

Warszawa, 30.07.2019 r.

Prof. dr hab. Dorota Witrowa-Rajchert
Katedra Inżynierii Żywności i Organizacji Produkcji
Wydział Nauk o Żywności SGGW w Warszawie

R e c e n z j a

pracy doktorskiej mgr inż. Emilii Agnieszki Senetra

pt. „Doświadczalna charakterystyka produkcji innowacyjnych deserów lodowych
i ich właściwości”

wykonanej na Wydziale Inżynierii Produkcji
Uniwersytetu Przyrodniczego w Lublinie
pod kierunkiem Dr hab. inż. Katarzyny Kozłowicz

Lody są mrożonym deserem o wyjątkowych cechach sensorycznych, dzięki którym cieszą się powszechną akceptacją różnych grup konsumentów. Jednak skład lodów tradycyjnych, zawierających m.in. laktozę, tłuszcz i cukier, nie wskazuje, że mogą być one spożywane przez wszystkich. Jednocześnie, eksperymentowanie z różnymi dietami prozdrowotnymi jest coraz powszechniejsze w Polsce. Często wynika ono z „mody”, ale także jest koniecznością z uwagi na stan zdrowia. Dotyczy to ograniczenia spożywania tłuszczu i węglowodanów, suplementacji składnikami prozdrowotnymi, jak również tendencji związanej z unikaniem czy redukowaniem ilości spożywanego nabiału. Wybór wariantów lodów bezmlecznych jest ograniczony, a konsumenci mogą oczywiście sięgać po sorbety, które jednak nie charakteryzują się kremową konsystencją, wysoko cenioną w tego typu produktach. Rozwiązaniem są desery, produkowane na bazie surowców roślinnych, np. mleka sojowego, migdałowego czy ryżowego. Wykorzystanie w tym celu mleka ryżowego jest jednak ograniczone, a jedną z takich marek jest produkowana we Włoszech Naturattiva, dystrybuowana w Polsce przez firmę Ekologis Food. Linia obejmuje lody na bazie mleka ryżowego, ale są one słodzone nierafinowanym cukrem trzcinowym, zawierają ponadto m.in. maltodekstrynę, olej kokosowy, syrop glukozowy, dekstrozę.

Tak więc, podjęcie przez mgr inż. Emilię Agnieszkę Senetra badań nad możliwością uzyskania deserów lodowych o obniżonej kaloryczności, dzięki zastosowaniu miodu, niskiej zawartości tłuszczu, z dodatkiem substancji prozdrowotnych oraz, dzięki zastosowaniu mleka ryżowego, niezawierających laktozy zarówno z punktu widzenia naukowego, jak i praktycznego jest uzasadnione, ważne i interesujące.

Recenzowana praca obejmuje 93 strony maszynopisu. Podział pracy na rozdziały jest typowy dla tego typu dysertacji i w konsekwentny sposób prezentuje wyniki wykonanych doświadczeń. W tekście pracy zamieszczono 11 tabel oraz 35 rysunków. Stanowi to prawidłowe udokumentowanie wyników i jednocześnie umożliwia ich omówienie, przeprowadzenie dyskusji oraz wnioskowanie. Pod

względem formalnym praca nie budzi żadnych zastrzeżeń. W pracy cytowane są 172 pozycje literatury, w około 41% pochodzące z ostatnich pięciu lat, oraz 3 źródła internetowe. Prezentacja wyników, a także ich dyskusja są przedstawione w sposób prosty i logiczny.

We wstępie Autorka zwraca uwagę na kilka istotnych elementów, jakie zdecydowały o wyborze tematu pracy doktorskiej, dotyczących innowacyjnych rozwiązań, pozwalających na zwiększenie atrakcyjności lodów, m.in. poprzez poprawę wartości zdrowotnych lodów, polegającej m.in. na zmniejszeniu zawartości tłuszczów czy cukrów, fortyfikacji składnikami bioaktywnymi, a także zastąpieniu mleka krowiego mlekiem roślinnym.

Część teoretyczna, zatytułowana „Stan wiedzy w temacie pracy” (rozdział 2.), opracowana na podstawie literatury, zawiera omówienie najważniejszych zagadnień, dotyczących problematyki rozprawy i stanowi ponad 22% maszynopisu. Doktorantka w pierwszym podrozdziale ogólnie scharakteryzowała i przedstawiła klasyfikację deserów lodowych. W kolejnym omówiła podstawowe składniki lodów, opisując lipidy, suchą masę beztłuszczową, substancje słodzące, substancje stabilizujące oraz emulgatory. Znaczącą część przeglądu piśmiennictwa Doktorantka poświęciła charakterystyce technologii produkcji lodów spożywczych, skupiając się na omówieniu poszczególnych jej etapów (przygotowanie składników, pasteryzacja i homogenizacja, proces zamrażania, hartowanie, pakowanie). W następnych dwóch podrozdziałach znalazła się charakterystyka kolejno innowacyjnych lodów i technologii ich wytwarzania oraz wybranych potencjalnie prozdrowotnych surowców (owoce Goji, jagody Maqui, herbata Matcha). Sposób przedstawienia przeglądu piśmiennictwa oraz jego merytoryczny charakter świadczą, że Doktorantka dobrze orientuje się w problematyce szczegółowej, będącej przedmiotem rozprawy. Autorka wykorzystwała znaczną liczbę aktualnych publikacji z zakresu poruszanych zagadnień. Należy jednak żałować, że zabrakło w tym rozdziale informacji na temat podstawowego składnika analizowanych mieszanek lodziarskich, a mianowicie mleka ryżowego (prawie 70% składu). Omówiono natomiast pozostałe składniki, jak również inne związki, stosowane przy produkcji lodów, a cel pracy zakładał przecież opracowanie receptur innowacyjnych deserów lodowych, z wykorzystaniem właśnie mleka ryżowego jako zamiennika mleka krowiego i miodu jako naturalnej substancji słodzącej.

W rozdziale 3. przedstawiono problem naukowo-badawczy i cel pracy. Autorka sformułowała dwa problemy naukowo-badawcze. Pierwszy z nich dotyczył możliwości wykorzystania miodu w innowacyjnych potencjalnie prozdrowotnych deserach lodowych o niskiej zawartości tłuszczu, charakteryzujących się porównywalną z lodami tradycyjnymi jakością. Drugi zaś polegał na wyjaśnieniu, jaki wpływ na proces zamrażania oraz na fizyczne, termiczne, chemiczne, a także sensoryczne właściwości takich deserów ma rodzaj dodawanego miodu oraz jego zawartość w produkcie. Rozwiązując postawione problemy naukowo-badawcze wyznaczono cel pracy, którym była doświadczalna optymalizacja receptury deserów lodowych, poprzez różnicowanie ich składu wybranymi rodzajami miodów oraz ich fortyfikację dodatkami prozdrowotnymi. Problemy naukowo-badawcze oraz cel pracy zostały sformułowane prawidłowo i korelują z dalszą częścią rozprawy.

W kolejnym rozdziale (4.), stanowiącym około 7,5% maszynopisu, Autorka przedstawiła materiał i metodykę badań, charakteryzując w pierwszym rzędzie skład 3 rodzajów deserów lodowych, które różnicowano poprzez wzrastającą zawartość miodu (w zakresie od 6 do 14%), przy jednoczesnym zmniejszaniu zawartości inuliny (odpowiednio w zakresie od 14 do 6%). Zawartość pozostałych składników - mleko ryżowe, dodatki prozdrowotne (suszone jagody Goji, liofilizowany proszek jagód Maqui lub sproszkowana zielona herbata Matha), emulgator, guma guar, sok z cytryny - w każdym rodzaju i wariantcie była taka sama. Następnie, została opisana metodyka przygotowania deserów lodowych, sposób określenia udziału wymrożonej wody oraz oceny termofizycznych właściwości produktów. W następnym podrozdziale przedstawiono opis metodyki wykonania innych analiz fizycznych właściwości deserów lodowych, uwzględniający oznaczenie puszystości, analizę topliwości, oznaczenie twardości i kleistości, ocenę lepkości oraz pomiar barwy. Właściwości biochemiczne deserów oceniano na podstawie oznaczenia składu chemicznego i pH, wartości kalorycznej, zawartości polifenoli oraz aktywności przeciwutleniającej. Następnie, Autorka opisała sposób oceny sensorycznej deserów lodowych, a także stosowane metody statystyczne.

Metodyka pracy obejmuje oznaczenia rutynowe, wynikające z ogólnie przyjętych procedur, najczęściej stosowanych w pracach analityczno-badawczych z zakresu badania właściwości lodów spożywczych, które zostały uzupełnione o analizę właściwości termicznych. Zastosowane techniki i metody pomiarowe wymagały dobrego zarówno merytorycznego, jak i analitycznego przygotowania Doktorantki. Muszę tu jednak zasygnalizować pewną wątpliwość. Doktorantka zastosowała podział na właściwości termofizyczne, fizyczne i biochemiczne, podczas gdy właściwości termiczne (termofizyczne) to również właściwości fizyczne. Do sposobu opisu metodyki badań mam również kilka szczegółowych uwag, które przedstawiam w dalszej części recenzji.

Najważniejszą część pracy (około 32% maszynopisu) stanowi omówienie wyników badań i ich dyskusja (rozdział 5.). W pierwszej części tego rozdziału (podrozdział 5.1.) Autorka zaprezentowała charakterystykę kształtowania się zakresu krioskopowego deserów i ilości wymrożonej wody, stwierdzając zmniejszenie zarówno temperatury krioskopowej, jak i ilości wymrożonej wody wraz ze wzrostem zawartości miodu w składzie produktów. Należy żałować, że nie został również omówiony wpływ receptury na czasy zamrażania deserów do zadanej temperatury (-6°C).

Analizując właściwości termiczne deserów lodowych (podrozdział 5.2.), istotnych przy projektowaniu, modelowaniu i optymalizacji procesów (szczególnie procesów wymiany ciepła), Doktorantka zaobserwowała zmniejszenie wartości przewodności cieplnej właściwej i dyfuzyjności cieplnej oraz wzrost pojemności cieplnej, przy zwiększającym się udziale miodu i jednoczesnym zmniejszeniu zawartości inuliny w recepturze, co tłumaczono zmniejszającą się ilością wody wymrożonej oraz zwiększającą się puszystością.

W podrozdziałach 5.3. i 5.4. opisano wyniki badań właściwości fizycznych deserów lodowych, ważnych wyróżników jakości lodów. Wraz ze zwiększonym udziałem miodu, przy jednoczesnym zmniejszeniu zawartości inuliny, zwiększała się puszystość oraz kleistość mieszanki lodziarskiej,

natomiast zmniejszeniu ulegały czas pojawienia się pierwszej kropli, całkowity czas topnienia, lepkość oraz twardość (5.3.). Na podstawie pomiarów barwy (5.4.), istotnego kryterium konsumenckiego wyboru produktów, stwierdzono, że zwiększający się udział miodu w recepturze spowodował zmniejszenie jasności oraz zwiększenie lub brak różnic wartości współrzędnych barwy a^* i b^* . Natomiast kierunek zmian nasycenia i tonu barwy zależał od gatunku zastosowanego miodu.

W kolejnej części omówienia wyników Autorka rozprawy przedstawiła wyniki analiz biochemicznych, obejmujących oznaczenia zawartości suchej substancji, tłuszczu, białka, węglowodanów, popiołu, błonnika, polifenoli, a także wartości kalorycznej, pH i aktywności przeciwutleniającej (podrozdział 5.5.). Wzrost udziału miodu w recepturze spowodował istotne zwiększenie zawartości suchej substancji oraz błonnika, a wszystkie uzyskane wartości tego pierwszego wyróżnika były porównywalne z wartościami określanymi w lodach tradycyjnych. Nie zaobserwowano natomiast zmian zawartości tłuszczu, która kształtowała się na niskim poziomie, wynoszącym ok. 1%, co pozwala zaliczyć analizowane desery do grupy lodów niskotłuszczowych, w których wartość ta powinna być niższa od 3%. Modyfikacja składu miodem nie miała istotnego wpływu również na zawartość białka i w większości przypadków na zawartość popiołu. Jedynie wzrost udziału miodu z dodatkiem jagody inkaskiej i owoców Goji spowodował zwiększenie wartości tego wyróżnika. Zaobserwowano istotne obniżenie zawartości węglowodanów ogółem wraz ze zwiększonym udziałem miodu w recepturze, co wynikało ze zmniejszającej się zawartości inuliny. W konsekwencji, wartość kaloryczna deserów lodowych ulegała obniżeniu przy wzroście zawartości miodu i wynosiła od 99 do 115 kcal. Na podstawie poziomu wartości energetycznej (do 103 kcal), jako lody niskotłuszczowe sklasyfikowano desery z jagodą Maqui i miodem wrzosowym oraz z herbatą Matcha i miodem faceliowym, zawierające 14-procentowy dodatek miodu. Pozostałe desery zaliczono do produktów typu „light”. Modyfikacja składu doprowadziła także do istotnego zróżnicowania wartości pH, która zmniejszała się wraz ze wzrostem zawartości miodu, i zależała od rodzaju deseru lodowego, czyli zastosowanego miodu i dodatku prozdrowotnego.

Od rodzaju deseru lodowego zależała istotnie również zawartość polifenoli i aktywność przeciwutleniająca. Najwyższymi wartościami tych wyróżników charakteryzował się deser lodowy, zawierający miód faceliowy i herbatę Matcha, a najniższymi deser lodowy z owocami Goji i miodem z jagodą inkaską. Wzrost zawartości miodu spowodował zwiększenie zawartości polifenoli i aktywności przeciwutleniającej, za wyjątkiem deseru zawierającego miód faceliowy i herbatę Matcha, w przypadku których nie stwierdzono statystycznie istotnych różnic.

Wyniki oceny sensorycznej (podrozdział 5.6.), wykonanej według 9-punktowej skali hedonicznej, wskazują, że najwyżej zostały ocenione desery lodowe z jagodami Maqui i miodem wrzosowym, zaś najniżej z dodatkiem owoców Goji i miodem z jagodą inkaską, ale otrzymane wartości punktowe świadczą, że wszystkie desery charakteryzowały się wysoką jakością.

Na zakończenie rozdziału „Omówienie i dyskusja wyników”, w celu wykrycia struktury grupowania deserów lodowych, ich podobieństw i różnic oraz analizy zależności pomiędzy

zmiennymi (właściwość), Doktorantka przedstawiła analizę składowych głównych (PCA). Analizę tę przeprowadzono oddzielnie dla właściwości fizycznych, wyróżników barwy, właściwości biochemicznych oraz wyróżników sensorycznych. Stwierdziła, że właściwości te były determinowane przez rodzaj miodu oraz jego zawartość. Jednak, analiza PCA nie zaspokoiła mojej naukowej ciekawości. Sposób, jaki Autorka wybrała, dotyczył określenia wpływu rodzaju miodu na daną grupę właściwości, a w niektórych przypadkach był on ewidentny, np. barwa czy właściwości biochemiczne. Poza zaproponowaną analizą PCA, bardzo interesujące byłyby również zależności pomiędzy wyróżnikami oceny sensorycznej, np. ogólną akceptowalnością czy konsystencją, a uzasadnionymi właściwościami, np. puszystością, topliwością, kleistością, lepkością czy twardością. Być może, przy projektowaniu i ocenie produktu, dałyby one możliwość ograniczenia liczby pomiarów instrumentalnych do takich, których wyniki istotnie korelują z wyróżnikami oceny sensorycznej.

Jako recenzent mam ogólną uwagę, dotyczącą interpretacji wyników. Odniosłam wrażenie, że Doktorantka, analizując poszczególne właściwości, w niewielkim stopniu zwracała uwagę na gatunek miodu. W każdym z trzech rodzajów deserów dodawano inny miód, którego właściwości zapewne wpływały na otrzymywane wyniki. Przykładowo, niską puszystość deserów z jagodą Goji Autorka tłumaczy „całkowitym brakiem białka zwierzęcego i niską zawartością protein w mleku ryżowym” (54⁹), a przecież w pozostałych deserach również nie było obecne białko zwierzęce, a udział mleka ryżowego był identyczny. Otrzymane desery charakteryzowały się jednak, przy tym samej zawartości miodu, 2-3-krotnie wyższą puszystością, co ewidentnie świadczy o istotnym wpływie gatunku miodu. Podobna uwaga może dotyczyć np. zawartości węglowodanów, białka, błonnika czy wartości pH. Oczywiście, przeprowadzona analiza PCA potwierdziła analizowane tendencje, do których jednak we wcześniejszych podrozdziałach Autorka odnosiła się w ograniczonym zakresie.

W nawiązaniu do powyższej uwagi, pozwolę sobie wyrazić kolejny brak zaspokojenie mojej naukowej ciekawości. Żałuję, że w recenzowanej pracy nie znalazła się charakterystyka stosowanych miodów, uwzględniająca ich skład chemiczny, pH, zawartość polifenoli czy aktywność przeciwutleniającą. Te informacje zdecydowanie ułatwiłyby omawianie oraz rozszerzyłyby możliwość interpretacji wyników.

W następstwie powyższego, nasuwa się pytanie, jakie było kryterium wyboru składu analizowanych deserów lodowych? W każdym rodzaju deseru znajdował się inny gatunek miodu i inny „dodatek prozdrowotny”. Każdy rodzaj charakteryzował się innowacyjnym składem, „interesującym” z punktu widzenia konsumenta, ale takie zróżnicowanie także utrudnia interpretację wyników. Można byłoby na przykład przeprowadzić analizę właściwości deserów, zawierających różne gatunki miodu o jednym stężeniu i ten sam „dodatek prozdrowotny”, co w pewnym stopniu podniosłoby walory poznawcze zrealizowanych badań.

Całość rozprawy zamyka rozdział 6. „Wnioski”. Przedstawiono w nich, w sposób przejrzysty, najważniejsze spostrzeżenia, wynikające z analizy wyników przeprowadzonych doświadczeń.

Uważam, że rozdział ten powinien mieć tytuł „Wnioski i stwierdzenia” lub „Wnioski i spostrzeżenia” – wówczas tytuł w pełni oddałby zaprezentowaną zawartość tego rozdziału.

Biorąc pod uwagę cel i zakres pracy, stosowane metody, sposób przedstawienia i interpretacji wyników oraz wnioski uważam, że praca pt. „Doświadczalna charakterystyka produkcji innowacyjnych deserów lodowych i ich właściwości” została wykonana zgodnie z zasadami realizacji pracy naukowej i pod względem merytorycznym nie budzi zastrzeżeń.

W czasie czytania pracy nasunęły mi się pewne uwagi szczegółowe i pytania, które wymieniam poniżej:

1. Uwagi do prezentacji metodyki badań:
 - nie podano liczby powtórzeń eksperymentów technologicznych;
 - brakuje szczegółów metodycznych dotyczących: procesu liofilizacji (ciśnienie, temperatura półki, czas), pomiarów barwy (rodzaj źródła światła, obserwator);
 - nie podano sposobu obliczania nasycenia i tonu barwy lub źródła literaturowego. Szczególnie, że mam wątpliwości do stosowanych przez Doktorantkę określeń „różnica nasycenia barwy ΔC^* ” i „różnica tonu barwy ΔH^* ”. Jeśli „różnica”, to w stosunku do jakiej wartości? Z przedstawionych na rysunkach 29-30 wyników pomiarów parametrów barwy wynika, że obliczane były prawdopodobnie „nasycenie barwy” oraz „ton barwy”.
2. Tabele 4-10 - w większości nieprawidłowa dokładność odchyłeń standardowych. Wartości odchyłeń standardowych należy podawać z taką samą dokładnością co wartości średnie, ewentualnie z dokładnością większą o jeden rząd wielkości.
3. W podrozdziale 5.1. Doktorantka stwierdziła, że glukoza i fruktoza zaliczane są do tzw. krioprotektantów (49⁷). Jak można wyjaśnić ich krioprotekcyjne właściwości?
4. W metodyce Autorka podała, że pomiary lepkości były wykonywane w zakresie prędkości ścinania 0-250 1/s. Czy badane desery były cieczami niutonowskimi? Jeśli tak, to nie mam zastrzeżeń do zaprezentowanych wyników, ale należało podać tę informację. Jeśli to nie były ciecz niutonowskie, to w tekście powinno zostać zaznaczone, przy jakiej prędkości ścinania dokonywano pomiaru lepkości. Ponadto, należało wówczas stosować określenie „lepkość pozorna”, a nie „lepkość”.
5. Według interpretacji przedstawionej w pracy, zmniejszająca się lepkość (lub lepkość pozorna) przy wzroście zawartości miodu była wynikiem zmniejszającego się udziału inuliny. Pomiary lepkości (lub lepkości pozornej) były wykonywane w temperaturze pokojowej. Czy takie warunki mogły również mieć wpływ na obserwowane zależności?
6. Mam wątpliwości do stosowanego w pracy określenia „akceptowalność konsumencka”. Według mnie jest ono związane z pojęciem „ocena konsumencka”, która ma na celu poznanie opinii jak największej liczby konsumentów o ocenianym towarze. Ocena taka umożliwia określenie stopnia akceptacji, preferencji lub pożądalności produktu przez konsumentów. Należy jednak zaznaczyć, że ocena konsumencka tylko wówczas daje obraz odczuć w stosunku do ocenianego wyrobu, gdy zespół oceniający (200-500 osób) spełnia podstawowe warunki reprezentatywności, a mianowicie jest wybrany losowo i jest odpowiednio duży pod względem liczebności. Czasami uznaje się, że liczba oceniających powyżej 120 jest wystarczająca do przeprowadzenia takiej oceny. Dlatego też, według mojej opinii, przeprowadzone w pracy doktorskiej badania były „oceną sensoryczną”, więc lepiej byłoby stosować określenie „akceptowalność sensoryczna”.
7. We wniosku 2. stwierdzono m.in., że udział miodu istotnie skracał czas zamrażania, podczas gdy nie analizowano tego parametru.
8. Mam drobne zastrzeżenia do braku konsekwencji w sposobie cytowania literatury w tekście. Doktorantka w różny sposób cytuje pozycje dwuautorskie (z przecinkiem pomiędzy nazwiskami

lub ze spójnikiem „i” - np. 11² i 11⁵, 31²⁶ i 31²⁵) oraz pozycje wieloautorskie (nazwisko pierwszego autora i in. lub nazwiska wszystkich autorów - np. 11¹⁰ i 11¹¹). W niektórych miejscach podaje również pierwsze litery imion - np. 31²⁵, 32^{29,31}, 33⁴.

9. W spisie literatury również znajdują się drobne uchybienia, m.in. stosowanie zarówno skrótów, jak i pełnych tytułów czasopism, stosowanie lub nie skrótów vol., nr (lub no) oraz brak konsekwencji w sposobie cytowania rozdziałów w monografiach.
10. W pracy można znaleźć uchybienia natury językowej i edytorskiej, przykładowo:
 - „barwa” a nie „kolor”, „piekarski” a nie „piekarniczy”, „jelito cienkie” a nie „jelito małe”, „aktywność wody” a nie „aktywność wodna”, skrót „min” a nie „min.”;
 - w wielu miejscach brak spacji między wartością liczbową a jednostką;
 - występują błędy korekty, niepoprawna pisownia niektórych nazwisk autorów.

Podsumowanie

Recenzowana praca mgr inż. Emilii Agnieszki Senetra pt. „Doświadczalna charakterystyka produkcji innowacyjnych deserów lodowych i ich właściwości” stanowi samodzielne rozwiązanie problemu badawczego. Dzięki odpowiednio zaplanowanym badaniom i wykonanym analizom cel pracy został zrealizowany. Zarówno rezultaty doświadczeń, jak i wynikające z nich wnioski są wartościowe, zasługują na upowszechnienie i w przyszłości mogą mieć znaczenie praktyczne. W świetle ocenianej dysertacji, mgr inż. Emilii Agnieszki Senetra wykazała się umiejętnością podjęcia zadania badawczego wychodzącego naprzeciw aktualnym zapotrzebowaniom, przeprowadzenia eksperymentów, dokonania analizy otrzymanych danych liczbowych, przeprowadzenia dyskusji naukowej i merytorycznie poprawnego wnioskowania.

Zgłoszone do pracy uwagi mają charakter dyskusyjny, służą uporządkowaniu pewnych zagadnień i zasygnalizowaniu aspektów wartych rozważenia oraz mogą być przydatne podczas przygotowywania wyników badań do publikacji.

Stwierdzam, że praca mgr inż. Emilii Agnieszki Senetra odpowiada wymaganiom stawianym rozprawom doktorskim na stopień naukowy doktora i przedkładam Wysokiej Radzie Wydziału Inżynierii Produkcji Uniwersytetu Przyrodniczego w Lublinie wniosek o jej przyjęcie i dopuszczenie Autorki do publicznej obrony.

Dorota Witrowa-Rajchert