

RECENZJA

pracy doktorskiej mgr inż. **Magdaleny Kręcisz**

pt. „**Charakterystyka warunków wytwarzania i właściwości ekstrudowanych bezglutenowych kaszek błyskawicznych**”

wykonanej w Katedrze Techniki Ciepłej i Inżynierii Procesowej

Uniwersytetu Przyrodniczego w Lublinie

pod kierunkiem dr hab. inż. Agnieszki Wójtowicz (promotor)

oraz dr hab. n. farm. Anny Oniszczyk (promotor pomocniczy)

Ogólna charakterystyka pracy

Tematyka ocenianej pracy dotyczy problematyki związanej z wytwarzaniem funkcjonalnego produktu spożywczego w postaci bezglutenowych kaszek błyskawicznych. Zastosowanie różnych warunków procesu ekstruzji z uwzględnieniem energochłonności w kształtowaniu określonych właściwości produktu finalnego wytworzonego z odpowiednio dobranych kompozycji surowców roślinnych pochodzenia rolniczego stwarza duże możliwości eksploracji naukowej zmierzającej do rozwiązania szeregu problemów w zakresie inżynierii procesowej. Dlatego uważam, że podjęcie tej tematyki jest bardzo trafne biorąc pod uwagę zarówno aspekty poznawcze, jak i użytkowe. Należy przy tym uwzględnić społeczny aspekt pracy, ponieważ uzyskane wyniki mogą zostać wykorzystane w celu doskonalenia produktu dedykowanego osobom chorym, w tym przypadku cierpiącym na brak tolerancji glutenu. W związku z tym praca posiada charakter interdyscyplinarny, który rozpatrywany głównie w zakresie inżynierii rolniczej zawiera także zagadnienia związane z technologią żywności z odniesieniem do problematyki medycznej.

Praca doktorska przygotowana przez Panią mgr inż. Magdalenę Kręcisz jest opracowaniem stanowiącym spójny tematycznie cykl 11 publikacji poprzedzony wykazem poszczególnych pozycji, spisem treści, streszczeniem oraz siedmioma rozdziałami będącymi wprowadzeniem, sformułowaniem problemu badawczego i celów naukowych, opisem

procedur badawczych, omówieniem najważniejszych rezultatów, wnioskami, wykazem bibliografii pomocniczej i oświadczeniami współautorów publikacji. Ostatni, ósmy rozdział obejmuje kopie prac naukowych wchodzących w skład rozprawy doktorskiej. Prace te zostały opublikowane w Zeszytach Problemowych Postępów Nauk Rolniczych (2), Agricultural Engineering (1), Agriculture and Agricultural Science Procedia (1), Acta Scientiarum Polonorum (1), Acta Agrophysica (1), Journal of Planar Chromatography (1) oraz w materiałach konferencyjnych (2), a także jako rozdziały w monografii (2), przy czym 7 pozycji ukazało się w języku angielskim. Istotność wyników prac eksperymentalnych, przedstawionych najczęściej w formie trójwymiarowych wykresów lub zestawionych w tabelach, została potwierdzona przy użyciu odpowiednich narzędzi statystycznych. Część opisowa opracowania poprzedzająca zestaw publikacji zawarta jest na 64 ponumerowanych stronach maszynopisu. Wszystkie rozdziały są ze sobą właściwie powiązane i występują w odpowiedniej kolejności. Rozdział poświęcony procedurom badawczym podzielony został na 14 podrozdziałów, co było związane z obszernym zakresem pracy i koniecznością usystematyzowania metod przedstawionych szczegółowo w poszczególnych pozycjach składających się na jednotematyczny cykl publikacji. W rozdziale tym zamieszczone są 2 rysunki i 9 wzorów odnoszących się do wskaźników procesowych i parametrów jakościowych otrzymanego produktu. Omówienie na 16 stronach najważniejszych rezultatów pozwoliło sformułować 10 wniosków ściśle związanych z problematyką badawczą i celami naukowymi.

Doktorantka powołała się na 48 pozycji bibliografii pomocniczej dobranych adekwatnie do zakresu pracy, przy czym ponad połowa została napisana w języku angielskim. Blisko 40% cytowanych prac stanowią pochodzące z ostatnich pięciu lat publikacje naukowe dotyczące problematyki poruszanej w ocenianej rozprawie, co świadczy o śledzeniu najnowszych osiągnięć i dbałość o nowatorski charakter opracowania.

Opracowanie jest napisane zrozumiałym i poprawnym językiem naukowym z prawidłowym umieszczeniem odnośników do literatury pomocniczej oraz pozycji stanowiących jednotematyczny cykl publikacji.

Tytuł cyklu publikacji został sformułowany poprawnie odpowiadając treści zawartej w poszczególnych pracach. Suma punktów MNiSW wynosząca 103 świadczy pozytywnie o wartości naukowej ocenianego cyklu publikacji, a wykazanie jednej pozycji opublikowanej w czasopiśmie indeksowanym ze wskaźnikiem $IF=0,736$ nie tylko pozwala spełnić wymagania stawiane rozprawom doktorskim realizowanym na WIP UP w Lublinie, ale sprzyja także rozpoznawalności Autorki w światowym środowisku naukowym. Doktorantka samodzielnie

napisała dwie publikacje, natomiast jej znaczący udział we wspólnych publikacjach, wynoszący od 65 do 80%, znajduje odzwierciedlenie w tym, że jest pierwszym współautorem.

Ocena merytoryczna

Wyniki badań zawarte w publikacjach stanowiących oceniane osiągnięcie naukowe posiadają znamiona nowości dzięki właściwemu ustosunkowaniu się do obecnego stanu wiedzy przedstawionego w przeglądzie literatury. Wypełniają one lukę w problematyce o charakterze interdyscyplinarnym, dotyczącej wytwarzania produktów naturalnych o walorach prozdrowotnych zgodnie z zasadami zrównoważonego rozwoju. Uwzględnienie energochłonności procesu sprzyja większej dostępności tych produktów z uwagi na możliwość zaproponowania względnie niskiej ceny rynkowej, która nadal stanowi ważne kryterium wyboru ze strony konsumentów coraz bardziej świadomych konieczności dbania o prawidłowe nawyki żywieniowe. Zastosowane w ramach rozprawy doktorskiej naukowe podejście do problematyki doskonalenia procesu wytwarzania kaszek błyskawicznych na bazie surowców zbożowych fortyfikowanych komponentami owocowymi pozwala wyjaśnić mechanizm kształtowania właściwości funkcjonalnych gotowego produktu przy wykorzystaniu procesu ekstruzji. Zwiększenie potencjału bioaktywnego w produktach o atrakcyjnych cechach sensorycznych i pozbawionych alergenu w postaci glutenu wzbogaca asortyment żywności uniwersalnej, przeznaczonej dla szerokiego grona konsumentów bez względu na wiek i występowanie alergii pokarmowej.

Optymalizacja procesu wytwarzania tego rodzaju produktów może przynieść wiele korzyści ekonomicznych i środowiskowych pod warunkiem poznania wpływu parametrów procesowych na wybrane właściwości fizyko-chemiczne i biologiczne materiałów uczestniczących w procesie technologicznym. Biorąc pod uwagę potrzebę wzbogacenia obecnego stanu wiedzy w zakresie związanym z tematem pracy można stwierdzić, że wybór problematyki badawczej przez Kandydatkę jest w pełni uzasadniony. Należy przy tym zauważyć, że problem badawczy jest wyraźnie wyeksponowany, a cele naukowe zostały precyzyjnie sformułowane. Zagadnienia metodyczne dotyczące badań eksploatacyjnych procesu ekstruzji oraz oceny właściwości fizycznych, sensorycznych i chemicznych wytworzonego produktu zostały przedstawione w sposób przejrzysty, świadczący o dobrym opanowaniu zastosowanych technik pomiarowych. Utrzymaniu głównego wątku przedstawionego do oceny opracowania sprzyjało zadbanie o prawidłową kolejność pozycji stanowiących jednotematyczny cykl publikacji, dzięki czemu możliwe było sekwencyjne

przedstawienie poszczególnych zagadnień badawczych ściśle związanych z tematyką rozprawy. Włączenie do cyklu publikacji trzech artykułów przeglądowych z ostatnich trzech lat pozwoliło Doktorantce dokładniej ukazać aktualne osiągnięcia i problemy związane z produkcją kaszek bezglutenowych oraz możliwością modyfikacji ich składu przez wprowadzenie suszonych owoców o wysokim potencjale bioaktywnym.

Pierwsza z tych pozycji pt. „*Produkcja ekstrudowanych odżywek dla dzieci*” (P1) otwierając cykl publikacji stanowi doskonale wprowadzenie do tematyki rozprawy przedstawiając podział produktów żywnościowych dla dzieci z uwzględnieniem wyrobów ekstrudowanych umiejętnie scharakteryzowanych w aspekcie stosowanych dotychczas sposobów ich wytwarzania, a także jakości i kosztów produkcji.

Kolejne dwie pozycje o charakterze eksperymentalnym „*Energy consumption during production of corn extrudates in relation to the process parameters*” i „*Effect of selected parameters on process efficiency and energy consumption during the extrusion-cooking of corn-rice instant grits*” (P2 i P3) odnoszą się przede wszystkim do zagadnień eksploatacyjnych, przy czym pierwsza z nich dotyczy ekstruzji kaszek kukurydzianych, a druga kaszek kukurydziano-ryżowych. Wyniki uzyskane w ramach pierwszej publikacji pozwoliły zauważyć, że wzrost prędkości obrotowej ślimaka powoduje zwiększenie wydajności procesu i jednostkowego zapotrzebowania energii mechanicznej (*SME*) oraz stwierdzić, że podczas nawilżania surowców w zakresie od 12 do 22% występuje krytyczny poziom wilgotności w przedziale od 16 do 18%. Osiąganie tego poziomu związane jest ze zmniejszaniem *SME* przy jednoczesnym zwiększaniu energochłonności procesu. Z kolei przekroczenie krytycznego poziomu wilgotności skutkuje odwróceniem zaobserwowanych zależności. Wyniki uzyskane w ramach drugiej publikacji potwierdziły charakter wpływu wilgotności mieszanki na wartość *SME*, ale tylko przy 25% udziale surowca w postaci ryżu, ponieważ zwiększenie tego udziału do 50% spowodowało odwrotny efekt, czyli zwiększanie, a następnie zmniejszanie wartości *SME* podczas osiągania i przekraczania wilgotności krytycznej. Zaproponowanie korzystnych warunków wytwarzania kaszek niewątpliwie ma duże znaczenie praktyczne, które powinno zostać potwierdzone w przyszłych badaniach zmierzających do wyjaśnienia zaobserwowanych zależności.

W następnej publikacji pt.: „*Evaluation of selected properties of gluten-free instant gruels processed under various extrusion-cooking conditions*” (P4) Kandydatka przedstawiła wpływ warunków ekstruzji na wybrane właściwości fizyczne i sensoryczne kształtujące jakość kaszek sporządzonych z mieszanek na bazie kukurydzy i ryżu w proporcji 75:25 oraz 50:50. Zaproponowanie modeli matematycznych umożliwiających predykcję wartości

wyznaczników jakościowych produktu po wprowadzeniu wartości dwóch zmiennych niezależnych w postaci wilgotności mieszanek surowcowych oraz prędkości obrotowej ślimaka podnosi walory naukowe ocenianego osiągnięcia. Na szczególną uwagę zasługuje wykazanie, że pożądane zmniejszenie gęstości produktu, związane ze zwiększeniem porowatości, następuje przede wszystkim przez zmniejszenie wilgotności mieszanek i tylko w niewielkim stopniu przez wzrost prędkości obrotowej ślimaka. O ile Autorce udało się uzasadnić wpływ prędkości obrotowej ślimaka na gęstość produktu, to wpływ wilgotności na ten wskaźnik jakościowy wymaga wyjaśnienia. Wyjaśnienia wymaga również interesujące i ważne z praktycznego punktu widzenia spostrzeżenie, że najmniejsza wartość wskaźnika absorpcji wody (*WAI*) charakteryzuje produkt uzyskany przy największej wilgotności i najmniejszej prędkości obrotowej oraz przy najmniejszej wilgotności i największej prędkości obrotowej, a także to że największa wartość *WAI* osiągana jest przy największych wartościach obu parametrów procesowych. Z kolei, Doktorantka doskonale poradziła sobie z wy tłumaczeniem wzrostu wskaźnika rozpuszczalności w wodzie (*WSI*) spowodowanego zmniejszeniem wilgotności i zwiększeniem prędkości obrotowej oraz wpływu obu parametrów na wartości objętościowego wskaźnika żelowania (*VGI*). Analiza dotycząca kształtowania parametrów barwy oraz cech sensorycznych świadczy o umiejętności wyeksponowania i przedyskutowania najważniejszych czynników procesowych wpływających na jakość produktu.

Publikacja pt.: „*Energy consumption and selected physical properties of corn-oat instant gruels under specific extruder configurations*” (P5) łączy w sobie zagadnienia poruszane w poprzednich pozycjach cyklu, ponieważ dotyczy wybranych aspektów eksploatacyjnych oraz właściwości fizycznych ekstrudowanych kaszek kukurydziano-owsianych. Aspekt eksploatacyjny obejmujący wilgotności początkowe mieszanek surowcowych i prędkości obrotowej ślimaka został dodatkowo wzmocniony przez wykorzystanie zmodyfikowanego ekstrudera TS-45 z trzema konfiguracjami układu plastyfikującego dotyczącymi proporcji długości do średnicy (*L/D*) oraz uwzględnienie trzech różnych wartości temperatury w poszczególnych sekcjach urządzenia. Wyniki badań potwierdziły dominujący wpływ wilgotności mieszanek surowcowych na wyznaczane wielkości oraz wykazały, że zwiększenie proporcji *L/D* przyczynia się do zmniejszenia wartości jednostkowego zapotrzebowania energii mechanicznej (*SME*), wskaźnika absorpcji wody (*WAI*), a także porowatości produktu.

W pozostałych pozycjach cyklu publikacji Doktorantka przedstawiła możliwości wzbogacania kaszek i kleików zbożowych dodatkiem wysuszonych owoców, przy czym

prace przeglądowe pt.: „*Żurawina - charakterystyka i właściwości funkcjonalne*” (P6) oraz *Jagody goji – charakterystyka i właściwości funkcjonalne*” (P7) zostały całkowicie poświęcone wyeksponowaniu właściwości prozdrowotnych owoców o wysokim potencjale bioaktywnym, które można wykorzystać do fortyfikowania żywności.

W publikacji pt.: „*Wybrane właściwości błyskawicznych kleików kukurydziano-żurawinowych w zależności od parametrów procesu ekstruzji*” (P8) został przedstawiony wpływ prędkości obrotowej ślimaka oraz procentowego dodatku suszonych owoców żurawiny na wybrane właściwości fizyczne kukurydziano-owocowych kaszek błyskawicznych. Wpływ ten został opisany przy użyciu równań regresji liniowej stanowiących modele predykcyjne z dwiema zmiennymi niezależnymi. Wprawdzie w tej pozycji Doktorantka nie podjęła jeszcze próby wyznaczenia parametrów charakteryzujących właściwości prozdrowotne otrzymanego produktu, ale zdołała wykazać, że dodatek owoców żurawiny w ilości do 5% nie mając istotnego wpływu, w przeciwieństwie do prędkości obrotowej ślimaka, na wydajność i energochłonność procesu oraz gęstość usypową w znacznym stopniu zwiększał zdolność żelowania produktu.

W kolejnej publikacji pt.: „*Effect of composition and processing conditions on selected characteristics of extruded corn instant gruels enriched with fruits addition*” (P9) dotyczącej wpływu dodatku owoców żurawiny i jagód goji w połączeniu z parametrami procesowymi na wybrane cechy jakościowe kaszek błyskawicznych Doktorantka poszerzyła zakres badań nie tylko różnicując rodzaj suplementacji owocowej, ale także wyznaczając wskaźnik absorpcji wody (*WAI*), wskaźnik rozpuszczalności w wodzie (*WSI*) oraz podstawowe parametry barwy. Podjęta próba modelowania z uwzględnieniem dwóch zmiennych niezależnych w postaci zawartości procentowej dodatku owocowego i prędkości obrotowej ślimaka pozwoliła skutecznie prognozować jedynie wartości parametrów barwy w przypadku wprowadzenia do badanego produktu jagód goji. Złożone i często niejednoznaczne zależności zostały za to wnikliwie przedyskutowane na podstawie klarownie przedstawionych wykresów trójwymiarowych, co nie zostało jednak wykorzystane przy sformułowaniu zbyt enigmatycznych wniosków. Na uwagę zasługuje wykazanie, że największe wartości *WAI* można uzyskać przy największej prędkości obrotowej ślimaka maksymalizując udział jagód goji i stosując 2-3% dodatek owoców żurawiny.

Przedostatnia pozycja cyklu publikacji pt.: „*Effect of processing conditions and concentration of water and milk suspensions on the dynamic viscosity of corn-cranberry gluten-free instant gruels*” (P10) dotyczy lepkości dynamicznej wodnych i mlecznych zawiesin o różnej temperaturze i stężeniu sporządzonych z kaszek kukurydziano-

żurawinowych wytworzonych z uwzględnieniem wpływu poziomu dodatku owoców i prędkości obrotowej ślimaka. Uzyskane wyniki należy uznać za niezwykle ważne, ponieważ lepkość dynamiczna jest podstawowym parametrem reologicznym określającym teksturę uwodnionego produktu przeznaczonego do bezpośredniego spożycia. Doktorantka dokonała predykcji wartości tego parametru na podstawie modeli uwzględniających zawartość procentową dodatku owocowego i prędkość obrotową ślimaka, która okazała się skuteczna dla większości przypadków z wyjątkiem zawiesin o stężeniu 10% sporządzonych na bazie wody chłodnej i ciepłej. Do wartościowych pod względem aplikacyjnym osiągnięć należy zaliczyć wykazanie, że znaczne zwiększenie wartości lepkości dynamicznej zawiesin można uzyskać przez zwiększenie poziomu dodatku owoców oraz obniżenie temperatury, a także w rezultacie wzrostu prędkości obrotowej ślimaka w przypadku zawiesin mlecznych, które charakteryzują się większą lepkością niż zawiesiny wodne. Wyniki badań zostały rzetelnie przedyskutowane w oparciu o doniesienia innych autorów, jakkolwiek zabrakło wyeksponowania faktu, że zawiesiny o stężeniu 20% posiadają około 20-krotnie większą lepkość w porównaniu z zawiesinami o stężeniu 10%.

Zwieńczeniem ocenianego cyklu publikacji stanowiącego podstawę rozprawy doktorskiej jest artykuł pt.: „*Radical scavenging activity of instant gruels enriched with cranberry fruits determined by thin-layer chromatography-DPPH test and by spectrophotometric method*” (P11), który poświęcony został analizie aktywności antyoksydacyjnej kaszek kukurydziano-żurawinowych. Warto zauważyć, że Doktorantka uwzględniła większą zawartość owoców niż w poprzednich publikacjach sięgającą nawet 10%. Jest to właściwe podejście metodyczne biorąc pod uwagę wysoki potencjał bioaktywny owoców żurawiny służących do fortyfikowania wytwarzanego produktu. Zaskakujący wynik eksperymentu wskazujący na brak spodziewanego, dominującego wpływu dodatku owoców żurawiny na aktywność antyoksydacyjną ekstradowanego produktu został wyjaśniony biorąc pod uwagę względnie wysoki potencjał bioaktywny próby kontrolnej sporządzonej na bazie pełnego ziarna kukurydzy. Z kolei, istotny wzrost aktywności antyoksydacyjnej produktu, wynikający ze zwiększenia prędkości obrotowej ślimaka, znalazł przekonujące wyjaśnienie w skróceniu procesu ekstruzji i tym samym czasu ekspozycji na działanie wysokiej temperatury, a także bardziej intensywnym oddziaływaniu sił tnących sprzyjających zrywaniu wiązań chemicznych, co sprzyja ekstraktywności związków biologicznie aktywnych.

Analiza wyników badań przedstawionych w poszczególnych pozycjach ocenianego cyklu publikacji stanowiącego podstawę rozprawy doktorskiej pozwoliła Doktorantce sformułować 10 ogólnych wniosków będących syntetyczną reprezentacją najważniejszych osiągnięć o

charakterze naukowym i aplikacyjnym, przy czym ostatni wniosek dotyczący optymalnych warunków wytwarzania bezglutenowych kaszek błyskawicznych jest niezwykle cenną rekomendacją dla przemysłu spożywczego.

Podsumowanie i wniosek końcowy

Recenzowana praca doktorska autorstwa Pani mgr inż. Magdaleny Kręcisz dotyczy aktualnego i ważnego problemu, jakim jest wytwarzanie łatwych do przygotowania, funkcjonalnych produktów spożywczego o właściwościach prozdrowotnych przeznaczonych dla szerokiego grona konsumentów z uwzględnieniem osób cierpiących na alergie pokarmowe. Przedstawienie aktualnego stanu wiedzy pozwoliło Autorce prawidłowo sformułować cel pracy, który został rzetelnie zrealizowany w oparciu o dobrze opanowany warsztat metodyczny. Szeroki zakres badań o charakterze interdyscyplinarnym pozwolił uzyskać wyniki poszerzające wiedzę naukową w zakresie nauk rolniczych w dyscyplinie inżynieria rolnicza. Wyniki te posiadając duże znaczenie poznawcze mogą być wykorzystane w praktyce do optymalizacji procesu ekstruzji surowców roślinnych pochodzenia rolniczego. Doktorantka, podczas realizacji pracy wykazała cechy świadczące o umiejętności formułowania i rozwiązywania problemów naukowych w oparciu o znaczny zasób wiedzy i bogaty warsztat badawczy. Przedłożoną do recenzji rozprawę oceniam bardzo wysoko i jednocześnie wnioskuję do Rady Wydziału Inżynierii Produkcji Uniwersytetu Przyrodniczego w Lublinie o jej wyróżnienie.

Stwierdzam, że rozprawa doktorska Pani mgr inż. Magdaleny Kręcisz pt. „Charakterystyka warunków wytwarzania i właściwości ekstrudowanych, bezglutenowych kaszek błyskawicznych” spełnia wymagania stawiane pracom doktorskim i stawiam wniosek o dopuszczenie Pani mgr inż. Magdaleny Kręcisz do publicznej obrony.

