



WYDZIAŁ NAUK O ŻYWNOŚCI I ŻYWIENIU

Dr hab. Dorota Walkowiak-Tomczak

Poznań, dnia 12 lutego 2019 r.

Instytut Technologii Żywności Pochodzenia Roślinnego

Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu

Recenzja

pracy doktorskiej mgr inż. Kingi Samborskiej pt. „ Wpływ dodatku wybranych składników wzbogacających na przebieg odwadniania osmotycznego i suszenia hybrydowego oraz jakość suszonych jabłek”

zrealizowanej w

Katedrze Inżynierii Żywności i Organizacji Produkcji, Wydziału Nauk o Żywności,

Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie,

pod kierunkiem dr. hab. Inż. Hanny Kowalskiej, prof. nadzw.

oraz dr hab. inż. Agnieszki Ciurzyńskiej (promotor pomocniczy)

Podstawa prawna: Ustawa z dnia 14 marca 2003 r. o stopniach i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz. U. z 2003 r. nr 65 poz. 595 z późn. zm.).

Podstawą opinii jest pismo prof. dr hab. Mirosława Słowińskiego, Dziekana Wydziału Nauk o Żywności Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego W Warszawie z dnia 21.12.2018 r. (WNoŻ-V-2-65/2018).

W ostatnich latach zwiększa się świadomość żywieniowa społeczeństwa i przekonanie konsumentów, że zbilansowana dieta jest jednym z najważniejszych czynników wpływających na ogólny stan zdrowia. Podstawę prawidłowego żywienia, zgodnie z zaleceniami Instytutu Żywności i Żywienia (Piramida Zdrowego Żywienia i Aktywności Fizycznej, 2016), powinny stanowić owoce, warzywa i ich przetwory. Konsumenci stosujący się do aktualnych zaleceń żywieniowych, poszukują produktów spożywczych, które poza podstawowymi wartościami odżywczymi i korzystnymi walorami sensorycznymi,

2019-02-14

1

cechują się równocześnie wysokim potencjałem prozdrowotnym. Do takiej kategorii żywności należą owoce oraz ich przetwory. Wytwarzając produkty owocowe, które spełniałyby takie wymagania, pod względem wartości odżywczej, sensorycznej i bioaktywnej, należy wykorzystywać surowce odpowiedniej odmiany gatunkowej i jakości, jak również zoptymalizować warunki procesu technologicznego.

Jabłka, będące przedmiotem badań ocenianej rozprawy doktorskiej, mają bardzo duże znaczenie gospodarcze w Polsce, stanowią około 90% produkcji owoców z drzew oraz około 70% w ogólnej strukturze produkcji owoców. Jednocześnie Polska w produkcji jabłek zajmuje 3 miejsce na świecie (Faostat, 2017) i 1 miejsce w UE (Eurostat 2017). Jabłka mają wysokie walory dietetyczne, co wynika m.in. z dużej zawartości związków fenolowych (około 300 mg/kg owoców) i błonnika pokarmowego. Ze względu na ich duże spożycie, jabłka dostarczają około 20% polifenoli w naszej diecie. Wiele badań klinicznych dowodzi prozdrowotnego oddziaływania jabłek, m.in. w profilaktyce chorób sercowo-naczyniowych i nowotworowych. Jabłka poza znaczeniem deserowym, są ważnym surowcem przemysłowym, przetwarzanym na soki i koncentraty, jak również na przeciery, dżemy, marmolady, susze, kompoty, wina i cydrylicy. Stanowią dodatek zarówno do dań słodkich, jak i wytrwanych. Biorąc pod uwagę wielkość produkcji jabłek w Polsce, istnieje potrzeba opracowania nowych kierunków przetwarzania, co jednocześnie mogłoby wpłynąć na wzrost ich spożycia. Jabłka suszone, o charakterze mało przetworzonych przekąsek, atrakcyjnych pod względem sensorycznym i użytkowym, poszerzają asortyment dostępnych na rynku produktów owocowych, o wysokich walorach odżywczych i długim okresie trwałości.

Tematyka przedłożonej do recenzji pracy wpisuje się w aktualne trendy nauk o żywności i żywieniu oraz kierunki rozwoju przemysłu żywnościowego, związane z produktami spożywczymi o charakterze prozdrowotnym. Praca przedstawia atrakcyjne produkty jabłkowe, o podwyższonej wartości bioaktywnej i sensorycznej, które mogą być alternatywą dla słodkich wyrobów wysoko przetworzonych. Wybór podjętej tematyki i przedmiotu badań jest więc uzasadniony, ze względu na wymagania współczesnego konsumenta i rynku żywnościowego, a także znaczenie gospodarcze jabłek w Polsce.

Ocena formalna pracy

Przedstawiona do oceny rozprawa doktorska jest pracą o charakterze eksperymentalnym, o typowym układzie. Praca jest obszerna, obejmuje bowiem 220 stron, na które składają się: streszczenie, wstęp, przegląd literatury, cel pracy, część metodyczna, część wynikowa z dyskusją, wnioski, wykaz piśmiennictwa, aneks oraz wykaz osiągnięć doktorantki. Otrzymane w pracy wyniki badań przedstawiono graficznie w postaci 25 rysunków i 115 tabel, w tym 106 tabel zamieszczono w Aneksie. Proporcje

poszczególnych części pracy są prawidłowe. Wykaz literaturowy obejmuje 242 pozycje, w tym 3 źródła internetowe. Wśród cytowanych prac 52 (21%) są w języku polskim, a 151 (62%) pochodzi z ostatnich 10 lat. Praca jest spójna tematycznie, w zakresie problematyki odwadniania osmotycznego z zastosowaniem zamienników sacharozy i bioaktywnych składników wzbogacających oraz suszenia metodą hybrydową, w celu uzyskania produktu przekąskowego o podwyższonej wartości prozdrowotnej i sensorycznej. Przedstawiana do oceny praca spełnia formalne wymagania stawiane pracom dysercyjnym na stopień doktora.

Ocena merytoryczna pracy

W przeglądzie literaturowym Autorka przedstawiła charakterystykę jabłek jako głównego surowca wykorzystanego w badaniach. Następne podrozdziały dotyczą procesów odwadniania osmotycznego i suszenia. Doktorantka opisała mechanizm odwadniania osmotycznego, zwracając uwagę na przemiany fizykochemiczne w surowcach poddanych temu procesowi oraz techniki analizy tych przemian. Charakteryzując metody suszenia wykorzystane w pracy, Autorka wskazała na ich wady i zalety oraz wpływ warunków suszenia na cechy suszonych przekąsek owocowych. Przegląd stanu wiedzy w zakresie przedmiotu rozprawy przygotowano w oparciu o bardzo liczne pozycje literaturowe. Rozdział ten stanowi bardzo dobre uzasadnienie celu badań i wprowadzenie w problematykę badawczą pracy doktorskiej. Wysoko oceniam tę część pracy, ponieważ stanowi lekturę niezwykle interesującą, dobrze zredagowaną, nawiązującą do wszystkich zagadnień badawczych analizowanych w rozprawie.

W kolejnym rozdziale przedstawiono cel i zakres pracy. Cel pracy jest zgodny z jej tytułem, obejmuje kompleksowo wszystkie kierunki przeprowadzonych badań. Dodatkowo, biorąc pod uwagę dwuetapowy przebieg realizacji zaplanowanych doświadczeń, Autorka sformułowała dwa bardziej szczegółowe cele odpowiadające zakresowi badań pierwszego i drugiego etapu. Etap I dotyczy oceny wpływu rodzaju roztworu osmotycznego i dodatku składników wzbogacających na zmiany właściwości fizykochemicznych i sensorycznych odwadnianej tkanki jabłek. Etap II dotyczy wpływu zastosowanej obróbki wstępnej, czyli odwadniania osmotycznego w różnych wariantach, na zmiany właściwości fizykochemicznych i sensorycznych suszonej tkanki jabłek. Zakres celów głównych i etapowych oraz założenia ich realizacji są przedstawione w logicznej kolejności, jasno i zwięźle sformułowane.

Rozdział „Metodyka pracy” składa się z trzech podrozdziałów: Część technologiczna, Część analityczna i Część obliczeniowa. W pierwszym z nich opisano materiały badawcze (odmiana, pochodzenie i obróbka jabłek; rodzaj i pochodzenie składników roztworów osmotycznych), metody i warunki

odwadniania osmotycznego (zakres stężeń sacharozy i składników wzbogacających; czas i temperatura procesu) oraz suszenia (metoda liofilizacyjna i hybrydowa – konwekcyjno-mikrofalowo-próżniowa, parametry suszenia). W części analitycznej opisano metodykę dwunastu oznaczeń fizykochemicznych, wśród nich metody mikroskopii fluorescencyjnej, spektroskopii jądrowego rezonansu magnetycznego, skaningowej kolorymetrii różnicowej, kolorymetrycznego pomiaru barwy, instrumentalnego pomiaru tekstury, spektrofotometrycznego oznaczania aktywności przeciwutleniającej, chromatograficznego oznaczania związków polifenolowych (UPLC, LC-MS) oraz oceny sensorycznej. Część obliczeniowa metodyki przedstawia rodzaje i sposób obliczenia współczynników opisujących cechy odwadnianej i suszonej tkanki jabłek. Wszystkie wyniki przeprowadzonych oznaczeń poddano analizie statystycznej przy użyciu programu Statistica 12, stosując czynnikową analizę wariancji, analizę korelacji, analizę składowych głównych (PCA) i analizę skupień. Modelowanie kinetyki procesu odwadniania osmotycznego przeprowadzono wykorzystując model Pelega. Szeroki wachlarz stosowanych metod świadczy o bardzo dobrym przygotowaniu analitycznym Doktorantki. Do części metodycznej mam drobną uwagę dotyczącą podanych wymiarów plastrów/kawałków jabłek poddawanych odwadnianiu osmotycznemu i/lub suszeniu. Otóż w części opisującej materiały badawcze wymiary te wynoszą 10x15 m (str. 42), zaś w części dotyczącej oceny sensorycznej 10x15 cm (str. 48). Chyba żadna z opcji nie jest prawidłowa...?

Kolejną część pracy stanowią opis, analiza i dyskusja otrzymanych wyników doświadczalnych, z podziałem na pierwszy i drugi etap badań. W części pierwszej opisano wyniki badań nad wpływem zastosowania koncentratu soku z aronii i soku z borówki czarnej oraz etanolowego ekstraktu z wyłoków borówki czarnej do osmotycznego odwadniania jabłek na wydajność i kinetykę procesu oraz jakość otrzymanego produktu. W części drugiej przedstawiono opis i analizę wyników badań nad wpływem wstępnego odwadniania osmotycznego i typu zastosowanego roztworu osmotycznego na zmiany właściwości suszy uzyskanych metodą suszenia hybrydowego (konwekcyjno-mikrofalowo-próżniowego) w odniesieniu do suszenia liofilizacyjnego.

Autorka bardzo szczegółowo przeanalizowała zmiany właściwości odwadnianej osmotycznie tkanki jabłek, m.in. na podstawie takich parametrów, jak ubytek masy, zawartość wody, suchej substancji, wody zamarzającej, temperatura zamarzania i przemiany szklistej, integralność błon komórkowych, parametry barwy i noty oceny sensorycznej. Dla przebiegu kinetyki odwadniania kluczowe znaczenie miało stężenie roztworu osmotycznego, a nie rodzaju składników. Podczas procesu odwadniania, na podstawie analizy obrazów mikroskopii fluorescencyjnej, stwierdzono obniżanie się integralności i przepuszczalności błon komórkowych, najbardziej w przypadku użycia ekstraktu etanolowego z wyłoków borówki czarnej.

Zastosowanie substancji wzbogacających w roztworach osmotycznych ograniczało mobilność wody w tkance, a wzrost stężenia roztworów osmotycznych i czas odwadniania wpływały na obniżenie początkowej temperatury zamarzania i zawartość wody zamarzającej w odwadnianych jabłkach. W ocenie sensorycznej, najwyższe noty jakości ogólnej przypisano próbkom odwadnianym w roztworze sacharozy z dodatkiem 5 i 15% koncentratu soku z aronii, które cechowały się korzystną barwą i zharmonizowanym smakiem.

Zmiany w produkcie wstępnie odwadnianym i suszonym, analizowano na podstawie pomiaru zawartości suchej substancji, zawartości polifenoli, aktywności przeciwutleniającej, aktywności wody, parametrów barwy, wielkości skurczu i objętości suszu, maksymalnej siły ściskania i pracy ściskania suszu oraz oceny sensorycznej. W wyniku suszenia hybrydowego, wstępnie odwadnianej tkanki jabłek, otrzymano susze w czasie nawet 10-krotnie krótszym niż metodą liofilizacji, o porównywalnej lub wyższej jakości. Suszenie hybrydowe tkanki odwadnianej w roztworze 65°Brix, sprzyjało efektowi „puffingu”, ograniczało skurcz i zmiany kształtu suszu w porównaniu do próbek liofilizowanych. Wykorzystanie koncentratów soków owocowych lub ekstraktu z wyłoków owocowych jako dodatków wzbogacających do bazowych roztworów odwadniających, umożliwiło otrzymanie suszu jabłkowego o większej zawartości związków bioaktywnych niż w próbkach nie poddanych odwadnianiu osmotycznemu, a jednocześnie suszenie metodą hybrydową, jabłek odwadnianych we wzbogaconych roztworach osmotycznych, było korzystniejsze w porównaniu z suszeniem liofilizacyjnym. Ogólna ocena jakości suszu była dodatnio skorelowana z ocenami chrupkości, kształtu i smaku owocowego. Dodatek soków owocowych do roztworu sacharozy podczas procesu odwadniania, wpływał na poprawę smaku suszonych jabłek, zwłaszcza dodatek koncentratu soku z aronii niwelował zbyt słodki smak sacharozy.

Analizując rozdział „Omówienie i dyskusja wyników” recenzentowi nasunęły się następujące uwagi i spostrzeżenia:

- Błędne odwołanie do tabeli na str. 64 - wartości CRV [%] dla NWC i NSG zawarte są w tab. 3, nie w tab. 2

- Błędne odwołanie do rysunku na str. 72 – intensywność sygnałów protonowych poszczególnych struktur komórkowych przedstawiono na rys. 6 i 7, nie na rys. 5. Podobnie na str. 74.

- Interpretacja zmian wartości parametru b^* na str. 84 – błędny jest opis „zmniejszenie udziału barwy niebieskiej” w sytuacji, kiedy wszystkie analizowane wartości parametru b^* są dodatnie, jak przedstawiono na rys. 10 i w tab. 23 w Aneksie. Poprawniej byłoby mówić o malejącym lub rosnącym

udziale barwy żółtej, ewentualnie o zmianie w kierunku barwy niebieskiej, kiedy wartość b^* maleje. W podobnych analizach zmian barwy produktów, warto zastosować parametr h^* czyli kąt tonu barwy, który najbardziej koresponduje z postrzeganiem odcieni barwy przez człowieka.

- Wątpliwości budzi interpretacja wyników zawartości suchej substancji w jabłkach suszonych, na str. 98 – porównując dwa zdania - „Analiza wpływu stężenia osmotycznego i metody suszenia wykazała, że odwadnianie (...) w wyższym stężeniu umożliwia uzyskanie istotnie niższych zawartości suchej substancji w suszach ($p=0,002$), podobnie jak suszenie tkanki jabłek metodą hybrydową ($p=0,000$)” (czyli w porównaniu do metody liofilizacyjnej, suszenie hybrydowe zapewnia niższą zawartość s.s.) oraz kolejne zdanie „Zastosowanie suszenia hybrydowego (...) umożliwiło uzyskanie zawartości suchej substancji o 2,0-5,2% wyższych niż przy zastosowaniu liofilizacji” – stwierdzenia te pozostają w sprzeczności. Moim zdaniem, rozkład grup homogenicznych średnich zawartości s.s. w tab. 34, potwierdza wersję drugą.

- W opisie wyników zmiany objętości suszu na str. 104, Autorka powołuje na tabelę z analizą statystyczną w Aneksie - Analizując tabelę 62 na str. 182, zauważyłam, że tytuł nie odpowiada jej treści, która jednak jest zgodna z opisem na str. 104, w miejscu powołania na tabelę. Ponadto kolejna tabela nr 63 ma taki sam tytuł jak tab. 62, choć tym razem pasujący do treści. Podobny „chaos” panuje też w dalszej części Aneksu, analogiczne pomyłki stwierdzono bowiem również w tabelach 67, 72, 78, 83, 88, 93, 98, 104 i 109. Tabele te przedstawiają wyniki analizy wariancji wpływu zastosowania odwadniania osmotycznego i metody suszenia na poszczególne parametry. Jednak z tytułów tych tabel wynika, że dotyczą analizy wariancji metody suszenia i stężenia roztworu podczas odwadniania osmotycznego.

W rozdziale „Podsumowanie i wnioski” Doktorantka przedstawiła 14 punktów, podsumowujących najważniejsze rezultaty badań, z podziałem na I i II etap pracy. Wnioski są sformułowane prawidłowo, a ich treść i zakres pozwala na stwierdzenie, że w pełni zrealizowano wszystkie szczegółowe cele pracy. Dodatkowy „Wniosek końcowy” jest propozycją wykorzystania suszenia hybrydowego surowców roślinnych wstępnie odwadnianych osmotycznie jako korzystnej metody, pozwalającej uzyskać produkt o wysokiej bioaktywności i jakości sensorycznej, ale w znacznie krótszym czasie w odniesieniu do suszenia liofilizacyjnego.

Biorąc pod uwagę liczne doniesienia naukowe o oddziaływaniu składników naszej diety na stan zdrowia i aktualne zalecenia żywieniowe, a jednocześnie rosnące zainteresowanie konsumentów kategorią tzw. produktów prozdrowotnych i mało przetworzonych, wysoko oceniam potencjał aplikacyjny pracy. Podaż surowców owocowych na rynku krajowym jest bardzo duża, co daje potencjalne możliwości

zwiększenia ich spożycia. Jednym ze sposobów skłonienia konsumentów do sięgnięcia po kolejną porcję owoców jest zwiększenie asortymentu i różnorodności przetworów o zwiększonym potencjale prozdrowotnym. Przykładem takiej kategorii produktów są suszone przekąski jabłkowe, które dzięki zastosowaniu wstępnego odwadniania w roztworach z dodatkiem soków owocowych, cechują się zwiększoną zawartością związków bioaktywnych (polifenoli, witamin), a jednocześnie zyskują nowy atrakcyjny smak i barwę.

Przeprowadzone przez Doktorantkę badania zostały dobrze zaplanowane i konsekwentnie realizowane, z zastosowaniem prawidłowych i nowoczesnych metod analitycznych. Badania te o bardzo szerokim zakresie, dostarczają cennych informacji praktycznych i teoretycznych na temat kształtowania potencjału bioaktywnego produktów owocowych poprzez optymalizację procesu technologicznego. Wpływa to na wysoką wartość aplikacyjną pracy w aspekcie produkcji suszonych przekąsek owocowych (myślę, że również warzywnych) jako żywności o wysokich walorach użytkowych, odżywczych i prozdrowotnych. Produkty takie można jednocześnie zaliczyć do popularnej kategorii żywności funkcjonalnej, wygodnej oraz „ready to eat”.

Podsumowując, praca doktorska Pani mgr inż. Kingi Samborskiej cechuje się wysokim poziomem naukowym i analitycznym, wnosi cenny wkład w dziedzinę nauk o żywności i żywieniu. W tak obszernej pracy pewne pomyłki i błędy edytorskie są nie do uniknięcia. Dlatego wskazane przez recenzenta drobne i nieliczne uwagi mają najczęściej charakter porządkujący i mogą podlegać dyskusji, jednak nie wpływają na ogólną wartość merytoryczną pracy, którą oceniam bardzo wysoko. Na podkreślenie zasługuje też znaczący dorobek osiągnięć naukowych Doktorantki, w postaci licznych publikacji i komunikatów konferencyjnych.

Wniosek końcowy

Stwierdzam, że przedstawiona do oceny praca spełnia wymagania stawiane dysertacjom doktorskim, zawarte w art. 13 ust. 1 Ustawy o stopniach i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz. U. 2033 nr 65 poz. 595 z późn. zm.). Wnoszę do Rady Wydziału Nauk o Żywności Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie o przyjęcie rozprawy i dopuszczenie Pani mgr inż. Kingi Samborskiej do dalszych etapów przewodu doktorskiego.

Dr hab. Dorota Walkowiak-Tomczak

