Prof. dr hab. Tomasz Jankowski
Wydział Nauk o Żywności i Żywieniu
Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu
ul. Wojska Polskiego 48
60-627 Poznań

Poznań, 8 maja 2017

Recenzja

rozprawy doktorskiej mgr inż. Katarzyny Mojki
pt.: ***"Ocena właściwości fizykochemicznych modelowych dressingów przygotowanych z użyciem mięsa ryb, wybranych skrobi i mąk funkcjonalnych oraz przeciwutleniaczy",***

(Recenzję wykonano na zlecenie Rady Wydziału Nauk o Żywności i Rybactwa Zachodniopomorskiego Uniwersytetu Technologicznego w Szczecinie, stosownie do Uchwały z dnia 22 marca 2017 r.)

Ogólna charakterystyka rozprawy

Przedstawiona do oceny rozprawa doktorska została wykonana pod kierunkiem Pani dr hab. Grażyny Bortnowskiej, prof. nadzw. w Katedrze Technologii Żywności na Wydziale Nauki o Żywności i Rybactwa Zachodniopomorskiego Uniwersytetu Technologicznego w Szczecinie. Opiniowana rozprawa obejmuje 194 strony. Zasadnicza część rozprawy zawiera wstęp, cel pracy, materiały i metody badań, wyniki badań, omówienie wyników, wnioski oraz zestawienie wykorzystanego piśmiennictwa (326 pozycji). Ponadto, do rozprawy dołączono wykaz ważniejszych skrótów i symboli wykorzystanych w tekście, wykaz norm odnoszących się do metod analitycznych, załączniki zawierające analizy statystyczne (29 tabel), spis rysunków (59 poz.) i tabel (11 poz.) zawartych w zasadniczym tekście oraz krótkie streszczenia napisane w języku polskim i angielskim. Struktura opracowania jest typowa dla prac doktorskich.

Ocena trafności celów rozprawy.

Problematyka rozprawy Pani mgr Katarzyny Mojki skupia się na ocenie przydatności mięsa czterech gatunków ryb, tj. śledzia bałtyckiego, dorsza bałtyckiego, płoci i leszcza do przygotowania stabilnych dressingów (sosów) w postaci emulsji o/w, zawierających zagęstniki skrobiowe oraz naturalne barwniki i przeciwutleniacze. Działania Doktorantki były podyktowane zastąpieniem tradycyjnych emulgatorów, w tym syntetycznych, białkami mięsa ryb, a ponadto doborem i oceną skutków użycia przy wytwarzaniu dressingów funkcjonalnych składników naturalnych, jak zagęstniki i przeciwutleniacze.

Problem wykorzystania biopolimerów, w tym białek, jako emulgatorów stabilizujących emulsje nie jest zagadnieniem nowym. Wiele z naturalnych składników żywności posiada właściwości powierzchniowoczynne i adsorbuje się na powierzchni kropel tłuszczu tworząc ochronną membranę. Należą do nich przede wszystkim białka mleka i białka jaj, a także białka pochodzenia roślinnego, niektóre polisacharydy oraz białka pochodzenia zwierzęcego. Tym ostatnim poświęcono w badaniach naukowych znacznie mniej uwagi, skupiając głównie uwagę na białkach izolowanych z mięśni i białkach modyfikowanych. Poszukując funkcjonalnych, naturalnych emulgatorów pochodzenia zwierzęcego, pod uwagę brano

głównie surowce o mniejszej wartości handlowej i odpadowe. Problematyka wykorzystania białek mięsa zwierząt rzeźnych do stabilizacji niskotłuszczowych emulsji, była także w ostatnich latach tematyką badawczą w ośrodku naukowym, w którym wykonano ocenianą rozprawę.

Szczegółowe cele rozprawy Pani mgr Katarzyny Mojki można ująć w następujących zagadnieniach:

- Określenie zdolności do emulgowania przez homogenaty pozyskiwane z mięsa ryb.
- Charakterystyka właściwości fizycznych, chemicznych i sensorycznych dressingów sporządzonych z wybranego mięsa ryb w kombinacji z różnymi rodzajami zagęstników i przeciwutleniaczy w celu określenia funkcji i znaczenia dodanej substancji.
- Ocena wpływu składu, czynników technologicznych i środowiskowych na stabilność fizyczną dressingów i kształtowanie ich cech jakościowych.

Zadania badawcze określone w celach rozprawy Pani mgr Mojki są trudne i złożone. Białka, w odróżnieniu od tradycyjnych emulgatorów są bardziej podatne na czynniki środowiskowe, jak pH, siła jonowa czy zmiany temperatury, a emulsje wytwarzane z ich udziałem są mniej trwałe. Może dlatego producenci żywności o charakterze emulsji wolą stosować „sprawdzone" emulgatory syntetyczne. Istotnym problemem związanym z celem rozprawy był także wybór optymalnego zagęstnika, z jednej strony zapewniającego stabilność wytworzonej emulsji typu dressing, zaś z drugiej nadanie produktowi odpowiednich cech reologicznych, spełniających wymagania jego funkcjonalności. Doktorantka planując doświadczenia wzięła pod uwagę wszystkie, wymienione czynniki.

Mając na uwadze zarówno znaczenie naukowe, jak i praktyczną wartość założeń rozprawy należy podkreślić, że cel badań jest bardzo trafny i odnosi się do opracowania dobrze zaprojektowanego produktu żywnościowego, a to z kolei przyczyni się do poprawy współczesnej wiedzy o oddziaływaniach pomiędzy składnikami tworzącymi produkt. Należy dodać, że podstawowy cel pracy bardzo mocno wpisuje się we współczesne potrzeby przetwórstwa żywności, gdzie w dążeniu do poprawy bezpieczeństwa zdrowotnego i akceptacji konsumenckiej, dąży się do zastępowania substancji syntetycznych i izolatów produktami naturalnymi. Warto także podkreślić, że badania wykonano w przodującym, krajowym ośrodku naukowym o dużych osiągnięciach w dziedzinie studiów nad kształtowaniem cech jakościowych różnych produktów żywnościowych o charakterze emulsji.

Merytoryczna ocena rozprawy

W rozdziale pt. *„Wstęp"*, na podstawie piśmiennictwa, Pani mgr Mojka w sposób jasny, zrozumiały i wyczerpujący przedstawiła tematykę pracy, wskazując na rosnącą popularność emulsji typu dressing na rynku produktów spożywczych, szczególnie tych o zmniejszonej zawartości tłuszczu i zawierających naturalne składniki o cechach prozdrowotnych. Autorka szczegółowo omówiła składniki wykorzystywane do przygotowywania dressingów i ich funkcje, w tym oleje roślinne, emulgatory, substancje stabilizujące i zagęszczając oraz przeciwutleniacze, a także białka ryb jako potencjalne komponenty dressingów.

emulgujących. Dalej, Autorka opisała typowe metody oceny właściwości fizykochemicznych emulsji typu o/w, tj. ocenę ich stabilności, właściwości reologicznych, zmian oksydacyjnych oraz cech sensorycznych, a w odniesieniu do przeciwutleniaczy – tzw. statusu antyoksydacyjnego. W podsumowaniu, Pani mgr Mojka wskazuje na możliwość znaczącej modyfikacji dressingów, szczególnie dostosowywanie ich jakości do współczesnych wymagań konsumentów, wskazując na sposoby takich modyfikacji, m.in. przez wykorzystanie mięsa ryb. Uważam, że rozdział poświęcony przeglądowi zagadnień związanych z tematyką badań jest opracowany wszechstronnie i dotyczy zagadnień odnoszących się do problematyki celu badań. Jednocześnie, za niezasadne uważam cytowanie przez Autorkę nadmiernej liczby pozycji piśmiennictwa naukowego, szczególnie wtedy, gdy dotyczą one fragmentu tekstu zawierającego informacje, które można znaleźć w każdym z cytowanych opracowań.

W kolejnym rozdziale, Doktorantka definiuje cel pracy i szczegółowo wymienia zadania badawcze rozprawy. Rozdział 3 jest omówieniem materiałów i metod zastosowanych w badaniach, gdzie Autorka przestawia sposób wytwarzania homogenatów z mięsa ryb, a następnie omawia metody analityczne odnoszące się do oceny stabilności fizycznej i chemicznej, w tym aktywności przeciwutleniającej, a dalej pomiary właściwości fizykochemicznych, jak tekstura i cech reologiczne, barwa oraz analizę sensoryczną przygotowanych dressingów. Zarówno dobór metod badawczych, jak ich omówienie jest poprawne i szczegółowe. Należy także podkreślić dobre opanowanie i właściwe wykorzystanie metod badawczych przez Doktorantkę oraz umiejętność posługiwania się aparaturą naukową. Rozdział ten kończy opis metod statystycznych zastosowanych do oceny wyników badań. Przedstawiając materiały i metody wykorzystane w badaniach, Autorka nie ustrzegła się kilku niedociągnięć i niedomówień, które są wymienione w końcowej części recenzji.

Kolejny, czwarty rozdział dysertacji („*Wyniki badań*") w sposób bardzo obszerny przedstawia rezultaty pracy Doktorantki. Wyniki badań Autorki są przedstawione z użyciem czytelnych wykresów i stosownych tabel z objaśnieniami i są poparte właściwie wykonaną analizą statystyczną. W pierwszym rzędzie, Doktorantka przedstawiła ocenę wydajności emulgowania homogenatów mięsa świeżych ryb oraz po zróżnicowanym czasie przechowywania mięsa w stanie zamrożenia, a także porównanie wydajności emulgowania mięsa ryb z popularnymi emulgatorami spożywczymi, jak białka serwatkowe i sojowe, lecytyna sojowa, mono- i diglicerydy kwasów tłuszczowych stearyoilomleczan sodu i sól sodowa oktenyloboursztynianu skrobiowego. Następnie ocenie poddano substancje zagęszczająco-stabilizujące, w tym dwie skrobie kukurydziane i mąkę jęczmienną. W następnych akapitach przedstawiono wyniki badań modelowego dressingu, przygotowanego z mięsa śledzia bałtyckiego, oleju rzepakowego, zagęstników, substancji przeciwutleniających i dodatków kształtujących cechy sensoryczne produktu, kolejno prezentując charakterystyki reologiczne produktu wytworzonego z udziałem różnych zagęstników i jego parametry tekstury. Następnie zaprezentowano instrumentalne parametry barwy dressingów przygotowanych z udziałem różnych substancji barwiących i wywarów warzywnych. Kolejne wyniki badań dotyczą oceny stabilności fizycznej dressingów w zależności od użytych zagęstników i sposobu przygotowania i przechowywania. Dalej Autorka prezentuje dane dotyczące stabilności chemicznej

modelowego dressingu, a także podatności na utlenianie różnych olejów roślinnych (patrz uwaga w końcowej części recenzji). Ocenie poddano dressingi przygotowane z różnych składników, poddane testom przyspieszonego utleniania, tj. po ogrzewaniu mikrofalami, naświetlaniu promieniami UV oraz ogrzewaniu w łaźni wodnej, w tym także po użyciu różnych substancji przeciwutleniających. Ostatnim, prezentowanym zagadnieniem są wyniki oceny sensorycznej dressingów przygotowanych z mięsa śledzia i różnych substancji barwiących i wywarów warzywnych. W tej części rozprawy, za nieuzasadnione uważam opisywanie niektórych wyników badań równaniami regresji drugiego stopnia, gdy brak ku temu merytorycznego uzasadnienia, a wielkość współczynnika determinancji dla niektórych równań wynosi 0,2.

W rozdziale 5 (*„Omówienie wyników"*), Autorka przeprowadziła dyskusję rezultatów własnych badań, porównując je z wynikami i opiniami opublikowanymi w wielu pracach badawczych. Dyskusja jest bardzo szczegółowa, wyczerpująca i dotyczy najważniejszych spostrzeżeń, wynikających z wykonanych doświadczeń. Warta podkreślenia jest doskonała znajomość przez Doktorantkę publikacji naukowych i wykorzystanie zawartych w nich informacji. W kilku przypadkach Pani mgr Mojka potwierdza już znane fakty z literatury, a w innych formułuje nowe, wartościowe wnioski. Dotyczy to, na przykład, wpływu zamrażalniczego przechowywania mięsa ryb na wydajność emulgowania oleju, a także wpływu sposobu przygotowania dressingów na stabilność rozproszonej fazy olejowej, gdzie Autorka powiązała zjawisko adsorpcji białek mięsa ryb na kroplach oleju z molekularnymi przemianami białek, wywołanych zróżnicowaną temperaturą w procesie wytwarzania dressingów. Ponadto, bardzo interesująca i wartościowa pod względem naukowym jest dyskusja o zjawiskach związanych z procesami utleniania tłuszczu, a cennym spostrzeżeniem Doktorantki jest to, że substancje stabilizujące i zagęszczające emulsję typu dressing do pewnego stopnia hamują proces utleniania frakcji tłuszczowej.

Następny rozdział rozprawy prezentuje osiem krótkich i zwięzłych wniosków. Treść wniosków jest merytorycznie poprawna, syntetycznie przedstawia naukowe i praktyczne osiągnięcia rozprawy i w całości wynika z wykonanych badań.

Ocena istotności wyników badań.

W swojej pracy doktorskiej Pani mgr Katarzyna Mojka rozwiązała postawione zadanie badawcze i osiągnęła założony cel pracy, planując oraz realizując doświadczenia w sposób zgodny z wymaganiami współczesnej nauki. W opinii recenzenta, do najważniejszych naukowych i praktycznych osiągnięć ocenianej rozprawy należą:

- Wykazanie, że mięso śledzia i dorsza bałtyckiego oraz płoci i leszcza przygotowane w odpowiedni sposób, wykazuje właściwości emulgujące porównywalną do typowych emulgatorów spożywczych, nawet po przechowywaniu zamrażalniczym.
- Wykazanie, że substancje zagęszczające w postaci wybranych skrobi i mąk, zwiększają stabilność emulsji typu dressing.
- Wykazanie, że dressingi przygotowane z udziałem mięsa ryb i zastosowanych substancji zagęszczających należą do nienewtonowskich cieczy posiadających granicę

płynięcia i rozrzedzanych ścinaniem. Jest to bardzo istotne w aspekcie stabilności emulsji i przeznaczenia dressingów, gdzie poza utrzymaniem odpowiedniej konsystencji po nałożeniu na wybrany produkt, ma wpływ na odczucia sensoryczne w ustach.

- Wykazanie, że substancje o charakterze hydrokoloidów użyte jako stabilizatory i zagęstniki emulsji hamują proces utleniania frakcji lipidowej.

Powyższe osiągnięcia są w pełni spójne z głównymi celami rozprawy. Jednakże, niektóre wyniki badań, ich prezentacja i interpretacja jest dyskusyjna. Stosowne uwagi zamieszczono w końcowej części recenzji. Należy także zaznaczyć, że ogólny układ rozprawy doktorskiej jest wartościowym przewodnikiem metodycznym dla wszystkich, którzy planują prace badawcze związane z opracowaniem nowych produktów żywnościowych.

Ocena formy edytorskiej rozprawy.

Rozprawa jest napisana w sposób staranny, przejrzysty i dokładny. Edytorskie przygotowanie rozprawy jest właściwe, zarówno pod względem prezentacji wyników i jakości materiałów ilustracyjnych. Pisownia Autorki jest poprawna, użyte nazewnictwo poza nielicznymi przypadkami, jest prawidłowe. Poniżej przedstawiono szczegółowe uwagi dotyczące treści rozprawy.

Szczegółowe uwagi dotyczące treści rozprawy i zagadnienia do dyskusji w czasie obrony

Rozdział 3

i. W rozdziale 3.1, omawiającym materiały użyte w badaniach, Autorka wymienia skrobie o właściwościach funkcjonalnych w tym skrobię z kukurydzy woskowej wstępnie *„żelatynizowaną"*. Czy chodzi tu o skrobię wstępnie skleikowaną, czy inny preparat upodobniony do żelatyny?

ii. Wśród materiałów do sporządzania dressingów znajdują się mąki o właściwościach funkcjonalnych, m.in. mąkę pszenna zagęszczająca i pszenna teksturotwórcza. Ponieważ nie są to produkty popularne na rynku, w treści rozdziału brakuje ich charakterystyki, a szczególnie czynników stanowiących o ich funkcjonalności.

iii. Oleorezyny papryki i kurkumy były zastosowane w badaniach jako składniki kształtujące barwę dressingów, choć nie należą do typowych barwników spożywczych. Poza ewentualnym zabarwieniem, wykazują aktywność przeciwutleniającą oraz wnoszą do produktu także związki smakowo-zapachowe. Czy mogło to wpływać na ocenę sensoryczną dressingów?

iv. W części dotyczącej metod oceny właściwości reologicznych Autorka definiuje i wykorzystuje m.in. lepkość efektywną oraz lepkość pozorną. Proszę o fizyczną interpretację tych dwóch wielkości. Równanie, którym Autorka opisuje lepkość efektywną jest przekształconą postacią modelu Herschel-Bulkley'a, z użyciem której zwykle przedstawia się lepkość pozorną i jest nazywane krzywą lepkości. Z kolei, równanie wyrażające lepkość pozorną prawdopodobnie wynika ze specyfiki

zastosowanego reometru. Czy lepkość pozorna, obliczona z drugiego równania różni się od lepkości efektywnej obliczonej z pierwszego, dla identycznej szybkości ścinania?

Rozdział 4

i. Wyniki pomiarów reologicznych przedstawione są w postaci zmian lepkości pozornej modelowych dressingów ze wzrostem szybkości ścinania (rys. 7-9), a także zmian lepkości efektywnej dla różnych stężeń zagęstników, obliczonej dla stałej szybkości ścinania, tj. 145,8 s^{-1} (Tab. 2-4). Czym jest wartość liczbowa 145,8 s^{-1} ? Brakuje uzasadnienia dla wyboru tej wielkości. Ponadto, reostabilność dressingów badano także przy stałej szybkości ścinania równej 145,8 s^{-1} (rys. 12). Ponownie brakuje uzasadnienia.

ii. Poza olejem rzepakowym użytym do przygotowania modelowego dressingu, Autorka poddała także badaniom przyspieszonego utleniania inne oleje, nie wykorzystywane następnie jako składniki dressingu. Jakie było ku temu uzasadnienie, gdy Autorka pisze *„Olej rzepakowy charakteryzuje się bardzo korzystnym profilem nienasyconych reszt kwasów tłuszczowych, a ponadto odporny jest na wiele czynników procesowych, stosowanych w technologii żywności"* (str. 123).

iii. Dlaczego do opisu zmian wskaźników stabilności modelowych dressingów poddanych mrożeniu (rys. 37) zastosowano równania regresji krzywoliniowej, a nie zrobiono tego w odniesieniu do podobnych badań dressingów poddanych ogrzewaniu (rys. 33)? Czy przedstawione równania w jakiś sposób ułatwiły interpretację wyników lub przewidywały tzw. trend poza zbadanym zakresem stężeń zagęstnika?

iv. Czym jest wielkość EIW (ekwiwalent ilości warzywa) – brak wyjaśnienia (str. 117).

Rozdział 5

i. Proszę szczegółowiej wyjaśnić następujące stwierdzenie: *„mąka użyta w doświadczeniu, została przygotowana przez producenta w specjalny sposób z możliwością kształtowania tekstury produktu"* (str. 130).

ii. W dyskusji dotyczącej wpływu czynników środowiskowych na stabilność dressingów (str. 141), Autorka nawiązuje do zjawiska *„depletion flocculation"* jako możliwej przyczyny destabilizacji fazy rozproszonej, nazywając je „flokulacją wyczerpującą". Biorąc pod uwagę, że dotyczy ono emulsji zagęszczanych koloidami nieadsorbującymi, proszę o wyjaśnienie mechanizmu tego zjawiska. Ponieważ nazwa *„flokulacja wyczerpująca"* nie oddaje istoty zjawiska, a wynika z bezpośredniego tłumaczenia z języka angielskiego, czy nie byłoby lepiej nazywać je po polsku *„flokulacja osmotyczna"* lub *„flokulacja zubażająca"*. Warto dodać, że w krajowej literaturze naukowej dość rzadko dyskutuje się ten problem i poza nazwą anglojęzyczna brakuje polskiej nazwy tego zjawiska.

iii. Zamiast określenia *„inhibitować"* (str. 143, 145, 149) lepiej napisać *„inhibować"* od *„inhibicja"*, a najlepiej użyć polskiego „hamować".

Dwa dodatkowe zagadnienia o bardziej ogólnym znaczeniu, nakreślone poniżej, wymagają także szerszej dyskusji w czasie obrony rozprawy doktorskiej.

1. W prezentowanej rozprawie Autorka zbadała wydajność emulgowania homogenatów mięsnych ryb, wykazując porównywalne wielkości tego parametru dla czterech ich gatunków. W kolejnych badaniach, przy sporządzaniu modelowego dressingu w kombinacjach z różnymi stabilizatorami, przeciwutleniaczami, barwnikami, itp., ograniczono się do mięsa śledzia bałtyckiego, istotnie różniącego się od pozostałych ryb zawartością tłuszczu. Czy w tym kontekście jest możliwe uogólnienie wyników badań Autorki tak, aby wnioski 3-7 dotyczyły wszystkich gatunków ryb? Czy, z kolei, Autorka uważa, że dla każdego gatunku ryby należałoby powtórzyć pełną serię badań lub ograniczyć się tylko do wybranych?
2. Które z testowanych składników dressingu (zagęstniki, barwniki, aromaty, przeciwutleniacze) uważa Autorka za najbardziej odpowiednie do sporządzenia rynkowego produktu z udziałem mięsa śledzia bałtyckiego. Jaka byłaby przykładowa receptura takiego produktu, szczególnie ułamek objętości frakcji tłuszczowej, gdy wziąć pod uwagę wymagania jego prozdrowotności?

Uwaga końcowa

Po szczegółowym zapoznaniu się z rozprawą doktorską Pani mgr inż. Katarzyny Mojki stwierdzam, że rozprawa jest oryginalnym i znaczącym wkładem naukowym do działu wiedzy, której dotyczy. Pani mgr Mojka dowiodła w rozprawie, że jest doświadczonym badaczem dysponującym dużą wiedzą teoretyczną oraz umiejętnościami praktycznymi w dziedzinie nauk o żywności, a szczególnie w zakresie wiedzy o właściwościach i strukturze materiałów biologicznych wykorzystywanych do sporządzania emulsji spożywczych i kształtowania ich jakości oraz zjawiskach temu towarzyszących. Chciałbym także podkreślić osiągnięcie naukowe Doktorantki w postaci współautorstwa trzech opublikowanych prac twórczych w międzynarodowych czasopismach naukowych o wysokiej randze.

Uważam, że rozprawa Pani mgr inż. Katarzyny Mojki spełnia wymagania stawiane pracom doktorskim przez Ustawę o stopniach naukowych i tytule naukowym z dnia 14 marca 2003 roku. Proszę Wysoką Radę Wydziału Nauk o Żywności i Rybactwa Zachodniopomorskiego Uniwersytetu Technologicznego w Szczecinie o przyjęcie pracy i dopuszczenie Panią mgr inż. Katarzynę Mojkę do publicznej obrony.

T. Wanuś