

Opole, dnia 10.12.2024 r.

Prof. dr hab. inż. Jolanta Królczyk
Katedra Technologii Maszyn i Materiałoznawstwa
Wydział Mechaniczny
Politechnika Opolska
ul. Prószkowska 76, 45-758 Opole

RECENZJA

rozprawy doktorskiej mgr inż. Emilii Osmólskiej

pt.: „**Kształtowanie jakości napojów owocowo-warzywnych poprzez dodatek sumaka (*Rhus coriaria* L.) i obróbkę plazmową z użyciem reaktora ze ślizgającym się łukiem**”.

Promotor pracy doktorskiej: dr hab. inż. Agnieszka Starek-Wójcicka, prof. uczelni (Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie)

1

1. Podstawa opracowania recenzji

Podstawą opracowania recenzji jest pismo Pana prof. dr hab. Dariusza Andrejko Przewodniczącego Rady Dyscypliny Inżynieria Mechaniczna Uniwersytetu Przyrodniczego w Lublinie z dnia 25.10.2024 r. Opracowanie recenzji powstało według wytycznych zawartych w umowie o dzieło.

2. Znaczenie podjętej tematyki badawczej

Dostarczona do recenzji praca doktorska pt. „**Kształtowanie jakości napojów owocowo-warzywnych poprzez dodatek sumaka (*Rhus coriaria* L.) i obróbkę plazmową z użyciem reaktora ze ślizgającym się łukiem**”, której autorem jest Pani mgr inż. Emilia Osmólska poświęcona została ważnym zagadnieniom w dziedzinie nauk technicznych. Kształtowanie jakości napojów owocowo-warzywnych za pomocą nowoczesnych metod obróbki żywności w celu przedłużenia jej trwałości jest ważnym tematem poprawy bezpieczeństwa mikrobiologicznego. Zastosowanie zimnej plazmy atmosferycznej jest obiecującą technologią niskotemperaturowej obróbki, która wymaga intensywnych badań w celu poszerzenia stanu wiedzy w tym obszarze. Istnieje potrzeba utrwalania żywności, która w jak największym stopniu zachowa właściwości fizykochemiczne żywności z utrzymaniem jej bezpieczeństwa mikrobiologicznego. Soki owocowo-warzywne należą do produktów, które wyjątkowo szybko ulegają zepsuciu, stad też wydłużenie okresu przydatności do spożycia jest istotnym czynnikiem poprawy bezpieczeństwa żywnościowego. Psucie się żywności może zagrażać zdrowiu i życiu ludzi, ale również generuje straty finansowe w przemyśle spożywczym. Praca doktorska podejmuje także temat dodatku do żywności w postaci sproszkowanego owocu sumaka. Poszukiwanie dodatków do żywności, które przyczyniają się do poprawy jakości produktów spożywczych wpisuje się w najnowsze trendy naukowe oraz rynkowe w tym obszarze. Podsumowując tematyka pracy jest nie tylko istotna z naukowego punktu widzenia, ale również wyniki analiz mogą przyczynić się do poprawy bezpieczeństwa i jakości żywności, co jest jednym z priorytetowych zadań w dzisiejszym świecie.

3. Ocena układu rozprawy doktorskiej, w tym informacje o jej poszczególnych częściach składowych (ogólna charakterystyka pracy)

Rozprawa składa się z cyklu publikacji (6), monografii oraz dwóch patentów. Doktorantka przygotowała opis swojego osiągnięcia, które zawarła na 50 stronach opisu, wskazując kolejno: streszczenie, wprowadzenie, cele i problemy badawcze, materiał i metody badań, analizę jakościową napojów, omówienie najważniejszych wyników badań wraz z dyskusją, podsumowanie i wnioski, bibliografię pomocniczą oraz spis rysunków. Dokumentacja zawiera wszystkie publikacje, patenty, monografię oraz oświadczenia Doktorantki oraz współautorów dotyczące ich wkładu w przygotowanie opublikowanych prac naukowych.

Układ pracy jest właściwy, a wszystkie publikacje wraz z patentami oraz monografią tworzą razem logiczną całość. Należy zauważyć staranność opracowania dokumentacji, nie tylko pod względem układu, ale również pod względem graficznym. Wykresy oraz tabele są precyzyjnie opisane, a w tekście znajduje się odwołanie do każdego rysunku, tabeli czy wykresu. Autorka posługuje się poprawnym językiem. Rysunki wykonane są starannie oraz wplecione są umiejętnie w całość. Recenzowana dysertacja mieści się w nurcie współczesnych kierunków badań inżynierii mechanicznej, w tym w szczególności w obszarze inżynierii rolniczej. Zgodnie z nową klasyfikacją dziedzin i dyscyplin a wcześniej obowiązującym wykazem i systematyką OECD inżynieria rolnicza wchodzi w skład inżynierii mechanicznej. Zastosowane w pracy metody badawcze wraz ze statystycznym opracowaniem wyników pozwoliły na zgłębienie podejmowanej tematyki. Badania przedstawione w pracy są nowatorskie i niezwykle ciekawe. Z pewnością jest to kierunek warty dalszej szczegółowej analizy z uwzględnieniem wdrożenia wyników prac B+R do praktyki przemysłowej. W tym aspekcie należy podkreślić i docenić kierunek podejmowanych badań przez pracowników Uniwersytetu Przyrodniczego w Lublinie.

Oceniana praca zawiera podstawowe elementy pracy doktorskiej oraz ma charakter naukowo-badawczy. Treść rozprawy doktorskiej w postaci cyklu publikacji jest zgodna z tytułem. Cel rozprawy został spełniony, a wnioski znajdują potwierdzenie w opracowaniu wyników badań.

4. Ocena zastosowanego piśmiennictwa w ramach rozprawy doktorskiej

Pozycje literaturowe zaprezentowane są szczegółowo i bardzo obszernie w poszczególnych publikacjach stanowiących łącznie jednotematyczny cykl publikacji (w publikacji [1] zawarto 203 referencje, w publikacji [2] 90 referencji, w monografii [3] 289 referencji, w publikacji [6] 44 referencje, w publikacji [7] 26 referencji, w publikacji [8] 36 referencji, w publikacji [9] 62 referencje). Przywołana bibliografia we wszystkich publikacjach oraz w monografii odnosi się do właściwej i adekwatnej literatury przedmiotu badań. Wymienione w bibliografii publikacje są właściwie dobrane i prezentują badania prowadzone w ostatnich latach w tematyce rozprawy. W dokumencie zbiorczym omówienia wyników badań umieszczono 101 pozycji literaturowych, które są prawidłowo dobrane. Na podstawie dostępnej literatury Doktorantka przedstawiła teorię oraz istniejący stan wiedzy i zakres prac B+R w tematyce doktoratu do tej pory przedstawionych w literaturze światowej przez innych badaczy.

5. Wskazanie oraz ocena celu pracy kandydata

Doktorantka sformułowała cel naukowy pracy następująco: celem naukowym prowadzonych badań było kształtowanie jakości napojów owocowo-warzywnych poprzez dodatek sumaka (*Rhus coriaria* L.) i obróbkę plazmową z użyciem reaktora ze ślizgającym się łukiem.

Realizacja celu pracy wpisuje się w aktualne trendy i promocję zdrowego trybu życia poprzez dostarczanie organizmowi witamin, minerałów, błonnika pokarmowego, pektyn oraz antyoksydantów. Soki tłoczone NFC (Not From Concentrate) oraz smoothie są coraz częściej chętnie wybierane przez konsumentów. Niestety część soków może tracić na jakości w wyniku prowadzonej obróbki termicznej, np. pasteryzacji, która niszczy wrażliwe na ciepło witaminy, enzymy i związki smakowe. Dlatego Doktorantka skierowała swoje badania w kierunku obróbki, która pozwala na utrwalanie żywności z jednoczesnym zachowaniem bądź ograniczeniem zmian właściwości fizykochemicznych soków powstających w wyniku obróbki termicznej.

Doktorantka sformułowała kilka problemów badawczych, aby zrealizować postawiony w pracy cel:

- Czy dodatek przyprawy sumak (*Rhus coriaria* L.) korzystnie wpływa na jakość świeżo przygotowanych soków oraz smoothie?

- Czy parametry procesu obróbki zimną plazmą prowadzą do przedłużenia trwałości świeżo tłoczonych soków przy jednoczesnym zachowaniu ich właściwości fizykochemicznych?

- Czy zastosowanie obróbki kombinowanej pozwala zwiększyć ilość substancji biologicznie aktywnych i zapewnić bezpieczeństwo mikrobiologiczne świeżo przygotowanego soku?

Na te wszystkie pytania Pani mgr inż. Emilia Osmólska odpowiedziała w wybranych publikacjach prezentowanych w cyklu publikacji, a podsumowanie prac B+R wraz z omówieniem wyników przedstawione jest dodatkowo w dokumencie opracowania zbiorczego.

6. Wskazanie oraz ocena zastosowanych metod badawczych

Doktorantka prowadziła prace badawcze w okresie 2021-2024 r. Analizy fizykochemiczne oraz mikrobiologiczne wykonywane były w laboratorium Katedry Biologicznych Podstaw Technologii Żywności i Pasz Uniwersytetu Przyrodniczego w Lublinie, natomiast obróbka soków zimną plazmą atmosferyczną oraz analiza mikrostruktury prowadzone było w Katedrze Elektrotechniki i Technologii Inteligentnych Politechniki Lubelskiej.

Materiałem do badań był sok z marchwi odmiany Nerac F1, sok z pomidorów odmiany Bekas oraz smoothie z marchwi odmiany Nerac oraz z bio bananów. Soki uzyskano przy użyciu wyciskarki wolnoobrotowej, natomiast smoothie otrzymano z wykorzystaniem homogenizatora. Sumak garbarski mielono w młynku laboratoryjnym do poziomu ziarnistości 0,5 mm.

Do obróbki plazmą wykorzystano jednofazowy reaktor ze ślizgającym się łukiem (Gliding Arc Discharge) pracujący pod ciśnieniem atmosferycznym. Układ do obróbki za pomocą plazmy wyposażony był w mieszadło magnetyczne oraz mieszadła pokryte teflonem. Czas obróbki soków wynosił od 30 do 1200 s. Pomiar temperatury wykonany został miernikiem temperatury z termoparą typu K. Maksymalną zaobserwowaną temperaturą było 39°C. Próbkę badawczą przechowywano w warunkach chłodniczych.

Analiza jakościowa soków polegała na określeniu kilku wartości:

- ogólnej liczby mikroorganizmów tlenowych oraz liczby drożdży i pleśni,
- kwasowości czynnej (pH),
- kwasowości ogólnej,
- całkowitej zawartości substancji rozpuszczalnych,
- całkowitej zawartości karotenoidów i likopenu,
- zawartości polifenoli,
- zawartości witaminy C,
- barwy,
- analiza mikrostruktury próbek.

Wyniki badań zostały opracowane statystycznie w programie Statistica 10. Metodyka została poprawnie dobrana pod kątem analiz fizykochemicznych. Zastosowana metoda obróbki plazmą jest nowatorska w kontekście analiz soków z marchii, pomidora oraz smoothie marchwiowo-bananowego.

7. Ocena części rozprawy doktorskiej dotyczącej omówienia wyników badań

Doktorantka rozpoczęła omówienie najważniejszych wyników od prezentacji pracy przeglądowej zatytułowanej „*Juice quality with multisensor systems – a review*” [1]. Praca ta wprowadza w tematykę nowoczesnych urządzeń badających jakość, bezpieczeństwo i autentyczność produktów spożywczych. Publikacja prezentuje analizę stanu wiedzy w zakresie elektronicznego nosa i elektronicznego języka. Artykuł przedstawia opis możliwości tych technik w ocenie jakości oraz profili smakowych i soków.

Drugi artykuł „*Effect of high-powered ultrasound on bioactive compounds and microbiological stability of juices-review*” [2] prezentuje różne metody generowania ultradźwięków. Metoda ta jest alternatywą dla obróbki termicznej. Zaprezentowano porównanie sprzętu oraz najnowsze osiągnięcia w zakresie konstrukcji tych urządzeń. Dokonano analizy wpływu ultradźwięków na właściwości fizyczne i chemiczne soków. Na podstawie przeprowadzonego porównania różnych sprzętów w tej technologii omówiono możliwe perspektywy rozwoju technologii ultradźwiękowych, które mogą przyczynić się do poprawy efektywności utrwalania napojów z owoców i warzyw. Udowodniono, że ultradźwięki mają niszczący wpływ na drobnoustroje poprzez uszkodzenia komórek i struktur tkankowych. Do zalet tej metody można zaliczyć poprawę jakości soków poprzez zwiększenie zawartości substancji bioaktywnych oraz zachowanie naturalnych cech sensorycznych ocenianych przez pryzmat konsystencji, barwy, smaku i zapachu.

Obszernym dziełem, którego współautorką jest Doktorantka jest monografia „*Niekonwencjonalne metody utrwalania produktów rolno-spożywczych*” [3]. Książka szczegółowo prezentuje charakterystykę sektora rolno-spożywczego ze szczególnym uwzględnieniem konwencjonalnych oraz nowoczesnych metod obróbki produktów żywnościowych. W książce Autorzy przedstawili nowoczesne metody obróbki, tj. pulsacyjne pole elektryczne, ozonowanie, wysokie ciśnienie hydrostatyczne (HPP), ultradźwięki – sonifikację oraz plazmę nietermiczną. W kontekście cyklu publikacji, który złożyła do oceny Doktorantka pt. „*Kształtowanie jakości napojów owocowo-warzywnych poprzez dodatek sumaka (*Rhus coriaria* L.) i obróbkę plazmową z użyciem reaktora ze ślizgającym się łukiem*” przedstawienie aspektów technicznych metody utrwalania żywności przy użyciu plazmy nietermicznej jest szczególnie istotne. Tradycyjnie zimna plazma była wytwarzana w warunkach niskiego ciśnienia, co powodowało ograniczone możliwości wykorzystania tej metody, jednak obecnie wytwarzanie zimnej plazmy jest możliwe przy ciśnieniu atmosferycznym, co zwiększa możliwości wykorzystania tej metody. Książka oprócz opisu wybranych innowacyjnych sposobów przedłużania trwałości produktów spożywczych, co stricte wpisuje się w tematykę doktoratu, opisuje również zagadnienia bezpieczeństwa i jakości żywności produkowanej w Polsce, prezentuje zarys historyczny i znaczenie stosowania konwencjonalnych metod utrwalania żywności oraz przedstawia szanse i zagrożenia wynikające ze stosowania niekonwencjonalnych metod utrwalania żywności. Praca ta stanowi obszernie wprowadzenie do tematyki doktoratu wraz z publikacjami [1] i [2], szczególnie w kontekście opisu szczegółów niekonwencjonalnych metod utrwalania żywności, w tym obróbki plazmowej.

Doktorantka jako część swojego dzieła pt. „*Kształtowanie jakości napojów owocowo-warzywnych poprzez dodatek sumaka (*Rhus coriaria* L.) i obróbkę plazmową z użyciem reaktora ze ślizgającym się łukiem*” wykazała dwa patenty: „*Sposób kondycjonowania soku sumakiem*” P.243354 [4] oraz „*Sposób kondycjonowania soku sumakiem i plazmą w systemie stacjonarnym*” P.243355 [5]. Przedmiotem wynalazku [4] jest sposób kondycjonowania świeżo tłoczonego soku z marchwi i pomidora przez

dodatek sumaka ze sproszkowanego owocu sumaka, który to sposób przedłuża przydatność do spożycia. Szczegóły otrzymanych wyników badań zaprezentowano w Tab. 1 i 2 patentu [4]. W tabeli zaprezentowane są wyniki ogólnej liczby drobnoustrojów tlenowych po 24, 48, 72 godzinach, przydatność do spożycia po tym czasie, zawartość karotenoidów po 24, 48 i 72 godzinach w zależności od ilości dodanego sumaka do soku w ilości 1, 10, 20 i 30 g/L. Kolejny patent [5] jest kontynuacją tematyki opracowanej w badaniach przedstawionych w dokumencie [4]. Tutaj Doktorantka wraz z zespołem twórców patentu skupiła się na przedłużeniu przydatności do spożycia soku pomidorowego i marchwiowego świeżo tłoczonego. Obróbka prowadzona była za pomocą nietermicznej plazmy przy ciśnieniu atmosferycznym. Napój wzbogacany był sumakiem w ilości od 0,1 do 3,0 g na 100 ml soku, a obróbka trwała od 30 do 1200 s. Wykorzystanie wspomnianego rodzaju obróbki nietermicznej wraz z zastosowaniem sproszkowanego owocu sumaka powodowało eliminację drobnoustrojów, która to eliminacja zależała od dawki sumaka i czasu trwania utrwalania. Wyniki prac B+R wskazały, iż całkowita eliminacja mezofilnych tlenowych mikroorganizmów nastąpiła z udziałem sumaka w ilości 3,0 g/100 ml i utrwalaniu plazmą przez 1200 s po 3 dniach przechowywania. Ciekawą obserwacją jest wykrycie zależności, iż wraz ze wzrostem ilości użytego sumaka i wydłużaniem czasu niskotemperaturowego przetwarzania rosła ogólna zawartość karotenoidów. Rezultaty prac przedstawione są w tabeli 1 i 2 w następującym układzie: czas obróbki plazmą (30, 300, 600, 1200 s), częstotliwość zasilania (10, 50, 200, 50 kHz), ilość dodanego do soku sumaka (1, 5, 15, 30 g/L). Otrzymane wyniki badań to następujące parametry: ogólna liczba drobnoustrojów tlenowych po 24, 48, 72 godzinach, przydatność do spożycia po tym czasie, zawartość karotenoidów po 24, 48 i 72 godzinach w zależności od ilości dodanego sumaka do soku w ilości 1, 10, 20 i 30 g/L. Oczywiście w badaniach [4] i [5] porównano wyniki z próbą kontrolną, czyli bez dodatku sumaka i bez obróbki nietermicznej.

Przedstawione powyżej wyniki badań ujawnione w patencie [4] i [5] zostały uzupełnione i poszerzone w artykule „*Effect of supplementation of freshly pressed carrot juice with *Rhus coraria L.* on changes in juice quality*” [6]. Autorzy artykułu prezentują szczegółowe wyniki analiz jakości mikrobiologicznej i cech fizykochemicznych soku marchwiowego wzbogaconego dodatkiem sumaka w ilości 0,5, 1,5, i 3,0 g/100 ml przechowywanego w warunkach chłodniczych przez 72 h. Zaobserwowano, iż sumak ma działania przeciwdrobnoustrojowe. Zaobserwowano statystycznie istotne zwiększenie ogólnej zawartości kwasów soku zawierającego 3 g sumaka po 72 godzinach przechowywania. Artykuł prezentuje również analizę ilości polifenoli, karotenoidów, zawartość całkowitych rozpuszczonych substancji stałych w zależności od ilości dodatku sumaka oraz czasu przechowywania. Analiza uzupełniona jest ciekawą obserwacją zmian barwy soku prowadzonego metodą CIE Lab. Zaobserwowano istotną zmianę barwy soku, która może być dostrzeżona nawet dla niedoświadczonego obserwatora.

Rozwinięciem analiz zaprezentowanych w publikacji [6] jest artykuł „*Effects of the powered fruit of *Rhus coriaria L.* addition on quality attributes based on total polyphenols content of smoothie during storage*” [7]. Opisane powyżej w artykule [6] analizy jakości mikrobiologicznej i cech fizykochemicznych zostały w tej publikacji wykonane dla smoothie marchwiowo-bananowego. Dodanie sumaka do świeżo przygotowanych soków okazało się skuteczne w ograniczaniu rozwoju mikroorganizmów, a efekt był zależny od ilości użytego dodatku. Zastosowanie sumaka w ilości 3,0 g/100 ml przyniosło najlepsze rezultaty w eliminacji ogólnej liczby drobnoustrojów. Zaobserwowano obniżenie się pH bądź utrzymanie pH na tym samym poziomie dla dodatku sumaka na poziomie 0,5 i 1,5 g/100 ml. Dla dodatku sumaka 3 g odnotowano wzrost pH o 6%. Doktorantka wyjaśnia, iż zaobserwowane zmiany są wynikiem obecności kwasów w owocach sumaka, tj. kwas jabłkowy, cytrynowy, fumarowy, winowy i askorbinowy. Wykonane przez autorów analizy statystyczne wykazały, iż ilość dodanego sumaka miała istotny wpływ na kształtowanie się zmian zawartości karotenoidów oraz związków polifenolowych ogółem. W zakresie parametrów barw napojów przedstawiono wartości parametrów L, a oraz b oraz zaprezentowano występujące różnice po 3 dniach

przechowywania. Smoothie z dodatkiem sumaka charakteryzowały się znacznie większą stabilnością indeksu brązowienia niż próby kontrolne nawet po 3 dniach przechowywania.

Cykl publikacji uzupełnia artykuł opisujący ocenę jakości soku z pomidora po obróbce za pomocą zimnej plazmy atmosferycznej „*Quality of tomato juice as influenced by non-thermal air plasma treatment*” [8]. Doktorantka analizowała wpływ generowanej plazmy z gazem procesowym powietrze na właściwości fizykochemiczne, mikrobiologiczne oraz mikrostrukturę próbek. W analizie brano pod uwagę czas ekspozycji 30, 60, 120, 300 i 600 s. Jakość soku oceniano po 1, 3, 5 i 10 dniach przechowywania w warunkach chłodniczych. Stwierdzono istotny statystycznie wpływ wartości pH w próbach poddanych obróbce zimną plazmą w stosunku do próby kontrolnej. Stwierdzono również istotny statystycznie wzrost całkowitej zawartości rozpuszczalnych substancji stałych soku pomidorowego w stosunku do próby kontrolnej we wszystkich próbkach poddanych działaniu zimnej plazmy w piątym dniu eksperymentu. Wykazano, że sok po pięciu dniach przechowywania w warunkach chłodniczych był niezdatny do spożycia. Natomiast zauważono skuteczność działania zimnej plazmy po obróbce w przypadku 300 i 600 s. Pod względem zawartości likopenu próbki traktowane zimną plazmą wykazały się niezmienną zawartością tego składnika, natomiast dla próbki kontrolnej po piątym dniu zawartość likopenu spadła o ok. 6% w porównaniu do pierwszego dnia. Analiza wykazała również mniejszy spadek zawartości witaminy C w sokach poddanych działaniu plazmy. Autorzy publikacji wykonali również analizy mikroskopowe, który wykazały brak zmian w strukturach komórek pod względem karotenoidów dla próbek kontrolnych, jak i poddanych obróbce niskotemperaturowej. Analizy wykazały, iż obróbka plazmą poprawiła jakość mikrobiologiczną soku, jak i przyczyniła się do wzrostu substancji biologicznie czynnych w stosunku do próbki kontrolnej.

Na podstawie przeprowadzonych badań oraz przeprowadzonego przeglądu literatury Doktorantka sformułowała wniosek, iż zastosowanie metody kombinowanej, tj. dodatku sumaka wraz z zastosowaniem obróbki niskotemperaturowej w postaci zimnej plazmy pozytywnie wpływa na poprawę jakości i bezpieczeństwa świeżych soków owocowo-warzywnych. Artykuł prezentujący ww. wnioski został opublikowany w czasopiśmie Applied Science „*The effect of the addition of powered sumac (*Rhus Coriaria L.*) and cold plasma treatment on the quality of carrot juice*” [9]. Tutaj Autorzy dodawali 0,5 lub 3,0 g /100 ml sumaka do soku marchwiowego przed lub po 1200 s obróbki plazmą z użyciem reaktora ze ślizgającym się łukiem. Uzyskano 8 kombinacji próbek soku. Ocena jakości przeprowadzona była po 24, 48, 72 godzinach przechowywania w warunkach chłodniczych (6°C). Badania wykazały, iż dodatek sumaka w ilości 0,5 i 3,0 g/100 ml oraz poddanie działaniu plazmy przyczynia się do zmniejszenia ilości drobnoustrojów. Największe różnice obserwowano po 72 godzinach przechowywania. Najlepsze wyniki uzyskano dla dodatku sumaka w ilości 3,0 g/100 ml oraz zastosowania obróbki niskotemperaturowej. Taka kombinacja pozwoliła na przedłużenie okresu przydatności do spożycia do 72 godzin. Artykuł prezentuje też zmiany kwasowości soków, ogólną zawartość polifenoli oraz zmiany barwy ocenianej metodą CIE Lab.

Podsumowanie wyników prac Doktorantki zawiera odniesienie się do wyników badań otrzymanych przez innych badawczy. Prezentowane przez Doktorantkę wyniki badań dotyczące zastosowania sumaka jako środka utrwalającego i wzbogacającego są innowacyjne w kontekście soków owocowo-warzywnych. Brak jest publikacji w tym obszarze. Obszar badawczy Doktorantki wypełnia lukę wiedzy w tym obszarze. Opracowanie zbiorcze omawiające wszystkie publikacje i patenty zamyka podsumowanie otrzymanych wyników badań. Doktorantka formułuje istotne stwierdzenia i wnioski z badań. Wnioski korespondują z założonymi celami pracy i wynikają z przeprowadzonych badań i analizy wyników.

8. Informacje dotyczące praktycznego zastosowania uzyskanych wyników badań (jeśli dotyczy)

Nie dotyczy.

9. Ocena indywidualnego wkładu kandydata w powstanie pracy

W publikacji „*Juice quality with multisensor systems – a review*” [1] łącznie jest trzech współautorów. Doktoranta jest pierwszym autorem. Zgodnie z oświadczeniem Doktorantki dołączonym do cyklu publikacji Pani mgr inż. Emilia Osmólska tworzyła koncepcję artykułu, przygotowała oryginalną wersję roboczą, przygotowała strukturę maszynopisu oraz napisała treść publikacji, którą następnie edytowała. Należy uznać, że Doktorantka pełniła kluczową rolę w tym artykule.

W artykule „*Effect of high-powered ultrasound on bioactive compounds and microbiological stability of juices-review*” [2] Pani mgr inż. Emila Osmólska jest drugim współautorem w publikacji stworzonej łącznie przez czterech autorów. Doktorantka jest w tej publikacji autorem do korespondencji. Zgodnie z oświadczeniem Doktorantka opracowała koncepcję pracy, analizowała i interpretowała dane, przygotowała graficzne elementy pracy, sprawdziła tekst pod względem treści i pod względem merytorycznym. Również w tym artykule można uznać udział Doktorantki za kluczowy. Przeprowadzony obszerny przegląd literatury w tym artykule potwierdza dużą wiedzę w tematyce doktoratu w kontekście najnowszych osiągnięć wśród światowej literatury. Dzieło to pozwoliło ugruntować dostępną wiedzę w tematyce doktoratu.

Trzecie dzieło w cyklu publikacji Doktorantki to monografia „*Niekonwencjonalne metody utrwalania produktów rolno-spożywczych*” [3], w której Pani mgr inż. Emilia Osmólska jest pierwszym autorem spośród trzech autorów łącznie. Udział Doktorantki polegał na stworzeniu koncepcji, przygotowaniu oryginalnej wersji roboczej, zaprojektowaniu struktury monografii, wizualizacji, napisaniu treści w tematyce charakterystyki sektora rolno-spożywczego w Polsce, opisie rozdziału dotyczącego bezpieczeństwa i jakości żywności oraz opracowaniu podrozdziału na temat sonifikacji. Współautorka edytowała również tekst monografii. Dzieło to prezentuje przegląd niekonwencjonalnych metod utrwalania produktów rolno-spożywczych, co stanowi istotny wkład w kontekście opisu samej metody obróbki plazmą, która została wykorzystana w części badań do doktoratu.

Doktorantka wykazała w doktoracie dwa patenty: „*Sposób kondycjonowania soku sumakiem*” P.243354 [4] oraz „*Sposób kondycjonowania soku sumakiem i plazmą w systemie stacjonarnym*” P.243355 [5]. W wymienionych patentach udział Doktorantki w pracach zespołu polegał na opracowaniu nowej koncepcji, współudziale w zaprojektowaniu badań oraz wykonaniu części analiz spektrofotometrycznych. Patenty te potwierdzają niewątpliwie nowość rozwiązania polegającego na sposobie kondycjonowania soku sumakiem oraz sposobie kondycjonowania soku sumakiem i plazmą w systemie stacjonarnym. Należy pochwalić działania zespołu, w tym udział Pani mgr inż. Emilii Osmólskiej skierowane w celu ochrony własności przemysłowej swojego oryginalnego rozwiązania. Potwierdzono jednoznacznie nowość przedstawionego rozwiązania technologicznego.

Publikacja „*Effect of supplementation of freshly pressed carrot juice with *Rhus coraria* L. on changes in juice quality*” [6] stanowi wieloautorskie opracowanie, składające się z pięciu autorów, gdzie Doktorantka jest pierwszym autorem. Doktorantka opracowała koncepcję artykułu, opracowała metodologię, prowadziła walidację, analizę formalną, prowadziła badania, zapewniła zasoby do badań, pisała i przygotowywała oryginalny draft artykułu, dokonała przeglądu i edycji, jak również dokonała wizualizacji danych oraz zajmowała się administrowaniem badaniami. Prace te są kluczowe i najistotniejsze z punktu widzenia wkładu merytorycznego w artykuł. Artykuł jest starannie opracowany pod względem graficznym oraz opracowania statystycznego.

W artykule „*Effects of the powered fruit of Rhus coriaria L. addition on quality attributes based on total polyphenols content of smoothie during strage*” [7] Pani mgr inż. Emilia Osmólska jest pierwszym autorem. Praca posiada łącznie pięciu współautorów. W pracy Doktorantka opracowała pomysł na publikację, brała udział w zaprojektowaniu badań, prowadzeniu analiz, pisaniu, edycji oraz wizualizacji danych. Udział Doktorantki w tej pracy jest znaczący.

Wieloautorski artykuł „*Quality of tomato juice as influenced by non-thermal air plasma treatment*” [8] posiada łącznie dziesięciu współautorów. Udział Doktorantki w tej publikacji polegał na współtworzeniu koncepcji, prowadzeniu badań, gromadzeniu danych oraz redakcji manuskryptu. Tutaj rola Doktorantki jest skromniejsza niż w poprzednich publikacjach.

Ostatnim z artykułów w prezentowanym cyklu publikacji jest wieloautorski artykuł „*The effect of the addition of powered sumac (Rhus Coriaria L.) and cold plasma treatment on the quality of carrot juice*” [9]. Na pięciu autorów Doktorantka jest pierwszym autorem i była odpowiedzialna za opracowane koncepcji, brała udział w pracach eksperymentalnych oraz w pisaniu i korekcie manuskryptu. Są to kluczowe zadania w opracowaniu manuskryptu.

Podsumowując udział Doktorantki w prezentowanych powyżej publikacjach, monografiach oraz patentach jest znaczący, niejednokrotnie Doktorantka jest Autorem wiodącym (pierwszym), gdzie znaczna część najistotniejszych prac została wykonana osobiście przez Doktorantkę.

10. Informacja o ewentualnych nieprawidłowościach, które pojawiły się w ocenianej rozprawie doktorskiej

Poniżej wskaże na kilka uwag krytycznych, głównie o charakterze dyskusyjnym, które nasuwają się podczas czytania pracy. Są to jednak uwagi, po uwzględnieniu których praca nabrałaby większej czytelności i przejrzystości. Uwagi te nie wymagają ponownego złożenia rozprawy doktorskiej. Sformułowane w niniejszej recenzji uwagi nie umniejszają wartości pracy. Być może warto niektóre kwestie wyjaśnić, dlatego poniżej sformułowałam kilka pytań do dyskusji. Wybrane uwagi szczegółowe wyszczególniono poniżej:

- W badaniach wzbogacano sok sproszkowanym owocem sumaka w różnych ilościach (0,1-3,0 g/100 ml). Nie wyjaśniono na jakiej podstawie przyjęto taki zakres dodatku sumaka. Podobnie nie wyjaśniono na jakiej podstawie przyjęto zakres obróbki zimną plazmą w zakresie od 30 do 1200 s. Proszę o wyjaśnienie.
- Zastosowanie zimnej plazmy wydaje się obiecujące w praktyce przemysłowej. Czy Doktorantka widzi możliwość wdrożenia swojego rozwiązania w praktyce przemysłowej?
- Analiza powinna być uzupełniona o wyniki analizy sensorycznej przeprowadzonej przez zespół wykwalifikowanych panelistów. Bez tej analizy nie mamy informacji o akceptowalności smaków soków czy smoothie po obróbce z użyciem różnych dawek sumaka oraz zasadne byłoby sprawdzenie czy niekonwencjonalna obróbka służąca utrwaleniu produktów i przedłużająca przydatność do spożycia ma wpływ na cechy sensoryczne, czy nadal jest akceptowana przez konsumentów.
- W patencie „*Sposób kondycjonowania soku sumakiem i plazmą w systemie stacjonarnym*” P.243355 wskazano czas obróbki plazmą 30, 300, 600, 1200 s. Dla czasu 30 s przypisano ilość dodanego soku z sumaka na poziomie 1, dla 300 s 5 g sumaka, dla 600 s 15 g sumaka, dla 1200 s 30 g sumaka. Dlaczego zastosowano taki układ? Czy nie powinna być przeprowadzona szersza analiza, tj. dla każdego z czasów powinna być analizowana zależność ilości dodatku sumaka 1, 5, 15, 30 g/L (30 s + 1 g/L, 30 s + 5 g/L, 30 s + 15 g/L, 30 s + 30 g/L; 60 s + 1 g/L, itd.)?
- Ostatnia uwag krytyczna dotyczy opublikowania znaczącej części dzieł w wydawnictwie MDPI. Wydawnictwo to posiada niestety „złą sławę” i uważam, że warto było opublikować tak

ciekawe wyniki badań w czasopiśmie o uznanej światowej renomie. Treść publikacji, zawartość merytoryczna, układ pracy, opracowanie graficzne, jak i poprawnie zastosowane metody statystyczne w tych artykułach z powodzeniem mogły być opublikowane w czasopismach tj. Elsevier czy Springer. Ma to później długofalowy skutek dla Autorów w postaci większego zasięgu takich publikacji, co m.in. przekłada się na większą liczbę cytowań danej pracy.

11. Ocena czy rozprawa doktorska stanowi oryginalne rozwiązanie problemu naukowego

Praca stanowi oryginalne dzieło twórcze przedstawiające rozwiązanie problemu naukowego. Treść pracy jest zgodna z tematem podanym w tytule i z zadeklarowanym celem pracy. Praca została napisana starannie, zrozumiałym językiem i zgodnie ze schematem przyjętym dla prac doktorskich. Z rozprawy wynika, iż mgr inż. Emilia Osmólska pogłębiła swoją wiedzę oraz umiejętności badawcze i poznała literaturę przedmiotu, do którego należy temat pracy. Doktorantka przyczyniła się do rozwoju wiedzy naukowej.

9

12. Ocena czy rozprawa doktorska prezentuje ogólną wiedzę teoretyczną kandydata w dyscyplinie oraz umiejętność samodzielnego prowadzenia pracy naukowej

Przedstawioną do oceny rozprawę oceniam pozytywnie jako pracę wartościową. Podsumowując stwierdzam, iż rozprawa spełnia wymóg oryginalnego rozwiązania przez Autorkę zagadnienia naukowego, spełnia wymóg wykazania Jej ogólnej wiedzy teoretycznej w uprawianej dyscyplinie oraz wykazuje umiejętność samodzielnego prowadzenia przez Autorkę pracy naukowej.

13. Ocena formalna pracy

Ocena stanowiąca podstawę sformułowania merytorycznej oceny pracy jest pozytywna. Rozprawa doktorska Pani mgr inż. Emilii Osmólskiej stanowi oryginalne rozwiązanie zagadnienia naukowego. Rozprawa potwierdza umiejętność prowadzenia prac badawczych przez Autorkę i Jej wiedzę teoretyczną. Stwierdzam, iż recenzowana rozprawa spełnia wymogi Ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. - Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (t.j. Dz. U. z 2024 r. poz. 1571) w inżynierii mechanicznej. Przedkładam więc Radzie Naukowej Dyscypliny Inżynieria Mechaniczna wniosek o dopuszczenie mgr inż. Emilii Osmólskiej do publicznej obrony recenzowanej przeze mnie pracy pt. „Kształtowanie jakości napojów owocowo-warzywnych poprzez dodatek sumaka (*Rhus coriaria* L.) i obróbkę plazmową z użyciem reaktora ze ślizgającym się łukiem”.

Jołanta Osmólska

