

Dr hab. inż. Marek Łukasz Roszko, prof. IBPRS-PIB
Zakład Bezpieczeństwa i Analizy Chemicznej Żywności
Instytut Biotechnologii Przemysłu Rolno – Spożywczego
im. prof. Waclawa Dąbrowskiego w Warszawie
Państwowy Instytut Badawczy

Warszawa, 07.04.2023

Recenzja

Rozprawy doktorskiej autorstwa Pani mgr inż. Karoliny Dolatowskiej – Żebrowskiej, pt. „Wpływ etapów przetwarzania surowca na stabilność tłuszczu w czekoladach gorzkich” wykonanej pod kierunkiem Pani dr hab. inż. Ewy Ostrowskiej - Ligęzy prof. SGGW oraz dr hab. inż. Magdaleny Wirkowskiej – Wojdyły, Katedra Chemii, Instytut Nauk o Żywności, Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie.

Znaczenie podjętego problemu badawczego

Żywność dostarcza niezbędnych do życia składników odżywczych, zapewniających właściwe funkcjonowanie organizmu człowieka. Zbilansowana w zakresie podstawowych składników dieta, bogata w substancje bioaktywne jest uznawana za istotną z punktu widzenia dobrostanu człowieka. Liczne opracowania i wyniki badań epidemiologicznych wskazują jednoznacznie, że dieta jest kluczowym elementem profilaktyki wielu chorób, w tym grupy schorzeń uznawanych za tzw. cywilizacyjne. Podstawowe składniki zawarte w produktach spożywczych jak tłuszcz czy białko mogą być bardzo istotnie zróżnicowane w zakresie swojego składu. Budowa chemiczna poszczególnych składników decyduje o ich wartości żywieniowej a w kontekście zagadnień produkcji żywności również ich przydatności technologicznej. Należy również jednoznacznie podkreślić, że żywność jest niestety źródłem szeregu substancji niepożądanych i często wykazujących działanie szkodliwe. Związki chemiczne obce dla organizmów żywych są często w literaturze tematu określane jako ksenobiotyki. Obecność ksenobiotyków w żywności jest konsekwencją powszechnej ich obecności w środowisku, ale również syntezy w trakcie procesów przetwórczych żywności, migracji z materiałów opakowaniowych i in. Ksenobiotyki emitowane są zarówno ze źródeł antropogenicznych jak i naturalnych. Chroniczne narażenie na szeroką gamę ksenobiotyków jest typowe dla populacji generalnej. W znakomitej większości przypadków, żywność jest głównym źródłem narażenia człowieka. Struktura źródeł narażenia z przewagą pobrania wraz z dietą jest charakterystyczna dla większości trwałych zanieczyszczeń organicznych, mikotoksyn, metali ciężkich czy też pozostałości środków ochrony roślin. Warto w kontekście problematyki podejmowanej w ocenianej dysertacji podkreślić, że przemiany oksydacyjne

frakcji lipidowej żywności mogą stanowić istotne ryzyko zdrowotne. Jest to szczególnie ważne zagadnienie w kontekście procesów stosowanych w technologii żywności. Utlenianie lipidów prowadzi do tworzenia związków zarówno wykazujących działanie cytotoksyczne jak i genotoksyczne. Procesy oksydacyjne mogą prowadzić m.in. do tworzenia toksycznych cząsteczek aldehydów, związków epoksydowych i in. Narażenie na powyższe jest uznawane za czynnik zwiększonego ryzyka występowania m.in. chorób nowotworowych czy chorób neurodegeneracyjnych. Badania prowadzone w ostatnich latach wykazały również wpływ tych związków na zmiany mikrobioty człowieka i wywoływanie dysbiozy jelitowej z licznymi tego konsekwencjami zdrowotnymi.

Warto również podkreślić, że przetwarzanie żywności powoduje poza zmianami jej wartości odżywczej również istotne zmiany sensoryczne decydujące o akceptowalności produktów. Szczególnie istotnym składnikiem żywności jest właśnie tłuszcz, łatwo ulegający procesom hydrolizy i utleniania.

Powyższe wskazuje, że podjęta w pracy problematyka stabilności tłuszczu w trakcie procesów przetwórczych żywności, badanych na przykładzie czekolady jest interesująca i istotna z punktu widzenia zarówno technologii żywności jako nauki, bezpieczeństwa żywności oraz zdrowia publicznego.

Ocena formalna pracy.

Problematyka rozprawy doktorskiej Pani mgr inż. Karoliny Dolatowskiej – Żebrowskiej skupiona jest na ocenie wpływu przetwarzania surowca na stabilność tłuszczu w czekoladach gorzkich.

Oceniana dysertacja mgr inż. Karoliny Dolatowskiej – Żebrowskiej jest skonstruowana w sposób nie odbiegający pod względem formalnym od schematu przyjętego dla prac doktorskich. Praca obejmuje 192 strony maszynopisu, w tym 55 tabel oraz 30 rysunków.

Dysertacja składa się z 6 głównych rozdziałów oraz załączników. Praca w zdecydowanej części napisana jest w sposób jasny i zrozumiały. Łączna liczba cytowanych opracowań w dysertacji obejmuje kilkaset pozycji literaturowych, w tym z ostatnich lat, opublikowanych zarówno w recenzowanych czasopismach krajowych jak i o zasięgu międzynarodowym. Wyniki w ocenie recenzenta są oryginalne i generalnie uzyskane i opracowane z zastosowaniem odpowiednich metod analitycznych i statystycznych.

Przegląd literatury stanowi przejrzyste opracowanie, w którym autorka poza przedstawieniem zagadnień dotyczących historii produkcji i spożycia czekolady, technologii jej produkcji, wartości odżywczej, przedstawia również informacje dotyczące metod analiz stosowanych do badania składu oraz właściwości tej grupy produktów i wchodzących w jej skład substancji chemicznych.

Dalsze rozdziały przedstawiają cel i zakres pracy, zastosowane metody badawcze oraz uzyskane przeprowadzanych badań wyniki. Zwraca uwagę, że część treści przedstawionych w rozdziale pn. omówienie i dyskusja wyników powinna znaleźć się raczej w sekcji dotyczącej przeglądu piśmiennictwa.

Nie mniej nie wpływa to istotnie na lekturę. Rozdział dotyczący metodyki pracy został opracowany starannie, autorka opisuje wszystkie stosowane metody i procedury badawcze. Niemniej, zauważalny jest w pracy brak kilku dosyć istotnych szczegółów, np. autorka wprawdzie wskazuje, że estry metylowe kwasów tłuszczowych na potrzeby oznaczenia ich profilu przygotowano zgodnie z przepisem Polskiej Normy. Natomiast nie jest jasne jak katalizowano reakcję transestryfikacji i czy analiza obejmuje wolne kwasy tłuszczowe czy wyłącznie triacyloglicerole. Dodatkowo, czy oznaczenie jest wykonane ilościowo czy wyłącznie na podstawie udziału powierzchni pików chromatograficznych. W sekcji opisującej materiał do badań nie jest dostatecznie jasno opisane ile było serii pomiarowych w opisanych eksperymentach oraz ile łącznie próbek pobrano do badań. Powyższe informacje są zawarte w dalszych rozdziałach pracy, które wnikliwy obserwator może dostrzec.

Na podstawie przedłożonego materiału, stwierdzam, że praca spełnia wymagania formalne stawiane rozprawom dysercacyjnym na stopień doktora.

Ocena merytoryczna pracy.

Autorka w pracy weryfikuje hipotezę badawczą, że „zastosowane procesy jednostkowe i warunki przetwarzania surowca wpływają na profil kwasów tłuszczowych oraz stabilność oksydacyjną i termiczną frakcji tłuszczowej w czekoladach gorzkich”. Autorka w oparciu o metody termooanalityczne oraz inne metody instrumentalnej analizy żywności w toku prowadzonych badań starała się dostarczyć wystarczających dowodów naukowych pozwalających na weryfikację postawionej hipotezy badawczej. Zastosowany układ doświadczalny w pracy jest niezwykle oryginalny. Badania oparto o różnorodny materiał, prawdopodobnie o zróżnicowanym składzie, o różnym pochodzeniu, który poddawany był różnym procesom jednostkowym w ramach procesu przetwórczego. Praca w tym aspekcie ma w pewnym stopniu formę studium przypadku. Zabrakło w ocenie recenzenta informacji ilurotnie poszczególne przypadki, odzwierciedlające zastosowane technologie były próbkowane i analizowane. Analizując dalsze rozdziały pracy można wnioskować, że materiał do badań pobierano jednorazowo.

Wartościowym elementem pracy jest ilość i rodzaj zastosowanych metod analitycznych do scharakteryzowania badanego materiału. Autorka w toku prac oznacza m.in. zawartość tłuszczu, profil kwasów tłuszczowych, położenie kwasów tłuszczowych w cząsteczkach triacylogliceroli, temperatury topnienia czekolad i mas czekoladowych, profil mięknięcia tłuszczów, stabilność oksydacyjną tłuszczów, wyznacza krzywe topnienia i krystalizacji a także ocenia przemiany termiczne za pomocą termograwimetrii.

W początkowym etapie badań autorka oznaczyła za pomocą zmodyfikowanej metody opisanej przez Folcha i wsp. (1957) tłuszcz w badanym materiale. Autorka stwierdza na podstawie przeprowadzonej analizy statystycznej, że badane próbki miazgi kakaowej pochodzącej od różnych

producentów zawierały różną ilość tłuszczu. Autorka porównując dane literaturowe dotyczące średnich zawartości tłuszczu w ziarnach kakaowca pochodzących z różnych kontynentów z otrzymanymi wynikami dla miazgi kakaowej, stwierdza, m.in. że rodzaj podłoża i klimat, w którym uprawiane są ziarna wpływa na zawartość makroskładników w materiale. Powyższe stwierdzenie jest zapewne prawdziwe, chociaż zebrany w pracy materiał dowodowy raczej nie pozwala na wyciągnięcie tak daleko idących wniosków. Brak jest chociażby w pracy informacji o odmianach kakaowca z jakiego pochodziło ziarno. Nasuwa się natomiast pytanie, czy procesy zastosowane do wytworzenia miazgi z ziarna wpływają lub nie na zawartość tłuszczu? W dyskusji, autorka słusznie zauważa, że w przypadku mas czekoladowych zawartość tłuszczu zmienia się najprawdopodobniej nie na skutek samych zastosowanych procesów a stosowanych dodatków technologicznych i innych składników. Brakuje w opinii recenzenta na tym etapie pracy analizy bilansu masy poszczególnych składników stosowanych w procesie technologicznym, a co może mieć znaczenie dla późniejszego wnioskowania.

Autorka dokonała analizy składu kwasów tłuszczowych frakcji tłuszczowej wyizolowanej z tłuszczu kakaowego oraz tłuszczu z czekolady. Autorka w większości analizowanych przypadków wykazała występowanie różnic w profilu kwasów tłuszczowych pomiędzy tłuszczem kakaowym oraz tłuszczem z czekolad. Zgodnie z przedstawioną metodyką pracy, profil kwasów tłuszczowych wyznaczano na podstawie udziału powierzchni pików chromatograficznych. Powyższa metoda nie pozwala na oznaczenie bezwzględnej zawartości kwasów tłuszczowych w badanym materiale. Stąd też stwierdzenia dotyczące zmniejszania się zawartości poszczególnych kwasów tłuszczowych mogą być nie uzasadnione. Zmiany w profilu mogą natomiast wynikać ze zmiany bezwzględnej zawartości innych kwasów tłuszczowych. W pracy brak niestety również informacji o obecności lub zawartości w próbkach wolnych kwasów tłuszczowych, co mogłoby być istotnym wskaźnikiem jakościowym odnoszącym się do stosowanych procesów przetwórczych.

W dalszych etapach pracy autorka porównuje zawartości kwasów tłuszczowych (lub ich udział w profilu) pomiędzy tłuszczem kakaowym lub tłuszczem z czekolady pochodzącym od różnych producentów. Oczywiście z punktu widzenia poznawczego chemii i analizy żywności jest to problem niezwykle ciekawy, jednak nasuwa pytanie czy rzeczywiście ma to wartość diagnostyczną w kierunku badania wpływu procesów przetwórczych, jeżeli wyjściowy materiał nie był tożsamy ?

Interesującym elementem ocenianej pracy jest analiza pozycji kwasów tłuszczowych w cząsteczkach triacylogliceroli badanych tłuszczów. Autorka wykazała, że kwasy nasycone w badanych tłuszczach były umiejscowione głównie w pozycjach sn-1 i sn-3. Kwasy tłuszczowe nienasycone w badanym materiale występowały natomiast głównie w pozycjach sn-2. Na podstawie przeprowadzonych badań, porównując rozmieszczenie kwasów tłuszczowych w wyjściowych tłuszczach kakaowych oraz czekoladach wyprodukowanych na bazie tych tłuszczów autorka stwierdziła, że występują w obrębie tego parametru różnice (a nie zmiany, jak wskazuje oryginalny tekst) pomiędzy pozycjami kwasów

tłuszczowych u różnych producentów czekolady. Autorka słusznie tłumaczy obserwacje, różnicami w składzie wyjściowego surowca oraz stosowanych dodatków. Natomiast, nie jest jasne, dlaczego nie zbadano wpływu poszczególnych stosowanych etapów produkcji np. u producenta czekolady X na zmiany pozycji kwasów tłuszczowych w triacyloglicerolach badając tłuszcz po poszczególnych etapach przetwarzania? Autorka stwierdza, że niewielkie obserwowane zmiany wykluczają trans-estryfikację, co jest nad wyraz prawdopodobne. Uzyskane wyniki pozwoliły na stwierdzenie dużej stabilności tłuszczu w stosunku do rozmieszczenia kwasów tłuszczowych w cząsteczkach triacylogliceroli.

Istotnie znaczną i wartościową częścią ocenianej pracy jest obszerna termo analiza badanych próbek. Materiał badawczy, autorka poddaje badaniom w zakresie analizy temperatur topnienia, entalpi topnienia i krystalizacji a także charakteryzuje proces mięknięcia tłuszczów. Autorka analizując wyniki krzywych topnienia uzyskanych za pomocą techniki różnicowej kalorymetrii skaningowej (DSC) analizuje możliwość występowania różnych form krystalicznych tłuszczu w materiale uzyskanym od producentów czekolad. Znaczne różnice w przebiegu krzywych topnienia tłuszczów kakaowych i mas czekoladowych są spowodowane występowaniem odmiennych przemian endotermicznych. Powyższe jest wg autorki spowodowane zmianami w strukturze krystalicznej na skutek różnych lub następujących po sobie etapów produkcji czekolady. Autorka wykazała ponadto na podstawie analizy temperatur topnienia, obniżanie zakresu topnienia tłuszczu i mas na postępujących po sobie etapach produkcji czekolady. Wskazując, że może być to wynikiem różnej zawartości poszczególnych kwasów tłuszczowych, ale również innych czynników występujących w trakcie produkcji czekolady.

Również przeprowadzona termodynamiczna analiza topnienia i krystalizacji badanych próbek pozwoliła autorce na zróżnicowanie badanych próbek oraz wyciągnięcie interesujących wniosków. Niemniej, stwierdzenie zawarte w pracy, że na wielkość entalpi przemiany fazowej ma wpływ sposób kalibracji aparatury czy szybkość ogrzewania, jest oczywistym skrótem myślowym. Autorka miała zapewne na myśli dokładność wyznaczenia tego parametru termodynamicznego, lub specyficznie rozważyć układ, taki jak tłuszcz kakaowy w którym, tworzące się różne krystaliczne formy polimorficzne mają różne właściwości termodynamiczne. Autorka w pracy poddaje analizie wpływ parametrów protokołu termicznego stosowanego w analizach z zastosowaniem DSC na krzywe krystalizacji i topnienia, próbując zinterpretować przemiany fazowe badanych tłuszczów. Jest to interesującym elementem z zakresu metrologii pomiarów jaki zawarto w pracy i wykorzystano do analizy zebranego materiału badawczego. Uzyskane wyniki pozwoliły na stwierdzenie występowania różnych form polimorficznych cząsteczek triacylogliceroli w próbkach i je na tej podstawie zróżnicować. Wyniki autorka skorelowała z wynikami zawartości kwasów tłuszczowych. Wyniki wskazują na istotny wpływ zwiększonego udziału nasyconych kwasów tłuszczowych w części badanego materiału na temperaturę topnienia badanych próbek.

Analiza wyznaczonej energii sieci krystalicznej na podstawie entalpi poszczególnych przemian wskazuje na istotne różnice w procesach temperowania czekolady zastosowanych przez trzech badanych producentów. Autorka stwierdza, że największa energia sieci krystalicznej występuje w czekoladzie od producenta Y, co odzwierciedla zastosowany najbardziej właściwy proces temperowania. Niemniej ciekawym elementem badawczym uzupełniającym przedstawiony zakres pracy byłaby próba korelacji zastosowanej metody pomiarowej w odniesieniu do parametrów sieci krystalicznej na przykładzie czekolady do oceny sensorycznej, aby najbardziej właściwy wariant procesu temperowania na podstawie analizy termodynamicznej mógł być określony. Autorka, słusznie zauważa, że uzyskane wyniki pozwalają na predykcję, czy wyprodukowana czekolada charakteryzuje się odpowiednimi cechami fizycznymi i sensorycznymi. Jest to szczególnie interesujące zagadnienie w zakresie obiektywizacji metod pomiaru jakości żywności o dużym znaczeniu aplikacyjnym. Szczególnie ważna jest również w tym aspekcie walidacja tak skonstruowanych metod pomiarowych.

W rozdziale pn. „charakterystyka mięknięcia tłuszczów kakaowych i tłuszczów wyekstrahowanych z mas czekoladowych na wszystkich etapach produkcji”, autorka opisuje w sposób szczegółowy przebieg krzywych mięknięcia tłuszczów, analizując możliwy skład badanych tłuszczów i różnice pomiędzy badanymi próbkami. Autorka w toku dedukcji stwierdza między innymi, że piki krzywych mięknięcia pojawiające się na krzywych zarejestrowanych dla prószu kakaowego stosowanego przez producenta X świadczą prawdopodobnie o obecności krótko łańcuchowych kwasów tłuszczowych. Wartościowym w celach poznawczych byłoby, potwierdzenie tych przypuszczeń wynikami składu kwasów tłuszczowych dla badanej próbki prószu. Ponadto autorka wskazuje, że obserwowane wcześniej niskotopliwe frakcje tłuszczu po etapach konszowania na sucho i mokro nie są możliwe do zaobserwowania na krzywych mięknięcia. Podkreśla jednak, że nie „znikają” (sic!) tylko wnikają pomiędzy frakcje średnio i wysokotopliwe dzięki skuteczności emulgatora i innych dodatków. Dostyc ciekawym rozważaniem w tym miejscu mogłaby być hipoteza dotycząca możliwych kierunków „znikania” tych frakcji, skoro jak wskazano wcześniej najprawdopodobniej są konsekwencją występowania krótkołańcuchowych lub wielonienasyconych kwasów tłuszczowych a nie na przykład przejściowych form krystalicznych. Autorka również słusznie zauważa, że sam emulgator i inne dodatki wprowadzane do mas czekoladowych wpływają na przebieg krzywych topnienia i interpretację wyników.

Autorka na podstawie przeprowadzanych badań wskazuje, że temperatury mięknięcia zmieniają się na poszczególnych etapach przetwarzania stosowanych przez producenta X, co jest nieznacznym wpływem stosowanych dodatków i emulgatorów na skład kwasów tłuszczowych. Interesująca jest natomiast odpowiedź na pytanie, czy przeprowadzone doświadczenia pozwalają na wskazanie wpływu stosowanych procesów przetwórczych (w tym obróbki cieplnej) a nie stosowanych dodatków na zmiany właściwości tłuszczów? Autorka wnioskuje, dalej że w przypadku technologii stosowanych przez

producenta Y i Z, nie zaobserwowała znaczących różnic w przebiegu krzywych mięknięcia, co nie wskazuje na przemiany chemiczne badanych tłuszczów. Wskazane procesy różnią się pomiędzy sobą, stąd też interesującym zagadnieniem byłaby pogłębiona analiza wpływu poszczególnych dodatków i wynikającej z ich użycia zmiany składu tłuszczu na poszczególnych etapach produkcji czekolady na krzywe mięknięcia.

Autorka wskazuje, że tłuszcz kakaowy pochodzący od producenta Y i Z, topił się w innym zakresie temperatur, co można tłumaczyć różnicami w składzie triacylogliceroli w tych tłuszczach. Chociaż jak wskazano we wcześniejszych rozdziałach pracy tłuszcz kakaowy pochodzący od producenta X i Y nie różnił się statystycznie istotnie w zakresie składu kwasów tłuszczowych. Również udział kwasu C18:1, występującego w największych ilościach, był niższy w pozycji sn-2 triacylogliceroli w stosunku do tłuszczu kakaowego producenta Y. Jak wskazała autorka we wcześniejszych rozdziałach, im niższa zawartość nienasyconych kwasów tłuszczowych w pozycjach sn-2 cząsteczek triacylogliceroli to temperatura mięknięcia będzie niższa. Nasuwa się w tym miejscu ponownie pytanie czy oznaczenia udziału kwasów tłuszczujących na podstawie względnego udziału powierzchni pików chromatograficznych jest wystarczające dla pogłębionej analizy ich wpływu na termodynamiczne zjawiska obserwowane w warunkach bardzo zróżnicowanych procesów technologicznych.

Autorka na potrzeby wyznaczenia parametrów kinetycznych procesu utleniania tłuszczów kakaowych i tłuszczów ekstrahowanych z badanych próbek posłużyła się dynamiczną metodą DSC. Na tej podstawie wykazano różnice w stabilności oksydacyjnej badanych materiałów. Autorka słusznie stwierdza, że podatność tłuszczów na utlenianie zależy głównie od stopnia nasycenia kwasów tłuszczowych wchodzących w skład tłuszczów. Badane tłuszcze kakaowe zawierały odpowiednio $64,06 \pm 0,15\%$, $63,77 \pm 0,03\%$ i $64,45 \pm 0,19\%$ nasyconych kwasów tłuszczowych, odpowiednio dla producenta X, Y i Z. Sugeruje to pytanie, czy tak niewielkie różnice w zawartościach tłumaczą obserwowane różnice w parametrach kinetycznych procesu utleniania? Autorka zauważa również statystycznie istotne podobieństwo w stabilności części próbek pobieranych na różnych etapach przetwarzania w ramach procesu stosowanego przez producenta X. Ponieważ, jednak statystycznie istotne podobieństwa dotyczyły próbek pochodzących z etapów nie następują bezpośrednio po sobie, uznano je za przypadkowe. Niemniej jednak stabilność tłuszczu z masy po mikserze, gdzie zmieszano proszek kakaowy, miazgę kakaową oraz cukier (zgodnie z przedstawionym w pracy schematem procesu) jest taka sama jak masy po suchym konszowaniu. Więc, czy taka zależność jest na pewno przypadkowa, czy nie może dowodzić braku wpływu procesu walcowania i dalej konszowania na stabilność tłuszczu? Natomiast czy można porównywać wpływ dalszych etapów na stabilność tłuszczu jak np. w stosunku do masy po konszowaniu na mokro, gdzie na tym etapie dodawane są różne dodatki technologiczne a nie wykonano bilansu składników? Nie jest raczej możliwe nawet zgrubne ekstrapolacyjne oszacowanie stabilności oksydacyjnej. Oczywiście, samo wyznaczenia parametrów kinetycznych utleniania dla tak

przygotowanej masy jest możliwe, co autorka z powodzeniem przeprowadziła. Niemniej biorąc powyższe pod uwagę, uważam, że proces konszowania na sucho nie wpływa na stabilność oksydacyjną badanych tłuszczów. Wydaje mi się, że podobne zależności mogłyby zostać wykazane dla innych etapów gdyby zbilansowane zostały składniki zastosowane jako wsad na poszczególnych etapach. Autorka słusznie zauważa również, że najbardziej odporny na utlenianie okazał się tłuszcz wyekstrahowany z czekolady od producenta Z, stosującego najłagodniejsze warunki przetwarzania. Autorka zakłada, że łagodne przetwarzanie zwiększyło retencję karotenoidów i tokoferoli. Niemniej w pracy brak danych dotyczący zawartości tych substancji w badanym materiale, brak również przytoczonych stosownych danych literaturowych potwierdzających tą hipotezę. Dodatkowo, należy zauważyć, że producent Z stosuje dodatki m.in. cukru kokosowego na etapie konszowania, a stabilność oksydacyjna tłuszczu z masy po temperowaniu jest wyższa niż tłuszczu kakaowego i tłuszczu z miazgi kakaowej – na podstawie parametru E_a max. Czy nie można tym samym przypuszczać, że wpływ stosowanych w procesie dodatków ma wpływ na dokonane obserwacje?

Dodatkowo, w celu oceny stabilności oksydacyjnej badanych próbek oraz wpływu procesów przetwórczych na ten parametr, autorka wykonała dodatkowe testy oparte na analizie czasów indukcji procesu utleniania. Co niezwykle interesujące, o ile wyniki uzyskane dla tłuszczów kakaowych są częściowo zbieżne z uzyskanymi pomiarami energii aktywacji procesu utleniania, to wyniki uzyskane dla tłuszczu wyekstrahowanego z czekolad już nie. Autorka słusznie zauważa, że obserwowanych różnic nie można tłumaczyć różnicami w składzie kwasów tłuszczowych, ponieważ badany materiał nie wykazywał w tym zakresie istotnie dużych różnic. Istotnie, postawiona hipoteza, że mniejsze straty substancji przeciwutleniających, wynikające z łagodniejszych warunków przetwarzania może być prawdziwa. Niemniej, należałoby również spróbować odpowiedzieć na pytanie, czy pomijalny, podobnie jak przy interpretacji różnic w energii aktywacji, jest wpływ stosowanych dodatków w procesie produkcyjnym? Przeprowadzone przez autorkę badania trwałości termicznej metodą termogravimetryczną wskazują właśnie na możliwy wpływ stosowanych dodatków na obserwowane różnice w stabilności badanych produktów i izolowanych z nich frakcji. Autorka wykazała również, że różnice we wstępnej obróbce ziaren decydują o stabilności termicznej tłuszczu kakaowego. Powyższe znajduje również potwierdzenie w literaturze tematu.

Przeprowadzony cykl badań oraz postępowanie dowodowe pozwoliły autorce na postawienie 14 końcowych stwierdzeń, chociaż w opinii recenzenta zabrakło wniosków bezpośrednio odnoszących się do postawionej w celu pracy hipotezy.

Ocena końcowa

Na podstawie wnikliwej analizy przedłożonej rozprawy doktorskiej, uważam, że oceniana dysertacja dokumentuje szeroką wiedzę Doktorantki, znakomite opanowanie warsztatu analitycznego i naukowego. Istotnym i pozytywnym elementem pracy jest dokonane połączenie elementu badań podstawowych z dyscypliny technologii żywności i żywienia i aplikacyjnych istotnych dla problemów przemysłu spożywczego. Praca posiada istotną wartość naukową i wpływa na obecny stan wiedzy i techniki w dziedzinie. Doktorantka rozwiązuje oryginalny problem badawczych, chociaż nie ujęty w klasyczne ramy doświadczeń modelowych. Występujące w pracy nieścisłości nie umniejszają istotnie jej końcowemu naukowemu charakterowi i liczę na ich wyjaśnienie w trakcie publicznej obrony pracy.

W świetle przedstawionej pozytywnej oceny recenzowanej pracy doktorskiej, stwierdzam, że praca zarówno pod względem wartości merytorycznej uzyskanych wyników, jak i ich sposobu prezentacji spełnia wymogi określone w ustawie z dnia 14 marca 2003 r, „o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki” (Dz.U. 2003 nr 65 poz. 595 wraz z późniejszymi zmianami; Dz.U. 2017 poz. 1789), stawiane rozprawom doktorskim. W związku z powyższym zwracam się do Rady Dyscypliny Technologia Żywności i Żywienia, Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie o dopuszczenie Pani mgr inż. Karoliny Dolatowskiej – Żebrowskiej do dalszych etapów ubiegania się o nadanie stopnia naukowego doktora.