

dr hab. Marek Gancarz, prof. URK  
Uniwersytet Rolniczy im. H. Kołłątaja w Krakowie  
Wydział Inżynierii Produkcji i Energetyki  
Katedra Inżynierii Bioprocusów, Energetyki i Automatykacji  
ul. Balicka 116 B  
30-149 Kraków

Kraków, 15.05.2023 r.

## RECENZJA

### **rozprawy doktorskiej mgr inż. Sybilli Sary Nazarewicz pt. „Zastosowanie ultradźwięków w kształtowaniu właściwości lodów z udziałem oleożeli”**

**Promotor rozprawy: dr hab. inż. Katarzyna Kozłowicz, prof. uczelni**

#### **Podstawa formalna wykonania recenzji**

Recenzję wykonano na podstawie pisma Przewodniczącego Rady Dyscypliny Inżynieria Mechaniczna Uniwersytetu Przyrodniczego w Lublinie, prof. dra hab. Dariusza Andrejko z dnia 24.03.2023 roku.

#### **Uwagi ogólne**

Rozprawa doktorska mgr inż. Sybilli Sary Nazarewicz ma układ poprawny. Składa się z 8 rozdziałów głównych i 20 podrozdziałów zawierających kolejne 32 podrozdziały. Z uwagi na interdyscyplinarność badanego problemu tak duża liczba rozdziałów i podrozdziałów jest uzasadniona. W przeglądzie literatury doktorantka omawia strukturę lodów, jakie funkcje pełnią poszczególne składniki, charakteryzuje metody otrzymywania oleożeli, oraz charakteryzuje oleje użyte do badań. W dalszej części przeglądu literatury opisuje technologię produkcji lodów i na koniec tego rozdziału charakteryzuje ultradźwięki. Całość opracowania liczy 138 stron i zawiera 62. tabele oraz 37 prezentacji graficznych, w tym 18 wykresów przedstawiających wyniki badań, 6 zdjęć przedstawiających strukturę lodów z udziałem oleju lub oleożelu na bazie oleju zastosowanych do badań wykonanych metodą skaningowej mikroskopii elektronowej w powiększeniu 500 krotnym. W pracy zamieszczony jest 16. stronicowy aneks, w którym znalazły się wyniki zawarte w 8. tabelach, dotyczące zawartości kwasów tłuszczowych w badanych olejach (1. tabela), masy stopionych lodów w funkcji czasu dla lodów z udziałem oleju i oleożeli (6 tabel) oraz skalę punktową do przeprowadzenia akceptowalności konsumenckiej (1. tabela), a także 6 rysunków przedstawiających przepływ ciepła w funkcji temperatury metodą DSC dla lodów z udziałem użytych w badaniach olejów i oleożeli na bazie tych olejów, jak również spis rysunków, a także spis tabel. Część eksperymentalną pracy zamyka rozdział wyniki badań i ich dyskusja oraz 12 wniosków. Literatura obejmuje 206 pozycji, z czego większość to pozycje obcojęzyczne pochodzące z ostatnich lat.

### **Ocena merytoryczna pracy**

Interdyscyplinarny charakter eksperymentu oraz zakres prac badawczych wymusza od Autorki przeprowadzenia wielowątkowego przeglądu literatury. W pierwszym podrozdziale 2.1. dokonuje charakterystyki struktury lodów, omawia skoncentrowaną ciągłą fazę niezamrożonego roztworu, powstanie kryształków lodu podczas zamrażania z wolnej wody zawartej w mieszance lodowej, występowania pęcherzyków powietrza, kuleczek i skupisk tłuszczu oraz strukturę białek i stabilizatorów ponieważ każda z wymienionych struktur i faz wpływa na fizyczne i sensoryczne właściwości lodów.

W podrozdziale 2.2. omawia funkcje składników w lodach, które mają wpływ na strukturę lodów, a więc białka mleka, tłuszcz i emulgatory oraz te, które wpływają na parametry sensoryczne i stabilność przechowywania, czyli cukry i stabilizatory.

W podrozdziale 2.3. przedstawia charakterystykę otrzymywania oleozeli, by w podrozdziale 2.4. dokonać pełnej charakterystyki olejów z sezamu, awokado i pestek winogron, które wykorzystwała w badaniach.

Podrozdział 2.5. przedstawia technologię produkcji lodów opisujący dozowanie i mieszanie składników, pasteryzację i homogenizację, proces dojrzewania, następnie zamrażania i hartowania.

W kolejnym podrozdziale 2.6. Doktorantka zajmuje się charakterystyką ultradźwięków, skupiając się na metodach ich wytwarzania. Wymienia metodę mechaniczną, termiczną, optyczną i metodę elektryczno-magnetyczną. W dalszej części podrozdziału przedstawia rodzaje fal ultradźwiękowych charakteryzując falę podłużną, falę poprzeczną, powierzchniową, podpowierzchniową, płytową i na końcu falę Love'a, która jest rodzajem fali poprzecznej rozchodzącej się w cienkiej warstwie materiału znajdującego się na podłożu o innych parametrach. Opisuje również zjawiska związane z rozchodzeniem się fal i ich zachowaniem na granicy dwóch ośrodków. Wyjaśnia zjawisko odbicia fali ultradźwiękowej na granicy dwóch ośrodków padającej pod kątem prostym do granicy ośrodków oraz odbicie fali ultradźwiękowej na granicy dwóch ośrodków przy padaniu jej pod pewnym kątem. Następnie wyjaśnia kierunki zastosowania ultradźwięków.

Wobec wzrastającego zapotrzebowania na surowce stosowane jako prozdrowotne alternatywy produktów spożywczych otrzymywane różnymi technikami, bardzo trafnym, w mojej opinii jest wybór zakresu badawczego podjętego przez Doktorantkę.

W oparciu o powyższe zagadnienia mgr inż. Sybilla Sara Nazarewicz ustaliła zakres badań i podjęła się rozwiązywania następujących problemów naukowo-badawczych formułując je jako pytania:

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)?.

Doktorantka wyznaczyła główny cel pracy, którym było 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.

Praca doktorska mgr inż. Sybilli Sary Nazarewicz obejmuje szeroko zakrojony zakres badawczy, który z jednej strony wymaga znajomości oddziaływań fizycznych na ośrodki i zawiera interesujące aspekty badawcze, dotyczące wpływu ultradźwięków na właściwości fizyczne i chemiczne lodów, a także prowadzenia badań laboratoryjnych na żywności. Wszystkie te aspekty powodują, że podjęty przez mgr inż. Sybillę Sarę Nazarewicz w rozprawie doktorskiej temat ważny jest nie tylko z punktu widzenia rozwiązania nowego problemu badawczego, ale staje się istotnym zagadnieniem, nadającym pracy aplikacyjny charakter.

W pierwszym etapie prac Doktorantka łącznie opracowała 36 próbek lodów o masie 2 kg każda według opracowanych własnych receptur podanych tabelach oraz poddaniu tych próbek dwóm metodom obróbki termicznej. 18 prób poddano pasteryzacji i pozostałych 18 prób poddano obróbce ultradźwiękowej. Były to mieszanki poddane pasteryzacji lub działaniom ultradźwięków, które w swoim składzie zawierały 4, 5 i 6% udziału oleju z nasion sezamu, lub awokado, lub pestek winogron. Druga receptura lodów zawierała w swoim składzie mieszanki w ilości 6,8; 8,4 i 10% oleożeli pochodzących z olejów z nasion sezamu, lub awokado, lub pestek winogron, które to mieszanki również poddano pasteryzacji lub działaniom ultradźwięków. W tym miejscu Autorka nie wyjaśnia dlaczego skład mieszanki jest procentowo różny od siebie dla dodatku oleju wytlóconego z pestek użytych nasion i dla oleożeli pochodzących z tych olejów. Proszę o wyjaśnienie tej różnicy w dodatku.

W dalszym etapie badań Doktorantka sprawdziła właściwości fizyczne i skład chemiczny oleju analizując jego gęstość i lepkość, a także oznaczając zawartość kwasów tłuszczowych używając do tego celu metody wagowej, wiskozymetru i chromatografu gazowego. Następnie opisuje metodę otrzymania oleożeli oraz oznaczanie ich stabilności. W tych badaniach Doktorantka stwierdza, że gęstość olejów wykorzystanych w badaniach różniła się istotnie statystycznie. Olej z miąższu awokado wykazał się znacznie wyższą lepkością od pozostałych olejów. Najniższą lepkość osiągnął olej z pestek winogron. Analiza zawartości kwasów tłuszczowych, którą przeprowadziła doktorantka wykazała, że wykorzystane oleje w badaniach charakteryzują się wysoką zawartością niezbędnych nienasyconych kwasów tłuszczowych. W ocenie trwałości wiązania oleju z użytych nasion przeprowadzony został test stabilności. Otrzymane wartości wskaźnika stabilności świadczą o wysokiej trwałości oleożeli

ponieważ wynoszą 99,62% dla oleju z pestek winogron, 99,52% dla oleju z nasion sezamu i 99,01% dla oleju z miąższu awokado.

W kolejnym kroku Doktorantka przedstawia sposób uzyskania lodów i określa ich fizyczne właściwości poprzez wyznaczenie właściwości termicznych za pomocą różnicowego kalorymetru skaningowego, określa stopień napowietrzenia, wyznacza szybkość topnienia lodów i całkowity czas topnienia lodów, twardość i kleistość lodów, lepkość, barwę, a strukturę określiła za pomocą skaningowej mikroskopii elektronowej na zliofilizowanych próbkach. Dla tych wyników Doktorantka stwierdza, że obróbka ultradźwiękowa wpłynęła na obniżenie temperatury zamarzania w porównaniu do pasteryzacji. Również lody z udziałem oleożelu charakteryzują się wyższą temperaturą zamarzania w porównaniu do lodów z udziałem oleju. Uważa też, że obróbka ultradźwiękami wpłynęła na obniżenie ilości wymrożonej wody w porównaniu do pasteryzacji. Ponadto lody z udziałem oleożelu wykazały się wyższą ilością wymrożonej wody w przeciwieństwie do lodów z udziałem oleju. Tu mam pytanie, ponieważ Autorka odwołuje się w dyskusji do własnej opublikowanej pracy Nazarewicz i in. (2022), gdzie uzyskała dokładnie odwrotną zależność, mianowicie gdzie ilość wymrożonej wody była niższa dla lodów poddanych pasteryzacji, a wyższa dla lodów poddanych obróbce ultradźwiękowej. Czy Doktorantka może wyjaśnić skąd te różnice?

W dalszej części analizy wyników Doktorantka wnioskuje, że najniższe wartości ciepła topnienia wykazały lody z 4% udziałem oleju z nasion sezamu poddane obróbce ultradźwiękowej, natomiast najwyższe lody z 6% udziałem oleju z miąższu awokado poddane pasteryzacji. Kolejnym ważnym stwierdzeniem jakie formułuje jest to, że lody z 6% udziałem oleju z nasion sezamu poddane pasteryzacji charakteryzują się najniższym stopniem napowietrzenia, natomiast najwyższym lody z 10% udziałem oleożelu na bazie oleju z nasion sezamu, które poddano pasteryzacji. Stwierdza też, że obróbka ultradźwiękami wpłynęła na wzrost stopnia napowietrzenia lodów z udziałem oleju z nasion sezamu oraz oleju z pestek winogron, natomiast odwrotną zależność zaobserwowała dla lodów z udziałem oleożeli na ich bazie. Analizując wyniki Autorka podaje, że: „W badanych lodach z udziałem oleju z nasion sezamu, miąższu awokado i pestek winogron stopień napowietrzenia (puszystość) wahał się w przedziale od 31,08 do 44,53%, natomiast dla lodów z udziałem oleożeli na ich bazie od 28,94 do 52,49%.”. Tu nasuwa się kolejne stwierdzenie, że dodanie oleożeli na bazie olejów rozszerza zakres napowietrzenia nie tylko podwyższając stopień napowietrzenia dla próbki SOP10 (mieszanka z 10% dodatkiem oleożelu na bazie oleju z nasion sezamu poddane pasteryzacji) ale jednocześnie obniżając stopień napowietrzenia dla próbki SOU6,8 (mieszanka z 6,8% dodatkiem oleożelu na bazie oleju z nasion sezamu poddane działaniom ultradźwięków). Z kolei najkrótszy całkowity czas topnienia wykazała w wyniku przeprowadzonych badań dla lodów z 6% udziałem oleju z nasion sezamu poddane obróbce ultradźwiękowej, natomiast najdłuższym lody z 10% udziałem oleożelu na

bazie oleju z nasion sezamu poddane obróbce ultradźwiękowej. Stwierdza także, że lody z 10% udziałem oleożelu na bazie oleju z pestek winogron poddane obróbce ultradźwiękowej wykazały najniższą lepkość, natomiast najwyższą lody z 8,4% udziałem oleożelu na bazie oleju z miąższu awokado poddane pasteryzacji. Zaobserwowała, że proces dojrzewania wpływa na wzrost lepkości mieszanki lodowej, a obróbka ultradźwiękowa powoduje wzrost lepkości na każdym etapie powstawania lodów z udziałem oleju z nasion sezamu i pestek winogron, natomiast odwrotną zależność zaobserwowała dla udziału oleożelu na bazie oleju z nasion sezamu i z miąższu awokado. Jak wykazała Doktorantka, obróbka ultradźwiękami wpływa na wzrost twardości lodów zarówno z udziałem oleju i oleożelu na bazie oleju z nasion sezamu, miąższu awokado i pestek winogron. Najniższą kleistością charakteryzowały się lody z 4% udziałem oleju z pestek winogron poddane obróbce ultradźwiękowej, natomiast najwyższą lody z 6,8% udziałem oleożelu na bazie oleju z nasion sezamu poddane pasteryzacji. W przypadku oceny barwy podała, że obróbka ultradźwiękami wpływa na wzrost parametru  $L^*$  w lodach, w porównaniu do pasteryzacji. Stwierdziła też, że zastosowana obróbka ultradźwiękowa wpłynęła na obniżenie wartości parametru  $a^*$ . Ponadto podała, że lody z udziałem oleożeli na bazie oleju z nasion sezamu, miąższu awokado i pestek winogron charakteryzują się niższą wartością parametru  $a^*$  w porównaniu do lodów z udziałem olejów. Podała również, że obróbka ultradźwiękowa wpływa na obniżenie wartości parametru  $b^*$ . Podaje także różnice w nasyceniu ( $\Delta C^*$ ) i różnice tonu ( $\Delta H^*$ ). Według Autorki obróbka ultradźwiękowa wpływa na obniżenie nasycenia  $\Delta C^*$  w porównaniu do pasteryzacji, z kolei zastosowana obróbka ultradźwiękowa wpływa na wzrost różnicy tonu  $\Delta H^*$  w porównaniu do pasteryzacji. Ponieważ barwę każdego materiału można opisać jako punkt znajdujący się w przestrzeni utworzonej przez osie  $L^*$ ,  $a^*$  i  $b^*$  i porównać z innym punktem w tej przestrzeni poprzez wyznaczenie pomiędzy nimi odległości określanej jako całkowita różnica barwy  $\Delta E$ . Tutaj mam kolejne pytanie, dlaczego doktorantka nie wyznaczyła dodatkowej wartości określającej różnicę pomiędzy barwami w przestrzeni Lab, mianowicie wartości  $\Delta E$ , która jest odległością euklidesową pomiędzy dwoma punktami w przestrzeni trójwymiarowej?

W dalszej części rozdziału Autorka stwierdziła, że obróbka ultradźwiękami nie wpływa negatywnie na mikrostrukturę lodów w porównaniu do pasteryzacji. Dla lodów z udziałem oleożeli wykorzystanych w badaniach poddanych obróbce ultradźwiękowej zaobserwowała zwartą mikrostrukturę, co według Doktorantki wskazuje na niższy stopień napowietrzenia. Podała też, że obróbka ultradźwiękowa sprzyja redukcji wielkości kuleczek tłuszczu w wyniku kawitacji na nanocząsteczki. Ponadto zaobserwowała drobniejsze przestrzenie powstałe w wyniku wykształcenia się struktury drobnokrystalicznej lodu. W ocenie skaningowej mikroskopii elektronowej (SEM) nie podano metody analizy uzyskanych obrazów. Czy Doktorantka może podać jakich metod używała do analizy uzyskanych obrazów, na podstawie której sformułowała ten wniosek?

W przedostatnim kroku Doktorantka dokonuje analiz biochemicznych właściwości lodów wyznaczając skład chemiczny, wartości kaloryczne i pH, a analizę zawartości związków polifenolowych wykonuje metodą ultrasprawną chromatografię cieczową sprzężoną z detekcją mas. W tej części stwierdziła, że obróbka ultradźwiękowa wpłynęła na wzrost zawartości suchej masy w porównaniu do pasteryzacji. Jak podaje lody z udziałem oleożeli charakteryzowały się niższą zawartością suchej masy w porównaniu do lodów z udziałem olejów. Stwierdza, że lody poddane obróbce ultradźwiękowej charakteryzowały się niższą zawartością tłuszczu w porównaniu do lodów poddanych pasteryzacji. Ponadto lody z udziałem oleożeli na bazie oleju z nasion sezamu, miąższu awokado i pestek winogron wykazały się wyższą zawartością tłuszczu w porównaniu do lodów z udziałem olejów. Zaobserwowała również, że zawartość białka w lodach z udziałem oleożeli była niższa w porównaniu do lodów z udziałem olejów, a lody poddane obróbce ultradźwiękowej charakteryzowały się wyższą zawartością węglowodanów w porównaniu do lodów poddanych pasteryzacji. Wykazała, że zawartość węglowodanów w lodach z udziałem oleożeli była wyższa w porównaniu do lodów z udziałem olejów. Najniższą zawartością popiołu charakteryzowały się lody z 10% udziałem oleożelu na bazie oleju z pestek winogron poddane zarówno pasteryzacji, jak i obróbce ultradźwiękowej, natomiast najwyższą lody z 5% udziałem oleju z pestek winogron poddane obróbce ultradźwiękowej. Stwierdziła, że obróbka ultradźwiękowa wpłynęła na wzrost zawartości błonnika pokarmowego w lodach, a lody poddane obróbce ultradźwiękowej charakteryzowały się niższą wartością kaloryczną w porównaniu do lodów poddanych pasteryzacji. Z kolei jak wykazała, najniższą wartością pH wykazały się lody z 5% udziałem oleju z pestek winogron poddane pasteryzacji, natomiast najwyższą lody z 10% udziałem oleożelu na bazie oleju z nasion sezamu poddane obróbce ultradźwiękowej. Na koniec tej części Autorka stwierdza, że obróbka ultradźwiękowa nie wpływa negatywnie na zawartość wybranych związków z grupy flawonoidów. Mam pytanie, w ilu powtórzeniach Autorka wykonywała analizy metodą ultrasprawną chromatografię cieczową sprzężoną z detekcją mas oraz co zdecydowała w przypadku braku danego związku na jednym z chromatogramów w powtórzeniu?

W ostatnim kroku badań została oceniona akceptowalność konsumencka każdej próbki w odniesieniu do preferencji sensorycznych pół-wyszkolonego panelu składającego się z 11 osób (w tym 4 kobiet i 7 mężczyzn), którzy ocenili uzyskane lody za pomocą 5-stopniowej skali hedonicznej. W wyniku przeprowadzenia badań ankietowych oceniano konsystencję, smak, barwę, zapach oraz ogólną akceptowalność konsumencką. Tutaj stwierdza, że w przypadku lodów z udziałem oleju i oleożelu, najwyżej oceniona została konsystencja i barwa. Najniżej oceniono zapach. W przypadku lodów z udziałem oleju z pestek winogron najwyżej oceniona została barwa i zapach. Najniżej oceniono konsystencję. Ogólna akceptowalność konsumencka kształtowała się na dobrym poziomie. Najwyższą notę

uzyskały lody z 6% udziałem oleju z pestek winogron oraz 6,8% udziałem oleożelu na bazie oleju z pestek winogron poddane obróbce ultradźwiękowej, a najniższą lody z 5% i 6% udziałem oleju z miąższu awokado poddane pasteryzacji.

Zakres badań niezbędny do realizacji celu, jaki założyła mgr inż. Sybilla Sara Nazarewicz wymagał od Autorki poznania wielu metod statystycznych. W tym względzie Autorka wykazała się dojrzałością i dobrym przygotowaniem w projektowaniu doświadczeń oraz świadomością założeń oraz przeznaczeniem poszczególnych badań, a także wykorzystaniem nowoczesnych pakietów statystycznych i zastosowaniem odpowiedniej metody statystycznej do opracowania wyników, co pozwoliło Jej interpretować poprawnie wyniki w oparciu o logiczny i przemyślany cykl badawczy. Dlatego, do mocnych stron pracy należy zaliczyć sposób i zakres przeprowadzonych analiz statystycznych. Do określenia istotności różnic uzyskanych wyników dla poszczególnych próbek doktorantka zastosowała różne metody statystyczne. Aby porównać właściwości fizykochemiczne badanych lodów wykorzystowała jednoczynnikową analizę wariancji (ANOVA). Doktorantka przeprowadziła analizę post-hoc wykorzystując test porównań wielokrotnych Tukey'a, dla przyjętego poziomu istotności 0,05. Badania akceptowalności lodów przeprowadziła w oparciu o test rangowy Friedmana oraz test porównań parami Wilcoxon. Na podstawie tych testów stwierdziła, że istnieją istotne statystycznie różnice w ocenie akceptowalności konsumenckiej uzyskanych lodów udziałem oleju oraz oleożelami dla zastosowanego procesu pasteryzacji lub obróbki ultradźwiękami. W celu zbadania najważniejszych czynników determinujących właściwości fizyczne i chemiczne lodów wykorzystano analizę głównych składowych (PCA). Graficzne przedstawienie wyników analizy składowych głównych umożliwiło Doktorantce wykrycie struktury grupowania się prób, ich podobieństw i różnic oraz analizę zależności między badanymi właściwościami. Tutaj mam uwagę, aby opisując zależności przedstawione na rysunkach dla ułatwienia podawać w odpowiednich akapitach odwołanie do rysunku, który jest omawiany, z uwagi na dużą ilość rysunków.

W rozdziale Wnioski Autorka w formułuje 12 wniosków, na podstawie przeprowadzonych badań i analiz. We wniosku 10. stwierdza: „Analiza składowych głównych wykazała, że właściwości fizyczne i chemiczne lodów są determinowane udziałem oleożeli oraz rodzajem zastosowanej obróbki. Lody z udziałem oleożeli wykazują wyższe niż przeciętne cechy fizykochemiczne.”. Czy Autorka może wyjaśnić, co rozumie pod pojęciem „przeciętne cechy fizykochemiczne”?

Podsumowując, chcę podkreślić, że zakres prac eksperymentalnych został bardzo szeroko zakrojony i Autorka uzyskała wiele interesujących i wartościowych wyników z doświadczeń laboratoryjnych, które w mojej ocenie były prowadzone prawidłowo. Zaletą pracy jest również szeroki zakres badań z zastosowaniem metod fizycznych otrzymywania

lodów, a także wykorzystanie danych do tworzenia metod oceny jakości lodów, co jest mocną stroną przedstawionej pracy.

### **Uwagi redakcyjne**

Praca przygotowana jest starannie, mimo to Autorka nie ustrzegła się pewnych niedociągnięć głównie o charakterze edycyjnym, stąd w celu uniknięcia ich podczas przygotowania pracy do druku lub publikowania wyników w czasopiśmie naukowym oraz prowadzenia dalszych badań pragnę zwrócić uwagę na pewne zagadnienia oraz proponuję wprowadzić następujące niewielkie korekty:

- Występuje błędna nazwa rozdziału BIBLIOGRAFIA w wyniku zmienionej litery w tym wyrazie, występują braki wyrazu w zdaniu, braki litery w wyrazie, brak zakończenia otwartego nawiasu, braki spacji w zdaniu. Są to oczywiście błędy, które są łatwe do wyeliminowania.
- Na stronie 49 w rozdziale 4.2.3. jest niepełny opis metody zastosowanej do analizy zawartości kwasów tłuszczowych. Opis należy uzupełnić o ilość przepływu azotu na jednostkę czasu jako zastosowanego gazu nośnego.
- Na stronie 57 w Tabeli 5.1. gęstość jest podana z dokładnością do trzech miejsc po przecinku, a wartości odchylenia standardowego z dokładnością do dwóch miejsc po przecinku. Należy podać z taką samą dokładnością podane wyniki.
- Na stronie 62 analizując wyniki Autorka podaje, że: „W badanych lodach z udziałem oleju z nasion sezamu, miąższu awokado i pestek winogron stopień napowietrzenia (puszystość) wahał się w przedziale od 31,08 do 44,53%, natomiast dla lodów z udziałem oleożeli na ich bazie od 28,94 do 52,49%.”. Tutaj nasuwa się kolejne stwierdzenie, że dodanie oleożeli na bazie olejów rozszerza zakres napowietrzenia nie tylko podwyższając stopień napowietrzenia dla próbki SOP10 (mieszanka z 10% dodatkiem oleożelu na bazie oleju z nasion sezamu poddane pasteryzacji) ale jednocześnie obniżając stopień napowietrzenia dla próbki SOU6,8 (mieszanka z 6,8% dodatkiem oleożelu na bazie oleju z nasion sezamu poddane działaniom ultradźwięków).
- W podrozdziale 5.3.6. zatytułowanym Ocena skaningowej mikroskopii elektronowej (SEM) nie podano metody analizy uzyskanych obrazów. Takie informacje powinny być podane, aby było można przeprowadzić analizę i na tej podstawie formułować wnioski.
- Na stronie 100. Autorka stwierdza „Obserwujemy silną korelację dodatnią pomiędzy ilością wymrożonej wody (FW), temperaturą zamarzania (Tf) i całkowitym czasem topnienia (CM) oraz między twardością (H) i parametrem L\* określającym barwę.”. Tak sformułowane stwierdzenie sugeruje, że występuje korelacja pomiędzy wszystkimi wymienionymi parametrami. Bardziej czytelne byłyby następujące stwierdzenia: „Obserwujemy silną korelację dodatnią pomiędzy ilością wymrożonej wody (FW),



temperaturą zamarzania ( $T_f$ ) a całkowitym czasem topnienia (CM). Taką samą korelację zaobserwowano między twardością (H) i parametrem  $L^*$  określającym barwę.”.

- W dyskusji dotyczącej właściwości fizycznych lodów Doktorantka opiera w dużej mierze na jednej i to własnej pracy. Sugeruję w przypadku publikacji wzbogacić ją o prace innych autorów dotyczące badanych zagadnień.

Wszystkie moje uwagi i pytania podaję jako wskazówki do wykorzystania w przyszłych badaniach i publikacjach oraz mam nadzieję, że mogą być pomocne przy doskonaleniu metod badania nie tylko w produkcji lodów.

### **Wniosek Końcowy**

Jeszcze raz podkreślam, że istotnym elementem pracy o najwyższej wartości było opracowanie nowej receptury lodów różnicując ich skład wybranymi rodzajami oleożeli oraz wprowadzeniu alternatywnej ultradźwiękowej metody ich obróbki. Istotną część pracy stanowią wyniki uzyskane podczas oceny akceptowalności konsumenckiej każdej próbki lodów w odniesieniu do preferencji sensorycznych.

W oparciu o dobraną metodykę badań, uzyskane wyniki i ich analizę, a także wnioski końcowe można jednoznacznie stwierdzić, że założone przez mgr inż. Sybillę Sarę Nazarewicz cele zostały osiągnięte, a strona merytoryczna pracy jest poprawna i starannie przeprowadzona została analiza statystyczna. Tytuł rozprawy „**Zastosowanie ultradźwięków w kształtowaniu właściwości lodów z udziałem oleożeli**” odpowiada celowi pracy, w której opracowano recepturę 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, stanowi oryginalne rozwiązanie problemu naukowego oraz wykazuje ogólną wiedzę teoretyczną Doktorantki w zakresie inżynierii mechanicznej i uważam, że rozprawa doktorska 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 tym przedkładam wniosek do Rady Dyscypliny Inżynieria Mechaniczna Uniwersytetu Przyrodniczego w Lublinie o dopuszczenie mgr inż. Sybilli Sary Nazarewicz do dalszego toku przewodu doktorskiego oraz proponuję wyróżnienie pracy.

*Gancarz Marek*

