Prof. dr hab. inż. Jacek Domagała
Katedra Przetwórstwa Produktów Zwierzęcych
Wydział Technologii Żywności
Uniwersytet Rolniczy im. H. Kołłątaja w Krakowie

Kraków, 24.06.2019 r.

Recenzja
pracy doktorskiej mgr inż. Joanny Teichert pt. „Jakość innowacyjnych produktów fermentowanych wytworzonych z mleka klaczy oraz zmodyfikowanego mleka krowiego" wykonanej w Katedrze Jakości Produktów Mleczarskich, Wydziału Nauk o Żywności i Żywieniu, Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu pod kierunkiem prof. dr hab. Jana Pikula

Podstawa wykonania recenzji:
Pismo Dziekana Wydziału Nauk o Żywności i Żywieniu Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu z dnia 30.05.2019 r.

1. Wybór tematu pracy

Skład chemiczny i podstawowe właściwości mleka klaczy są już dosyć dobrze poznane. Znane jest także wykorzystanie mleka klaczy do produkcji kumysu, jednak mało jest informacji na temat możliwości wytwarzania z mleka klaczy innych niż kumys produktów fermentowanych. Z drugiej strony mleko klaczy ze względu na zbliżony skład do mleka kobiecego wydaje się być najbardziej stosownym zamiennikiem mleka dla osób dotkniętych alergią na białka mleka krowiego. Mała ilość pozyskiwanego mleka klaczy ogranicza jednak możliwości jego wykorzystania jako zamiennika mleka krowiego, jak również jako surowca do przetwórstwa na szerszą skalę. Mleka klaczy brakuje nawet do produkcji tradycyjnego kumysu. Stąd też próby otrzymania z mleka krowiego – mleka o składzie i właściwościach podobnych do mleka klaczy wydają się ciekawe i jak najbardziej celowe. W tym aspekcie badania podjęte przez panią mgr inż. Joannę Teichert uznać należy za ważne i uzasadnione, zarówno z poznawczego jak i praktycznego punktu widzenia, dające możliwość poszerzenia asortymentu produktów mleczarskich o nowe rodzaje mleka fermentowanego cechującego się wysokimi walorami prozdrowotnymi.

2. Ocena formalnej strony pracy

Przedstawiona do recenzji praca zawiera 211 stron tekstu, 69 tabel i 54 ryciny. Tekst pracy podzielony jest na rozdziały: „Wstęp" (4 strony), „Zagadnienia w świetle literatury" (42 strony), „Cel i zakres pracy" (2 strony), „Materiał i metody badań" (18 stron), „Omówienie i dyskusja wyników" (95 stron), „Wnioski" (2 strony) i „Bibliografia" (29 stron) obejmująca 342 pozycje literatury. Praca zawiera ponadto streszczenie w języku polskim i angielskim, wykaz oznaczeń i

skrótów oraz spis tabel i rycin. Układ pracy jest więc typowy dla przyrodniczych prac doświadczalnych, a proporcje pomiędzy poszczególnymi częściami pracy są właściwe.

3. Ocena merytoryczna pracy

Praca dotyczy opracowania sposobu modyfikacji mleka krowiego, w celu upodobnienia jego składu i właściwości do składu i właściwości mleka klaczy, oceny jakości i przydatności mleka klaczy oraz zmodyfikowanego mleka krowiego do wytworzenia produktów fermentowanych przy użyciu różnych kultur starterowych (fermentacji mlekowej i mlekowo-alkoholowej), a także ocena jakości świeżego i przechowywanego przez 3 tygodnie mleka fermentowanego z obu rodzajów mleka.

We wstępie oraz części teoretycznej pracy Autorka zawarła podstawowe informacje na temat żywności funkcjonalnej, obszerne porównanie składu i właściwości mleka klaczy, mleka krowiego i mleka kobiecego, podział i charakterystykę głównych rodzajów mleka fermentowanego oraz kultur starterowych stosowanych do ich wytwarzania, w tym także kultur probiotycznych. Rozdział ten zawiera także podstawowe informacje na temat procesów membranowych i ich zastosowania w przetwórstwie mleka. Bardzo ciekawy jest ostatni podrozdział traktujący o wcześniejszych próbach modyfikacji mleka krowiego w celu wykorzystania go do produkcji kumysu w oparciu o literaturę od lat 60-tych ubiegłego wieku do prac współczesnych. Stanowi to dobre wprowadzenie i uzasadnienie podjętych przez Autorkę badań. Dane zawarte w części teoretycznej pracy świadczą o dobrym rozeznaniu Doktorantki w tematyce opisywanych zagadnień. Rozdział ten zawiera jednak skróty myślowe i pewne niezręczności językowe typu: „mleko klaczy jest mniej białe i bardziej przeźroczyste od mleka krowiego" (str. 35), „mleko fermentowane jest skuteczną formą profilaktycznej walki z chorobami..." (str. 50). Doktorantka ma skłonność do nadużywania słowa „posiada", np. Laktoglobulina-β posiada zdolność wiązania metali (str.20), Laktoferyna (...) posiada zdolność do chelatowania żelaza (str. 22), Lizozym posiada (...) zdolność do unieczynniona toksyn. Wg Słownika Poprawnej Polszczyzny użycie słowa „posiada" jest niepoprawne i razi w stosunku do podmiotów nieżywotnych. Ponadto - jak należy rozumieć zdanie zamieszczone na str. 18: „W procesie fermentacji mlekowej laktoza powoduje obniżenie kwasowości czynnej środowiska". Do tego zdania przypisanych jest aż 5 pozycji literatury.

Cel i zakres pracy sformułowany jest jasno, a opis jego realizacji jest klarowny i uszczegółowiony w rozbiciu na cele badań wstępnych i badań właściwych.

W rozdziale „Materiał i metody badań" Autorka zawarła czytelne schematy technologiczne przygotowania zmodyfikowanego mleka krowiego, wytwarzania mleka

fermentowanego oraz układu doświadczenia w badaniach wstępnych i badaniach właściwych. W tabeli 15 zestawiono skład stosowanych kultur starterowych, a w tabeli 16 zakres analiz w badaniach wstępnych i właściwych. Taki sposób przedstawienia organizacji i przebiegu doświadczenia czyni go bardziej klarownym i zrozumiałym.

Do tej części pracy mam też następujące pytania:

- dlaczego wybrano takie warunki pasteryzacji mleka?
- jak postępowano z kulturą ziarna kefirowego jeśli chodzi o prowadzenie zakwasu i dodatek do mleka przerobowego?
- jakiemu dodatkowi w przeliczeniu na zakwas roboczy odpowiadały stosowane dawki szczepionek?

W pracy oprócz standardowych metod analitycznych zastosowano nowoczesne metody badawcze z wykorzystaniem HPLC, GC, GCMS, AAS, uniwersalnego analizatora tekstury, spektrofotometru do pomiaru barwy oraz urządzenia BactoCount. Zakres stosowanych analiz jest bardzo szeroki, szczególnie w badaniach właściwych, a metody wykorzystane w pracy – w większości adekwatne do realizacji postawionego celu. Szczególnie należy podkreślić oznaczenie zawartości frakcji białkowych, w tym laktoferyny, lizozymu i immunoglobulin oraz analizę lotnych związków zapachowych.

Ten fragment pracy wymaga drobnych uzupełnień:

- nie podano producentów zastosowanych kultur starterowych;
- filtrat po mikrofiltracji zagęszczano 1,7 razy – Jak obliczono stopień zagęszczenia?
- ciśnienie lepiej podawać w MPa a nie w barach.

Najobszerniejszą częścią pracy jest rozdział „Omówienie i dyskusja wyników". Przeprowadzone badania podzielono na dwie części. W badaniach wstępnych dopracowano warunki prowadzenia mikrofiltracji i odwróconej osmozy w celu modyfikacji składu mleka krowiego. Jest to niewątpliwie ważne osiągnięcie Doktorantki, które kosztowało Ją wiele czasu i prób i w efekcie doprowadziło do uzyskania zmodyfikowanego mleka krowiego, o składzie zbliżonym do mleka klaczy, które mogła przeznaczyć do dalszych badań. Doktorantka podała tu jakie warunki (membrany, prędkości przepływu i wartości ciśnienia) były testowane i spośród jakich zostały wybrane te zastosowane w pracy. Z porównania składu mleka klaczy i zmodyfikowanego mleka krowiego wynika, iż jedynie zawartości składników mineralnych nie udało się Doktorantce ustalić na zbliżonym poziomie. Rodzi się pytanie co mogło być tego przyczyną i jaki rodzaj modyfikacji można jeszcze zastosować aby wyeliminować tę różnicę. Dobrze byłoby też analogicznie do opisania testowanych warunków mikrofiltracji i odwróconej osmozy podać takie samo doprecyzowanie warunków prowadzenia fermentacji mlekowo-

alkoholowej i mlekowej – jakie warunki sprawdzano i spośród jakich warunków wybrano te zastosowane w pracy?

W badaniach wstępnych testowano też po 6 kultur starterowych fermentacji mlekowo-alkoholowej i mlekowej, z których do badań właściwych wybrano po 3 kultury na podstawie czasu ukwaszania, uzyskanej konsystencji produktu i przede wszystkim wyników oceny organoleptycznej. Powstają tu pytania: W jakim zakresie w wyborze poszczególnych kultur uwzględniono poszczególne wyróżniki. Czy kryteria te były równocenne w wyborze kultur? Czy w ocenie konsystencji największa wartość konsystencji oznaczała najlepszą konsystencję?

W badaniach właściwych zakres analiz znacznie rozszerzono. Najpierw dogłębnie scharakteryzowano surowiec – dokonując oceny mikrobiologicznej i cytologicznej oraz oznaczając m.in. zawartość kazeiny i białek serwatkowych, zawartość związków bioaktywnych (immunoglobulin, laktoferyny i lizozymu), profil kwasów tłuszczowych oraz zawartość wybranych makropierwiastków.

Charakterystyka produktów fermentacji mlekowo-alkoholowej i mlekowej zawiera najpierw charakterystykę przebiegu procesu fermentacji czyli zmiany kwasowości, czasu ukwaszania, zmiany zawartości laktozy, konsystencji i wyniki oceny organoleptycznej. Oprócz ciekawych wyników dotyczących np. czasu ukwaszania przez poszczególne szczepionki, w tej części także znajdują się stwierdzenia raczej oczywiste, że po ukwaszeniu mleko charakteryzowało się istotnie mniejszą zawartością laktozy niż przed ukwaszeniem (str. 110 i 146). Moim zdaniem podrozdziały dotyczące zmian konsystencji oraz wyników oceny organoleptycznej powinny być przeniesione do rozdziałów dotyczących oceny jakości produktów fermentacji mlekowo-alkoholowej i mlekowej, tym bardziej, że są one w tych rozdziałach także bardziej szczegółowo omówione .

Ocena jakości gotowych produktów fermentacji mlekowo-alkoholowej i mlekowej dokonana jest bardzo obszernie dla produktów świeżych oraz po 3-tygodniowym przechowywaniu chłodniczym. Znalazła się tu analiza liczebności drobnoustrojów, opis zmian kwasowości, zawartości laktozy, kwasu mlekowego i etanolu, zawartości związków lotnych, analiza tekstury, barwy oraz ocena organoleptyczna smaku, zapachu, konsystencji, barwy oraz ogólnej pożądalności w 9-cio stopniowej skali hedonicznej.

Najciekawsze i najbardziej wartościowe w tej części pracy są wyniki analizy związków lotnych kształtujących aromat uzyskanych produktów. Autorka opisała grupy związków zidentyfikowanych w poszczególnych próbach. Szkoda, że w obrębie poszczególnych grup związków lotnych nie zostały podane i scharakteryzowane najbardziej typowe przykłady zidentyfikowanych konkretnych związków.

W opisie wyników dotyczących analizy tekstury jednostka siły powinna być oznaczona przez duże G (Gram - siła) lub przeliczona na niutony (N) dla wszystkich parametrów w których występuje. Można się także zastanowić czy właściwe jest ocenianie tekstury takich stosunkowo płynnych produktów jak kumys czy fermentowane mleko klaczy lub zmodyfikowane mleko krowie. W analizie instrumentalnej tekstury ocenia się m.in. twardość produktów, a w ocenie organoleptycznej konsystencji m.in. wodnistość. W dyskusji wyników brak jest opisu podobnych badań, a dyskusja odniesiona jest do pomiarów reologicznych, które być może byłyby tu bardziej odpowiednie.

W ocenie smaku i zapachu wyróżniono m.in. smak i zapach kwaśny i fermentowany. Jaka jest zdaniem Autorki między nimi różnica? Wyniki oceny ogólnej pożądalności przedstawiono np. na ryc. 49 oraz 54. Czy są to te same wyniki w odniesieniu do produktów świeżych (w 0 czasie przechowywania). Z porównania niektórych słupków wynika, że wartości są różne (np. dla FMK ukwaszonego kulturą nr. 7.).

Każda z większych części omówienia wyników kończy się podsumowaniem uzyskanych w danej części badań rezultatów. Czyni to pracę bardziej przejrzystą i ułatwia znacznie przejście do analizy kolejnych wyników.

Praca zawiera 16 wniosków, które w dużej części mają charakter stwierdzeń powielonych z omówienia wyników, a po części stanowią podsumowanie tego co z pracy wynika z konkretnymi rekomendacjami dla praktyki.

Spis literatury jest bardzo obszerny zawiera bowiem aż 342 pozycje literatury. Większość stanowią pozycje anglojęzyczne. Literatura w przeważającej części pochodzi z okresu ostatnich 15 lat. Około 10% cytowanych pozycji opublikowanych zostało przed rokiem 2000. Wśród cytowanych pozycji znajduje się np. pozycja z roku 1971 (Kulisa,1971), co świadczy o dobrym rozeznaniu Autorki o tym kto w Polsce zajmował się od dawna tematyką mleka klaczy, a także przywołanie „historycznych" pozycji nt. prób wytwarzanie kumysu z mleka krowiego.

Reasumując, uważam iż pani mgr inż. Joanna Teichert wykonała obszerne, dobrze zaplanowane i konsekwentnie zrealizowane badania, posługując się specjalistyczną aparaturą naukową i nowoczesnymi metodami badawczymi uzyskała wiele ciekawych i wartościowych pod względem naukowym wyników. Wysoko oceniam samą ideę pracy, która zawiera elementy nowości i ma duży potencjał aplikacyjny. Niewątpliwym osiągnięciem Doktorantki jest wykazanie iż poprzez zastosowanie odpowiednich warunków filtracji membranowej możliwe jest uzyskanie zmodyfikowanego mleka krowiego o składzie i właściwościach zbliżonych do mleka klaczy, a także iż poprzez dobór odpowiednich szczepionek i warunków prowadzenia fermentacji możliwe jest wyprodukowanie innowacyjnych produktów o wysokich walorach

organoleptycznych i dużej wartości odżywczej, które zostały obszernie scharakteryzowane pod względem szeroko rozumianej jakości.

4. Wniosek końcowy

Rozprawa doktorska mgr inż. Joanny Teichert pt. „Jakość innowacyjnych produktów fermentowanych wytworzonych z mleka klaczy oraz zmodyfikowanego mleka krowiego" jest oryginalnym opracowaniem naukowym spełniającym warunki określone w art. 13 Ustawy o stopniach i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki z dnia 14 marca 2003 r. (Dz U. 2003, Nr 65, poz. 595, z późn. zm.). **Wnoszę więc do Wysokiej Rady Wydziału Nauk o Żywności i Żywieniu Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu o dopuszczenie pani mgr inż. Joanny Teichert do dalszych etapów przewodu doktorskiego.**