

Kraków 30.05. 2022 r.

Prof. dr hab. inż. Grażyna Jaworska
Zakład Ogólnej Technologii Żywności i Żywienia Człowieka
Uniwersytet Rzeszowski w Rzeszowie

RECENZJA

pracy doktorskiej mgr inż. Igora Piotra Turkiewicza

pt. "Potencjalne wykorzystanie owoców pigwowca (*Chaenomels* ssp.) w otrzymywaniu innowacyjnych produktów o zaprogramowanych właściwościach prozdrowotnych" wykonanej w Uniwersytecie Przyrodniczym we Wrocławiu na Wydziale Biotechnologii i Nauk o Żywności w dyscyplinie technologia żywności i żywienia

Podstawa oceny; Wykonana na zlecenie Rady Dyscypliny Technologia Żywności i Żywienia Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu z dnia 26 kwietnia 2022 roku podpisanego przez Przewodniczącą prof. dr hab. Agnieszkę Kitę.

1. Wstęp

W przemyśle spożywczym wzrasta zainteresowanie wykorzystaniem zapomnianych lub mało znanych gatunków roślin. To zainteresowanie wynika z różnych przesłanek. Jedną jest potrzeba opracowywania nowych, innowacyjnych produktów, które zyskają zainteresowanie konsumentów na rynku charakteryzującym się dużą podażą produktów spożywczych. Drugą bardziej istotną przesłanką, jest poszukiwanie takich surowców, które charakteryzują się potencjałem biologicznym, wspomagającym funkcjonowanie organizmu człowieka. Owoce pigwowca są przykładem surowca o dużym potencjale przetwórczym, o czym świadczą jego cechy funkcjonalne oraz zasobność w składniki chemiczne, w tym biologicznie aktywne. Jednak owoce pigwowca charakteryzują się zróżnicowanym składem chemicznym, w tym zmieniającą się zawartością związków biologicznie aktywnych w zależności od wieku krzewów, środowiska, warunków klimatycznych i agrotechnicznych, a także gatunku i odmiany. Do związków biologicznie aktywnych, najczęściej wymienianych w kontekście analizy wartości prozdrowotnej owoców pigwowca oraz ich przydatności technologicznej należą związki fenolowe, w tym przede wszystkim flawonoidy i kwasy fenolowe oraz triterpenoidy, w tym związki z grupy ursulanów, lupulanów i oleanolanów. Istnieje wiele

udokumentowanych źródeł świadczących o działaniu farmakologicznym owoców pigwowca: przeciwutleniających,, przeciwzapalnych, przeciwbakteryjnych i przeciwwirusowych, przeciwnowotworowych oraz immunomodulacyjnych.

2. Ocena pracy

2.1 Ocena układu pracy i wymogów formalnych

Przedłożona do recenzji dysertacja doktorska składa się z 8 zasadniczych rozdziałów: (1) Wprowadzenia, (2) Celu i hipotezy, (3) Organizacji badań, (4) Wyników i dyskusji (5) Podsumowania i wniosków, (6) Literatury, (7) Załączników, (8) Życiorysu naukowego. Wprowadzenie poprzedza spis treści, wykaz prac wchodzących w cykl publikacji oraz streszczenia w języku polskim i w języku angielskim. Rozdziały od 1 do 7 na 52 stronach tekstu omawiają w sposób syntetyczny i jednoznaczny przeprowadzone badania. W załączniku (Rozdział 8) zamieszczono wszystkie opublikowane prace naukowe wraz z autorskimi oświadczeniami o sposobie udziału w poszczególnych publikacjach. Na końcu opracowania zamieszczono życiorys naukowy Autora dysertacji. Konstrukcja opracowania jest zwarta, jednoznaczna, a jednocześnie typowa dla prac doktorskich opracowywanych w oparciu o cykl publikacji. Zwraca uwagę wyróżniające opracowanie pracy pod względem edytorskim. Czcionka dobrze dobrana, uwypuklone tytuły rozdziałów.

2.2. Ocena cyklu publikacji

Jako rozprawę doktorską Pan mgr inż. Igor Turkiewicz zaprezentował cykl publikacji, składających się z następujących 6 artykułów naukowych:

1. Turkiewicz, I. P., Wojdyło, A., Tkacz, K., Nowicka, P., Golis, T., Bąbelewski, P. (2020). ABTS on-line antioxidant, α -amylase, α -glucosidase, pancreatic acetyl- and butyrylcholinesterase inhibition activity of Chaenomeles fruits determined by polyphenols and other chemical compounds. *Antioxidants*, 9(1), 60. Impact Factor: 6,313 punkty MEiN: 100 cytowania: 5
2. Turkiewicz, I. P., Wojdyło, A., Tkacz, K., Nowicka, P. (2020). Carotenoids, chlorophylls, vitamin E and amino acid profile in fruits of nineteen Chaenomeles cultivars. *Journal of Food Composition and Analysis*, 93, 103608. Impact Factor: 4,556 punkty MEiN: 100 cytowania: 3
3. Turkiewicz, I. P., Wojdyło, A., Lech, K., Tkacz, K., Nowicka, P. (2019). Influence of different drying methods on the quality of Japanese quince fruit. *LWT*, 114, 108416. Impact Factor: 4,952 punkty MEiN: 100 cytowania: 8

4. Turkiewicz, I. P., Wojdyło, A., Tkacz, K., Lech, K., Nowicka, P. (2020). Osmotic dehydration as a pretreatment modulating the physicochemical and biological properties of the Japanese quince fruit dried by the convective and vacuum-microwave method. *Food and Bioprocess Technology*, 13(10), 1801-1816. Impact Factor: 4,465 punkty MEiN: 100 cytowania: 3
5. Turkiewicz, I. P., Wojdyło, A., Tkacz, K., Lech, K., Michalska-Ciechanowska, A., Nowicka, P. (2020). The influence of different carrier agents and drying techniques on physical and chemical characterization of Japanese quince (*Chaenomeles japonica*) microencapsulation powder. *Food Chemistry*, 323, 126830. Impact Factor: 7,514 punkty MEiN: 200 cytowania: 6
6. Turkiewicz, I. P., Tkacz, K., Nowicka, P., Michalska-Ciechanowska, A., Lech, K., Wojdyło, A. (2021). Physicochemical characterization and biological potential of Japanese quince polyphenol extract treated by different drying techniques. *LWT*, 152, 112247. Impact Factor: 4,952 punkty MEiN: 100 cytowania: 1

Wszystkie w/w publikacje zostały opublikowane w czasopismach znajdujących się na liście czasopism MEiN. Impact Factor prac, liczony według wartości dla roku wydania wynosi 32,752, a łączna wartość wskaźnika naukometrycznego 700 pkt. Omawiane prace ukazały się w latach 2019-2021 w takich czasopismach naukowych jak *Antioxidants*, *Journal of Food Composition and Analysis*, *LWT* (2 prace), *Food and Bioprocess Technology* oraz *Food Chemistry*. Zgodnie z listą MEiN 4 podane wyżej czasopisma wycenione zostały na 100 pkt, a *Food Chemistry* na 200 pkt. Z zestawienia tego wynika, że publikacje składające się na osiągnięcie ukazały się w czasopismach o najwyższej randze w dyscyplinie technologia żywności i żywienia,

Zaprezentowane w cyklu publikacje są pracami zespołowymi, tworzonymi przez 4 do 6 współautorów. We wszystkich pracach Doktorant jest pierwszym autorem. Ponadto we wszystkich pracach współautorem jest również promotor rozprawy, prof. dr hab. inż. Aneta Wojdyło. W przesłanych materiałach zamieszczono oświadczenia współautorów poszczególnych publikacji, w których deklarowali sposób uczestniczenia w ich realizacji. Stwierdzam, że mgr inż. Igor Turkiewicz kierował projektami, z których finansowano badania, był współautorem naukowej koncepcji badań, wykonawcą lub współwykonawcą większości eksperymentów przedstawionych w pracach oraz współautorem opisu i interpretacji uzyskanych wyników oraz sformułowanych wniosków z przeprowadzonych badań. Co należy podkreślić badania, z których uzyskano wyniki do opublikowanych prac

były realizowane w ramach programu Diamentowy Grant VII (MEiN) nr DI2017 006347 pt. „Potencjalne wykorzystanie owoców pigwowca (*Chaenomeles* ssp.) w otrzymaniu innowacyjnych produktów o zaprogramowanych właściwościach prozdrowotnych” (4 prace) oraz Innowacyjny Doktorat (UP Wrocław) nr N070/0015/20 pt. „Modulowanie wartości odżywczej i właściwości funkcjonalnych owoców *Chaenomeles japonica* procesem odwadniania osmotycznego”.

2.3. Ocena merytoryczna badań

2.3.3. Ocena celu pracy

W rozdziale „Cel i zakres pracy” podano cel główny pracy. Celem cyklu publikacji było „określenie i wykorzystanie potencjału bioaktywnego owoców pigwowca (*Chaenomeles* ssp.) w otrzymaniu innowacyjnych produktów funkcjonalnych o zaprogramowanych właściwościach prozdrowotnych ukierunkowanych na prewencję i terapię wybranych stanów patologicznych związanych z chorobami cywilizacyjnymi”. W kontekście lektury całej dysertacji należy stwierdzić, że cel został zredagowany wzorowo, jednoznacznie i bardzo zwięźle, co wskazuje na już duże doświadczenie Autora w redakcji jednej z najtrudniejszych części pracy. Na podstawie celu pracy Autor sprecyzował jednoznaczną hipotezę badawczą oraz na tej podstawie określił 4 cele szczegółowe, określające sposób weryfikacji postawionej hipotezy badawczej.

2.3.2. Ocena organizacji badań i metodyki

Zamieszczenie rozdziału informującego o organizacji doświadczenia jest doskonałym rozwiązaniem, w kontekście oceny sposobu podejścia metodycznego do przeprowadzenia poszczególnych doświadczeń. W pierwszym podrozdziale opisującym „Materiał badawczy” szczególnie cennym jest zamieszczenie schematu 1 Ogólny schemat organizacyjny doświadczeń, wskazującego związek pomiędzy zaplanowanym doświadczeniem a opublikowaną pracą naukową. Drugim podrozdziałem rozdziału „Organizacja badań” jest „Metodyka”, w której przytoczono powołania na wykorzystane w doświadczeniach metody analityczne i opisano sposób statystycznego opracowania wyników. Takie syntetyczne przedstawienie organizacji doświadczenia jest wystarczające, bowiem w każdej z załączonych publikacji naukowych jest szczegółowo i bardzo dobrze przedstawiona metodyka badań. Lektura metodyki badań w przedłożonych pracach zwraca uwagę na perfekcyjnie zorganizowany warsztat badawczy. Analiza zamieszczonych metod pozwala także na

stwierdzenie, że Autor dysertacji zapoznał się i stosował całe spektrum metod analitycznych. W badaniach wykorzystano bowiem zarówno stosunkowo proste metody fizyko-chemiczne (miareczkowe, np. oznaczenie kwasowości miareczkowej), instrumentalne (oznaczanie pH, ekstraktu, lepkości, aktywności wody), spektrofotometryczne i fluorometryczne (oznaczenie aktywności przeciwutleniającej metodą ABTS, pomiar redukcji jonów żelaza FRAP, oznaczenie aktywności przeciwzapalnej), jak również najbardziej zaawansowane, przy wykorzystaniu wysokosprawnej chromatografii ciekowej (HPLC-DAD, HPLC-ELSD, UPLC-PDA, LC-MS/QTOF). Wykorzystane metody analityczne pozwalają na uzyskanie rzetelnych i miarodajnych wyników.

2.3.4. Umiejętność interpretacji i dyskusji uzyskanych wyników

W rozdziale „Wyniki i dyskusja” w sposób syntetyczny omówiono wyniki uzyskane w kolejnych pracach naukowych wchodzących w cykl publikacji. Rozdział ten podzielony został na pięć podrozdziałów: (1) Określenie składu chemicznego i potencjału biologicznego owoców *Chaenomeles* wybranych gatunków i odmian, (2) Wpływ wybranych metod i parametrów procesu suszenia owoców pigwowca dla zachowania najwyższej jakości suszu, (3) Opracowanie i optymalizacja otrzymywania suszu pigwowcowego z zastosowaniem odwadniania osmotycznego jako modulatora, (4) Mikroenkapsulacja jako innowacyjny sposób wykorzystania owoców pigwowca i stabilizacji związków bioaktywnych. (5) Optymalizacja technologii otrzymywania preparatu polifenolowego z owoców pigwowca metodami suszarniczymi. Zwrócić uwagę należy, że każdy z tych rozdziałów odpowiada na cele szczegółowe pracy i dodatkowo każdy z tych podrozdziałów analizuje wyniki uzyskane w kolejnych publikacjach naukowych. Zaproponowany podział jest logiczną prezentacją uzyskanych wyników badań.

W pierwszym etapie badań wykazano, że pomiędzy badanymi gatunkami i odmianami pigwowca, a analizowano 3 gatunki i 19 odmian owoców, występują statystycznie istotne różnice w zawartości badanych związków chemicznych, w tym przede wszystkim kwasu L-askorbinowego, kwasów organicznych, cukrów, karotenoidów, chlorofili, tokoferoli i tokotrienoli oraz związków fenolowych, jak również w potencjale przeciwutleniającym. Warto wskazać, że dominującą frakcją związków fenolowych owoców pigwowca były polimery procyjanidyn, które stanowiły 65% sumy tych związków. I głównie te związki były odpowiedzialne za potencjał przeciwutleniający owoców, co wykazało profilowanie on-line z kationorodnikiem ABTS^{*+}. Przeprowadzone badania wykazały również, że badane owoce pigwowca charakteryzowały się aktywnością przeciwcukrzycową, wykazując wysoki

potencjał hamowania α -amylazy i α -glukozydazy oraz lipazy trzustkowej. Natomiast zdolność do hamowania acetylocholinoesterazy, butyrylocholinoesterazy oraz 15-lipooxygenazy była uzależniona od gatunku i odmiany owoców pigwowca. Przeprowadzona dokładna analiza cech fizyko-chemicznych analizowanych gatunków i odmian pigwowca pozwoliła na wskazanie genotypów najzasobniejszych w związki bioaktywne i wykazujących największy potencjał prozdrowotny. Na podstawie badań przeprowadzonych w pierwszym etapie, do dalszych badań zaproponowano wykorzystanie owoców *Chaenomeles* gatunku *japonica*. Na tle innych gatunków charakteryzowały się one optymalną zawartością związków fenolowych, karotenoidowych i tokoferoli oraz ponadprzeciętnym potencjałem przeciwutleniającym ORAC. Nie bez znaczenia jest także fakt, że krzewy pigwowca japońskiego należą do najczęściej uprawianych w Polsce, a zatem są dostępne w obrocie towarowym. Zaprezentowane podejście jest bardzo racjonalne i świadczy o dojrzałości naukowej Doktoranta. Takie podejście ma też znaczenie z punktu widzenia aplikacyjnego przeprowadzonych badań. Dodać należy, że z charakterystyki cech fizykochemicznych surowca i ich właściwości prozdrowotnych opublikowano 2 prace naukowe w *Antioxidants* oraz w *Journal of Food Composition and Analysis*.

W kolejnym etapie badań określono wpływ metod i parametrów procesu suszenia owoców pigwowca na jakość suszu. Zastosowano takie metody suszenia jak suszenie sublimacyjne, konwekcyjne, mikrofalowo-próżniowe i kombinowane. W przypadku każdej metody weryfikowano różne parametry procesu. Wyniki tego etapu badań zostały opublikowane w pracy zamieszczonej w *LWT*. W tych badaniach parametrami jakościowymi porównywanymi pomiędzy suszami były: aktywność wody, zawartość kwasu L-askorbinowego oraz zawartość 5-hydroksymetylofurfuralu (5-HMF), jako podstawowe wskaźniki kontroli jakości suszu. Ponadto analizowano zawartość związków fenolowych z grupy kwasów fenolowych, flawonoli, i flawan-3-oli, aktywność przeciwutleniającą za pomocą metody ABTS, FRAP i ORAC oraz parametry barwy w systemie Cie Lab. Wykazano, że suszenie sublimacyjne zapewnia otrzymanie produktu charakteryzującego się najkorzystniejszymi parametrami fizyko-chemicznymi oraz najwyższą retencją związków bioaktywnych. Interesujące wyniki otrzymano także dla metody kombinowanej, łączącej konwekcyjne suszenie wstępne w temperaturze 70°C i dosuszanie mikrofalowo-próżniowe przy mocy 120 W. Ten sposób suszenia pozwolił na otrzymanie produktów zachowujących w wystraszającym stopniu związki prozdrowotne, m.in. zachowanie związków polifenolowych było podobne jak przy suszeniu sublimacyjnym. Ponadto, wykazano, że metoda ta jest metodą

ekonomiczną, pozwala na 7 – krotne skrócenie czasu suszenia. Szkoda, jednak, że ten etap badań został bardzo skrótowo potraktowany w rozdziale „Podsumowanie i wnioski”.

W następnym etapie badań podjęto próbę optymalizacji procesu suszenia w kontekście otrzymania zaprogramowanych, modelowych produktów. Wybrano tutaj metodę obróbki wstępnej przed suszeniem - odwadniania osmotycznego. Proces odwadniania osmotycznego prowadzi do redukcji wyjściowej zawartości wody w surowcu przeznaczonym do suszenia, tym samym skracając czas tego procesu, a więc potencjalnie zmniejszając koszty produkcji suszów. Ponadto dzięki zastosowaniu odwadniania osmotycznego można modelować skład produktu końcowego. W pracy do odwadniania osmotycznego zaproponowano zastosowanie koncentratów soków owocowych. Dzięki odwadnianiu osmotycznemu skrócono czas suszenia konwekcyjnego o 1 godzinę. Jakość suszów odwadnianych osmotycznie zależała w dużej mierze od użytego do odwadniania koncentratu owocowego, a wykorzystano następujące koncentraty: jabłkowy, gruszkowy, anansowy, aroniowy, wiśniowy i z czarnej porzeczki. Zaletą zastosowania odwadniania poprzez osmozę była redukcja zawartości kwasów organicznych, zmiana stosunku kwasów do cukrów oraz nadanie atrakcyjnej barwy. Niemniej jednak praktycznie we wszystkich wariantach suszenia z zastosowaniem odwadniania osmotycznego notowano zmniejszenie zawartości związków biologicznie czynnych, w tym zawartości związków fenolowych oraz aktywności przeciwutleniającej. Jedyne obserwowano wzrost potencjału antycholinergicznego. Wyniki badań opublikowano w czasopiśmie *Food and Bioprocess Technology*,

Jako innowacyjną metodę służącą do otrzymywania produktów o zaprogramowanych właściwościach prozdrowotnych zaproponowano mikroenkapsulację. Dzięki tej metodzie można uzyskać proszki owocowe, które potencjalnie mogą służyć jako dodatek do wielu produktów spożywczych. Prace nad zastosowaniem mikroenkapsulacji do otrzymywania innowacyjnych produktów z pigwowca podzielono na dwa etapy. W pierwszym dokonana optymalizacja procesu mikroenkapsulacji soku z owoców pigwowca z użyciem różnych metod suszenia (sublimacyjnego, próżniowego i rozpyłowego) oraz ich warunków. do procesu mikroenkapsulacji zastosowano wybrane nośniki (inulina i maltodekstryna) zmieniające właściwości fizyko-chemiczne proszków. Wyniki tej części pracy zostały opublikowane w *Food Chemistry*. Wykazano, że zarówno zastosowany nośnik, jak i sposób suszenia, miały istotny wpływ na zawartość analizowanych parametrów jakości. Przykładowo, dzięki suszeniu sublimacyjnemu w największym stopniu w suszu zachowano związki polifenolowe surowca, a w proszkach odnotowano najniższą zawartość niepożądanego 5-HMF. Natomiast wśród nośników najlepszym biopolimerem do uzyskania

wysokiej jakości proszku owocowego była maltodekstryna, dzięki zastosowaniu której odnotowano najwyższą aktywność przeciwutleniającą ABTS i FRAP w suszach sublimacyjnych. Zastosowanie inuliny przyczyniło się do zmniejszenia aktywności wody, większej porowatości oraz pojaśnienia barwy. Mikroenkapsulowane proszki wykazywały aktywność hamowania α -glukozydazy, acetylocholinoesterazy i 15-LOX. Dzięki przeprowadzonym badaniom udowodniono, że proszki owocowe na bazie soku z owoców pigwowca japońskiego otrzymane metodą mikroenkapsulacji mogą stać się alternatywnym sposobem aplikacji tego surowca w produktach spożywczych, zwiększając ich potencjał prozdrowotny. Jednak kluczowy jest dobór odpowiedniej metody produkcji mikrokapsulek. Badania wykazały, że najlepszymi metodami suszenia są suszenie sublimacyjne i rozpyłowe.

W ostatnim etapie badań zaproponowano wykorzystanie preparatu polifenolowego otrzymanego z soku z owoców pigwowca japońskiego, pozbawionego substancji balastowych, takich jak pektyny, cukry i kwasy organiczne i inne związki organiczne. Zastosowanie separacji frakcji biologicznie aktywnej na żywicy jonowymiennej pozwoliło na bezpośredni proces mikroenkapsulacji otrzymanego preparatu polifenolowego, z pominięciem substancji nośnikowych. Do suszenia preparatu polifenolowego zastosowano suszenie sublimacyjne, próżniowe w trzech wariantach i suszenie rozpyłowe. Wykazano, że suszenie rozpyłowe było najkorzystniejszą metodą zachowania związków bioaktywnych, przy jednoczesnym zapewnieniu niskiej zawartości 5-HMF. Najkorzystniejsze parametry fizyczne, tj. gęstość rzeczywistą, usypową i porowatość uzyskano stosując próżniową metodę suszenia. Natomiast proszki suszone próżniowo w 50 i 70°C, charakteryzowały się największym potencjałem przeciwutleniającym i przeciwcukrzycowym. Z kolei preparaty suszone rozpyłowo wykazywały najwyższe właściwości antycholinergiczne.

Badania pozwoliły na udowodnienie, że poprzez odpowiedni dobór procesu technologicznego, a więc zabiegów technologicznych i ich parametrów można uzyskać zaprogramowane produkty o określonych właściwościach prozdrowotnych. Rodzaj surowca (gatunek i odmiana), obróbka wstępna owoców pigwowca, jak również metody suszenia i zastosowane parametry procesu suszenia miały istotny wpływ na poziom związków bioaktywnych w produktach końcowych. Szczególnie interesujące jest uzyskanie preparatów polifenolowych, których właściwości mogą być kształtowane poprzez odpowiedni sposób ich otrzymywania, co odpowiada głównemu wyznaczonemu celowi pracy doktorskiej.

Rozdział „Wyniki i dyskusja” jest bardzo dobrą syntezą uzyskanych w doświadczeniu wyników i uważam, że jest wyróżniająco opracowany. Autor konsekwentnie prezentuje i omawia uzyskane w kolejnych doświadczeniach wyniki, a na końcu syntetycznie je

podsumowując, starając się je w miarę możliwości odnieść do najnowszej literatury przedmiotu. Umiejętnie uwypukla również różnice pomiędzy poszczególnymi gatunkami i odmianami (w pierwszym etapie badań), czy też zastosowanymi metodami suszenia (w kolejnych etapach doświadczenia), nie wgłębiając się w niepotrzebne szczegóły. Analizuje przy tym wyniki w taki sposób, że po lekturze rozdziału otrzymuje się odpowiedzi na wszystkie postawione cele szczegółowe.

Stwierdzam także, że w poszczególnych pracach naukowych wchodzących w skład cyklu stanowiącego podstawę ubiegania się o stopień doktora rzeczowo i precyzyjnie omówiono wyniki badań, konfrontując je z literaturą źródłową. Uzyskane na potrzeby opublikowania prac naukowych wyniki są bardzo obszerne, niemniej zwraca uwagę ich umiejętne przedstawienie za pomocą tabel i rycin. Wszystkie wyniki w pracy zostały opracowane za pomocą dobrze dobranych metod statystycznych. W 5 pracach z cyklu jako podsumowanie analizy statystycznej wyników zastosowano analizę składowych głównych (PCA) pozwalającą ocenić wpływ różnych czynników doświadczenia na badane cechy jakościowe. W jednej pracy, zastosowano dendrogram aglomeracyjnych klastrów hierarchicznych.

Dodać należy, że zarówno syntetyczny opis uzyskanych wyników jak również wszystkie prace w języku angielskim są napisane w bardzo dobrym językiem naukowym, co pozwala na stwierdzenie, że Autor z dużą umiejętnością posługuje się naukowym językiem do opisu wyników badań.

2.3.5. Ocena wnioskowania

W dysertacji doktorskiej, stanowiącej charakterystykę cyklu publikacji zamieszczono 8 wniosków, które zasadniczo odpowiadają uzyskanym rezultatom badań i wszystkim założonym celom szczegółowym. Stanowią one także podsumowanie konkluzji zawartych w poszczególnych pracach wchodzących w skład cyklu publikacji. Wnioski są dobrze i bardzo dobrze zredagowane, oddają istotę przeprowadzonych badań. Zamieszczone są w logicznej kolejności, zgodnie z kolejnością omawiania poszczególnych etapów badań. Uważam, że wniosek podsumowujący badania dotyczące wpływu metod i parametrów procesu suszenia owoców pigwowca na jakość suszu mógłby być pełniejszy, bardziej szczegółowy. Mam uwagę także do wniosku 6, gdzie popełniono oczywistą pomyłkę redakcyjną, bowiem w wierszu 3 tego wniosku powinno być suszenia rozpyłowego zamiast „suszenia sublimacyjnego”. Niemniej jednak w publikacji (opublikowanej w Food Chemistry) dotyczącej badań na podstawie, których sformułowano wniosek 6 jest prawidłowa konkluzja.

Podsumowaniem wszystkich prac cyklu publikacji, będących podstawą ubiegania się o stopień doktora są konkluzje. Są to krótkie, bardzo dobrze zredagowane podsumowania wyników badań omawianych w pracy.

2.3.6. Ocena streszczenia pracy

Streszczenie pracy zamieszczono na początku dysertacji. Oczywiście w każdej pracy z cyklu publikacji jest także Abstract. Streszczenie jest zredagowane na 1,5 stronie maszynopisu. Lektura streszczenia wprowadza w istotę wykonywanych badań w ramach pracy. Jak cała praca także streszczenie pracy jest bardzo dobrze zredagowane, obejmuje krótkie wprowadzenie w istotę tematu, cel badań, założenia metodyczne i najważniejsze wnioski z przeprowadzonych badań. Abstacty w poszczególnych pracach są także bardzo dobrze opracowane, oddają istotę omawianych badań.

2.3.7. Ocena wykorzystanej bibliografii

W przedłożonym omówieniu cyklu publikacji skorzystano z 89 pozycji literatury i 5 polskich norm. Doktorant zacytował głównie oryginalne prace twórcze, opublikowane w renomowanych czasopismach o uznanym IF. W spisie bibliograficznym znalazły się głównie najnowsze pozycje literaturowe, z ostatnich 10 lat, było ich bowiem około 90%. Źródła literaturowe dobrano trafnie i wykorzystano je odpowiednio. Także w poszczególnych pracach cyklu zwraca uwagę bogata literatura źródłowa, w liczbie od 30 do około 50 pozycji. W każdej pracy jest bardzo dobrze dobrana, są to także najnowsze pozycje, głównie oryginalne prace twórcze.

2.4. Charakterystyka dorobku naukowego Doktoranta

Pan mgr inż. Igor Turkiewicz poinformował również o swoim dorobku naukowym. Jak na tak młodego pracownika nauki, który studia II stopnia ukończył w 2017 r, a studia III stopnia podjął w 2018 r. dorobek ten robi wrażenia. Składają się na niego, oprócz prac zamieszczonych w cyklu publikacji stanowiących rozprawę doktorską, 22 prace naukowe opublikowane w czasopismach, którym MEiN przyznało 70-200 pkt., przy czym mgr Turkiewicz legitymuje się 7 pracami za 200 pkt. Ponadto w Jego dorobku są 2 prace za 20 pkt oraz 19 komunikatów na konferencje naukowe. Kierował dwoma projektami naukowymi (w oparciu o które zrealizował badania naukowe do rozprawy doktorskiej) oraz uczestniczył jako wykonawca w pięciu projektach naukowych. Odbył także trzy międzynarodowe staże

naukowe w Portugalii, USA i Hiszpanii. Jego dotychczasowa działalność naukowa zasługuje na uznanie.

Wniosek końcowy

Przedstawiona do oceny rozprawa doktorska w postaci cyklu 6 publikacji naukowych stanowi wyróżniające opracowanie naukowe, świadczące o doskonałym przygotowaniu merytorycznym i warsztatowym Doktoranta. Na podkreślenie zasługuje wybór tematu, rzeczowe określenie problemu badawczego i w tym aspekcie sprecyzowanie metodologii badań. Doskonała organizacja badań pozwoliła na uzyskanie wielu cennych wyników naukowych, ale także ważnych z punktu widzenia aplikacyjnego. Wszystkie prace wchodzące w skład cyklu są na wysokim poziomie naukowym, co pozwoliło na ich opublikowanie w bardzo dobrych czasopiśmie naukowych, o uznanej renomie w dyscyplinie technologia żywności i żywienia.

Stwierdzam, że rozprawa doktorska w postaci cyklu publikacji Pana mgr inż. Igora Piotra Turkiewicza spełnia wymagania stawiane dysertacjom doktorskim określone w art. 187. Ust.1-4 ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. z 2021 r. poz. 478) i wnioskuję do Rady Dyscypliny Technologia Żywności i Żywienia Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu o dopuszczenie jej Autora do dalszych etapów przewodu doktorskiego.

Ze względu na wysoki poziom merytoryczny badań zaprezentowanych w pracy doktorskiej, doskonały warsztat badawczy i wyróżniające opracowanie uzyskanych wyników badań w postaci cyklu 6 bardzo dobrych prac naukowych opublikowanych w renomowanych czasopiśmie naukowych o uznanej pozycji w dyscyplinie technologia żywności i żywienia wnioskuję również o przyznanie Panu mgr inż. Igorowi Piotrowi Turkiewiczowi wyróżnienia za rozprawę doktorską pt. „Potencjalne wykorzystanie owoców pigwowca (*Chaenomels* ssp.) w otrzymywaniu innowacyjnych produktów o zaprogramowanych właściwościach prozdrowotnych”.

