 74,2% konsumentów; na pizzy/zapiekance - 66,9%, na kanapce

30,9%). Ankietowani konsumenci stwierdzili również, że chętniej kupowaliby sery Mozzarella gdyby w takim serze wyciek nie występował, co potwierdza słuszność podjętych przez Doktoranta badań.

Dobrze wpasowującym się w koncepcję pracy i odpowiedzi na postawione cele szczegółowe jest czwarty rozdział dotyczący otrzymania akceptowalnego sensorycznie sera pasta filata z wykorzystaniem częściowego dodatku mleka owczego w proszku w różnych formach. Na podstawie otrzymanych wyników badań określono, że zastosowanie różnych ilości dodatku mleka owczego w postaci rekonstruowanej i natywnej do mleka krowiego, wpływa na wybrane parametry fizykochemiczne sera (m.in. zawartość tłuszczu, wody, białka), jak również wydajność produkcyjną. Jednak po ocenie preferencji konsumentów okazało się, że sery wyprodukowane z mieszaniny mleka krowiego i mleka owczego w proszku w formie natywnej nie były w pełni akceptowane. Dlatego też podsumowaniem tej części badawczej był słuszny wniosek: wytworzenie serów pasta filata z zastosowaniem dodatku mleka w proszku, o prawidłowych cechach jakościowych i akceptowalnego sensorycznie jest możliwe jedynie pod warunkiem stosowania dodatku mleka owczego po regeneracji i w ilości nie przekraczającej 30%.

Piąty rozdział dotyczył analizy innowacyjnych zalew przechowalniczych stabilizujących wyciek serum wodno-tłuszczowego ze świeżego sera Mozzarella używanego jako dodatek na pizzy. W dostępnej literaturze nie znaleziono informacji o możliwości wykorzystania laktozy i kwasu cytrynowego do modyfikacji składu zalewy używanej do przechowywania sera Mozzarella, która miałaby jednocześnie wpływ na zmniejszenie ilości wycieku serum z sera Mozzarella oraz poprawę jego właściwości podczas dalszego wykorzystania kulinarnego (dodatek na pizzy). Doktorant stwierdził, że przechowywanie sera Mozzarella w zalewie o zmodyfikowanym składzie wpływa na wybrane cechy jakościowe świeżego sera pasta filata i stwarza nowe możliwości jego dalszego kulinarnego wykorzystania. Szczególną uwagę zwraca opracowanie przez Doktoranta receptury zalewy przechowalniczej o składzie: 20 g/kg laktozy i 0,42 g/kg kwasu cytrynowego stosowanej w celu przechowywania serów pasta filata otrzymanych z mieszaniny mleka krowiego i rekonstruowanego mleka owczego w proszku, która wpływała na poprawę cech teksturalnych oraz topliwości serów. Doktorant dowiódł, że uzyskanie nowych funkcjonalnych cech serów typu pasta filata jest możliwe poprzez modyfikację składu zastosowanych do ich otrzymania surowców jak i dzięki opracowywaniu składu zalew przechowalniczych, co z pewnością skłania Doktoranta do prowadzenia dalszych badań naukowych.

Pan mgr inż. Jakub Biegalski podsumował swoje dzieło przedstawiając dziesięć dobrze sformułowanych, popartych wynikami i niebudzących żadnych zastrzeżeń wniosków, tym samym dowiódł, że cel pracy został osiągnięty. Dodatkowo ostatni wniosek to wniosek aplikacyjny, który w pełni podkreśla celowość podjętych przez Doktoranta badań. W uzupełnieniu do pracy, zwracam się do Doktoranta z prośbą

o podzielenie się opinią czy Doktorant widzi możliwości przemysłowego zastosowania opracowanej receptury zalewy przechowalniczej oraz otrzymywania serów pasta filata z dodatkiem mleka owczego w proszku? Jak Doktorant ocenia szansę zastąpienia surowego mleka owczego mlekiem w proszku? Sformułowane wnioski w pełni odnoszą się do przedstawionych wyników i wskazują, że postawiona hipoteza badawcza została w pełni zweryfikowana, a postawione cele osiągnięto.

Wykorzystana przy przygotowaniu rozprawy doktorskiej literatura obejmuje 95 pozycji bibliograficznych, z których większość stanowią publikacje w języku angielskim. Zdaniem recenzentki literatura jest adekwatna i dobrze dobrana na potrzeby pracy. Prace opublikowane w ostatniej dekadzie stanowią ponad 62% cytowanych publikacji. Świadczy to o znajomości literatury światowej związanej z tematem podjętych badań oraz o aktualności podjętego problemu naukowego. Spis literatury został przygotowany z dużą starannością.

Edytorskie przygotowanie pracy świadczy o dobrym opanowaniu przez Doktoranta warsztatu pisania i redagowania opracowań naukowych. Pod względem językowym praca nie budzi istotnych zastrzeżeń. Stwierdzone nieliczne uchybienia natury językowej i edytorskiej, które nie obniżają wartości merytorycznej rozprawy. Na podkreślenie zasługuje bardzo szeroki zakres pracy, wykorzystanie nowoczesnych i adekwatnych do realizacji postawionych celów metod badawczych. Jest to przyczynkiem do relatywnie łatwiejszego wykorzystania jej wyników w praktyce produkcyjnej.

Podsumowanie i wniosek końcowy

Przedłożona do recenzji rozprawa doktorska stanowi oryginalne rozwiązanie problemu naukowego dotyczącego analizy wpływu dodatku mleka owczego na stabilność matrycy białkowo-tłuszczowej i właściwości molekularne wody determinujące wyciek z niedojrzewającego sera typu pasta filata. Przyjęty zakres badań oraz sposób ich prezentacji świadczą o dobrym przygotowaniu Doktoranta do pracy naukowo-badawczej.

Na szczególne uznanie zasługuje opracowanie przez Doktoranta i Współpracowników receptury produkcji zalewy przechowalniczej oraz sera pasta filata z mieszaniny mleka krowiego z mlekiem owczym w proszku akceptowalnego sensorycznie. Należy również wyeksponować fakt przeprowadzenia szeregu badań przez Doktoranta w celu weryfikacji hipotez badawczych i realizacji celów szczegółowych na poszczególnych etapach badawczych. Doktorant udowodnił, że ma szeroką i pogłębioną wiedzę z zakresu podjętej problematyki badawczej i potrafi nakreślić odpowiedni cel badań. Posiada również umiejętność logicznego planowania kolejnych etapów eksperymentalnych. Z dysertacji jasno wynika, że Pan mgr inż. Jakub Biegalski nie obawiał się konfrontacji merytorycznej z otrzymanymi wynikami, które bywają czasami



zaskakujące i trudne do przewidzenia. Doktorant bardzo dobrze poradził sobie w konstruktywnej dyskusji otrzymanych wyników, nie pozostawiając żadnych wątpliwości co do ich interpretacji. Uznanie budzi również umiejętność trafnego formułowania wniosków. Na szczególną pochwałę zasługuje bardzo szeroki zakres pracy, w którym Doktorant wykazał się pracowitością, ciekawością naukową i uporem w dążeniu do celu cechującymi dobrego naukowca.

Uważam, że rozprawa doktorska mgr inż. Jakuba Biegalskiego pt. „Wpływ dodatku mleka owczego na stabilność matrycy białkowo-tłuszczowej i związanie wody w niedojrzewającym serze typu pasta filata spełnia wymagania stawiane rozprawom doktorskim i wnoszę do Rady Naukowej Dyscypliny Technologia Żywności i Żywnienia Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu o dopuszczenie Pana mgr inż. Jakuba Biegalskiego do dalszych etapów przewodu doktorskiego.

Garbowa Monika