

Recenzja rozprawy doktorskiej mgr inż. Karoliny Antos pt. „Wpływ dodatku alg morskich na jakość i akceptację konsumencką mlecznych napojów fermentowanych”, zrealizowanej pod kierunkiem Pana promotora dr hab. inż. Michała Halagardy, prof. UEK

1. Podstawa formalno-prawna opracowania recenzji

Podstawą wykonania niniejszej recenzji było pismo Dyrektora Szkoły Doktorskiej Uniwersytetu Ekonomicznego w Krakowie, prof. dr hab. Stanisława Popka, z dnia 12.07.2024, zgodnie z uchwałą Rady Dyscypliny Nauki o Zarządzaniu i Jakości Uniwersytetu Ekonomicznego w Krakowie z dnia 11.07.2024 oraz rozprawa doktorska mgr inż. Karoliny Antos. Podstawę prawną stanowi Ustawa z dnia 14 marca 2003 (Dz. U. 2017 r. poz. 1789, późn. zm.) w związku z ustawą z dnia 3 lipca 2018. Przepisy wprowadzające ustawę Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (DZ.U. z 2018 r. poz. 1669 z późn. zmianami).

2. Uzasadnienie podjętego tematu badań

Zainteresowanie konsumentów produktami funkcjonalnymi rośnie, co wiąże się z większą świadomością na temat zdrowia oraz prewencji chorób dietozależnych, oraz tym, że mleczne napoje fermentowane wspomagają układ pokarmowy, poprawiając mikroflorę jelitową i wspierając odporność organizmu.

Rynek mlecznych napojów fermentowanych oraz funkcjonalnych rozwija się bardzo dynamicznie. W związku z tym, produkty te wymagają stałej analizy jakości, składu i efektywności ich działania prozdrowotnego. Ponadto rozwój nowych technologii otwiera możliwości wprowadzania innowacji, takich jak nowe szczepy bakterii probiotycznych czy składniki bioaktywne, które mogą zwiększyć korzyści zdrowotne tych produktów. Jednym z takich dodatków może być spirulina.

Projektowanie innowacyjnych produktów żywnościowych, w tym mlecznych napojów fermentowanych i napojów funkcjonalnych, wymaga interdyscyplinarnego podejścia, które łączy wiedzę z zakresu technologii żywności, biologii, chemii oraz marketingu. Eksperymentowanie z nowymi recepturami, które mogą przyciągnąć konsumentów, a jednocześnie spełniać ich oczekiwania dotyczące zdrowia i jakości, pozwoli na zrozumienie,

jakie czynniki wpływają na akceptację i preferencje konsumentów, co jest kluczowe dla skutecznego wprowadzania nowych produktów na rynek.

Nadal niewiele jest na rynku produktów mlecznych fermentowanych zwłaszcza kefirów, z naturalnymi dodatkami funkcjonalnymi innymi niż owoce lub warzywa. Przedłożona do oceny rozprawa doktorska mgr inż. Antos wychodzi temu na zapotrzebowaniu naprzeciw.

3. Ocena formalna rozprawy

Układ rozprawy jest typowy dla prac naukowych. Opracowanie liczy 181 stron, a jego treść podzielono na sześć rozdziałów, które uzupełniają wstęp, podsumowanie i wnioski, spis treści, literatura, spisy wykresów i rysunków, oraz aneks.

Rozprawa ma klasyczną, wyraźnie zaznaczoną strukturę, typową dla opracowań naukowych. Dwa pierwsze rozdziały mają charakter teoretyczny, przybliżają niezbędne pojęcia i zagadnienia związane z opracowaniem rozprawy. Część empiryczna została podzielona na cztery rozdziały i zawiera: cel i hipotezy badawcze, metody badań, wyniki badań i ich analizę oraz podsumowanie i wnioski. W pracy nie zamieszczono streszczenia ani w j. polskim ani w j. angielskim. Bibliografia zawiera 299 pozycji literaturowych, w większości anglojęzycznych; znakomita większość została wydana po roku 2000. W spisie nie wydzielono spisu aktów prawnych i norm. Cytowane pozycje są przywołane poprawnie i generalnie zawierają pełne dane bibliograficzne. Opracowanie zawiera 38 rysunków i 47 tabel i 7 tabel umieszczonych w aneksie. Wszystkie są przywołane w tekście. Podsumowując, opracowanie zawiera wszystkie niezbędne elementy typowe dla rozpraw naukowych i od strony formalnej nie budzi moich zastrzeżeń.

4. Charakterystyka i ocena merytoryczna rozprawy doktorskiej

W ocenianej rozprawie Autorka podjęła próbę określenia wpływu dodatku funkcjonalnego w postaci spiruliny na jakość i akceptację konsumencką wzbogaconego w ten sposób mlecznego napoju fermentowanego.

Tytuł rozprawy dobrze oddaje jej treść i zawartość. Rozprawa rozpoczyna się od wstępu, który opisuje pokrótce ważność podjętego tematu. Autorka zwraca uwagę na aktualną sytuację i rozwój rynku mleka i przetworów mlecznych, ich pozycji w jadłospisie, ze szczególnym uwzględnieniem produktów mlecznych fermentowanych. Wzmiankuje o ich wartościach odżywczych i korzyściach zdrowotnych oraz opisuje aktualne trendy żywieniowe. Wstęp koczy się uzasadnieniem podjętych badań oraz wskazaniem luki badawczej.

W rozdziale pierwszym Autorka opisała, jakie są tendencje do wzbogacania mlecznych napojów fermentowanych w składniki funkcjonalne. Opis rozpoczęła od przywołania definicji żywności funkcjonalnej, wskazała przykłady takiej żywności, a następnie zaprezentowała rynek produktów funkcjonalnych pochodzących z sektora mleczarskiego, wspomniała o czynnikach mających znaczenie przy wyborze takich produktów. Następnie przybliżyła definicje probiotyku i prebiotyku, by przejść do opisu dodatków do napojów mlecznych. W kolejnym podrozdziale Autorka przedstawiła proces produkcji mlecznych produktów fermentowanych na przykładzie kefiru. Rozpoczęła opis od definicji mlecznych produktów fermentowanych, dokonała podziału produktów ze względu na rodzaj stosowanej mikrobioty,

a następnie ze względu na generacje. W dalszej kolejności skupiła się na mikrobiocie tych napojów, przytoczyła klasyfikację mlecznych napojów kwalifikowanych. Największą uwagę poświęciła kefirowi. Zaprezentowała opis produkcji kefiru w skali przemysłowej, dodatkowo zobrazowała go uproszczonym schematem procesu. Następnie przeszła do opisu właściwości kefiru, ze szczególnym uwzględnieniem wartości odżywczych i własności zdrowotnych tego napoju. Na s. 30 w. 10. Kandydatka napisała: "Do podobnych wniosków doszli (...)". To stwierdzenie jest niejasne, ponieważ nie wiadomo, czy odnosi się badań w modelu in vitro, czy korzystnego działania dla osób in-vitro, czy do cukrzycy w warunkach in-vitro. Proszę o wyjaśnienie.

Drugi rozdział dotyczy możliwości zastosowania alg morskich jako dodatku do produkcji żywności. Doktorantka dokonała charakterystyki spiruliny pod względem składu chemicznego tj. aminokwasów, kwasów tłuszczowych, witamin oraz mikro- i makroelementów. Następnie przeszła do szczegółowego omówienia właściwości spiruliny pod kątem wykorzystania jej jako dodatku do żywności i korzyści zdrowotnych związanych z jej stosowaniem. Doktorantka przedstawiła też wnikliwą analizę piśmiennictwa ze wskazaniem działania spiruliny na bakterie zawarte w szczepionkach bateryjnych. W mojej opinii tytuł podrozdziału 2.2. jest mało precyzyjny, ponieważ nie wskazuje, o jakie właściwości chodzi.

W kolejnym podrozdziale Autorka rozprawy wskazała zastosowanie spiruliny w przemyśle spożywczym. Rozpoczęła od opisanie sposobu produkcji biomasy alg w postaci sproszkowanej spiruliny. Zasygnalizowała wykorzystanie spiruliny jako suplementu diety, opisała status GRAS tego dodatku, wspomniała też o wchłanianiu metali ciężkich, co może być barierą we wprowadzaniu produktu na rynek. Odniosła się też do barwy alg dodanych do produktów spożywczych, która pozostaje niezmienną po dodaniu do produktów spożywczych. Następnie przybliżyła ogólne standardy jakości i bezpieczeństwa dla spiruliny, a następnie opisała potencjalne zastosowanie spiruliny jako dodatku do żywności. Mam jednak zastrzeżenia do tego opisu (s.47-48) ponieważ jest on nieuporządkowany. Można było pogrupować podobne cechy lub przeznaczenie. W dalszej kolejności Kandydatka w Tabeli 7 przedstawiła przykłady zastosowania *Arthospira* jako składnika funkcjonalnego w różnych produktach spożywczych. Poniżej tabeli zamieściła opis uszczegółwiający zamieszczone dane, jednak nie wszystkie cytowane pozycje są Tabeli 7 np. Duliński i in. 2018, Ozyurt i in. 2015; Raczyk i in. 2022, Sharoba, 2024, Byczyński i Duliński, 2022, Mesbah i in, 2022, Augustini in. 2017, Vlasenko i in. 2021 są omawiani poniżej w tekście, ale nie zostali umieszczeni w tabeli 7, zaś pozycje wskazane jako źródła w tabeli są tylko w połowie przywołane w tekście i szerzej omówione. Znacznie ułatwiłoby też porównanie treści, gdyby do każdego wiersza i zaprezentowanego produktu, dodano bezpośrednio źródło literaturowe, zamiast umieszczać je zbiorczo pod tabelą. Podrozdział kończy się podsumowaniem, wskazującym na możliwości stosowania spiruliny w tworzeniu produktów spożywczych.

Podsumowując, przegląd literatury jest dobrze osadzony na tle osiągnięć innych badaczy, dobrze nakreśla postawiony problem badawczy, wskazuje konieczność jego rozwiązania, co jest niezwykle istotne i trudne zwłaszcza ze względu na holistyczne podejście do problemu zapewnienia bezpieczeństwa żywności w przemyśle spożywczym.

Rozdział trzeci przedstawia cel pracy oraz hipotezy badawcze. Główny cel pracy został poprawnie sformułowany, jednak w tekście brakuje wyraźnego wyróżnienia tego celu jako głównego. Wprowadzenie odpowiedniego sformułowania, np. "główny cel pracy", pomogłoby uniknąć niejasności.

Autorka określiła pięć celów szczegółowych, ale zaskakuje mnie, dlaczego skupiła się wyłącznie na białku, pomijając inne składniki, które również mogłyby być istotne.

Do każdego celu szczegółowego sformułowała pięć hipotez badawczych, które w późniejszej części pracy, we wnioskach, są określane jako hipotezy merytoryczne. Lepiej byłoby zastosować jednolitą terminologię w całej pracy.

Zakres pracy został poprawnie określony, jednak pierwszy punkt jest niezręcznie sformułowany. Zamiast "na zawartość białka", lepiej byłoby "pod względem zawartości białka".

Proszę o wyjaśnienie na jakiej podstawie do badań przyjęto wartości dodatku spiruliny na poziomie 0,5%, 1,0% i 1,5%. Nie jest dla mnie również jasne, czym dokładnie różni się zadeklarowany wybór optymalnego dodatku spiruliny na podstawie badań przechowalniczych od analizy akceptacji konsumenckiej nowo powstałych produktów, oraz jak to się ma do oceny kefirów z dodatkiem spiruliny w drugim etapie badań. Proszę o komentarz podczas obrony.

W tym miejscu pracy warto byłoby umieścić schemat realizacji części badawczej, który pomógłby w wizualizacji logiki oraz etapów badania.

W rozdziale czwartym doktorantka przedstawiła materiał doświadczalny. Rozpoczęła od charakterystyki kefiru. Docenić należy to, że Doktorantka wykorzystywała materiał produkowany w dużej skali, w warunkach rzeczywistych. Że dokonała testów na dodatek spiruliny i taki produkt poddała ocenie konsumenckiej oraz badaniom dalszej części pracy. Nie jest to powszechne w pracach doktorskich. Szkoda, że nie wskazała, wielkości produkcji oraz wydajności tego procesu, co mogłoby wzbogacić opis wykonanych prac badawczych.

W podrozdziale 4.1 proces produkcji kefiru został zaprezentowany w sposób przejrzysty, w formie czytelnego schematu. Kolejny podrozdział dotyczył pochodzenia spiruliny oraz sposobu wyboru odpowiedniego dodatku do kefiru. Niejasne jest dla mnie, dlaczego doktorantka skupiła się wyłącznie na oznaczeniu zawartości białka w suchej masie produktu, pomijając inne parametry, takie jak zawartość kwasów tłuszczowych, aminokwasów, minerałów czy witamin, które były szeroko opisywane w części teoretycznej pracy.

Doktorantka wspomina na s. 57, że zrezygnowała z wyboru spiruliny charakteryzującej się najwyższymi parametrami jakościowymi określonymi przez producentów. Proszę o doprecyzowanie, jakie parametry jakościowe były brane pod uwagę. Zaznaczyła również, że tak wyprodukowane kefiry zostały poddane analizie konsumenckiej, która wskazała produkt o największej zawartości spiruliny jako produkt najmniej pożądany ze względu na końcową barwę produktu. Autorka uznała, że ten produkt zostanie wykluczony dalszej fazie badań. Równocześnie wskazała, że przeprowadzono wstępne badania fizykochemiczne, które obejmowały zawartości tłuszczu zawartości suchej masy białka popiołu kwasowości ogólnej. Uważam, że brak informacji na temat zawartości tych składników w spirulinie jak i w mleku zaburza zrozumienie składu chemicznego gotowego produktu. Proszę o wyjaśnienie, dlaczego zrezygnowano z pełnej charakterystyki stosowanego dodatku – spiruliny

W kolejnym etapie badań doktorantka skupiła się na analizie dwóch rodzajów kefiru: z dodatkiem 0,5 g oraz 1 g spiruliny na litr mleka, a kefir bez dodatków posłużył jako próba kontrolna. Badania przechowalnicze zostały przeprowadzone w różnych odstępach czasowych – w dniu odbioru produktu (dzień zerowy), a następnie w dniach: szóstym, dwunastym i osiemnastym. Częstotliwość ta została ustalona na podstawie okresu przydatności do spożycia kefiru, określonego przez producenta oraz na podstawie wewnętrznych procedur technologicznych.

Na rysunku 5 Doktorantka zaprezentowała fotografię końcowych produktów. W mojej opinii, rysunek ten powinien być przeniesiony do sekcji opisującej charakterystykę produktów powstałych w wyniku badań, a nie do części dotyczącej materiałów. Ponadto Autorka określiła, że badania prowadziła od lutego do listopada, jednak zabrakło wskazania, w którym roku zostały przeprowadzone. Proszę o uzupełnienie tej informacji,

Rozdział piąty opisuje metody badawcze zastosowane w pracy. Doktorantka podzieliła je na kilka podrozdziałów, zaczynając od badań konsumenckich, a następnie opisując badania fizykochemiczne, mikrobiologiczne oraz metody analizy statystycznej.

W przypadku badań akceptacji konsumenckiej doktorantka zastosowała dwuetapową metodę hedonistyczną, tj. skalowanie oraz szeregowanie. Proszę o podanie uzasadnienia, dlaczego w drugim etapie, gdzie oceniano jedynie dwa produkty, zdecydowała się na metodę szeregowania. Wydaje się to mało zasadne przy tak ograniczonej liczbie próbek.

Brakuje również informacji o doborze grupy młodych konsumentów. Nie zostało wskazane, na jakiej podstawie wybrano tę grupę – czy była to próba losowa, przypadkowa, czy zastosowano inne kryteria

W kolejnych podrozdziałach doktorantka szczegółowo opisała zastosowane metody, w tym metody analizy kwasów tłuszczowych, które badano w postaci estrów metylowych. Niestety, nie przedstawiono szczegółów dotyczących przygotowania próbek do analizy. Choć doktorantka powołuje się na odpowiednie normy, wskazane byłoby przynajmniej skrótowe przedstawienie procedury, co ułatwiłoby zrozumienie całego procesu.

W zakresie jakości mikrobiologicznej kefirów, w żadnym z opisów badań nie wskazano, ile prób i powtórzeń zostało przeprowadzonych. Ta informacja jest istotna dla oceny wiarygodności i powtarzalności wyników badań. Proszę o wyjaśnienie liczby powtórzeń oraz przyjętej próby do badań.

Podrozdział 5.4 dotyczy metod analizy statystycznej. Autorka stwierdza, że uzyskane wyniki zostały poddane „szczegółowej analizie statystycznej”, jednak nie jest jasne, co konkretnie ma na myśli. Wymaga to doprecyzowania, jakie konkretne testy i metody statystyczne zostały zastosowane oraz jakie kryteria były brane pod uwagę.

W sekcji dotyczącej analizy fizykochemicznej doktorantka opisuje stosowanie różnych miar, takich jak średnia arytmetyczna i rozproszenie wyników, oraz wspomina o weryfikacji testem niezależności chi-kwadrat. Jednak wcześniej nie wskazano ani jak duża była próba ani czy analiza ta dotyczyła wszystkich przeprowadzonych pomiarów. Brakuje również wyjaśnienia, dlaczego badane rozkłady zostały uznane za „zbliżone do układu normalnego”. Informacje te są kluczowe dla oceny jakości przeprowadzonych analiz, dlatego proszę o doprecyzowanie tych kwestii.

W analizie wielowymiarowej doktorantka wspomina o analizie dyskryminacyjnej, ale nie podano liczby prób ani szczegółów dotyczących badanych zmiennych. Wielowymiarowa analiza dyskryminacyjna jest zaawansowaną techniką, która wymaga szczegółowego opisu liczby zmiennych i prób badawczych, aby można było ocenić jej zastosowanie i wyniki.

W dalszej części Autorka opisuje badania konsumenckie, wyjaśniając, na jakich zasadach były prowadzone i jakie wartości prawdopodobieństwa testowego zostały przyjęte dla odrzucania hipotez zerowych.

W kolejnym rozdziale Kandydatka przedstawiła wyniki badań i przeprowadziła ich analizę. Rozpoczęła od charakterystyki surowca wykorzystywanego do produkcji kefiru, gdzie w tabeli 8 zamieszczono skład mleka krowiego w procentach. W mojej ocenie, lepszym rozwiązaniem byłoby podanie tych wartości w gramach na litr mleka, co umożliwiłoby bardziej precyzyjne przedstawienie wyników, ponieważ wtedy mogłaby posługiwać się wartością minimalną maksymalną i wartością średnią i odchyleniem standardowym przy wartościach procentowych jest to niepoprawne.

Autorka bardzo wnikliwie analizuje zawartość białka, kwasów tłuszczowych oraz suchej masy w próbkach mleka, a także zestawia swoje wyniki z danymi literaturowymi. Jednak brakuje mi krytycznego komentarza na temat tego, co z tych danych wynika i jakie wnioski można z nich wyciągnąć. Analiza taka byłaby cennym uzupełnieniem tej części pracy.

W kolejnym rozdziale Doktorantka szczegółowo omówiła dodatek funkcjonalny – spirulinę. Stwierdziła (s. 70), że głównym celem prowadzonych badań było podniesienie zawartości białka w nowopowstałych napojach fermentowanych. Takie wyjaśnienie jest przydatne, jednak powinno zostać przedstawione już przy formułowaniu celu pracy, aby od początku było jasne, dlaczego akurat ten parametr został wybrany do badania.

W tabeli 9 Kandydatka podaje zawartość białka w wybranych preparatach spiruliny w postaci procentowej, choć lepszym rozwiązaniem byłoby podanie tych wartości w gramach na litr mleka., zwłaszcza, że podaje wartości minimalne, maksymalne oraz odchylenie standardowe. Nie wskazała, ile było powtórzeń tego badania. Zabrakło również analizy statystycznej, która pozwoliłaby na ocenę czy wyniki dla poszczególnych próbek różnią się między sobą w sposób istotny. Proszę o uzupełnienie informacji, jak dane te zostały przetworzone i jakie wnioski można na ich podstawie wyciągnąć podczas obrony pracy.

W tabeli 10 Doktorantka przedstawiła profil aminokwasowy wybranego preparatu spiruliny, który został zakwalifikowany do dalszych badań. Autorka prawidłowo wyraziła wyniki w gramach na 100 g produktu, przedstawiając wartości minimalne, maksymalne, średnie oraz odchylenie standardowe. Jednakże, jak w poprzednich przypadkach, nie podano liczby próbek, na podstawie których uzyskano te wyniki. Poprawnie zestawiono wyniki z danymi literaturowymi, ale brak informacji o liczbie próbek budzi pytania dotyczące wiarygodności danych. Proszę o wyjaśnienie tej kwestii podczas obrony.

Następnie Doktorantka przeszła do analizy zawartości związków mineralnych w spirulinie, ale nie wskazała, czy przedstawione wartości są średnimi wynikami z wielu próbek, czy pochodzą z jednorazowego pomiaru. Wartość taka ma duże znaczenie w kontekście interpretacji danych. Ponadto spirulina została scharakteryzowana mikrobiologicznie, gdzie stwierdzono brak obecności grzybów i drożdży, a ogólna liczba drobnoustrojów wyniosła 1,2

$\times 10^2$ jtk/g. Zastanawia jednak brak analizy metali ciężkich w próbkach spiruliny, które są istotne w kontekście jej zastosowania jako dodatku funkcjonalnego do kefiru, zwłaszcza że Kandydatka w części teoretycznej szeroko omawiała ten temat. Proszę o wyjaśnienie podczas obrony, dlaczego nie uwzględniono badania metali ciężkich, mimo że ich obecność może znacząco wpłynąć na bezpieczeństwo produktu końcowego.

W punkcie 6.3 Doktorantka opisała sposób optymalizacji dodatku spiruliny do kefiru, wskazując, że wybór ten opierał się na literaturze. Jednakże w pracy nie przedstawiono badań, które potwierdziłyby trafność tego wyboru. Proszę o wskazanie pozycji literaturowych, na których oparła się doktorantka, lub o przedstawienie innych uzasadnień, które potwierdzają, że wybór spiruliny jako dodatku był właściwy.

W analizie konsumenckiej kefirów z dodatkiem spiruliny zauważono, że kefir z dodatkiem 1,5% spiruliny był najmniej akceptowany przez konsumentów, otrzymując niskie oceny w kategoriach smakowitości, barwy i konsystencji. Brakuje jednak informacji o liczbie osób, które uczestniczyły w tej ocenie, co jest istotne dla oceny wiarygodności tych wyników. Proszę o doprecyzowanie tej kwestii.

Na stronie 76 Autorka zamieściła podpunkt zatytułowany „Analiza fizykochemiczna”, jednak nie jest jasne, czy odnosi się on do wszystkich przeprowadzonych analiz, czy tylko do kefiru kontrolnego. Kolejny podpunkt zatytułowany „białko” odnosi się do kefiru z dodatkiem spiruliny, co może wprowadzać zamieszanie. Proszę o wyjaśnienie, czego dokładnie dotyczą poszczególne podpunkty.

Na rysunku 6 Doktorantka przedstawiła zmiany zawartości białka w zależności od wielkości dodatku spiruliny i czasu przechowywania. Widać wyraźny spadek zawartości białka w 12. dniu oraz wzrost w 18. dniu, jednak brakuje wyjaśnienia, co mogło powodować te zmiany. Proszę o dokładniejsze wyjaśnienie tych zmian oraz dlaczego wartości na wykresie różnią się w zależności od dnia, mimo że dla każdej próby przyjęto ten sam dzień. Czy różnice te wynikają z różnych godzin pobierania próbek?

W tabeli 14 przedstawiono zawartość suchej masy oraz popiołu ogólnego w kefirach z dodatkiem spiruliny. W tabeli tej użyto oznaczeń literowych, które prawdopodobnie odnoszą się do istotności statystycznej, ale brakuje ich wyjaśnienia. Ponadto, wartości te podano w procentach, co w mojej opinii jest niewłaściwe — lepiej byłoby je wyrazić w gramach na jednostkę masy lub objętości, co byłoby bardziej adekwatne w kontekście analizy.

Autorka wspomina również o analizie matematycznej wyników badań na s.78, ale nie precyzuje, na czym dokładnie ta analiza polegała.

W przypadku kwasowości ogólnej widoczne są jej wyraźne zmiany w zależności od dnia prowadzenia badań. Warto byłoby spróbować wyjaśnić przyczyny tych zmian.

W dalszej części pracy Doktorantka analizuje wpływ dodatku spiruliny oraz czasu przechowywania na zmiany parametrów kefiru, takich jak barwa. Ponieważ dodatek spiruliny naturalnie wpływa na zmianę barwy, różnice te były do przewidzenia.

W podrozdziale 6.4 Kandydatka analizuje ponownie wpływ spiruliny i czasu przechowywania na wybrane parametry jakości kefiru, jednak analiza ta wydaje się powtórzeniem wyników z wcześniejszych rozdziałów. Proszę o wyjaśnienie, czym te wyniki różnią się od tych przedstawionych wcześniej.

Analizując zawartości białka, za podstawie danych na rysunkach 6 i 12 w pierwszym i drugim etapie zauważyć można, że w czasie przechowywania opracowanych produktów dla tych samych dodatków zawartości białka są różne. Proszę Doktorantkę o wyjaśnienie, skąd mogą brać się takie różnice.

Na rysunku 12, przedstawiającym zmiany zawartości białka w kefirach, brakuje oznaczenia jednostki na osi OY. Proszę o doprecyzowanie czy wartość ta jest wyrażona w procentach, czy w gramach na jednostkę produktu.

Na stronie 83 Doktorantka próbuje wyjaśnić zmiany zawartości białka, odnosząc się do danych literaturowych, co uważam za całkiem udane. Szkoda, że nie oznaczyła zawartości drobnoustrojów. Mogłaby wtedy potwierdzić postawioną tezę, że do zwiększenia białka w końcowym etapie przyczyniła się degradacja białek drobnoustrojów. Kandydatka próbowała również tłumaczyć zmiany w zawartości białka rozkładem substancji barwnych, ale wykresy na rys. 9-11 nie dostarczają bezpośrednich dowodów na tę tezę.

W tabeli 15 przedstawiła wpływ dodatku spiruliny i czasu przechowywania na zawartość białka oraz wyniki analizy wariancji. Tabela ta wymaga dokładniejszego wyjaśnienia, proszę o komentarz w trakcie obrony.

W dalszej kolejności Autorka analizuje zawartość aminokwasów endogennych i egzogennych dla każdego badanych kefirów. W Tabeli 16 Kandydatka zamieściła średnią zawartość aminokwasów w kefirach zależności od dnia obserwacji w próbach przechowalniczych. Uważam, że wartości te należałoby przedstawić z mniejszą dokładnością na przykład do 3 cyfr znaczących. W kontekście zmian zawartości białka w trakcie przechowywania kefirów należałoby także uwzględnić zmiany zawartości aminokwasów. Proszę o wyjaśnienie w trakcie obrony tej kwestii.

W dalszej kolejności Doktorantka w podobnej konwencji analizuje zmiany zawartości aminokwasów w zależności od wielkości dodatków w czasie przechowywania i próbuje tłumaczyć zmiany, jakie zachodziły w trakcie przechowywania na tle literatury przedmiotu. Ta część opisu jest bardzo obszerna. W mojej opinii można byłoby ją skrócić do wykazania najistotniejszych aspektów, które zostały zaobserwowane. Dobrze byłoby zakończyć tę część opisu podsumowaniem uzyskanych wyników.

Następnie Autorka analizuje zmiany w zawartości tłuszczów, jakie zachodzą w trakcie testów przechowalniczych. Przyjęta konwencja opisu i prezentacji jest bardzo podobna do analizy aminokwasów. Do każdej wartości dołączona jest analiza statystyczna oraz ilustracja graficzna w postaci wykresu zmian w czasie. Podsumowanie obejmuje krótką dyskusję wyników w kontekście dostępnych danych literaturowych, co oceniam jako bardzo wysoko.

Oprócz analizy zawartości tłuszczów, Kandydatka przeprowadziła także badanie składu kwasów tłuszczowych podczas procesów przechowalniczych. Szkoda, że nie oznaczono kwasów tłuszczowych w dodawanym dodatku funkcjonalnym (spirulinie), co mogłoby pomóc w wyjaśnieniu zmian zachodzących podczas fermentacji. W tej części zamieszczono również szczegółową analizę zmian zawartości każdego z oznaczonych kwasów, z towarzyszącą analizą wariancji, przedstawioną w formie graficznej.

Następnie Doktorantka przeanalizowała zawartość suchej masy, popiołu ogólnego, kwasowości oraz wybranych związków mineralnych. Część ta kończy się analizą wpływu

dotadku i czasu przechowywania na parametr barwy kefirów. Na s. 120 Autorka wspomina, że analizowany kefir był pozbawiony ziaren kefirowych, co wpłynęło na zawartość wody w analizowanych próbkach. Stwierdzenie to jest niejasne — nie wiadomo, czy dotyczy badań własnych, czy przywołanej publikacji. Proszę również o wyjaśnienie, co sugerują uzyskane wyniki dotyczące popiołu ogólnego. Doktorantka stwierdza, że są one zbliżone do wyników literaturowych, lecz nie określa, czy wartości te są poprawne.

W analizie kwasowości autorka stwierdza, że dodatek spiruliny spowodował istotny statystycznie wzrost kwasowości. Brakuje jednak informacji o kwasowości dodanej spiruliny, co mogło mieć wpływ na wyniki. Autorka konkluduje, że obecność spiruliny bezpośrednio podnosi kwasowość fermentowanego napoju mlecznego podczas przechowywania, co próbowała wyjaśnić, sięgając po dane literaturowe. Stwierdza również, że zmiany kwasowości mogły być skutkiem spadku ilości drożdży w kefirach. Czy doktorantka oznaczała zawartość drożdży na koniec prowadzonych obserwacji? Jeśli tak, jakie były wyniki tych oznaczeń?

Kolejny podrozdział dotyczy zawartości wybranych związków mineralnych. Tabela 41 przedstawia zawartość tych związków z dodatkiem spiruliny na początku i końcu okresu przechowywania, ale w nagłówkach tabeli brakuje danych końcowych. Proszę o ich uzupełnienie podczas obrony. W tabeli tej zawarto również wyniki dotyczące metali ciężkich, takich jak kadm i ołów. Ponieważ nie oznaczono ich zawartości w spirulinie, nie wiadomo, skąd pochodziły. Na stronie 126 Autorka informuje, że spirulina użyta do produkcji kefiru zawierała odpowiednio 96,33 µg/kg kadmu oraz 858,20 µg/kg ołowiu. Proszę o wyjaśnienie czy dane te dotyczą spiruliny użytej w badaniach, czy pochodzą z literatury.

Następnie Doktorantka omawia szczegółowo zawartość każdego związku w fermentowanych próbkach i kefirze kontrolnym. Stwierdza, że zarówno kefir kontrolny, jak i ten z dodatkiem spiruliny spełniają wymagania FAO.

W kolejnym podrozdziale analizuje wpływ spiruliny i czasu przechowywania na parametry barwy kefirów, w tym jasność (L^*) oraz parametry barwy (a^* i b^*). Uważam, że rysunki 35-37, przedstawiające zmiany tych parametrów, powinny być połączone w jeden wykres, aby łatwiej można było zobaczyć zmiany w czasie. Autorka sugeruje, że na zmianę parametrów barwy mogły wpływać rozpad naturalnych barwników, takich jak chlorofil i fikocyjanina. Czy Autorka oznaczała zawartość tych barwników w trakcie badań lub uzyskała takie dane od producenta?

W rozdziale dotyczącym badań mikrobiologicznych Kandydatka wskazuje na oznaczoną liczbę grzybów drożdżopodobnych. Proszę o zestawienie tych danych w kontekście zmian w kwasowości, zawartości białka i tłuszczów, aby spróbować wyjaśnić zaobserwowane zmiany. Autorka stwierdza brak negatywnego wpływu dodatku spiruliny na probiotyki zawarte w kefirze, jednak jej stwierdzenie o „właściwościach prozdrowotnych” napoju na s. 136 jest nieuprawnione, gdyż takich właściwości nie badano.

Warto wspomnieć, że po tym każdym etapie badań, Autorka porównywała uzyskane wyniki z dostępnymi danymi literaturowymi, próbowała wyjaśniać obserwowane zależności, oraz tłumaczyć rozbieżności. Uważam, że zrobiła to w sposób dojrzały, swobodnie poruszała się w literaturze przedmiotu, umiejętnie przywoływała podglądy innych autorów oraz uzyskane przez nich wyniki, choć czasami zabrakło krytycznego komentarza.

W podrozdziale 6.7 Doktorantka analizuje wyniki badań sensorycznych kefirów z dodatkiem spiruliny. Stwierdza, że wielkość dodatku spiruliny istotnie wpływała na ocenę smakowitości i konsystencji, zwłaszcza w zależności od płci oceniających. Szkoda, że ten element oceny konsumenckiej został potraktowany tak marginalnie i dotyczy tylko analizy wpływu płci. Uważam, że powinien on być bardziej rozbudowany i powinien obejmować też inne cechy socjo-demograficzne oceniających.

Rozdział 6.8, zatytułowany „Zróznicowanie jakości fizykochemicznej produktów z dodatkiem spiruliny w zależności od wielkości dodatku i czasu przechowywania”, powinien znajdować się po analizie barwy, czyli po rozdziale 6.5. Jest on dobrym podsumowaniem uzyskanych wcześniej wyników. Rysunek 38 wymaga wyjaśnienia — legendy nie odpowiadają oznaczeniom na wykresie.

Ostatnim rozdziałem pracy jest podsumowanie i wnioski. Autorka stwierdza na stronie 142, że przeprowadzone badania wskazują na możliwość produkcji wysokiej jakości fermentowanych napojów mlecznych z mleka krowiego wzbogaconych spiruliną. Proszę o wyjaśnienie, co oznacza określenie „wysokiej jakości”, jak je w tym przypadku rozumie Kandydatka.

Uważam również, że stwierdzenie „umiarkowana akceptacja konsumencka wśród młodych odbiorców” sugeruje potrzebę opracowania działań mających na celu podniesienie oceny sensorycznej produktów. Autorka, jak wskazuje opis, celowo wybrała do oceny sensorycznej grupę młodych odbiorców. Być może, jeśli produkt jest rozważany do wdrożenia przez Firmę, w której realizowano badania, warto zastanowić się skierowanie opracowanego produktu do oceny także przez inne grupy konsumentów, których postawy mogą być bardziej otwarte, ze względu na większą znajomość produktów typu kefir.

Część badawczą kończy podsumowanie i poprawnie sformułowane wnioski przedstawiające osiągnięcia Doktorantki wraz z komentarzami. Autorka odniosła się do sformułowanych hipotez badawczych. Pozytywnie zweryfikowała hipotezy H1 i H2 i H5, oraz negatywnie H3 i H4.

Podsumowując, ta część pracy została opisana logicznie i zwięźle, a moje uwagi mają charakter dyskusyjny, mają raczej charakter wyjaśniający i porządkujący, nie mają wpływu na ocenę końcową przedstawionej do recenzji pracy doktorskiej. Autorka poprawnie dokonała interpretacji własnych wyników badań, przeanalizowała je w świetle osiągnięć przedstawionych w literaturze przedmiotu, następnie wyciągnęła poprawnie wnioski.

Oceniana rozprawa doktorska jest niewątpliwie oryginalnym dziełem naukowym, w którym Doktorantka wykazała przygotowanie teoretyczne, w tym wiedzę w dziedzinie nauk społecznych w dyscyplinie nauk o zarządzaniu i jakości. Ponadto wykazała samodzielność w prowadzeniu badań naukowych, znajomość metod analitycznych i badawczych; umiejętność obiektywnej oceny z krytycznym komentarzem oraz interpretacji wyników badań. Docenić należy umiejętność połączenia różnych technik wykorzystanych w ramach realizacji niniejszej pracy, co dodatkowo podnosi jakość ocenianej rozprawy.

Uwagi edytorskie, językowe, redakcyjne i inne

Rozprawa napisana jest dobrym językiem, układ i struktura pracy jest prawidłowa. Praca jest również dobrze przygotowana od strony edycyjnej. Poniżej błędy edytorskie jakie dostrzegłam w trakcie czytania rozprawy:

s. 7 w. 21: (...) wykazali kefir jako jednej z najmniej preferowanych przetworów mlecznych.”

s.8 w.13, brak wyjaśnienia skrótu FCS.

s. 9 w. 5, Na znaczeniu ma także wzrost...

s. 38, w.3 jest „pumulis”, powinno być „pumilus.

s. 41, w. 2 od dołu, jest: „Bifidobacteria”, powinno być: „Bifidobacterium”.

s. 44, w 15, jest: cyjanobakteri, powinno być: „cyjanobakterii”.

s. 46 w.22 jest „spiruline” powinno być: „spirulinę”.

Autorka używa też formy osobowej (dla przykładu: s. 13, w. 2, „możemy”, s. 17. w.16, „możemy”, s. 18. w. 7 „nazywamy”), której należy unikać w opracowaniach naukowych.

W spisie bibliografii zauważyłam, że nie wszystkie nazwy łacińskie drobnoustrojów są pisane kursywą. Nie zachowano też jednolitego sposobu zapisu tytułów czasopism tj., raz są cytowane w postaci skróconej, a pełne tytuły. Nie wszystkie pełne tytuły są zapisane dużą literą. Podobnie jest w przypadku norm, które są cytowane w spisie bibliografii na kilka różnych sposobów.

Tabele i rysunki generalnie zostały odpowiednio przywołane w tekście rozprawy. Na rysunkach 12-33, brakuje jednostek na osi OY (np. g/kg czy %), zaś na osi OX „czas” brak jednostki (doba). Są to jednak uchybienia, które nie wpływają na wartość merytoryczną pracy.

Podsumowanie i wniosek końcowy

Przedstawiona do recenzji praca doktorska mgr inż. Karoliny Antos prezentuje wymagany poziom merytoryczny, posiada elementy nowatorskie oraz wartość aplikacyjną. Zagadnienie właściwie umiejscowiono na tle literatury przedmiotu. Część doświadczalna została poprawnie wykonana na uznanie zasługuje szeroki wachlarz metod, jakie opanowała Doktorantka przygotowując ocenianą rozprawę doktorską. Docenić należy to, że Kandydata wykorzystywała materiał produkowany w warunkach rzeczywistych, co jest dość rzadkie w pracach doktorskich. Bardzo dobrze oceniam dokonane analizy fizyko-chemiczne w tym zakresie, analizę uzyskanych danych i prawidłową interpretację tych wyników. To pozwoliło na sformułowanie wniosków, które nie wykraczają poza uzyskane wyniki. Wysoko oceniam próbę zestawienia uzyskanych wyników na tle literatury, co świadczy o doskonałej znajomości tematyki doktoratu i swobodnym poruszaniu się w tym zakresie. Słabiej została zrealizowana ocena konsumencka i opracowanie statystyczne. Mam nadzieję, że doktorantka w trakcie obrony wyjaśni moje wątpliwości i doprecyzuje wskazane zagadnienia. Autorka poprawie zweryfikowała postawione hipotezy badawcze, a sformułowane wnioski korespondują z nakreślonym celem badań.

Podsumowując, przedstawiona do oceny rozprawa doktorska, odpowiada wymogom stawianym rozprawom doktorskim w myśl Ustawa z dnia 14 marca 2003 (Dz. U. 2017 r. poz. 1789, późn. zm.) w związku z ustawą z dnia 3 lipca 2018. Przepisy wprowadzające ustawę

Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (DZ.U. z 2018 r. poz. 1669 z późn. zmianami). W związku z tym wnoszę o dopuszczenie mgr inż. Karoliny Antos do dalszych etapów postępowania prowadzącego do otrzymania stopnia naukowego dra w dyscyplinie nauk o zarządzaniu.

prof. dr hab. inż. Małgorzata Krzywonos