

Kraków 18.01. 2019 r.

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

## **RECENZJA**

### **pracy doktorskiej mgr inż. Anny Stępień**

pt. "Możliwość wykorzystania wykresów stanu oraz metody powierzchni odpowiedzi do optymalizacji składu koncentratów spożywczych z punktu widzenia ich trwałości fizycznej"

wykonanej w Katedrze Inżynierii i Aparatury Przemysłu Spożywczego

Uniwersytetu Rolniczego w Krakowie

Wykresy stanu układów produktów spożywczych znalazły zastosowanie do optymalizacji parametrów procesów technologicznych oraz warunków przechowywania, szczególnie w przypadku wyrobów liofilizowanych, suszonych, mrożonych. W połączeniu z innymi parametrami opisującymi jakość żywności (np. aktywność wody) pozwalają także przewidzieć wpływ stosowanych procesów technologicznych i warunków przechowywania na stabilność fizyczną materiałów, np. zbrylanie, krystalizację, chrupkość oraz na tempo zachodzących w nich reakcji chemicznych i enzymatycznych. W tym aspekcie szczególnie istotne jest uzyskanie stanu szklistego produktu, w którym obserwuje się ograniczoną ruchliwość molekularną, a zatem szybkość zachodzących przemian i reakcji jest wyraźnie mniejsza. Dotychczas przeprowadzono badania związane z wykorzystaniem wykresu stanu do optymalizacji parametrów wpływających na trwałość produktów pochodzenia roślinnego, skrobiowego i białkowego, natomiast jak zauważa Doktorantka na str. 43 dysertacji nieliczne są badania dotyczące wykorzystania wykresów stanu do projektowania składu i warunków przechowywania produktów spożywczych z dodatkiem wielkocząsteczkowych nośników takich jak maltodekstryny czy fruktany. W związku z tym podstawową przesłanką do podjęcia badań było wykorzystanie wykresów stanu oraz aktywności wody i przemiany szklistej, jak również metody powierzchni odpowiedzi do optymalizacji składu mieszanek zawierających surowiec roślinny w postaci liofilizowanej dyni lub groszku zielonego oraz inulinę lub/i maltodekstrynę.

W recenzji rozprawy uwzględniono ocenę układu pracy i wymogów formalnych oraz merytoryczną ocenę celu pracy i jego uzasadnienie, metodologii badań, umiejętność interpretacji i dyskusji uzyskanych wyników, a także wnioski oraz wykorzystana bibliografia.

### **Ocena układu pracy i wymogów formalnych**

Przedłożona do recenzji praca zawiera 141 stron maszynopisu, łącznie z wykazem stosowanych skrótów i symboli, ze spisem literatury, spisem tabel oraz załącznikami, w których zawarto tabele i wykresy. Konstrukcja pracy jest przejrzysta i zgodna z wymogami pisania rozpraw doktorskich. Składa się ze wstępu, przeglądu literaturowego i jego podsumowania, celu i zakresu pracy, hipotez badawczych, materiału i metod badawczych, omówienia i dyskusji wyników, wniosków, streszczenia oraz spisu literatury, załączników i spisu tabel. Kolejność rozdziałów i podrozdziałów jest logiczna i wynika z przyjętej organizacji badań. Wyniki badań zamieszczono na 30 wykresach w tekście pracy i 11 w załącznikach oraz w 20 tabelach (16 w tekście i 4 w załącznikach). Jedyną drobną uwagą jaką się nasuwa, to brak w opracowaniu spisu wykresów. W pracy wykorzystano 203 pozycje bibliograficzne.

### **Ocena wstępu pracy i przeglądu literaturowego**

„Wstęp” i „Przegląd literatury” stanowią bardzo dobre wprowadzenie w zakres tematyczny pracy. Wstęp uzasadnia podjęte badania, wskazując na najistotniejsze problemy związane ze stabilnością przechowalniczą żywności, które stanowią istotne wyzwanie przed współczesną technologią żywności. Doktorantka doskonale rozwija zagadnienia zasygnalizowane we wstępie w kolejnym rozdziale „Przegląd literatury”. Rozdział ten dzieli się na cztery podstawowe podrozdziały, dodatkowo w trzech z nich są kolejne podpunkty. W tej części pracy Doktorantka na ponad 30 stronach maszynopisu wyczerpująco scharakteryzowała właściwości sorpcyjne żywności, w tym przede wszystkim przewidywanie trwałości produktów spożywczych na podstawie wartości aktywności wody. Skoncentrowała się także na omówieniu przemiany szklistej oraz wykorzystaniu temperatury przemiany szklistej do wyznaczania stabilności produktów spożywczych. Natomiast w ostatnim podrozdziale „Przeglądu literatury” wskazała na teoretyczne podstawy wykorzystania wykresów stanu w optymalizacji procesów w technologii żywności. Pomimo sporadycznych błędów językowych i braku niektórych znaków interpunkcyjnych uważam, że

omawiany rozdział jest bardzo dobrze napisany. Doktorantka nie tylko przedstawiła od strony naukowej wymienione zagadnienia, ale również wskazała na postęp badań na przestrzeni ostatnich lat. W związku z tym zacytowała najważniejsze pozycje literatury z ostatnich 10 lat, ale również sięgnęła po starsze opracowania. Wskazuje to na umiejętność szerokiego, kontekstowego podejścia do omawianych zagadnień. Kolejnym rozdziałem rzadziej spotykanym w dysertacjach jest „Podsumowanie”, opracowane w kontekście podsumowania też przeglądu literaturowego, zredagowany na 2/3 strony. Uważam, że nie jest to rozdział niezbędny w przedłożonym opracowaniu, jednak płynnie łączący „Przegląd literatury” z celem pracy.

### **Ocena celu pracy**

W rozdziale „Cel i zakres pracy” podano cel główny pracy, a następnie określono 7 zakresów szczegółowych. W kontekście lektury całej dysertacji należy stwierdzić, że cel został zredagowany wzorowo, jednoznacznie i bardzo zwięźle, co wskazując na już duże doświadczenie Autorki w redakcji jednej z najtrudniejszych części pracy. Zakres pracy także został zredagowany bardzo dobrze. Konsekwencją postawionego celu pracy było także określenie trzech jednoznacznych hipotez badawczych.

### **Ocena organizacji doświadczenia i metodologii badań**

Rozdział „Materiał i metody badawcze” składa się z sześciu zasadniczych podrozdziałów i został przedstawiony na 8 stronach maszynopisu. W rozdziale tym Autorka zamieściła informacje o materiale badawczym, sposobie przygotowania modelowych mieszanek na bazie groszku i dyni z dodatkiem inuliny lub maltodekstryny oraz metodach wyznaczania właściwości sorpcyjnych i termicznych układów modelowych, jak również podała metodę wyznaczania powierzchni odpowiedzi. Z treści rozdziału wynika, że przedmiotem badań było w sumie 21 mieszanek modelowych, w tym 4 jednoskładnikowe, 2 trójskładnikowe i pozostałe dwuskładnikowe.

Oceniając przedstawioną przez Autorkę rozprawy metodologię badań należy stwierdzić, że jest ona dobrze opracowana. Jednak moim zdaniem informacja o badanych mieszanekach powinna być jednak zawarta w podrozdziale „Charakterystyka materiału badawczego”. Ponadto nieprecyzyjnie zatytułowano rozdział „Przygotowanie mieszanek trójskładnikowych”, bowiem w nim podano generalnie procedurę przygotowania mieszanek układów modelowych, a nie tylko tych trójskładnikowych. Uważam także, że w rozdziałach, w których informowano o stosowanych metodach statystycznych przy interpretacji wyników

badania należałoby wyodrębnić dla przejrzystości stosowne podrozdziały, tym bardziej, że interpretacja statystyczna wyników jest jedną z ważniejszych elementów przedłożonej do recenzji pracy. Pomimo tych drobnych uwag, bardziej o charakterze redakcyjnym, stwierdzić należy, że zaproponowane procedury są celnie wybrane, a organizacja i przebieg doświadczenia świadczą o kompleksowym podejściu do rozpracowania założonego zagadnienia i już dużym doświadczeniu badawczym Doktorantki.

### **Umiejętność interpretacji i dyskusja uzyskanych wyników**

W rozdziale „Omówienie i dyskusja wyników” przedstawiono uzyskane wyniki, jak również ich interpretację statystyczną oraz przedyskutowano je z dostępną literaturą źródłową. Rozdział ten składa się z pięciu podstawowych podrozdziałów i zaproponowany podział jest logicznym przedstawieniem uzyskanych wyników badań.

W pierwszym rozdziale scharakteryzowano podstawowy skład chemiczny surowców roślinnych służących do przygotowaniu badanych układów modelowych. Jak należało się spodziewać wykazano, że pomiędzy badanymi gatunkami występują wyraźne różnice w zawartości podstawowych związków chemicznych, co akurat wskazało na prawidłowy dobór materiału badawczego, bowiem w pracy zamysłem Autorki był właśnie dobór dość różnorodnego materiału badawczego, aby wykazać na potencjalne możliwości zastosowania wykresów stanu oraz metody powierzchni odpowiedzi do optymalizacji składu różnorodnych mieszanek modelowych. Niemniej jednak w tej części pracy Doktorantka popełniła najwięcej błędów interpretacyjnych wyników. Przykładowo *Cucurbita pepo* i *Cucurbita maxima* to nazwy gatunków a nie odmian dyni. Ponieważ w pracy zgodnie z podaną metodyką oznaczano błonnik pokarmowy taka nazwa grupy związków powinna być używana w tekście pracy (zamiast włókna roślinnego, które to określenie jest bardziej ogólne). Ponadto opis materiału badawczego oraz zamieszczone w tabeli 4 wyniki analiz wskazują, że wykorzystano w badaniach groszek zielony o tzw. dojrzałości mleczej, a więc bezzasadne jest w tekście pracy jego porównywanie do groszku o dojrzałości fizjologicznej.

W kolejnych rozdziałach omawiających właściwości sorpcyjne układów modelowych oraz wykresy stanu badanych układów, obejmujących wyznaczenie powierzchni odpowiedzi służących do opisu wpływu składu mieszanek na krytyczne parametry przechowywania, a szczególnie w rozdziale optymalizacja układu mieszanek interpretacja wyników jest wzorowa. Doktorantka umiejętnie dobrała odpowiednie modele do opisu izoterm sorpcji badanych przez siebie układów modelowych. Jednak moim zdaniem dla przejrzystości tekstu pracy tytuł wykresu 8 powinien zwiierać informację, iż izotermy adsorpcji przygotowano wg

modelu Lewickiego, a wykresy 10 i kolejne przedstawiające krzywe przemiany szklistej wyznaczono w oparciu o model Gordona-Taylora. Za duże osiągnięcie Doktorantki w tej części pracy uznaje stwierdzenie ze str. 95 dysertacji, iż „*temperatura przemiany szklistej matrycy ciała stalego rośnie wraz ze zwiększającą się zawartością substancji wysokocząsteczkowych*” oraz ze str. 96 informujące, że „*większy wpływ na finalne wartości omawianych stałych (tzn.  $T_m$ ,  $T_g'$ ,  $T_g''$ ,  $T_g'''$ ) miał rodzaj materiału roślinnego, a nie zastosowany polimer*”.

Za najcenniejszą część pracy, w aspekcie naukowym jak i aplikacyjnym, uważam wyniki zamieszczone w rozdziale 7.4 oraz 7.5. W rozdziale 7.4 Autorka wskazuje, że parametry takie jak aktywność wody, przy wilgotności próbki odpowiadającej zawartości wody w monowarstwie, temperatura przemiany szklistej, przy wilgotności odpowiadającej pojemności monowarstwy oraz temperatura przemiany szklistej przy maksymalnej kriokoncentracji poprzez wymrożenie wody przy zastosowaniu odpowiedniego modelu (zastosowano model kubiczny) mogą posłużyć do wyznaczenia wykresów powierzchni odpowiedzi. W rozdziałach tych Doktorantka udowodniła, że parametry odczytane z wykresów stanu oraz metody powierzchni odpowiedzi mogą być wykorzystane do optymalizacji składu mieszanek trójskładnikowych, jak również w pewnym zakresie do wyznaczania metody przechowywania produktów spożywczych. Z punktu widzenia aplikacyjnego w pracy podano składy mieszanek trójskładnikowych sporządzonych na bazie dyni i groszku w zależności od ich temperatury przechowywania, w aspekcie uzyskania w tych temperaturach największej stabilności przechowalniczej mieszanek. Dodatkowo we wszystkich tych mieszankach obecna była inulina, zwiększająca właściwości probiotyczne w/w mieszanek.

Pomimo zauważonych niedociągnięć o charakterze redakcyjnym uważam, że rozdział „Omówienie i dyskusja wyników” jest wyróżniająco opracowany. Wyniki badań zostały bardzo dobrze zilustrowane za pomocą wykresów, bądź tabel. Do interpretacji wyników celnie wybrano odpowiednie modele matematyczne bądź statystyczne. Wyniki zostały syntetycznie i rzeczowo omówione. Doktorantka umiejętnie wykorzystuje rozważania teoretyczne, na podstawie zastosowanych modeli matematycznych do wyciągnięcia wniosków o charakterze aplikacyjnym. Analizuje przy tym wyniki w taki sposób, że otrzymuje odpowiedzi na wszystkie postawione hipotezy badawcze. Zaproponowana w pracy metoda może znaleźć zastosowanie przy ustalaniu parametrów przechowywania materiałów spożywczych, głównie koncentratów spożywczych często zawierających polimery. Uzyskane wyniki pozwolą na opracowanie kilku bardzo wartościowych publikacji naukowych. Dodać

należy, że ta część pracy jest napisana bardzo dobrym stylem. Autorka z dużą umiejętnością posługuje się językiem naukowym. Wyniki zostały także rzetelnie skonfrontowane z literaturą źródłową.

### **Ocena wnioskowania**

W dysertacji zamieszczono 3 wnioski ogólne, które są odpowiedzią na postawione hipotezy badawcze. Ponadto podano 9 wniosków szczegółowych, które oddają istotę przeprowadzonych badań. Zamieszczone są w logicznej kolejności, zgodnie z kolejnością omawiania poszczególnych etapów badań. Wnioski te mają duże zastosowanie praktyczne, wskazują na możliwości stabilizowania liofilizowanej dyni i groszku w czasie ich przechowywania w różnych warunkach temperaturowych. Generalnie wnioski są bardzo dobrze zredagowane.

### **Ocena streszczenia pracy**

Streszczenie pracy zamieszczono na końcu dysertacji. Jak cała praca także streszczenie pracy jest bardzo dobrze zredagowane, obejmuje wprowadzenie, cel badań, krótkie omówienie metodyki i najważniejsze uzyskane rezultaty.

### **Ocena wykorzystanej bibliografii**

W pracy skorzystano z 203 pozycje literatury. Autorka sięgała przede wszystkim po najnowsze pozycje literaturowe, szczególnie przy interpretacji swoich wyników. Choć około 20% pozycji w spisie są to prace opublikowane przed 2000 rokiem, to jednak były one wykorzystane głównie do przedstawienia historii rozwoju badań nad właściwościami sorpcyjnymi żywności. Doktorantka sięgała głównie po oryginalne prace twórcze, opublikowane w renomowanych czasopismach o uznanym IF. Źródła literaturowe dobrano trafnie i wykorzystano je odpowiednio.

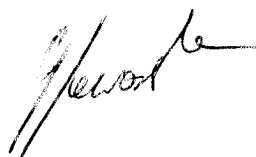
### **Wniosek końcowy**

Przedstawiona do oceny rozprawa stanowi wyróżniające opracowanie naukowe, świadczące o doskonałym przygotowaniu merytorycznym i warsztatowym Doktorantki. Na podkreślenie zasługuje rzeczowe określenie problemu badawczego i w tym aspekcie sprecyzowanie metodologii badań oraz konsekwentna interpretacja wyników badań. Recenzowana praca choć jest pracą bardzo teoretyczną, wykorzystującą modele matematyczne i statystyczne do interpretacji wyników badań, to jednak ma duży aspekt

aplikacyjny. Jest doskonałym przykładem pracy o wysokiej wartości naukowej, a jednocześnie o dużym ładunku praktycznym.

Stwierdzam, że praca Pani mgr inż. Anny Stępień spełnia wymagania stawiane dysertacjom doktorskim zawarte w Ustawie o stopniach i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz. U. z 2017 r. poz. 1789) i wnioskuję do Wysokiej Rady Wydziału Technologii Żywności Uniwersytetu Rolniczego w Krakowie o dopuszczenie jej Autorki do dalszych etapów przewodu doktorskiego.

Ze względu na wysoki poziom merytoryczny badań zaprezentowanych w pracy doktorskiej, szczególnie wyróżniającą interpretację uzyskanych wyników badań wnioskuję również o przyznanie Pani mgr inż. Anie Stępień wyróżnienia za pracę doktorską pt. „Możliwość wykorzystania wykresów stanu oraz metody powierzchni odpowiedzi do optymalizacji składu koncentratów spożywczych z punktu widzenia ich trwałości fizycznej”.

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Stępień', is located in the lower right quadrant of the page.