



Dr hab. Elżbieta Radziejewska-Kubzdela  
Katedra Technologii Żywności Pochodzenia Roślinnego  
Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu

Poznań 01.06.2022 r

**Recenzja rozprawy doktorskiej mgr inż. Igora Piotra Turkiewicza  
pt. „Potencjalne wykorzystanie owoców pigwowca (*Chaenomeles* ssp.) w otrzymaniu  
innowacyjnych produktów o zaprogramowanych właściwościach prozdrowotnych”  
wykonanej na Wydziale Biotechnologii i Nauk o Żywności  
Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu  
pod kierunkiem naukowym **prof. dr hab. Anety Wojdyło****

**Podstawa formalno-prawna opracowania recenzji**

Podstawą wykonania recenzji jest uchwała Rady Dyscypliny Technologia Żywności i Żywienia Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu z dnia 26 kwietnia 2022.

**Ocena formalna pracy**

Przedłożona do recenzji rozprawa doktorska stanowi spójny tematycznie cykl sześciu recenzowanych artykułów naukowych, w skład którego wchodzi:

1. **Turkiewicz, I. P.**, Wojdyło, A., Tkacz, K., Nowicka, P., Golis, T., Bąbelewski, P. (2020). ABTS on-line antioxidant,  $\alpha$ -amylase,  $\alpha$ -glucosidase, pancreatic lipase, acetyl- and butyrylcholinesterase inhibition activity of *Chaenomeles* fruits determined by polyphenols and other chemical compounds. *Antioxidants*, 9(1), 60.



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.
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.
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.
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.
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.

Wszystkie prace zostały opublikowane w czasopismach z listy Journal Citation Reports (JCR), przyporządkowanych do dyscypliny technologia żywności i żywienia. Należy podkreślić bardzo wysokie wartości wskaźników bibliometrycznych wymienionych wyżej prac. Łączna liczba punktów obliczona wg daty opublikowania prac wynosi 700 pkt. MNiSW, a sumaryczny IF= 32,752. Powyższe prace są autorstwa grupy badaczy. We wszystkich pracach mgr inż. Igor Piotr Turkiewicz jest pierwszym autorem. W pracy zamieszczono oświadczenia współautorów o zakresie prac nad każdym z manuskryptów. Udział Doktoranta w powstanie prac należy uznać za wiodący.

Przedstawiona do recenzji dysertacja, oprócz kopii opublikowanych prac zawiera także 63 stronicowe opracowanie. Ta część ma układ typowy dla prac o charakterze eksperymentalnym. Obejmuje ona streszczenie w języku polskim i angielskim, wprowadzenie, cel pracy i hipotezę badawczą, rozdział przedstawiający organizację badań, omówienie i dyskusję wyników, podsumowanie i wnioski oraz spis literatury obejmujący 94 pozycje.



Przeprowadzone przez Doktoranta badania zostały sfinansowane 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” oraz Innowacyjny Doktorat (UP Wrocław) nr N070/0015/20 pt. „Modulowanie wartości odżywczej i właściwości funkcjonalnych owoców *Chaenomeles japonica* procesem odwadniania osmotycznego”.

### **Ocena merytoryczna**

W ostatnich latach wzrasta częstotliwość występowania chorób cywilizacyjnych. Badania wskazują na istotny wpływ niewłaściwie zbilansowanej diety, na rozwój zespołu zaburzeń metabolicznych zakładającego współistnienie otyłości, nadciśnienia tętniczego, cukrzycy typu 2, insulinooporności oraz zaburzeń lipidowych. Dane epidemiologiczne dotyczące rozpowszechniania się zespołu metabolicznego wskazują, że ten problem dotyczy około 20% dorosłych Polaków i stale się pogłębia.

Obecnie uważa się, że zwiększone spożycie owoców i warzyw odgrywa istotną rolę w prewencji chorób cywilizacyjnych. Tym samym owoce i warzywa powinny być nieodłącznym elementem zbilansowanej diety. Wychodząc naprzeciw zaleceniom Światowej Organizacji Zdrowia zalecającej codzienne spożycie owoców i warzyw w 5 porcjach, istotne wydaje się poszukiwanie zarówno surowców, jak i nowych form produktów, które będą mogły stanowić atrakcyjną propozycję dla konsumenta. Przykładem surowca, który w niewielkim stopniu jest wykorzystywany przez przemysł przetwórczy są badane przez Doktoranta owoce pigwowca. Są one bogatym źródłem związków o znaczeniu prozdrowotnym, takich jak: związki fenolowe, pektyny, witamina C czy triterpenoidy. Na polskim rynku produktów spożywczych dostępne są przede wszystkim produkty wysokosłodzone z udziałem pigwowca, które ze względu na wysoki udział sacharozy nie wpisują się w aktualne trendy żywieniowe. Tym samym podjęty przez Doktoranta temat badawczy, dotyczący oceny potencjału bioaktywnego owoców pigwowca oraz próby zastosowania różnych metod suszenia do zaprojektowania produktów o wysokim potencjale prozdrowotnym, uważam za trafny.

Przedstawioną do oceny pracę rozpoczyna 3 stronicowe wprowadzenie. Doktorant w syntetyczny sposób scharakteryzował w nim badany surowiec i jego potencjał prozdrowotny, podał skład chemiczny owoców pigwowca oraz określił jego przydatność do przetwórstwa. Wprowadzenie literaturowe do problematyki badawczej zostało również zawarte w publikacjach stanowiących integralną część przedstawionej do oceny dysertacji. Opracowany przez Doktoranta przegląd literaturowy został oparty na aktualnych publikacjach naukowych i w sposób wyczerpujący uzasadnia celowość podjętych badań.



W rozdziale drugim Autor sformułował cel badań, postawił hipotezę badawczą i określił zakres prac pozwalających na jej zweryfikowanie. Postawiona hipoteza obejmuje dość szeroki zakres badań i w mojej opinii korzystniejsze byłoby sformułowanie kilku hipotez odwołujących się do poszczególnych etapów badań.

Rozdział trzeci zatytułowany „Organizacja badań” Doktorant podzielił na trzy podrozdziały, w których opisuje materiał badawczy, przedstawia schemat organizacji badań oraz wymienia metody badawcze, w tym analizy fizyko-chemiczne, chromatograficzne, spektro- i fluorometryczne oraz statystyczne. Badany przez Doktoranta materiał obejmował aż 19 odmian pigwowca należących do trzech gatunków. W pracy stosowano nowoczesne techniki analityczne, w tym ultra-wysokosprawną chromatografię cieczową czy spektrometrię mas a spektrum analizowanych parametrów było bardzo szerokie. Dowodzi to, że Pan Magister posiada duże umiejętności analityczne i ma dobrze opanowany warsztat badawczy, niezbędny do prowadzenia badań w obszarze związanym z technologią żywności i żywienia. Opis, niektórych metod badawczych mógłby być trochę szerszy. Z kolei w opisie analiz statystycznych dostrzegam pewną nieścisłość. Nie jest właściwe nazwanie współczynnik determinacji  $R^2$ , współczynnikiem korelacji Pearsona. Właściwe oznaczenie użyto np. w publikacji 1.

W rozdziale 4 dotyczącym omówienia najważniejszych wyników i ich dyskusji, w podrozdziale 4.1 oraz publikacji 1 (P1) i 2 (P2) Doktorant opisał skład fizyko-chemiczny, z uwzględnieniem zawartości związków fenolowych, karotenoidów, chlorofilu, tokoferoli, tokotrienoli i aminokwasów, 19 odmian pigwowca należących do trzech gatunków. Scharakteryzował również potencjał przeciwutleniający badanych surowców oraz właściwości hamowania aktywności  $\alpha$ -amylazy,  $\alpha$ -glukozydazy, lipazy trzustkowej, acetylocholinoesterazy, butyrylocholinoesterazy i 15-lipooksygenazy. Określił profil badanych związków i wskazał odmiany o najwyższej zawartości związków bioaktywnych oraz największym potencjale inhibicji aktywności enzymatycznej. Uzyskane wyniki są bardzo wartościowe, a zakres badanych parametrów charakteryzujących owoce pigwowca jest bardzo szeroki. W publikacji 1 Autor zawarł informacje dotyczące terminu zbioru surowców uprawianych w ogrodzie doświadczalnym Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu oraz zbieranych ze stanowisk dziko rosnących. Nie określił natomiast terminu zbioru surowca pozyskanego z Instytutu Ogrodnictwa w Skierniewicach. Tą informację można odnaleźć w publikacji 2. W mojej opinii Doktorant w tekście opracowania (podrozdział 4.1) oraz w publikacji 1 mógłby odnieść się i skomentować wyniki badań wskazując wyraźnie na różne okresy wegetacji czy warunki uprawy. Takie odniesienia znajdują się w publikacji 2. W publikacji 1 dostrzegam omyłkę edytorską, niewłaściwie została opisana kontynuacja Tabeli 1,



co trochę utrudnia analizę danych. Choć zdaje sobie sprawę, że przyczyna zaistniałej sytuacji może być niezależna od Doktoranta. Reasumując, otrzymane w tej części pracy wyniki uważam za bardzo wartościowe. Scharakteryzowanie pod kątem składu, tak wielu odmian pigwowca, jest bardzo istotne dla szerszego przemysłowego wykorzystanie tego surowca.

W kolejnym podrozdziale (4.2.) oraz publikacji 3 (P3) Doktorant opisał wyniki badań, w których określił wpływ różnych metod suszenia (sublimacyjnego, konwekcyjnego, mikrofalowego i kombinowanego) oraz parametrów stosowanych w tych procesach (temperatury i mocy) na kinetykę suszenia i wybrane parametry jakości suszy tj. zawartość kwasu askorbinowego, hydroksymetylofurfuralu, związków fenolowych czy potencjał przeciwutleniający. Doktorant wykazał, że najkorzystniejszymi parametrami fizykochemicznymi oraz najwyższą zawartością związków bioaktywnych charakteryzowały się susze otrzymane metodą sublimacyjną. Spośród pozostałych badanych metod suszenia za najbardziej optymalną uznał metodę łączącą konwekcyjne suszenie wstępne w temperaturze 70°C i dosuszanie mikrofalowo-próżniowe przy mocy 120 W. W publikacji 3, dotyczącej tej części badań, opisano parametry barwy, aktywność wody oraz zawartość kwasu askorbinowego dla surowca. Czy w surowcu były również oznaczane inne parametry? Ciekawe byłoby odniesienie poziomu strat badanych związków powstałych podczas suszenia do ich zawartości w surowcu. Doktorant prowadząc dyskusję wyników dotyczącą zmian parametru barwy  $a^*$  w badanych suszach odwołuje się m.in. do danych dotyczących aronii. W mojej opinii lepiej byłoby szukać analogii wśród surowców, w których zmiana barwy wynika głównie z reakcji brązowienia enzymatycznego i nieenzymatycznego. Analizując wyniki Doktorant wykorzystuje zaawansowane metody statystyczne m.in. analizę składowych głównych. W publikacji 3 ciekawe byłoby dodatkowe przedstawienie mapy obiektów doświadczalnych w przestrzeni wektorów, co pozwoliłoby na lepsze zobrazowanie przedstawianych wyników. Powyższe uwagi mają raczej charakter polemiczny i nie umniejszają bardzo wysokiej wartości naukowej prowadzonych badań.

Kolejna część pracy zaprezentowana w podrozdziale 4.3 i publikacji 4 dotyczy próby zastosowania odwadniania osmotycznego jako procesu poprzedzającego suszenie w celu skrócenia czasu suszenia i modyfikacji jakości otrzymanych suszy z pigwowca. Zakres prowadzonych prac był bardzo szeroki. Doktorant analizował zarówno kinetykę procesu suszenia, jak i badał jakość otrzymanych półproduktów, suszy oraz roztworów pozostałych po procesie odwadniania. Odwadnianie osmotyczne w koncentratkach soków owocowych skutkowało obniżeniem wilgotności owoców średnio o 70% oraz skróceniem czasu suszenia konwekcyjnego o 60 min. Susze po procesie odwadniania osmotycznego charakteryzowały się zwiększoną zawartością cukrów oraz znacznie zmniejszoną zawartością kwasów organicznych.



W przypadku badanego surowca może to skutkować poprawą cech sensorycznych, w tym głównie smaku. Nasuwa się pytanie czy otrzymany produkt został poddany ocenie sensorycznej. Doktorant badał też wpływ odwadniania osmotycznego na potencjał prozdrowotny otrzymanych suszy. Wyniki badań wskazują m.in. na zmniejszenie zawartości związków fenolowych oraz aktywności przeciwutleniającej przy jednoczesnym wzroście potencjału antycholinergicznego otrzymanych suszy.

W podrozdziale 4.4 i publikacji 5 Doktorant przedstawił wyniki badań dotyczących wpływu dodatku inuliny i maltodekstryny oraz metod suszenia (sublimacyjnego, próżniowego i rozpyłowego) na parametry fizyczne i chemiczne otrzymanych suszy. Wykazał, że suszenie sublimacyjne i rozpyłowe daje możliwość otrzymania dobrej jakości suszy z pigwowca. Lepszym nośnikiem dla soku podczas suszenia okazała się maltodekstryna. Otrzymane proszki wykazywały aktywność hamowania  $\alpha$ -glukozydazy, acetylocholinoesterazy i 15-lipooksydazy. Analizując proces technologiczny otrzymywania proszków, nie znalazłam informacji w jaki sposób inulina lub maltodekstryna były wprowadzane do soku i czy po suszeniu sublimacyjnym i próżniowym przeprowadzano jakieś operacje mające na celu otrzymanie proszków o wyrównanych rozmiarach cząstek. Prosiłabym o uzupełnienie. W opisie wyników dostrzegam pewną nieścisłość. Doktorant analizując wyniki z pomiarów barwy wskazuje, że parametrami chromatycznymi są  $a^*$ ,  $b^*$  oraz jasność  $L^*$ . Nie mniej jednak ta część pracy, podobnie jak poprzednie, zawiera bardzo interesujące nie tylko pod względem poznawczym, ale również aplikacyjnym wyniki. Szukanie nowych form półproduktów lub produktów, które mogą być dodawane do żywności np. wygodnej a jednocześnie cechują się wysokim potencjałem prozdrowotnym, uważam za bardzo istotny kierunek badań nad żywnością.

W podrozdziale 4.5 i publikacji 6 (P6) Doktorant opisał wyniki badań będących kontynuacją zagadnień opisanych w publikacji 5. Ciekawą koncepcją jest próba otrzymania preparatu polifenolowego z soku z owoców pigwowca japońskiego, pozbawionego substancji balastowych. W tym celu Doktorant przeprowadził separację na żywnicy jonowymiennej. Otrzymany preparat suszył sublimacyjnie, rozpyłowo i próżniowo. Suszenie rozpyłowe wskazał jako metodę pozwalającą zachować najwyższą zawartość związków bioaktywnych, natomiast metodę próżniową jako pozwalającą uzyskać najkorzystniejsze parametry fizyczne, tj. gęstość rzeczywistą i usypową, porowatość oraz właściwości przeciwcukrzycowe.

Kolejną część pracy stanowią podsumowanie i wnioski. Doktorant sformułowała 8 wniosków, które bardzo dobrze odzwierciedlają wyniki przeprowadzonych badań. Wniosek 4 i 8 wymagają niewielkiej korekty stylistycznej. Wniosek 7 (...”Potencjał przeciwcukrzycowy mikroenkapsułkowanego ekstraktu polifenolowego był wyższy po suszeniu próżniowym



(IC<sub>50</sub>=7,1-15,8 i 1,6-31 mg/mL odpowiednio dla a-amylazy i α-glukozydazy), w przeciwieństwie do właściwości antycholinergiczných, gdzie korzystniejsze wartości uzyskano dla preparatu polifenolowego otrzymanego metodą suszenia próżniowego ...” powinien zostać skorygowany. Analiza wyników została przeprowadzona prawidłowo, myślę że powstała nieścisłość jest wynikiem omyłki.

W pracy zamieszczono streszczenie w języku polskim i angielskim, zawierające wstęp, cel badań oraz wnioski z poszczególnych etapów badań. W spisie piśmiennictwa większość pozycji jest z ostatnich 10-ciu lat. Ten rozdział został bardzo starannie przygotowany.

Dorobek naukowy Doktoranta jest imponujący. Składa się z 22 publikacji (poza cyklem publikacji przedstawionym do oceny), które zostały opublikowane w czasopiśmie z listy Journal Citation Reports (JCR) oraz poza nią (2 artykuły). Podana przez Doktoranta suma współczynnika IF wynosi 136,509. Ponadto Doktorant był kierownikiem dwóch projektów badawczych oraz wykonawcą w pięciu. Brał aktywny udział w licznych konferencjach. Odbył staże naukowe m.in. w Portugalii, Hiszpanii. Uczestniczył w komitetach organizacyjnych kilku konferencji.

### **Wniosek końcowy**

Podsumowując stwierdzam, że przedłożona do oceny rozprawa doktorska mgr inż. Igora Piotra Turkiewicza charakteryzuje się dużą wartością poznawczą i praktyczną. Została zrealizowana przy pomocy nowoczesnych technik badawczych, z wykorzystaniem których przeprowadzono bardzo szeroki zakres badań, a otrzymane wyniki opracowano z uwzględnieniem wielowymiarowych metod statystycznych. Doktorant wykazał, że owoce pigwowca stanowią wartościowy surowiec z potencjałem do produkcji żywności o charakterze funkcjonalnym. Proces suszenia oraz mikroenkapsulacja gwarantują otrzymanie produktów wykazujących potencjał do zastosowania w prewencji i leczeniu otyłości oraz cukrzycy typu 2. Wyniki pracy mają bardzo dużą wartość poznawczą i wnoszą znaczący i oryginalny wkład do rozwoju wiedzy z zakresu technologii żywności i żywienia.



Tym samym stwierdzam, że rozprawa doktorska Pana mgr inż. Igora Piotra Turkiewicza pt. „Potencjalne wykorzystanie owoców pigwowca (*Chaenomeles* ssp.) w otrzymaniu innowacyjnych produktów o zaprogramowanych właściwościach prozdrowotnych” spełnia warunki określone w art. 187 ust.1-4 ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. z 2021, poz.478) i wnioskuję do Rady Dyscypliny Technologia Żywności i Żywnienia, Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu o dopuszczenie Pana mgr inż. Igora Turkiewicza do dalszych etapów przewodu doktorskiego. Jednocześnie doceniając wysoki poziom naukowy przedstawionej do oceny pracy, bardzo szeroki zakres prowadzonych badań oraz imponujący dorobek naukowy Doktoranta, wnioskuję do Rady Dyscypliny Technologii Żywności i Żywnienia Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu o wyróżnienie rozprawy doktorskiej Pana mgr inż. Igora Piotra Turkiewicza.

*Radziejewska-Kubzdela*