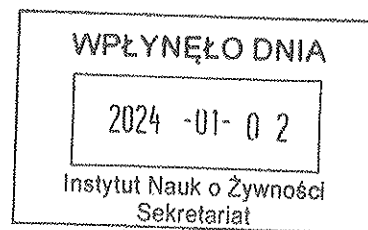


INoZ. 5100. 1. 2023

Prof. dr hab. inż. Agnieszka Wójtowicz
Katedra Techniki Ciepłej i Inżynierii Procesowej
Wydział Inżynierii Produkcji
Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie



INoZ/1/2024

RECENZJA

rozprawy doktorskiej Pani mgr inż. Anny Kot pt. „Wpływ składu surowcowego, obróbki ultradźwiękami i nowych dodatków stabilizujących na właściwości fizyczne mieszanek lodowych oraz strukturę krystaliczną lodów spożywczych” wykonanej w Katedrze Inżynierii Żywności i Organizacji Produkcji, Instytut Nauk o Żywności, SGGW w Warszawie pod opieką naukową promotorki dr hab. Anny Kamińskiej-Dwórzniczej, prof. SGGW oraz promotorki pomocniczej dr hab. Sabiny Galus, prof. SGGW.

Podstawa opracowania Recenzji

Recenzja została opracowana na podstawie decyzji Rady Dyscypliny Technologia Żywności i Żywnienia SGGW w Warszawie z dnia 20 października 2023 r., w której Rada Dyscypliny powołała mnie na Recenzentkę rozprawy doktorskiej w postępowaniu w sprawie nadania stopnia doktora w dziedzinie nauk rolniczych w dyscyplinie technologia żywności i żywienia Pani mgr inż. Anny Kot zgodnie z art. 187 ust. 1-3 *Ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. z 2023, poz. 742)*. Recenzję przygotowałam w oparciu o złożoną dysertację pt. *Wpływ składu surowcowego, obróbki ultradźwiękami i nowych dodatków stabilizujących na właściwości fizyczne mieszanek lodowych oraz strukturę krystaliczną lodów spożywczych*.

Ogólna charakterystyka rozprawy

Rozprawa dotyczy oceny wpływu składu surowcowego, obróbki ultradźwiękami i nowych dodatków stabilizujących na właściwości fizyczne mieszanek lodowych oraz strukturę krystaliczną lodów spożywczych. Zrealizowane prace badawcze pozwoliły na uzyskanie nowych

rozwiązań technologicznych, umożliwiających opracowanie nowych produktów spożywczych o określonych cechach, które mogą być adaptowane przez producentów lodów tradycyjnych i wegańskich.

Przedstawiona do recenzji dysertacja stanowi spójny tematycznie zbiór artykułów naukowych opublikowanych w czasopismach o zasięgu krajowym i międzynarodowym, które zostały umieszczone przez Ministra Edukacji i Nauki na liście czasopism punktowanych. Praca zawiera 11 rozdziałów ułożonych poprawnie, zgodnie z wymaganiami stawianymi rozprawom naukowym, poprzedzonych streszczeniami w języku polskim i angielskim, wykazem publikacji stanowiących główną część rozprawy oraz oświadczeniami współautorów. Uważam jednak, że rozdział 10. *Życiorys naukowy*, obejmujący wykaz publikacji i doniesień autorstwa Doktorantki, wykaz działalności organizacyjnej oraz nagród, nie powinien być włączony w treść złożonej do oceny rozprawy, a stanowić odrębny załącznik dokumentujący Jej dorobek naukowy.

Łączna punktacja osiągnięcia, obejmującego 8 prac w języku angielskim opublikowanych w latach 2020-2023, zgodnie z załącznikiem do komunikatu Ministra Edukacji i Nauki z dnia 17 lipca 2023 r., wynosi 610 pkt. ministerialnych, zaś sumaryczny Impact Factor publikacji wynosi 20,432. Należy zaznaczyć, że we wszystkich stanowiących rozprawę doktorską opracowaniach Doktorantka jest pierwszą autorką a jej wkład w przygotowanie prac jest dominujący. Zgodnie z zamieszczonymi oświadczeniami współautorów wkład Doktorantki w przygotowane publikacji obejmował udział w tworzeniu koncepcji badań, przeprowadzeniu części doświadczalnej, opracowaniu i analizie otrzymanych wyników oraz pisaniu, recenzji i edycji manuskryptów. Prace stanowiące przedstawiony do oceny spójny tematycznie cykl publikacji są wieloautorskie, co potwierdza umiejętność Doktorantki pracy w zespołach badawczych.

W kolejnych rozdziałach Doktorantka przedstawiła informacje wprowadzające w zagadnienia dotyczące obecnego stanu wiedzy z zakresu tematyki rozprawy, charakteryzuje podstawowe właściwości fizykochemiczne surowców wykorzystywanych do wytwarzania tradycyjnych i wegańskich lodów spożywczych, wraz z wyjaśnieniami dotyczącymi ich cech fizykochemicznych i składników oraz czynników technologicznych wpływających na cechy lodów, przedstawiła cele i hipotezy badawcze, zakres pracy, organizację badań z podziałem na etapy, metody technologiczne i charakterystykę surowców i dodatków, metody badawcze prowadzonych w poszczególnych etapach prac badawczych, uzyskane wyniki oraz ich dyskusję, wnioski końcowe i wykaz literatury wykorzystanej w dysertacji. Kolejne rozdziały stanowią kopie publikacji stanowiących rozprawę doktorską oraz stosowne oświadczenia współautorów.

Rozprawa liczy 207 stron, w tym 3 rysunki, 10 wykresów i 8 tabel, poza opublikowanymi w artykułach naukowych. Załączony wykaz literatury liczy 73 pozycje oraz 2 źródła internetowe, w tym 1 w języku polskim, co potwierdza zainteresowanie nauki tą tematyką i uzasadnia wybór kierunku badań realizowanych w rozprawie. W złożonej rozprawie niestety Doktorantka pomyliła kolejność umieszczania kopii publikacji i oświadczeń współautorów w stosunku do zamieszczonego w rozprawie spisu treści.

Celem rozprawy było opracowanie receptur i sposobu wytwarzania lodów spożywczych z zastosowaniem wybranych stabilizatorów, modyfikacji procesu technologicznego, z wykorzystaniem wyselekcjonowanych surowców i dodatków, pozwalające na ograniczenie procesu rekrytalizacji w lodach tradycyjnych oraz wegańskich.

Tytuł odpowiada treści pracy, kolejne rozdziały są ułożone poprawnie, oprócz wspomnianego wcześniej umieszczenia kopii publikacji i oświadczeń współautorów w innej kolejności, terminologia specjalistyczna i obcojęzyczna jest użyta prawidłowo, skróty stosowane w rozprawie wyjaśniono każdorazowo przy pierwszym ich użyciu. Stylistyka pracy i opis rezultatów są czytelne i zwięzłe, wizualizacja etapów w postaci schematu organizacji badań (rysunek 3) wyjaśnia zasadność przyjętych prac badawczych i ich kolejność. Opis wyników jest czytelny a uzyskane rezultaty wnoszą wartościowy wkład naukowy w dyscyplinie technologia żywności i żywienia. Literatura została prawidłowo dobrana i wykorzystana w poszczególnych rozdziałach pracy oraz w załączonych publikacjach naukowych. Podsumowaniem rozprawy są wnioski z przeprowadzonych prac badawczych.

Ocena merytoryczna rozprawy

Przedmiotem rozprawy jest oryginalne rozwiązanie problemu naukowego, które zostało udokumentowane ośmioma oryginalnymi publikacjami naukowymi w recenzowanych czasopismach o zasięgu krajowym i międzynarodowym. Doktorantka w przedstawionej do oceny pracy podjęła próbę opracowania nowych rodzajów lodów tradycyjnych i wegańskich stosując zróżnicowane receptury, dodatek iota karagenu i jego hydrolizatów otrzymanych różnymi metodami oraz modyfikacje procesu technologicznego przez zastosowanie obróbki ultradźwiękowej przygotowanych mieszanek lodowych. Założeniem prowadzonych badań była możliwości ograniczenia procesu retrogradacji w lodach spożywczych poprzez włączenie w receptury mieszanek lodowych stabilizatorów, których obecność determinuje powstawanie i wielkość kryształów lodu oraz właściwości uzyskanych wyrobów gotowych.

Przedstawione od oceny opracowanie rozpoczyna *Wstęp*, w którym Doktorantka na 7 stronach wskazała główne kierunki badań w zakresie lodów tradycyjnych oraz wegańskich, przytaczając stanowiącą część rozprawy publikację przeglądową (P2), w której identyfikuje główne trendy w produkcji lodów wegańskich, w szczególności dotyczące składników i dodatków, które umożliwiają uzyskanie akceptowalnej jakości lodów bez użycia składników pochodzenia odzwierzęcego. Ograniczanie spożycia produktów pochodzenia zwierzęcego jest ogólnosiwiatowym trendem wynikającym z preferencji konsumentów, ich świadomości negatywnego oddziaływania chowu zwierząt na środowisko naturalne oraz ze względów etycznych, a co za tym idzie konieczności poszukiwania możliwości zastąpienia składników odzwierzęcych roślinnymi zamiennikami, które pozwolą uzyskać porównywalne cechy produktów. Dodatkowo, zastąpienie mleka i przetworów mlecznych w lodach napojami roślinnymi jest korzystne z punktu widzenia konsumentów z nietolerancjami pokarmowymi składników mleka, w tym laktozy czy białek mleka. Doktorantka przedstawiła również zalety stosowania obróbki ultradźwiękowej w produkcji lodów, czym uzasadnia wybór właśnie tej techniki w części badawczej rozprawy.

Doktorantka w umiejętny sposób wykorzystwała aktualne doniesienia naukowe, aby dokonać wprowadzenia w tematykę rozprawy oraz zdefiniować istniejące na rynku rozwiązania i wyzwania w produkcji lodów deserowych. Jednym z potencjalnych kierunków, na którym skupiła się Doktorantka, są nowe substancje, których stosowanie może mieć wpływ na strukturę produktów, proces rekrytalizacji podczas przechowywania oraz właściwości lodów. Takimi potencjalnie korzystnymi dodatkami mogą być hydrolizaty polisacharydów, które charakteryzują się krótszym łańcuchem polisacharydowym, głównie ze względu na zmniejszoną ilość grup sulfonowych i ich położenie, które mogą oddziaływać na zachowanie się stabilizatorów w trakcie zamrażania. W jednym ze stwierdzeń na podstawie dostępnej literatury Doktorantka podaje, że kappa karagen ma skuteczniejsze działanie inhibitujące proces rekrytalizacji niż iota karagen, stąd pytanie do Doktorantki: jaki był powód wyboru iota karagenu do prowadzonych badań, skoro inne jego formy wykazują lepsze właściwości. Wprowadzenie przedstawione w rozprawie uzasadnia celowość podjęcia prac badawczych związanych z możliwościami wprowadzania nowych składników i kompozycji bazowych poprzez wykorzystanie receptur opartych na składnikach wegańskich oraz wykorzystania modyfikacji procesu technologicznego w postaci stosowania obróbki ultradźwiękowej.

Doktorantka sformułowała trzy cele badawcze obejmujące: (1) określenie wpływu hydrolizatów iota karagenu na ograniczenie procesu rekrytalizacji w układach modelowych oraz próbkach lodów, z uwzględnieniem mechanizmu inhibicji - w oparciu o masę cząsteczkową i budowę chemiczną pozyskanych hydrolizatów; (2) zbadanie wpływu obróbki wstępnej za pomocą ultradźwięków oraz wybranych dodatków stabilizujących na właściwości fizyczne mieszanki lodowej oraz właściwości fizyczne i strukturę krystaliczną lodów na bazie mleka; (3) zbadanie wpływu obróbki wstępnej za pomocą ultradźwięków oraz wybranych dodatków stabilizujących na właściwości fizyczne i strukturę krystaliczną lodów na bazie napoju bezmlecznego (napoju migdałowego). Cele są sformułowane prawidłowo i odnoszą się bezpośrednio do zakresu prac stanowiących spójny tematycznie cykl publikacji, jednak w mojej ocenie zabrakło określenia ogólnego celu naukowego rozprawy.

Do rozwiązania postawionych celów badawczych Doktorantka podjęła prace badawcze mające na celu weryfikację trzech hipotez badawczych przedstawionych w rozdziale *Cele i hipotezy badawcze*:

H1: Hydrolizaty iota karagenu mają większy wpływ na ograniczenie procesu rekrytalizacji niż sam iota karagen. Polepszenie ich właściwości stabilizujących wynika z odmiennej struktury hydrolizatów a nie tylko z mniejszej masy cząsteczkowej.

H2: Dobór odpowiedniego składu mieszanek lodowych determinuje ich stabilność oraz wpływa na ukształtowanie korzystnej struktury krystalicznej lodów po zamrożeniu.

H3: Zastosowanie homogenizacji ultradźwiękowej polepszy właściwości fizyczne mieszanek lodowych oraz strukturę krystaliczną lodów w porównaniu do mechanicznej metody homogenizacji.

Uważam, że postawione hipotezy uzasadniają kierunek i zakres przeprowadzonych przez Doktorantkę prac badawczych.

W rozdziałach *Zakres pracy* i *Organizacja badań* przedstawiono etapy oraz ich kolejność, wraz ze schematycznym ukazaniem etapów (rysunek 3) oraz opisu ich zakresu i publikacji do których się odnoszą (brak w schemacie pracy P2, którą doktorantka wskazała we *Wstępie*). Moim zdaniem te dwa rozdziały mogłyby być połączone, bez uszczerbku dla jakości pracy, gdyż informacje w nich zawarte powtarzają się.

W rozdziale *Badany materiał* przedstawiono surowce i dodatki, kompozycje mieszanek mlecznych i bezmlecznych do sporządzenia lodów (tabela 1 i 2) oraz omówiono proces

technologiczny i urządzenia do przygotowania mieszanek lodowych oraz lodów spożywczych. Spójne nazewnictwo i zastosowane symbole są jednakowe w opublikowanych pracach, co znacznie ułatwia identyfikację badanych prób. Jednakże, mimo że w większości prac stanowiących rozprawę doktorską zastosowano hydrolizaty iota karagenu, w dysertacji przedstawionej do recenzji w rozdziałach *Badany materiał* oraz w *Metody badawcze* zabrakło opisu metod pozyskania hydrolizatów kwasowego oraz enzymatycznych, które pojawiają się w metodyce do artykułów stanowiących rozprawę doktorską (P1, P4, w P5 odnośnik do P4, P6, P7, P8). Niestety, w żadnej z prac nie analizowano składu chemicznego otrzymanych lodów, co znacznie ułatwiłoby interpretację uzyskanych rezultatów, szczególnie pod kątem zawartości białka, tłuszczu i błonnika pokarmowego, których proporcje mają znaczący wpływ na strukturę, konsystencję i cechy fizykochemiczne wyrobów lodowych. Proszę o wyjaśnienie.

Metodyka prac analitycznych w poszczególnych publikacjach została dobrana prawidłowo i pozwoliła na zrealizowanie zaplanowanych prac badawczych w odniesieniu do postawionych celów badawczych oraz poszczególnych etapów badań. Metodyka badań w rozdziale *Metody badawcze* jest przedstawiona pobieżnie, budzi niedosyt w opisach metod pomiaru i wykonania poszczególnych oznaczeń i obliczeń, i zmusza do sprawdzania metodyki w poszczególnych pracach stanowiących rozprawę, nie zamieszczono także wszystkich metod wykorzystywanych w pracach stanowiących rozprawę (np. badanie pH, ocena organoleptyczna, laserowa mikroskopia konfokalowa). Proszę w tym miejscu o podanie kryteriów selekcji receptur i kompozycji do badań, zwłaszcza jeśli chodzi o rodzaj i ilość zastosowanych dodatków; czy Doktorantka korzystała z receptur dostępnych w literaturze tematu, czy są to Jej własne kompozycje. Wyniki uzyskane podczas badań Doktorantka opracowała statystycznie odpowiednio dobranymi testami wykorzystując metody statystyczne opisane w rozdziale *Metody badawcze* w poszczególnych etapach prac.

W rozdziale *Wyniki - omówienie publikacji stanowiących rozprawę doktorską* Doktorantka przedstawiła opis uzyskanych w poszczególnych etapach realizacji rozprawy wyników zawartych w publikacjach stanowiących cykl powiązany tematycznie. Przedstawione opisy wraz z odnośnikami do prac, w których zostały szczegółowo omówione, są czytelne i streszczają w wystarczający sposób cytowane opracowania. Warto podkreślić, że opublikowane w języku angielskim prace naukowe, które wchodziły w skład rozprawy, były recenzowane w procesie wydawniczym i zostały docenione przez wydawnictwa krajowe oraz uznane międzynarodowe czasopisma o wysokiej randze (wydawnictwa Elsevier, Wiley, MDPI).

Przedstawienie opublikowanych wyników badań jest wystarczające, Doktorantka analizuje uzyskane w pracach badawczych rezultaty własne porównując je z dostępnymi w literaturze tematu. Pozycje literaturowe, które znalazły się w wykazie stanowiącym rozdział *Literatura* rozprawy, oraz publikacje stanowiące integralną część każdej z publikacji, zostały wykorzystane poprawnie do interpretacji uzyskanych rezultatów i pozwoliły Doktorantce na wyjaśnienie zależności przyczynowo-skutkowych pomiędzy użytymi w badaniach surowcami i dodatkami funkcjonalnymi a właściwościami uzyskanych mieszanek lodowych oraz gotowych produktów mlecznych i wegańskich wytwarzanych z użyciem różnych metod, mających wpływ na cechy jakościowe nowo opracowanych rozwiązań recepturowych i technologicznych.

W pracy badawczej P1 załączonej do rozprawy Doktorantka skupiła się na możliwości zastosowania iota karagenu i jego hydrolizatów z wykorzystaniem płynów modelowych w celu sprawdzenia warunków hydrolizy w odniesieniu do masy cząsteczkowej analizowanej metodą chromatografii cieczowej SEC i struktury za pomocą metody spektroskopii fourierowskiej FTIR, oraz sprawdzeniu efektów zastosowania wybranych hydrolizatów jako stabilizatorów na skuteczność tych dodatków w procesie rekrytalizacji i wielkość formowanych kryształów lodu w roztworach modelowych. Ta praca pozwoliła na wybór do dalszych badań najbardziej efektywnych hydrolizatów iota karagenu po skrajnych czasach hydrolizy, które ograniczyły postęp procesu rekrytalizacji. Uzupełnieniem wyników analiz instrumentalnych są umieszczone w pracy zdjęcia mikroskopowe modelowych roztworów z dodatkami po różnym czasie przechowywania, które ilustrują zachodzące podczas przechowywania zmiany struktury kryształów lodu.

Praca przeglądowa P2 została zwięźle streszczona we *Wstępie* do rozprawy, w opisie Doktorantka zawarła najważniejsze dotychczas osiągnięte rezultaty dostępnych badań dotyczących lodów wegańskich oraz metod ich wytwarzania i stosowanych dodatków funkcjonalnych. W zebranych i zestawionych w tabeli 1 w tej publikacji pracach z tego zakresu Doktorantka wskazała komponenty roślinne, dodatki i metody wytwarzania oraz efekty tych zmiennych na cechy wyrobów wegańskich. Nie wyczerpuje to jednak możliwości stosowania nowych komponentów i dodatków oraz modyfikacji procesu technologicznego uzyskiwania roślinnych deserów lodowych, zwłaszcza skierowanych do osób z nietolerancjami pokarmowymi komponentów mlecznych, co uzasadnia celowość i kierunek podjętych badań.

W pracy P3 Doktorantka przeprowadziła badania mieszanek lodowych oraz lodów wegańskich na bazie napoju migdałowego z dodatkami stabilizującymi w postaci mączki chleba świętojańskiego oraz gumy ksantanowej, oceniając podstawowe wyróżniki lodów oraz

przeprowadzając ocenę organoleptyczną. W pracy wykazano wyższe noty w ocenie sensorycznej lodów z dodatkami stabilizującymi oraz znaczne ograniczenie średnicy kryształów po 24-godzinnym przechowywaniu, potwierdzone analizą mikroskopową.

W pracy P4 wykorzystano recepturę badanych lodów wegańskich na bazie napoju migdałowego, do której zastosowano dodatek hydrolizatów iota karagenu i przygotowano bez i z wykorzystaniem homogenizacji. Badania w tej pracy dotyczyły mieszanek lodowych, w których wyznaczano gęstość, wielkość cząstek, stabilność emulsji, cechy reologiczne z wykorzystaniem trzech modeli oraz oceniano mikrostrukturę po dojrzewaniu. W pracy zaobserwowano, że najbardziej efektywne rezultaty uzyskano przy stosowaniu hydrolizatów iota karagenu, zwłaszcza kwasowych, które w kombinacji z procesem homogenizacji pozwoliły na znaczne zmniejszenie wielkości cząstek, co pozytywnie wpływa na uzyskanie pożądanej struktury lodów wegańskich.

W publikacji P5 jako modyfikację technologii wytwarzania wegańskich mieszanek lodowych zastosowano homogenizację ultradźwiękową i porównano efekty użycia ultradźwięków oraz zastosowanych dodatków stabilizujących w postaci iota karagenu i jego hydrolizatów na właściwości fizyczne mieszanek lodowych świeżych i poddanych dojrzewaniu. W wyniku badań zaobserwowano, że zastosowanie ultradźwięków przyczyniło się do zmniejszenia współczynnika konsystencji w mieszankach lodowych, zwiększyło redukcję wielkości cząstek po dojrzewaniu, ale także wprowadziło destabilizację układu, co potwierdzają zdjęcia mikroskopowe zamieszczone w artykule. Natomiast zastosowane stabilizatory poprawiły stabilność mieszanek lodowych po dojrzewaniu.

Praca P6 pozwoliła na porównanie wpływu rodzaju homogenizacji (mechaniczna, ultradźwiękowa) mieszanek wegańskich oraz lodów po zamrożeniu z zastosowanymi dodatkami hydrolizatów iota karagenu. W prac analizowano wybrane właściwości lodów, m.in. temperaturę krioskopową, ciśnienie osmotyczne, puszystość, czas topnienia oraz strukturę krystaliczną po różnym okresie przechowywania w stałej temperaturze -18°C . Na podstawie wyników ustalono, że zastosowanie homogenizacji ultradźwiękowej zwiększało temperaturę krioskopową mieszanki lodowej, a tym samym przyspieszało zarodkowanie kryształów i otrzymanie znacznie mniejszych ich rozmiarów, nawet po 3-miesięcznym okresie przechowywania. Doskonale widać to na zdjęciach mikrostruktury badanych kryształów lodu z użyciem różnych rodzajów homogenizacji oraz zastosowanych stabilizatorów. Po zastosowaniu ultradźwięków wydłużył się również czas topnienia lodów ze względu na dużą ilość drobnych kryształów, które utworzyły jednolitą

strukturę, w której nie było możliwości rozrastania się kryształów lodu podczas wydłużonego przechowywania.

Artykuł P7 dotyczył możliwości zastosowanie iota karagenu oraz jego hydrolizatów w kompozycjach lodów mlecznych. Wykonano pomiary stabilności, rozkładu i wielkości cząstek, właściwości reologicznych i mikrostruktury mieszanek bezpośrednio po wytworzeniu oraz po dojrzewaniu. W tej pracy wyznaczono znacznie większe wielkości cząstek w mieszankach mlecznych w porównaniu do wegańskich, głównie ze względu na obecność tłuszczu mlecznego, co prowadziło również do destabilizacji układu i tworzenia aglomeratów kuleczek tłuszczowych. Największą stabilność mieszanki mlecznej wyznaczono przy zastosowaniu hydrolizatu enzymatycznego uzyskanego przy zastosowaniu laktazy przemysłowej. Do oceny struktury zastosowano mikroskopię konfokalową, która umożliwiła potwierdzenie obserwacji analitycznych, gdyż na zdjęciach widoczne są wybarwione kuleczki tłuszczowe przed i po dojrzewaniu, mniejsze przy użyciu w mieszankach stabilizatorów i hydrolizatów iota karagenu.

W pracy P8, zamykającej cykl publikacji, zastosowano porównanie różnych rodzajów stabilizatorów w połączeniu z homogenizacją mechaniczną lub ultradźwiękową i efekt ich kombinacji na cechy lodów mlecznych. Wyznaczano temperaturę krioskopową, ciśnienie osmotyczne, puszystość, czas topnienia oraz strukturę krystaliczną po różnym okresie przechowywania. Zwiększanie temperatury krioskopowej obserwowane było przy wykorzystaniu homogenizacji ultradźwiękowej oraz zastosowaniu hydrolizatów iota karagenu, co korzystnie wpłynęło na bardziej plastyczną konsystencję lodów i mniejsze wartości ciśnienia osmotycznego. Zastosowanie zarówno homogenizacji mechanicznej jak i ultradźwiękowej wpłynęło na mniejszą puszystość lodów niż wyznaczona w mieszankach tylko modyfikowanych dodatkiem stabilizatorów w postaci hydrolizatów iota karagenu. Również w tej pracy przeprowadzono analizę mikrostruktury, która wykazała mniejszy przyrost kryształów lodu po 3-miesięcznym przechowywaniu, gdy użyto ultradźwięków do obróbki masy lodowej.

Zamieszczone w rozprawie artykuły naukowe podkreślają umiejętność Doktorantki do wykorzystania nowoczesnych narzędzi i metod badawczych, jak SEC, FTIR czy CLSM oraz interpretacji uzyskanych wyników analiz. Analiza mikrostruktury w pracach stanowiących rozprawę znakomicie uzupełnia wyniki otrzymane metodami analitycznymi.

Prace stanowiące spójny tematycznie cykl publikacji zaprezentowane w rozprawie, pozwoliły na opracowanie wniosków zawartych w rozprawie w rozdziale *Podsumowanie i wnioski*. Wnioski zawarte w rozprawie są ogólnym podsumowaniem wniosków zawartych

w każdej z publikacji stanowiących cykl tematyczny. Wnioski odnoszą się do uzyskanych rezultatów prezentowanych w dysertacji. Jednak, moim zdaniem, poszczególne wnioski są zbyt rozbudowane i wskazywanie w nich, które z rezultatów były najmniejsze/największe, co było omawiane w rozdziale *Omówienie wyników*, nie we wszystkich wnioskach jednoznacznie pozwala stwierdzić, czy otrzymane rezultaty prac badawczych wpłynęły pozytywnie czy niekorzystnie na oceniane cechy. Dodatkowo, we wnioskach powinno się unikać domniemywania efektów (stwierdzenia: *mógł znacząco oddziaływać...*, *mogła wskazywać na...*, *można było wnioskować...*, *mogła przyczynić się do...*), gdyż wnioski powinny jednoznacznie definiować uzyskane w ramach rozprawy efekty.

Jeśli Doktorantka opracowała własne autorskie receptury lodów spożywczych, powinno to być podkreślone przez Doktorantkę we wnioskach końcowych jako wymierny efekt prac badawczych. Zabrakło również wskazania, które konkretnie kompozycje i warunki ich wytwarzania mogą być zalecane jako najkorzystniejsze pod kątem spełnienia wymagań jakościowych dla tego typu produktów i zalecane do praktycznego wykorzystania przez potencjalnych inwestorów zainteresowanych wdrożeniem wyników badań w praktyce przemysłowej.

W rozdziale *Podsumowanie i wnioski* w podsumowaniu Doktorantka pisze: „*Ponadto wykazano, że dodatek wybranych stabilizatorów w połączeniu z obróbką ultradźwiękową może korzystnie wpłynąć na optymalizację produkcji lodów spożywczych – pod względem ekonomicznym i środowiskowym.*” W żadnym miejscu w rozprawie Doktorantka nie wskazuje na przeprowadzenie analizy ekonomicznej oraz nie precyzuje, jak dodatki w połączeniu z procesem technologicznym korzystnie wpływają na optymalizację produkcji pod kątem środowiskowym. Proszę Doktorantkę o wyjaśnienia dotyczące tego zapisu.

Rozprawa jest przygotowana starannie pod względem edytorskim, jednak Doktorantka nie ustrzegła się drobnych błędów w złożonym do recenzji opracowaniu. W części *Wstęp* umieszczono dwa rysunki, jednak brakuje odnośników w tekście do ich poprawnego cytowania. W tabeli 7 rozprawy oraz w tabeli 2 w publikacji P7 występuje współczynnik R nazwany współczynnikiem korelacji r -Pearsona, który powinien być zapisany małą literą r , w przeciwieństwie do współczynnika determinacji R^2 pisanego dużą literą. Wspomniany współczynnik korelacji dotyczy dopasowania cech reologicznych do modelu Ostwalda de Waele (jak podano w metodach w pracy P7, jak również w tabelach 5 i 6 w pracy P4 dla różnych zastosowanych w tej pracy modeli), jednak z konstrukcji tabeli można domniemywać, że oprócz

indeksu konsystencji K oraz indeksu przepływu n może dotyczyć również mediany średnicy D_{50} , nie wykazanej w modelu, natomiast w rozprawie nie wyjaśniono wcale tej relacji, co wprowadza możliwość niewłaściwej interpretacji danych w tabeli. W tekście występują nieliczne błędy literowe czy interpunkcyjne. Przedstawione uwagi nie umniejszają wartości naukowej pracy.

Podsumowanie i wniosek końcowy

Przedłożona do recenzji rozprawa doktorska Pani mgr inż. Anny Kot pt. „*Wpływ składu surowcowego, obróbki ultradźwiękami i nowych dodatków stabilizujących na właściwości fizyczne mieszanek lodowych oraz strukturę krystaliczną lodów spożywczych*” wykonana w Katedrze Inżynierii Żywności i Organizacji Produkcji, Instytut Nauk o Żywności, SGGW w Warszawie, mieści się merytorycznie w zakresie dziedziny nauk rolniczych, w dyscyplinie technologia żywności i żywienie. Tematyka rozprawy podejmuje aktualny temat dotyczący poszukiwania rozwiązań technologicznych umożliwiających uzyskanie nowych produktów spożywczych przy wykorzystaniu materiałów pochodzenia roślinnego.

Cel rozprawy, jakim było opracowanie receptur i sposobu wytwarzania lodów spożywczych z zastosowaniem wybranych stabilizatorów, modyfikacji procesu technologicznego, z wykorzystaniem wyselekcjonowanych surowców i dodatków, pozwalające na ograniczenie procesu rekrytalizacji w lodach tradycyjnych oraz wegańskich, został osiągnięty. Podjęta przez Doktorantkę analiza zależności pomiędzy charakterystyką zastosowanych komponentów, cechami opracowanych mieszanek oraz charakterystyką uzyskanych lodów mlecznych i wegańskich uzyskiwanymi z wykorzystaniem modyfikacji procesu technologicznego, pozwoliła na porównanie wybranych komponentów i stabilizatorów oraz sposobów uzyskiwania nowych produktów. Założone hipotezy badawcze zostały potwierdzone rezultatami prac badawczych w skali laboratoryjnej zaprezentowanymi w niniejszej rozprawie.

Przedstawioną rozprawę doktorską oceniam pozytywnie. Stwierdzam, że rozprawa prezentuje ogólną wiedzę teoretyczną Doktorantki w dyscyplinie technologia żywności i żywienia oraz potwierdza umiejętność samodzielnego prowadzenia badań naukowych. Przytoczone w recenzji uwagi i komentarze do poszczególnych elementów opracowania nie umniejszają wartości naukowej badań prowadzonych przez Doktorantkę. Autorka wykazała się umiejętnością rozwiązania problemu badawczego, przeprowadzenia eksperymentu, opracowania i interpretacji uzyskanych rezultatów, przeprowadzenia dyskusji naukowej podsumowanej wnioskowaniem.

Stwierdzam, że rozprawa złożona przez Panią mgr inż. Annę Kot odpowiada wymaganiom stawianym rozprawom doktorskim zgodnie z art. 187 ust. 1-3 Ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. z 2023, poz. 742) stawiane osobom ubiegającym się o stopień naukowy doktora i wnioskuję do Rady Dyscypliny Technologia Żywności i Żywnienia SGGW w Warszawie o przyjęcie rozprawy i dopuszczenie Pani mgr inż. Anny Kot do publicznej obrony.

Agnieszka Wójcik

Lublin 21.12.2023