

Koszalin, dnia 5 maja 2023 roku

dr hab. inż. Joanna Piepiórka-Stepuk, prof. PK

Katedra Procesów i Urządzeń Przemysłu Spożywczego

Wydział Mechaniczny, Politechnika Koszalińska

ul. Raławicka 15-17, 75-620 Koszalin

RECENZJA ROZPRAWY DOKTORSKIEJ

mgr inż. Sybilli Sary Nazarewicz

pod tytułem

„Zastosowanie ultradźwięków w kształtowaniu właściwości lodów z udziałem oleożeli”

wykonanej na Wydziale Inżynierii Produkcji Uniwersytetu Przyrodniczego w Lublinie

w Katedrze Biologicznych Podstaw Technologii Żywności i Pasz

pod kierunkiem dr hab. inż. Katarzyny Kozłowicz, prof. UP Lublin

Opracowanie oceny jest uzasadnione uchwałą Rady Dyscypliny Inżynieria Mechaniczna, Uniwersytetu Przyrodniczego w Lublinie z dnia 17 marca 2023 roku o powierzeniu recenzji rozprawy doktorskiej oraz umową o dzieło nr RD IM 5100/5/2023 zawartą w dniu 24 marca 2023 z Uniwersytetem Przyrodniczym w Lublinie, reprezentowanym przez Prorektora ds. Kadr, prof. dr hab. inż. Andrzeja Marczuka.

Oświadczenie:

Oświadczam, że nie posiadam wspólnego dorobku publikacyjnego oraz wspólnych prac badawczych z mgr inż. Sybillą Sarą Nazarewicz.

Recenzję sporządzono na podstawie maszynopisu pracy doktorskiej pt.: „Zastosowanie ultradźwięków w kształtowaniu właściwości lodów z udziałem oleożeli” wraz ze streszczeniami w języku polskim i angielskim.

Ocena tematyki, celu i zakresu rozprawy

W ostatnich latach pojawiło się wiele nowych technologii przetwarzania żywności, takich jak np. przetwarzanie wysokociśnieniowe, ogrzewanie radiowe, ogrzewanie omowe, impulsowe światło o wysokiej intensywności, zimna plazma jak również oddziaływania fali akustycznej. Ultradźwięki od kilkunastu lat znajdują zastosowanie w komercyjnych rozwiązaniach dla branży przetwórstwa spożywczego, najczęściej jako oddziaływania wspomagające tradycyjne operacje i procesy technologiczne związane z utrwalaniem żywności, rozdrabnianiem (w tym emulgowaniem), myciem, ekstrakcją, krystalizacją a nawet maceracją. Głównym nurtem stosowania tej technologii jest podwyższenie jakości produktów spożywczych przy jednoczesnym skróceniu czasu operacyjnego, zużycia energii elektrycznej a tym samym kosztów procesu produkcyjnego oraz śladu węglowego. W zależności od zakresu stosowanej częstotliwości, efekty oddziaływania fali akustycznej na produkt spożywczy mogą mieć charakter mechaniczny (20-100 kHz) oraz chemiczny i biochemiczny (200-500 kHz). W odniesieniu do recenzowanej pracy, homogenizacja i emulgacja ultradźwiękowa ma wiele zalet w porównaniu z tradycyjnymi technikami emulgowania m.in. powoduje powstawanie fazy zdyspergowanej o mniejszych rozmiarach i bardziej równomiernym rozkładzie w fazie dyspergującej, co skutkuje lepszą stabilnością emulsji, dłuż-

szym okresem przechowywania a przede wszystkim ograniczeniem stosowania emulgatorów i stabilizatorów. Jest również operacją nietermiczną, pozwalającą zminimalizować ryzyko degradacji związków i składników znajdujących się w żywności wrażliwych na wysoką temperaturę, np. witamin, białek, antyoksydantów, związków lotnych, itp. Stąd podjęte przez mgr inż. Sybillę Sarę Nazarewicz badania dotyczące modyfikacji receptury i technologii produkcji lodów z punktu widzenia naukowego i praktycznego są uzasadnione, innowacyjne i ważne zarówno dla rozwoju tej gałęzi przemysłu spożywczego jak i technologii ultradźwiękowej.

Tytuł rozprawy określa podjętą problematykę badawczą i znajduje odbicie w przeprowadzonych badaniach i treści pracy. Na podstawie dokonanej analizy literatury Doktorantka sformułowała dwa problemy naukowo-badawcze, cyt.:

- 1. Czy możliwe jest zastosowanie ultradźwięków w celu zastąpienia pasteryzacji i homogenizacji w procesie otrzymywania lodów?**
- 2. Jak udział oleożelu wpływa na kształtowanie właściwości fizykochemicznych lodów (proces zamrażania, właściwości termofizyczne, chemiczne, sensoryczne)?**

Głównym celem pracy, było opracowanie receptury lodów z udziałem oleożelu oraz modyfikacja technologii produkcji lodów **przez zastąpienie pasteryzacji i homogenizacji** bazy lodowej obróbką ultradźwiękową. Niestety z zapisu metodyki badawczej wynika, że Doktorantka wyłącznie zmodyfikowała proces pasteryzacji, skracając go o 5 minut w odniesieniu do próby kontrolnej (20 minut, 65°C) na rzecz oddziaływania ultradźwięków (15 minut, 65°C, 20 kHz), natomiast homogenizację prowadziła dla obu wariantów w takich samych warunkach. Proszę o odniesienie się do tej części pracy podczas publicznej obrony. Natomiast należy mocno zaakcentować ogromny nakład pracy Doktorantki włożony w modyfikację receptury mieszanki lodowej o oleje roślinne i wytworzone na ich bazie oleożele oraz badania wytworzonych mieszanek lodowych i gotowych lodów. Ta część pracy jest oryginalnym osiągnięciem Doktorantki, ma zasadniczą wartość merytoryczną i duże znaczenie poznawcze.

Zakres pracy obejmuje analizę literatury tematu, opracowanie programu badawczego oraz przyjęcie metod badawczych i realizację badań, umożliwiających rozwiązanie postawionych problemów naukowo-badawczych. Doktorantka przyjęła, że cele pracy zrealizuje poprzez:

- analizę fizyczną i chemiczną olejów, w tym określenie gęstości, lepkości, zawartości kwasów tłuszczowych;
- wytworzenie i analizę otrzymanych oleożeli, w tym opracowanie receptury i technologii wytwarzania oleożeli oraz analizę ich stabilności;
- opracowanie składu receptur mieszanek lodowych z trzema olejami roślinnymi (sezamowym, z winogron i awokado) dodawanymi w dwóch postaciach (jako czyste oleje i w postaci oleożelu) oraz w trzech różnych udziałach %, co stanowiło 18 receptur mieszanek lodowych, które przygotowała w sposób tradycyjny i z użyciem ultradźwięków;
- charakterystykę procesu zamrażania lodów;
- zbadanie fizycznych i biochemicznych właściwości mieszanek lodowych i lodów oraz ich wartości odżywczej, m.in. określając temperaturę zamrażania, ciepło topnienia i kinetyki topnienia lodów, ilość wymrożonej wody, stopień napowietrzenia lodów, twardość, kleistość, lepkość i barwę lodów, a także mikrostrukturę wytworzonych emulsji i przestrzenne rozmieszczenie w nich faz;
- przeprowadzenie oceny akceptowalności konsumenckiej;
- analizę statystyczną ANOVA, testy Friedmana i Wilcoxa oraz korelacje fizycznych i chemicznych

właściwości otrzymanych lodów, które wyznaczyła testem analizy składowych głównych (PCA), co jest kolejnym oryginalnym osiągnięciem Doktorantki.

Zaproponowane zestawienie stanowi spójną i logiczną całość tej części pracy.

Ocena formalna i edytorska pracy

Recenzowana praca, obejmująca 138 stron maszynopisu w formacie A4, ma charakter teoretyczno-doświadczalny. Została przygotowana w języku polskim z zachowaniem prawidłowej i logicznej struktury (teoria-materiał i metoda-doświadczenie-dyskusja-wnioski) oraz proporcji pomiędzy poszczególnymi rozdziałami. Doktorantka pracę podzieliła na osiem rozdziałów, zamieszczając w nich łącznie 37 rysunków dobrej jakości i 62 tabele. Praca rozpoczyna się streszczeniem w języku polskim (str. 5) i w języku angielskim (str. 6). Dwa pierwsze rozdziały stanowią wprowadzenie do tematu (str. 7÷45). W rozdziale trzecim Autorka sformułowała problem naukowo-badawczy i cel pracy (str. 46). Materiał i metody badań Autorka omówiła w rozdziale czwartym (str. 47 ÷ 56). Natomiast w rozdziale piątym (str. 57 ÷ 106) Autorka skupiła się na graficznym i tabelarycznym zaprezentowaniu uzyskanych wyników z badań, na podstawie których sformułowała wnioski końcowe przedstawione w rozdziale szóstym (str. 107 ÷ 108). Ta część pracy stanowi poprawne udokumentowanie zrealizowanych prac badawczych i uzyskanych wyników badań oraz umożliwia ich dyskusję i interpretację. Na uwagę zasługuje bogaty wykaz źródeł bibliograficznych (rozdział 7 - str. 109 ÷ 122), z których Doktorantka korzystała, przygotowując dysertację. W rozdziale tym Doktorantka zamieściła aż 206 pozycji bibliograficznych, w tym polskie (2 pozycje) i zagraniczne (178 pozycji) publikacje naukowe i popularno-naukowe, 19 opracowań zwartych (w tym 17 książek i 2 prace doktorskie). Większość z nich (ok. 54%) to prace opublikowane po 2013 r. (z ostatniego dziesięciolecia), co wskazuje na ważność i aktualność podjętego przez Doktorantkę tematu. W zestawieniu znajduje się również 7 norm o zasięgu międzynarodowym i polskim, głównie o charakterze metodycznym. Przy tak dużej liczbie pozycji bibliograficznych Autorka nie uniknęła drobnych błędów, zarówno w przypisach jak i w ich wykazie, m.in. nie trzymała się konsekwentnie sposobu listowania pozycji bibliograficznych stosując zarówno skróty jak i pełne tytuły czasopism. Nazwy czasopism często pisała małą literą. Rozdział 8 to aneks, w którym Autorka zamieściła cząstkowe wyniki badań eksperymentalnych.

W pracy znajdują się dodatkowe rozdziały nie objęte numeracją, które zawierają:

- spis treści umieszczony na stronach 3 ÷ 4;
- spis rysunków i spis tabel, znajdujące się odpowiednio na stronach 134 ÷ 135 oraz 136 ÷ 138.

Autorka nie ustrzegła się także błędów czysto redakcyjnych – gramatycznych i interpunkcyjnych, ale przede wszystkim językowych i stylistycznych, które w wielu przypadkach spowodowały, że tekst jest mało komunikatywny i trudny do zrozumienia. Stwierdzone błędy nie mają jednak istotnego wpływu na merytoryczną ocenę pracy i nie umniejszają pozytywnego jej odbioru, mogą natomiast pozwolić Doktorantce na uniknięcie podobnych błędów w przyszłości.

Ocena merytoryczna pracy

Doktorantka rozprawę doktorską rozpoczyna krótkim, zwięzłym i rzeczowym streszczeniem, w którym w sposób chronologiczny określa najważniejsze wątki pracy, w tym cele badań i uzyskane wyniki. Dyskusyjne jest stosowanie sformułowań cyt. „**zbada**nie **możliwości** zastąpienia pasteryzacji i homogenizacji obróbką ultradźwiękową” jak również nazywanie **oleożeli substytutem**. *Substytut* (z łac. *substitutio* „podstawienie”) to zamiennik, a w tym przypadku surowiec jest ten sam.

Rozdział 1, to jednostronicowe wprowadzenie do tematu, w którym Doktorantka zwraca uwagę na pewne aspekty związane ze składem receptury lodów i technologią ich wytwarzania, podkreślając jednocześnie znaczący wpływ tych działań na jakość, atrakcyjność i akceptowalność lodów przez konsumenta. W mojej opinii wstęp powinien również w stopniu ogólnym zarysować problematykę pracy w aspekcie tytułu, w którym mowa o ultradźwiękach i stosowaniu oleożeli w produkcji lodów.

Rozdział 2, zatytułowany „*Przegląd literatury*”, podzielono na 6 podrozdziałów omawiających w sposób dość ogólny najważniejsze zagadnienia, dotyczące problematyki rozprawy doktorskiej. Podrozdziały 2.1. ÷ 2.2. dotyczą charakterystyki mieszanki lodowej i lodów, jako układów wielofazowych ulegających destabilizacji w wyniku takich zjawisk jak flokulacja (agregacja) i koalescencja. Autorka wymienia i charakteryzuje poszczególne fazy mieszaniny tj. wodną, tłuszczową, kryształki lodu i pęcherzyki powietrza zwracając uwagę na ich funkcje i strukturotwórcze znaczenie w tworzeniu tekstury lodów. Zagadnienia te próbuje wyjaśnić w oparciu o rysunki schematyczne i zdjęcia SEM (uzyskane metodą skaningowej mikroskopii elektronowej). Autorka omawia także podstawowe surowce wchodzące w skład receptury mieszanki lodowej, w tym tłuszcze, substancje słodzące, emulgatory i stabilizatory. Co do tej części pracy mam jednak wątpliwości czy Autorka rozumie co to jest emulsja, destabilizacja emulsji (nie tłuszczu), flokulacja i koalescencja oraz jaką technologiczną rolę pełni emulgator i stabilizator w emulsji. Podrozdział 2.3. Autorka poświęciła oleożelom, omawiając ich właściwości oraz metody wytwarzania. Podrozdział ten budzi jednak pewien niedosyt, ponieważ Autorka tylko wspomina, że zainteresowanie oleożelami ciągle rośnie, zarówno od strony przemysłu jak i nauki, jednak nie przytacza żadnych przykładów, co do produktów powstałych z udziałem oleożeli oraz ich nowych cech i właściwości. Nie uzasadnia to zatem zainteresowania Doktorantki stosowaniem oleożeli w produkcji lodów a tym samym podjętej tematyki badań. Podobne spostrzeżenia mam co do podrozdziału 2.6., w którym Autorka wprawdzie podaje przykłady wykorzystania ultradźwięków na różnych etapach procesu produkcji żywności, jednak nie rozpatruje tej technologii w aspekcie parametryczno-przyczynowo-skutkowym, co ma zasadnicze znaczenie dla podjętej tematyki dysertacji. Podrozdział 2.4. Autorka poświęciła omówieniu właściwości żywieniowych olei roślinnych, częściowo wskazując na ich istotne cechy z punktu widzenia technologii produkcji lodów, jak np. temperatury topnienia. Podrozdział ten ograniczyła wyłącznie do olei, które wykorzystwała w badaniach, nie wskazując innych standardowo stosowanych w produkcji lodów jak np. olej palmowy czy kokosowy. Natomiast w podrozdziale 2.5. Doktorantka w sposób syntetyczny omówiła każdą z operacji procesu produkcji lodów w oparciu o schemat technologiczny. W tej części pracy (jak również w dalszych rozdziałach) Doktorantka wielokrotnie błędnie posługiwała się kolokwialnymi sformułowaniami technologicznymi, przykładowo „temperatura zeszklenia” – powinno być „temperatura krioskopowa”; „kryształy sześciokątne” – powinno być „heksagonalne”; „kropelki emulsji” – powinno być „kropelki tłuszczu” lub wody, w zależności o jakiej emulsji mowa; „białka mleczne” – powinno być „białka mleka”; „wielkość kulek tłuszczowych” – powinno być „średnica kulek tłuszczowych”; „temperatura ciała 37°C” – powinno być „36,6°C”. W tej części pracy zabrakło również krytycznego podejścia do obecnej receptury lodów oraz technologii ich wytwarzania, a jedynym argumentem Autorki na sformułowane problemy naukowo-badawcze jest brak doniesień naukowych z zakresu omawianego tematu. Przegląd literatury stanowi ok. 28% maszynopisu.

W rozdziale 3, zatytułowanym „*Problem naukowo-badawczy i cel pracy*” Autorka sformułowała dwa problemy naukowo-badawcze, co do których założyła, że ich rozwiązanie umożliwi osiągnięcie założonego celu badań, czyli „...*opracowanie receptury lodów różnicując ich skład wybranymi rodzajami oleożeli oraz wprowadzając alternatywną ultradźwiękową metodę obróbki zastępującą pasteryzację i homogenizację, określając ich wpływ na właściwości fizyczne i chemiczne lodów*”. Uwagi do tej części maszynopisu omówiono w poprzednim rozdziale „*Ocena tematyki, celu i zakresu rozprawy*” niniejszej recenzji.

W kolejnym rozdziale (4) Autorka przedstawiła materiał i metody badań. Ta część pracy to ok. 7% maszynopisu. W zaproponowanym programie badań można wyróżnić 3 zasadnicze etapy: 1 - badania właściwości olejów i oleożeli; 2 - opracowanie receptur mieszanek lodowych i wytworzenie lodów; 3 - badania właściwości lodów. Na każdym z etapów wyróżnić można inny materiał badawczy, choć z opisu metodyki wynika, że były to „*mieszanki lodowe otrzymane w oparciu o opracowane receptury na bazie trzech rodzajów olejów: oleju z nasion sezamu, miąższu awokado i pestek winogron oraz wykonanych z nich oleożeli*”, które Autorka również przebadła w zakresie właściwości fizyko-chemicznych. W sumie Doktorantka opracowała aż 18 autorskich receptur, które dodatkowo zróżnicowała poprzez ich przygotowanie w dwóch odmiennych technologiach – tradycyjnej i przy użyciu ultradźwięków. Doktorantka nie podaje natomiast jakie przesłanki stanowiły podstawę doboru surowców celem opracowania receptur mieszanek lodowych oraz w jaki sposób przyjęła zakresy zmienności poszczególnych parametrów wejściowych w prowadzonych badaniach doświadczalnych (udział % olejów i oleożeli/ mleko w proszku). W przedstawionym programie badań (jak również w dalszych etapach) nie uzasadniono wyboru warunków w jakich realizowano eksperyment – dlaczego pasteryzację prowadzono w 65°C oraz dlaczego zastosowano ultradźwięki o częstotliwości 20 kHz? W kolejnych podrozdziałach Autorka omawia metody badań jakie przyjęła do oceny wytworzonych lodów. W tym zakresie Doktorantka zaplanowała szeroki eksperyment mający na celu określenie szeregu cech fizycznych wytworzonych lodów, ich wartości odżywczej oraz akceptowalności konsumentów, co ma odniesienie do tematu pracy. Doktorantka przyjęła metody badań w oparciu o krajowe i międzynarodowe normy oraz światową literaturę a oznaczenia prowadziła z zastosowaniem nowoczesnej i specjalistycznej aparatury, co podkreśla jej warsztat badacza i umiejętności posługiwania się zaawansowaną technologicznie aparaturą naukowo-badawczą. Warto zaznaczyć, że przyjęte techniki i metody pomiarowe wymagały od Doktorantki dużego zaangażowania i samodyscypliny, ze względu na pracochłonność oznaczeń oraz wymagający materiał badawczy, jakim są lody. Pomimo tak dużego eksperymentu, w metodyce zabrakło jednak badań mikrobiologicznych, które Doktorantka powinna przeprowadzić celem wykazania wpływu ultradźwięków na efekt pasteryzacji mieszanki lodowej. Wątpliwości mam również co do metod związanych z oznaczaniem puszystości czy też napowietrzenia lodów (zasadne wydaje się do obliczeń przyjęcie objętości lodów lub masa/objętość) a także co do metody oznaczania tłuszczu. Ponadto Doktorantka nie zawsze podaje ilość powtórzeń. Zebrane wyniki Doktorantka poddała zarówno podstawowym parametrycznym testom statystycznym, mianowicie wieloczynnikowej analizie wariancji (ANOVA), wyznaczając dodatkowo za pomocą testu Tukey’a istotne różnice między analizowanymi grupami zmiennych zależnych jak również zastosowała rzadziej stosowane testy nieparametryczne: Friedmana i Wilcoxona oraz analizę składowych głównych (PCA).

W rozdziale 5 Doktorantka przedstawiła opisy i rezultaty badań doświadczalnych zrealizowanych w ramach dysertacji oraz ich analizę. W pierwszej części tego rozdziału (podrozdział 5.1.) porównała

zastosowane do badań oleje roślinne w zakresie ich gęstości, lepkości oraz zawartości jednonienasyconych i wielonienasyconych kwasów tłuszczowych, jako cennych składników odżywczych. Wyniki badań Doktorantka przedstawiła tabelarycznie wykazując, że olej z miąższu z awokado charakteryzował się największą lepkością i największą zawartością jednonienasyconych kwasów tłuszczowych, natomiast olej z pestek winogron charakteryzował się najmniejszą lepkością i największą zawartością wielonienasyconych kwasów tłuszczowych. Z wybranych olejów Doktorantka, wg własnej receptury i technologii, wytworzyła oleożele wykazując jednocześnie ich wysoką stabilność na poziomie powyżej 99%. Wyniki tych badań oraz etapy powstawania poszczególnych oleożeli zaprezentowała w podrozdziale 5.2. W ocenie mieszanek lodów (podrozdział 5.3.1.) Doktorantka zaobserwowała, że mieszanki wykonane na bazie olejów roślinnych zamarzały w temperaturze średnio o ok. 1°C niższej (w granicach 0,55-1,3°C) niż mieszanki na bazie oleożeli oraz że charakteryzowały się one mniejszą ilością wymrożonej wody. Podobne obserwacje odnotowała dla mieszanek lodowych wytworzonych z wykorzystaniem ultradźwięków. Natomiast w podrozdziale 5.3.2. Doktorantka stwierdza, że zastosowanie ultradźwięków do wytworzenia lodów na bazie oleożeli powoduje obniżenie stopnia ich napowietrzenia. Niestety w tym zakresie Autorka nie podejmuje dyskusji i nie próbuje wyjaśnić zaobserwowanych zależności. Podobnie Doktorantka nie dokonała interpretacji uzyskanych kinetyk topnienia lodów, choćby w zakresie uzyskanych różnic w masie końcowej stopionych lodów, które wynikają z przyjętej metody oznaczeń. W tej postaci kinetyki topnienia są trudne do omówienia i nie wnoszą nic do tematu. W mojej opinii należało wprowadzić pewną użyteczną wartość (np. Δ), określaną po z góry założonym czasie np. 20 minutach. Wartość ta dałaby możliwość porównania uzyskanych wyników i odniesienie się do wzorca. W kolejnej części pracy Doktorantka porównała twardość i kleistość wytworzonych lodów, zaprezentowała wyniki składowych barwy w systemie klasyfikacji barw CIELab a także zamieściła zdjęcia mikrostruktury lodów wykonane skaningowym mikroskopem elektronowym. W zakresie prezentowanych wyników proszę o wyjaśnienie dlaczego siła opisująca kleistość przyjmuje wartość ujemną oraz na jakiej podstawie Doktorantka twierdzi, że „obróbka ultradźwiękowa sprzyja redukcji wielkości kuleczek tłuszczu w wyniku kawitacji na nanocząsteczki”? Kolejne wyniki badań dotyczą wartości odżywczej uzyskanych lodów, w tym udziału cennych związków bioaktywnych (podrozdział 5.4.) oraz akceptowalności konsumpcyjnej. Nie do końca rozumiem jak możliwe jest aby zawartość tłuszczu w uzyskanych lodach różniła się od siebie w sposób istotny, gdyż udział olei w recepturze dla każdego wariantu mieszanek lodowych był jednakowy. Obawiam się, że wykazane różnice mogą wynikać z przyjętej metody oznaczeń. Stąd moje pytanie, dlaczego Doktorantka zrezygnowała z metody Gerbera, która jest dedykowana dla produktów mlecznych? Podobne spostrzeżenia mam również do innych wybranych wyników dotyczących wartości odżywczej lodów (tab. 5.34-5.39). Natomiast interesujące są wyniki dotyczące kemferolu, należącego do grupy flawonoidów (pochodny flawonolu), którego większą zawartość Doktorantka wykazała w lodach wytworzonych na bazie oleożeli. Szkoda, że w dyskusji nie podjęła próby wyjaśnienia uzyskanych wyników. Rozdział 5.6. to szerokie statystyczne opracowanie wyników badań, uzyskanych w poszczególnych etapach realizacji programu badawczego, mające na celu analizę składowych głównych właściwości fizycznych i biochemicznych lodów. Opracowane korelacje (zależności) badanych właściwości wytworzonych lodów są oryginalnym osiągnięciem Doktorantki. Ponadto realizacja tego etapu badań dała Doktorantce możliwość udzielenia odpowiedzi na postawiony problem naukowo-badawczy, brzmiący: **„Jak udział oleożelu wpływa na kształtowanie właściwości fizykochemicznych lodów (proces zamrażania, właściwości termofizyczne, chemiczne, sensoryczne)”**. Część pracy dotycząca omówienia wyników badań stanowi ok. 38% maszynopisu.

Przygotowaną przez Doktorantkę rozprawę doktorską kończy **rozdział 6** Wnioski, które stanowią syntetyczne podsumowanie podjętych badań. Odniesiono się w nich do celu oraz postawionych problemów naukowo-badawczych. Jako najważniejsze spostrzeżenia można uznać, iż zastosowanie ultradźwięków w produkcji mieszanki lodowej wpływa głównie na cechy fizyczne lodów powodując m.in. obniżenie ich napowietrzenia czy temperatury zamrażania a także zwiększenie ich twardości i kleistości. Natomiast lody z udziałem oleożeli mogą być dobrym źródłem związków bioaktywnych, charakteryzujących się wysoką aktywnością antyoksydacyjną i mogą stanowić doskonały materiał do dalszych badań nad m.in. żywnością funkcjonalną. Nie mogą natomiast zgodzić się z wnioskiem 11, gdyż Doktorantka w żaden sposób nie wykazała w badaniach takiego efektu.

Nowości naukowe stanowiące oryginalny dorobek Doktorantki

Jako oryginalne osiągnięcie Doktorantki należy uznać opracowanie receptur oleożeli z olejami roślinnymi oraz mieszanek lodowych z ich udziałem, wprowadzenie oddziaływań ultradźwięków do procesu wytwarzania lodów oraz wpływ w/w zależności na fizyczne i biochemiczne właściwości wytworzonych lodów. Autorka wykazała się znajomością literatury przedmiotu oraz umiejętnością posługiwania się nowoczesną i zaawansowaną aparaturą badawczą. Przedstawiony materiał jest merytorycznie poprawny, co daje możliwość stwierdzenia, że Doktorantka opanowała metodykę samodzielnego prowadzenia badań naukowych.

Uwagi krytyczne wymagające wyjaśnienia i problemy do dyskusji podczas publicznej obrony pracy

- Autorka charakteryzując strukturę lodów (str. 8 – 11), jako mieszaninę wielofazową, podaje, że w zamrożonej fazie ciągłej lodów znajdują się zawiesiny lub emulsje (stabilizatory, tłuszcze), roztwory (sole, cukry) oraz koloidy (stabilizatory, białka) (str. 8), że powietrze stanowi około połowy objętości lodów, po czym podaje, że stopień napowietrzenia może wahać się od zaledwie 25% do nawet 150% (str. 9) oraz, że skupiska kropelek tłuszczu tworzą się w wyniku koalescencji (str. 10). Ponadto na str. 12 Autorka podaje, że podczas zamrażania lodów, występująca w mieszance emulsja tłuszczowa ulega częściowej koalescencji (destabilizacji) w wyniku działania emulgatora, napowietrzenia, krystalizacji lodu i dużych sił ścinających ostrzy dozownika i skrobaka we frezerze. Nasuwa się zatem pytanie czy Doktorantka rozumie pojęcia emulsja, zawiesina, emulgator, koalescencja, flokulacja, agregacja? Proszę o wyjaśnienie w odniesieniu do struktury lodów, którą Doktorantka omawia (rys. 2.1).
- Wyjaśnienia wymaga postawiony problem naukowo-badawczy i cel badań. Z zapisu metodyki badawczej wynika, że Doktorantka wyłącznie zmodyfikowała proces pasteryzacji, skracając go o 5 minut w odniesieniu do próby kontrolnej (20 minut, 65°C) na rzecz oddziaływania ultradźwięków (15 minut, 65°C, 20 kHz), natomiast homogenizację prowadziła dla obu wariantów w takich samych warunkach. Nie przeprowadziła żadnych badań mikrobiologicznych. Zatem na jakiej podstawie Doktorantka twierdzi, że uzyskane wyniki badań pozwalają zaproponować obróbkę ultradźwiękową jako alternatywę do pasteryzacji (str. 108) i jak to się ma do homogenizacji?
- Autorka w pracy dokonała szerokiego przeglądu dodatków do żywności stosowanych do mieszanek lodowych, m.in. omówiła substancje słodzące, stabilizatory i emulgatory (str. 13-23). Proszę o doprecyzowanie, czy zgodnie z przepisami krajowymi (Rozporządzenie 1333/2008 z późn. zm.), wszystkie z wymienionych dodatków do żywności (i w jakich dawkach) mogą być stosowane w produkcji lodów.
- Jaką rolę w kształtowaniu tekstury lodów odgrywa proces dojrzewania mieszanki lodowej i co Autorka miała na myśli twierdząc, że pasteryzacja wprowadza substancje stałe do produktu?

- Jakie przesłanki stanowiły podstawę doboru surowców celem opracowania receptur mieszanek lodowych: rodzaje olejów, ich udział % w mieszance lodowej, mleko w proszku bez laktozy, etc.?
- W jaki sposób Autorka przyjęła zakresy zmienności poszczególnych parametrów wejściowych w prowadzonych badaniach doświadczalnych? Przykładowo - dlaczego pasteryzację prowadzono w 65°C oraz dlaczego zastosowano ultradźwięki o częstotliwości 20 kHz?
- Doprecyzowania wymaga również metoda wytwarzania oleożeli. Co Doktorantka miała na myśli mówiąc: w kolejnym etapie emulsję umieszczono w aluminiowych naczyniach o średnicy 10 cm i suszono w temperaturze 80°C przez 3,5 h (suszarka laboratoryjna)? Po pozbawieniu emulsji wody uzyskano oleożel o nowej sztywnej strukturze (str. 50). Do jakiej wilgotności? Co oznacza emulsja pozbawiona wody?
- Dlaczego Doktorantka nie badała konsekwentnie tych samych związków bioaktywnych w surowcu a następnie w produkcie gotowym? Dałoby to obraz w jakim stopniu modyfikacja procesu technologicznego wpłynęła na zawartość kwasów tłuszczowych (które Doktorantka oznaczyła wyłącznie dla olejów roślinnych) oraz flawonoidów (które Doktorantka oznaczyła wyłącznie dla lodów).
- Dlaczego Autorka zrezygnowała z analizy różnicy barwy ΔE otrzymanych lodów?
- Na stronie 59 pojawia się zapis „W celu oceny trwałości wiązania oleju z nasion pomidora przez zastosowanie substancji żelującej przeprowadzono test stabilności”.
- Na jakiej podstawie Doktorantka twierdzi, że obróbka ultradźwiękowa sprzyja redukcji wielkości kuleczek tłuszczu w wyniku kawitacji na nanocząsteczki (str. 82)? Autorka nie wykonała żadnych badań morfometrycznych tworzących się struktur, poza zdjęciami SEM (str. 76 – 81).

Ocena końcowa rozprawy doktorskiej

Rozprawa doktorska Pani mgr. inż. Sybilli Sary Nazarewicz ma charakter aplikacyjny, gdyż uzyskane wyniki badań pozwalają określić wpływ dodatku oleożeli wytworzonych na bazie olei z nasion sezamu, miąższu awokado oraz pestek winogron na jakość mieszanek lodowych i lodów, ich cechy teksturotwórcze i walory zdrowotne, podobnie jak wpływ modyfikacji procesu pasteryzacji przez wprowadzenie ultradźwięków. Po zapoznaniu się z przedstawioną do oceny pracą doktorską mgr inż. Sybilli Sary Nazarewicz stwierdzam, że rozprawa spełnia wymagania określone w art. 187 Ustawy *Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce* z dnia 20 lipca 2018 r. (Dz. U. z 2018 r. poz. 1668, z późn. zm.), i może być podstawą do nadania stopnia naukowego doktora w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych, dyscyplinie inżynieria mechaniczna w postępowaniu prowadzonym na podstawie Ustawy *Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce* z dnia 20 lipca 2018 r.

W związku z powyższym wnoszę do Wysokiej Rady Dyscypliny Inżynieria Mechaniczna, Uniwersytetu Przyrodniczego w Lublinie o dopuszczenie Pani mgr inż. Sybilli Sary Nazarewicz do dalszych etapów przewodu doktorskiego.

*Joanna Bryświcka-Szpile
5.05.2023 Kobielin*