

Kraków, 4 marca 2017

Prof. dr hab. inż. Marek Sikora  
Katedra Technologii Węglowodanów  
Wydział Technologii Żywności  
Uniwersytet Rolniczy w Krakowie

## Ocena

rozprawy doktorskiej mgr inż. Violetty Schube, pt. „Study on the use of Quillaia extract as a thermostable egg yolk substitute in mayonnaise-like emulsions” - (Studia nad zastosowaniem ekstraktu Quillaia jako termostabilnego zamiennika żółtka jaja w emulsjach majonezowych), przewód na Wydziale Nauk o Żywności, Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie.

### Wstęp

Do produkcji majonezów i emulsji spożywczych, naśladujących majonez, stosuje się najczęściej żółtko jaja kurzego. Zawiera ono jednakże spore ilości tłuszczów, zwłaszcza nasyconych oraz cholesterolu, co może spowodować u konsumentów zagrożenie chorobami układu krążenia. Aby temu zapobiec próbuje się znaleźć alternatywne substancje, które mogłyby zastąpić żółtko w majonezach. Tego typu działania wychodzą naprzeciw oczekiwaniom konsumentów, którzy są żywo zainteresowani żywnością, w której nie ma cholesterolu lub o obniżonej jego zawartości. Wymagania technologiczne stawiają jednakże poprzeczkę wysoko, mianowicie emulsje, zarówno wysoko- jak i niskotłuszczowe, muszą być stabilne w przeciągu przynajmniej 12 miesięcy. Oczekiwania te może spełnić wg Autorki pracy, zastosowany w niej zamiennik żółtka – ekstrakt z kory mydłodziwnego (*Quillaja saponaria* Molina). Substancję tę wykorzystano w pracy, w charakterze emulgatora do produkcji wysoko- i niskotłuszczowych emulsji majonezowych. W literaturze opisano już wykorzystanie jej w przemyśle spożywczym do stabilizacji napojów oraz do tworzenia i stabilizacji pian. Zatem pomysł wydaje się być ciekawy i bardzo pożądany z żywieniowego punktu widzenia.

## Charakterystyka ogólna rozprawy

Rozprawa mgr inż. Violetty Schube liczy 211 stron, zawiera 31 tabel oraz 49 rysunków i ilustracji w tekście pracy, a także 232 pozycje bibliograficzne, ilustrujące rezultaty przeprowadzonych przez Doktorantkę badań. Znacząca liczba rysunków i tabel znajduje się w aneksie tej pracy; stanowią one uzupełnienie dokumentacji uzyskanych przez Doktorantkę wyników. Praca napisana jest w języku angielskim, niemalże dokładnie wg klasycznego układu, obejmującego wstęp, przegląd literatury, następnie cel i zakres pracy, opisuje materiał badawczy i metodykę prowadzenia badań, a zwińczają ją wyniki i dyskusja tychże wyników oraz obserwacje i wnioski, po których następują wykaz literatury i aneksy, przedstawiające wszystkie wyniki pomiarów, wykonanych przez Doktorantkę.

Omawiając poszczególne części składowe pracy, należy odnieść się do tytułu, który zdaniem recenzenta powinien brzmieć następująco: „Zastosowanie ekstraktu z kory mydłodrzewia właściwego (*Quillaja saponaria*, Molina) jako termostabilnego zamiennika żółtka jaja w emulsjach majonezowych”.

Przeгляд literatury jest prezentacją wiedzy z zakresu emulsji spożywczych i sposobów ich wytwarzania, opisuje także majonezy w podziale na wysoko- i niskotłuszczowe, ich właściwości fizykochemiczne, głównie reologiczne i sensoryczne, z uwzględnieniem roli śliny w postrzeganiu wrażeń sensorycznych. W dalszej kolejności Autorka omówiła właściwości teksturalne substancji półciekłych i wybiórczo składniki majonezów, ze szczególnym uwzględnieniem oleju rzepakowego oraz naturalnych stabilizatorów, z podziałem na emulgatory i modyfikatory tekstury. Wśród tych ostatnich na uwagę Doktorantki zasłużyły gumy ksantanowa, guarowa, kozieradki i błonnik cytrusowy, zawierający w głównej mierze pektyny i celulozę. Omawiając emulgatory Autorka poświęciła wiele uwagi wymaganiom, jakim powinny odpowiadać te, stosowane do produkcji majonezów. Omówiła także niedostatki żółtka jaja kurzego, które, poza wcześniej sygnalizowaną dużą zawartością cholesterolu, działa emulgująco tylko w określonym zakresie pH i przy wyjściu poza ten zakres może tworzyć sflokulowane układy. Podkreśliła też brak odporności żółtka na procesy zamrażania i rozmrażania. W tym kontekście, kolejny podrozdział, poświęcony saponinom, zawartym w ekstrakcie z kory mydłodrzewia i ich właściwościom emulgującym i stabilizującym piany, wydaje się być naturalną kolejną rzeczą. Doktorantka omówiła strukturę i właściwości funkcjonalne tego ekstraktu, a także wspomniała o jego działaniu osłonowym na wątrobę, właściwościach przeciwrakowych, przeciwzapalnych i przeciwdrobnoustrojowych.

Wg Recenzenta jest to trafne, choć nieco wybiórcze przybliżenie tematu, który jest dogłębnie badany w prezentowanej dysertacji. Dodać należy, że Doktorantka przedstawiła najnowszy stan wiedzy w tym zakresie.

Cel pracy, będący konsekwencją przedstawionego przeglądu literatury, uwypukla celowość podjęcia badań, zmierzających do zastąpienia żółtka jaja kurzego ekstraktem z kory mydłodziurki właściwego. Trzeba podkreślić, iż jest sformułowany jasno i poprawnie, dzieli się na cel ogólny i dwa cele szczegółowe, atoli pewne elementy zawarte w tym rozdziale są niepotrzebne. Mam tu na myśli elementy opisowe, odnoszące się do metodyki badawczej.

Materiał badawczy jest dobrze scharakteryzowany, a szczegółowy sposób przedstawienia metodyki wykonywania poszczególnych analiz, pozwala na powtórzenie tych badań przez osoby zainteresowane.

Wyniki badań są przedstawione jasno i precyzyjnie, dzięki czemu czytelnik może łatwo przyswoić sobie prezentowane informacje, natomiast dyskusja pozostawia nieco do życzenia. W pewnych momentach Autorka stosuje skróty myślowe i nie zawsze podaje precyzyjnie miejsce występowania wyników, do których się odnosi, co powoduje, że momentami pracę trzeba czytać dwu-, a nawet wielokrotnie, żeby zrozumieć jej sens. Mam też zastrzeżenia do graficznego przedstawienia wyników – na wykresach nie zawsze podano odpowiednie jednostki i oznaczenia (np. rys. 12, 13 i in.).

Praca kończy się wnioskami, które dobrze korelują z celem pracy. Podzielone są one na trzy grupy efektów zastąpienia żółtka jaja kurzego ekstraktem z mydłodziurki właściwego w produktach – korzystnych, niekorzystnych i neutralnych.

W rozdziale tym Doktorantka podała także rekomendacje odnośnie do projektowania i produkcji bezcholesterolowych, wysoko- i niskotłuszczowych emulsji majonezowych, w oparciu o ekstrakt z korzenia mydłodziurki właściwego. Zdaniem Recenzenta, podrozdział ten można było pominąć, bez szkody dla całokształtu pracy, gdyż czytelnik, który przestudiował tę pracę dokładnie, poznał metodykę i sposób prowadzenia badań, wie dokładnie, co należy zrobić i co jeszcze zbadać, żeby wdrożyć majonez do produkcji, natomiast dywagacje typu: ” Dodatek aromatu jaja, pomarańczowo-żółtego barwnika (np.: karotenoidu), jak i regulacja pH może zbliżyć niektóre parametry emulsji majonezowej do parametrów majonezu tradycyjnego, stając się atrakcyjnym produktem dla konsumentów”, nie są poparte żadnymi konkretnymi analizami, próbami, czy badaniami.

W przedstawionej mi do oceny pracy wyodrębniono jeden cel ogólny i dwa cele szczegółowe. Celem ogólnym było opracowanie bezjajecznej, pełno- i niskotłuszczowej emulsji majonezowej, przy użyciu naturalnego emulgatora – ekstraktu z korzenia mydłodziwnia właściwego, z dodatkiem wybranych hydrokoloidów. Pierwszy cel szczegółowy polegał na przestudiowaniu i wykorzystaniu wyników pomiarów do wnioskowania na temat właściwości emulgujących ekstraktu z mydłodziwnia właściwego, zastosowanego w emulsjach o/w, bez i z dodatkiem wybranych hydrokoloidów. Natomiast drugim celem szczegółowym było znalezienie korelacji pomiędzy wybranymi atrybutami sensorycznymi i parametrami profilu tekstury. W końcowym rozrachunku, wszystkie te informacje miały być wykorzystane do produkcji bezcholesterolowej emulsji majonezowej, bez obniżenia jej jakości. Dodać należy, że wyznaczone cele realizowano, dzieląc całą pracę na trzy etapy.

W pierwszym określono zdolność emulgującą ekstraktu z kory mydłodziwnia i stabilność termiczną emulsji z tym ekstraktem, w porównaniu do emulsji, zawierającej żółtka jaja kurzego, określonej jako próba kontrolna. Opracowano bazowe receptury majonezu wysokotłuszczowego i o obniżonej zawartości tłuszczu, a także odpowiednią dawkę wybranych hydrokoloidów i ekstraktu z kory mydłodziwnia, potrzebną do stabilizacji emulsji wysoko- i niskotłuszczowych, ustalono parametry procesów wytwarzania emulsji majonezowych, wysokotłuszczowych, o zawartości 75% tłuszczu, w siedmiu wersjach recepturowych, a także niskotłuszczowych, o zawartości 40% tłuszczu, w czterech wersjach recepturowych.

W drugim etapie pracy wykonano oznaczenia mające na celu określenie stabilności emulsji, jej właściwości fizykochemicznych, reologicznych i sensorycznych oraz stabilności przechowalniczej emulsji, w warunkach chłodniczych, w temperaturze 4°C i w temperaturze 20°C, z dostępem światła, przez 34 i 44 tygodnie. Ponadto wykonano próby przechowalnicze, w temperaturze 20°C, z dostępem światła, przez 18 miesięcy, w celu oceny stabilności otrzymanych emulsji. Na koniec emulsje majonezowe pełnotłuste poddano po 18 miesiącach przechowywania testom zamrażania i rozmrażania. Wykonano także statystyczną ocenę uzyskanych wyników.

W trzecim etapie pracy oszacowano zależności między cechami sensorycznymi i oznaczonymi instrumentalnie parametrami tekstury oraz oceniono właściwości i przydatność ekstraktu z korzenia mydłodziwnia, jako naturalnego, stabilnego termicznie emulgatora.

Wykazano, że wszystkie emulsje miały właściwości lepkosprężyste, a największą stabilnością reologiczną odznaczała się emulsja pełnotłustego majonezu, wytworzona z dodatkiem żółtka jaja kurzego, która miała także największą granicę plastyczności oraz największy obszar liniowej lepkosprężystości. Cechy te, zdaniem Autorki, korzystnie wpływały na wrażenia sensoryczne, takie jak stopień zżelowania, zwięzłość tekstury, plastyczność, czy rozpływalność w ustach. Stwierdzono także, iż emulsje majonezowe pełnotłuste, stabilizowane ekstraktem mydłodrzewia właściwego, szybciej rozpływały się w ustach, a ich teksturę oceniono, jako mniej zżelowaną. W przypadku emulsji niskotłuszczowych, decydujący wpływ na wrażenia sensoryczne miał rodzaj i ilość użytego hydrokoloidu, a w emulsjach stabilizowanych ekstraktem mydłodrzewia właściwego, stwierdzono nieco bardziej zżelowaną teksturę i większą spójność, lepkość oraz nieco wolniejszą rozpływalność w ustach. Na podstawie pomiarów widma mechanicznego, zwłaszcza kąta przesunięcia fazowego stwierdzono, że emulsje zachowywały się bardziej jak płyny i miały mniej zżelowaną teksturę, w porównaniu do emulsji z żółtkiem. Pomiarzy te dostarczyły także podstaw do stwierdzenia, że granicę plastyczności najbardziej zbliżoną do kontrolnej, miała próbka zawierająca 0,4% ekstraktu mydłodrzewia właściwego, bez dodatku hydrokoloidów.

Pomiary lepkości pozornej (wiskozymetrem Brookfielda) emulsji pełnotłustych z dodatkiem 0,4% ekstraktu mydłodrzewia właściwego i gum ksantanowej, guarowej i kozieradki potwierdziły niższe wartości tego parametru, niż w próbce kontrolnej. Zwiększenie dodatku ekstraktu mydłodrzewia właściwego z 0,4% do 0,6% spowodowało wzrost lepkości pozornej. Z kolei lepkość pozorna emulsji majonezowych, o zredukowanej ilości oleju, była nieco mniejsza, aniżeli w emulsji stabilizowanej żółtkiem. Tutaj wyjątkiem była emulsja otrzymana z dodatkiem gumy guarowej.

Wykonano także i omówiono wyniki badań tekstury. Stwierdzono w nich, że pełnotłuste emulsje, stabilizowane ekstraktem mydłodrzewia właściwego odznaczały się nieco mniejszą wartością jędrności, spójności i konsystencji, niż próbka kontrolna, co zostało potwierdzone w testach sensorycznych. Dodatek gum do emulsji majonezowej, stabilizowanej 0,4% ekstraktem mydłodrzewia właściwego, jak i zwiększenie ilości tego ekstraktu do 0,6% zwiększyło minimalnie twardość, spójność i konsystencję emulsji, choć nie przekroczyło wartości otrzymanych w próbce kontrolnej, z żółtkiem jaja kurzego.

Dowiedziano, że decydujący wpływ na właściwości reologiczne i wrażenia sensoryczne emulsji niskotłuszczowych miał rodzaj i ilość użytego hydrokoloidu. Emulsje te, stabilizowane ekstraktem mydłodrzewia właściwego miały nieco bardziej zżelowaną, zwięzłą



teksturę, większą spójność, lepkość i wolniej rozplływały się w ustach, niż emulsja stabilizowana żółtkiem jaja kurzego.

Pomiary średniej wielkości kropeł oleju pozwoliły stwierdzić, że ilość użytego emulgatora różnorodako wpłynęła na stabilność emulsji majonezowych. Obydwa rodzaje emulsji (wysoko- i niskotłuszczowe), z dodatkiem ekstraktu mydłodrzewia właściwego, bez dodatku gum, były bardzo, najczęściej w 100 % stabilne. Wynik ten potwierdzono po 18-miesięcznym przechowywaniu, w temperaturze 20°C, z dostępem światła. Natomiast pełnotłusta emulsja majonezowa, stabilizowana żółtkiem jaja kurzego, uległa całkowitemu rozwarstwieniu. Najbardziej stabilne okazały się produkty z ekstraktem mydłodrzewia właściwego, bez dodatku gum, jak i z dodatkiem gumy guarowej. Testy zamrażania i rozmrażania potwierdziły te wyniki.

Wszystkie emulsje badane po 34 i 44 tygodniach przechowywania w 20°C, z dostępem światła, uległy na tyle niewielkim zmianom hydrolitycznym i oksydacyjnym, że były bezpieczne i przydatne do spożycia po 44 tygodniach. Natomiast osiemnastomiesięczne przechowywanie emulsji w takich warunkach powodowało niekorzystne zmiany smaku i zapachu.

W końcowym etapie pracy zestawiono cechy sensoryczne z parametrami reologicznymi i wyróżnikami tekstury, i na tej podstawie przedstawiono ostateczną ocenę właściwości i przydatności ekstraktu mydłodrzewia właściwego. Do tego celu zastosowano ilościową analizę opisową, metodę profilowania sensorycznego, co pozwoliło na szczegółową, porównawczą analizę majonezów. Wykonano analizę składowych głównych (PCA), co umożliwiło wskazanie cech sensorycznych, które w największym stopniu charakteryzują i różnicują jakość sensoryczną majonezów. Sporządzono wykresy, na których umieszczono cechy sensoryczne oraz zrzutowano punkty reprezentujące poszczególne emulsje w przestrzeni zmiennych.

Podsumowując tę część oceny uważam, iż praca, pod względem merytorycznym zasługuje na najwyższe uznanie. Autorka przeanalizowała punkt po punkcie wszystkie parametry pomiarowe, które uzyskała w trakcie badań i z niezwykłą precyzją „wyciągnęła” z nich maksimum informacji, które pozwoliły jej wnioskować o kolejnych działaniach w pracy. Na podkreślenie zasługuje profesjonalizm Doktorantki w interpretacji wyników badań reologicznych, zarówno tych z tzw. „klasycznej reologii”, jak i tych z pomiarów widma mechanicznego. Interpretacje wyników badań tekstury oraz badań sensorycznych również zasługują na najwyższe uznanie. Zastosowanie metody profilowania sensorycznego, pozwalające na szczegółową analizę porównawczą badanych majonezów, pozwoliło także w

precyzyjny sposób umiejscowić je w odniesieniu do majonezów, dostępnych na rynku. Zatem zastosowana metodyka oraz sposób interpretacji wyników są godne pochwały.

#### Elementy nowości recenzowanej pracy

Do elementów innowacyjnych pracy zaliczyłbym nowatorskie zastosowanie naturalnego ekstraktu mydłodrzewia właściwego, jako emulgatora w majonezach nisko- i wysokotłuszczowych, co może doprowadzić do wyeliminowania żółtka jaja kurzego, a tym samym cholesterolu, co z kolei pomoże wesprzeć rozwój segmentu żywności prozdrowotnej, tak istotnej w prewencji i terapii wielu schorzeń cywilizacyjnych.

Innym elementem innowacyjnym, który można wyróżnić w tej pracy, jest wykorzystanie galaktomannanu – gumy kozieradki, jako stabilizatora majonezów wysoko- i niskotłuszczowych, którego nie używano jeszcze w takich aplikacjach, mimo, iż kozieradka od dawna używana jest jako roślina zielarska, a jej nasiona, z których otrzymuje się tę gumę, używane są jako przyprawa.

Następnym elementem nowości jest zastąpienie tłuszczu w majonezach niskotłuszczowych tzw. błonnikiem cytrusowym, czyli mieszaniną pektyn i celulozy, co pozwala nie tylko znacząco obniżyć wartość energetyczną otrzymanych emulsji, ale i wzbogacić je w prebiotyki, podnosząc tym samym ich wartość żywieniową i stwarzając możliwość kreowania innowacyjnych produktów.

Za kolejną innowację dysertacji można uznać opracowane przez Doktorantkę w toku badań majonezy bezcholesterolowe wysokotłuszczowe, które charakteryzują się bardzo dobrą termostabilnością i odpornością na procesy zamrażania i rozmrażania, co jest zadaniem niełatwym, zważywszy jednoczesne zachowanie „czystości etykiety” tego typu produktów.

Przedstawione elementy nowości pracy mgr inż. Violetty Schube wskazują, że jest ona nie tylko znakomitym analitykiem i technologiem żywności, i potrafi doskonale analizować dane, otrzymane w trakcie badań emulsji żywnościowych, ale także potrafi wprowadzać elementy innowacyjne, co prowadzi do znaczącego postępu w zakresie technologii żywności i żywienia.

#### Charakterystyka stylu i poprawności językowej pracy.

Praca napisana jest komunikatywnym językiem naukowym, co pozwala czytelnikowi na śledzenie jej treści. Momentami jednakże brakuje odniesień do prezentacji graficznych,

czy też tabelarycznych, co utrudnia pewną orientację w tekście. Doktorantka pokazała w niej swoje znakomite uzdolnienia w kierunku opracowywania nowych produktów żywnościowych. Interpretacja wyników skomplikowanych analiz, wg Recenzenta, zasługuje na najwyższe uznanie. Świadczy to o dojrzałości Doktorantki do prowadzenia samodzielnych badań i po uzyskaniu pewnej wprawy, także do pisania rozpraw naukowych. Jak to zwykle bywa, w tekście pracy pojawiło się kilka błędów literowych i stylistycznych, które mają charakter marginalny i nie wpływają na całokształt pozytywnego odbioru rozprawy.

#### Charakterystyka końcowa

Praca mgr inż. Violetty Schube zawiera wyniki o dużej wartości naukowej, a zwłaszcza aplikacyjnej. Doktorantka wykazała dobre przygotowanie do pracy naukowej i rozwiązywania trudnych, nowoczesnych problemów technologicznych.

**Reasumując stwierdzam, że przedstawiona mi do recenzji praca mgr inż. Violetty Schube spełnia wymagania stawiane rozprawom doktorskim, zgodnie z Ustawą z 14 marca 2003 o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki, Dz. U. nr 65, z 16 kwietnia 2003 r., poz. 595.**

Zwracam się zatem do Wysokiej Rady Wydziału Nauk o Żywności, Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego, o dopuszczenie jej Autorki do dalszych etapów przewodu doktorskiego.

Prof. dr hab. inż. Marek Sikora

