

Białystok, 23.05.2019

Dr hab. Jolanta Piekut  
Katedra Inżynierii Rolno-Spożywczej i Kształtowania Środowiska  
Wydział Budownictwa i Inżynierii Środowiska  
Politechnika Białostocka

## RECENZJA

**rozprawy doktorskiej mgr inż. Krzysztofa Przemysława Kowalika pt.  
„Opracowanie metody badania skuteczności ogrzewania nasion soi i ich przetworów”**

Wykonanej pod kierunkiem dr hab. Marka Szmigielskiego  
i dr Agnieszki Sagan jako promotora pomocniczego  
w Katedrze Biologicznych Podstaw Technologii Żywności i Pasz  
na Wydziale Inżynierii Produkcji Uniwersytetu Przyrodniczego w Lublinie

*Recenzja została przygotowana na zlecenie Dziekana Wydziału Inżynierii Produkcji Uniwersytetu  
Przyrodniczego w Lublinie, prof. dr hab. inż. Andrzeja Marczyka,  
z dnia 17 kwietnia 2019 roku.*

### **1. Ogólna charakterystyka rozprawy doktorskiej**

Recenzowana rozprawa doktorska została wykonana w Katedrze Biologicznych Podstaw Technologii Żywności i Pasz na Wydziale Inżynierii Produkcji Uniwersytetu Przyrodniczego w Lublinie pod kierunkiem promotora dr hab. Marka Szmigielskiego i dr Agnieszki Sagan jako promotora pomocniczego. Praca zawiera 6 rozdziałów merytorycznych, streszczenie w języku polskim, w kolejnych rozdziałach zamieszczono wykaz rysunków, wzorów i tabel oraz bibliografię. Praca liczy łącznie 121 stron w formie wydruku komputerowego formatu A4. W tekście pracy zamieszczono 12 rysunków, 5 wzorów i 24 tabele.

Przedstawiona do oceny rozprawa doktorska jest napisana starannie, strona graficzna i edytorska nie budzą zastrzeżeń. Układ redakcyjny pracy jest klasyczny, zgodny z przyjętymi dla tego typu opracowań z podziałem na odpowiednie rozdziały, jest spójny i przejrzysty w wyniku czego praca jest łatwa w odbiorze. Formalnie rozprawa napisana jest w sposób poprawny, co

jest szczególnie ważne w odniesieniu do sformułowanego problemu naukowego przedstawionego na 63 stronie.

Rozdział 1 stanowi wstęp i jest wprowadzeniem do tematu pracy, zawiera ogólne informacje dotyczące zagadnień omawianych w dalszych częściach dysertacji.

Rozdział 2 składa się z 10 podrozdziałów (z dalszymi stopniami podziału), w których Autor na podstawie obszernego przeglądu literatury krajowej i obcojęzycznej opisał rośliny strączkowe o największym znaczeniu gospodarczym, ich podstawowe składniki decydujące o wartości pokarmowej oraz główne składniki antyodżywcze, które naturalnie występują w roślinach lub kumulują się podczas stosowanych zabiegów agrotechnicznych. W rozdziale tym zostały omówione metody termiczne stosowane w przetwórstwie rolno-spożywczym oraz wpływ ogrzewania różnymi metodami na parametry jakościowe pasz i żywności poddanych tego typu obróbce technologicznej.

W rozdziale 3 Autor przedstawił celowość i zasadność podjęcia badań w omawianym zakresie oraz sformułował problemy badawcze. Zaprezentowane zostały również cele i zakres pracy, których realizacja pozwoliła Doktorantowi na weryfikację przyjętych hipotez. W pracy wyznaczono równania regresji typu  $UA = f(BCGI)$ , tzn. jako aktywność ureazy w funkcji wskaźnika zieleni bromokrezolowej, co może być wykorzystywane w opisie właściwości prób produkcyjnych przetwarzanych materiałów roślinnych w warunkach przemysłowych. Tego typu równania mogą być wykorzystane do bieżącej kontroli jakości przetworów sojowych i szybkiej korekty parametrów procesu produkcyjnego.

Rozdział 4 został podzielony na 4 podrozdziały, które zawierają opis przygotowania prób laboratoryjnych oraz w skali półtechnicznej, metodykę analitycznej oceny skuteczności ogrzewania nasion soi, opis ich wybranych wyróżników jakościowych i metodologię statystycznej obróbki danych doświadczalnych.

W rozdziale 5 został zamieszczony przebieg części eksperymentalnej, wyniki badań technologicznych i laboratoryjnych. Autor dokonał prezentacji uzyskanych rezultatów w formie tabel i rysunków oraz równań regresji jako sposobu opisu właściwości ogrzewanych nasion soi. Pozwoliło to na porównanie dwóch metod wykorzystywanych do oceny skuteczności i efektywności ogrzewania badanych prób. Wyniki eksperymentalne odniesiono do rezultatów opisanych tylko w jednej pracy innych autorów, co podkreśla unikatowość oraz innowacyjność podjętej tematyki badań.

W rozdziale 6 Autor przedstawił stwierdzenia i wnioski sformułowane na podstawie interpretacji uzyskanych wyników eksperymentalnych.

W rozdziale Bibliografia Autor zamieścił wykaz 201 pozycji literatury krajowej i obcojęzycznej dotyczącej podjętej problematyki badawczej, w tym 5 norm PN-EN oraz ISO. 52 pozycje literatury opublikowano w ostatnich dziesięciu latach, 62 pozycje wydano pomiędzy rokiem 2000 a 2009, natomiast pozostałe stanowią dobre uzupełnienie stanu wiedzy z okresu wcześniejszego. Na podkreślenie zasługuje umiejętność wykorzystywania literatury przedmiotu i liczne odwołania do badań innych autorów w podjętej tematyce, co zostało zaprezentowane w przeglądzie literatury. Pod względem jakościowym bibliografia jest dobrana prawidłowo, ponadto jest zróżnicowana i bogata, a jej dobór uważam za właściwy.

## **2. Merytoryczna ocena rozprawy doktorskiej**

Przedłożona mi do recenzji dysertacja doktorska przygotowana przez Pana mgr inż. Krzysztofa Przemysława Kowalika jest opracowaniem, które należy ocenić zdecydowanie pozytywnie. Jest to praca stanowiąca dowód biegłej orientacji Autora w projektowaniu i przeprowadzaniu badań jakościowych w skali laboratoryjnej jak i póltechnicznej, analizy wyników eksperymentalnych i konstruowania wniosków. Co więcej, podjęcie tej tematyki uważam za istotne i uzasadnione w odniesieniu do rozwoju inżynierii rolniczej jako nauki o charakterze interdyscyplinarnym.

Atrakcyjność upraw soi wynika przede wszystkim z wartości użytkowej nasion, bogatych w wartościowe i dobrze przyswajalne białko o korzystnym składzie aminokwasowym, zasobnych również w tłuszcze o wysokim udziale niezbędnych, nienasyconych kwasów tłuszczowych (NNKT) oraz zawierających dużą ilość substancji bioaktywnych, witamin i soli mineralnych.

W przeglądzie literatury Autor umiejętnie przeanalizował zagadnienia związane z właściwym doбором sposobów ogrzewania nasion, co decyduje o pomyślnym przebiegu procesu ich przetwarzania, przyswajalności składników odżywczych, obniżeniu aktywności substancji nieodżywczych i wykształceniu właściwych walorów reologiczno-organoleptycznych produktu. Nieodłącznym elementem procesu przetwórstwa nasion soi jest system kontroli jakości produktu, możliwy do zastosowania w warunkach technologicznych na skalę przemysłową. Pozwoliło to na sprecyzowanie przez Doktoranta celowości podjętej tematyki, a mianowicie opracowanie metody badania skuteczności ogrzewania nasion soi i przetworów sojowych na podstawie oceny parametrów fizyko-chemicznych surowca i produktu finalnego.

Głównym założeniem było, aby zaprojektowana metodyka weryfikacji skuteczności ogrzewania była prosta i szybka w wykonaniu, a zarazem dokładna i czuła. Opracowaną metodę Autor porównał z dotychczas stosowanym sposobem oceny polegającym na oznaczeniu aktywności enzymu ureazy (UA).

Mając powyższe na uwadze w dysertacji sformułowano następujący problem badawczy: Czy zastosowanie roztworu zieleni bromokrezolowej, jako substancji czynnej, umożliwi opracowanie metody nowej generacji do badania skuteczności ogrzewania nasion soi i przetworów sojowych, charakteryzującej się równocześnie prostotą i szybkością wykonania oraz dużą precyzją, czułością i dokładnością w opisie właściwości prób przemysłowych ?

Podjęte badania były ukierunkowane na zaprojektowanie nowej procedury analitycznej, której przeznaczeniem byłaby ocena skuteczności ogrzewania nasion soi z zastosowaniem zieleni bromokrezolowej (3, 3', 5, 5" – tetrabromo – m – krezolosulfo-ftaleiny) jako substancji czynnej pełniącej rolę indykatora. Badaniami objęto różne stężenia roztworu zieleni bromokrezolowej różniące się jednocześnie kwasowością. Czułość opracowanej metody analitycznej, w odniesieniu do prób nasion, przyjęto jako nadrzędne kryterium porównania tych wariantów roztworu substancji czynnej tj. zieleni bromokrezolowej. Aby zrealizować założony problem badawczy Autor przyjmuje do weryfikacji hipotezy o następującej treści:

- I. Właściwości zieleni bromokrezolowej (3, 3', 5, 5" – tetrabromo – m – krezolosulfo-ftaleiny) umożliwiają zastosowanie jej jako substancji czynnej w roztworze roboczym do badania skuteczności ogrzewania nasion soi i przetworów sojowych.
- II. Skuteczność ogrzewania nasion soi i ich przetworów może być wyrażona liczbowo poprzez wskaźnik zieleni bromokrezolowej (BCGI).
- III. Wyniki badań BCGI i UA, dla ogrzewanych prób nasion soi i przetworów sojowych, mogą być współzależne (skorelowane).
- IV. Funkcje  $UA = f(BCGI)$ , opracowane dla ogrzewanych nasion i przetworów sojowych w warunkach laboratoryjnych, mogą poprawnie opisywać właściwości ekstrudatów sojowych produkowanych w skali półtechnicznej.

Poprawność hipotez badawczych Doktorant zweryfikował realizując kolejno poszczególne etapy i zakresy badań:

- 1) Ustalono optymalne stężenie i kwasowość roztworu roboczego zieleni bromokrezolowej stosowanego w metodzie analitycznej BCGI do badania skuteczności ogrzewania nasion soi, która charakteryzowałaby się największą czułością (c).
- 2) Porównano precyzję (p), czułość (c), czasochłonność (t) i rozróżnialność (r) metod BCGI i UA w badaniu skuteczności ogrzewania nasion soi w warunkach laboratoryjnych.
- 3) Dla każdego ze sposobów ogrzewania prób laboratoryjnych (autoklawowania, gotowania, ogrzewania mikrofalowego oraz ogrzewania konwekcyjnego w strumieniu ogrzanego powietrza) sprawdzono współzależność wyników badań uzyskanych metodami BCGI i UA.
- 4) Dla każdego ze sposobów ogrzewania prób laboratoryjnych (autoklawowania, gotowania, ogrzewania mikrofalowego oraz ogrzewania konwekcyjnego w strumieniu ogrzanego powietrza) opracowano równania regresji  $UA = f(\text{BCGI})$  aproksymując wyniki badań uzyskane metodami BCGI i UA oraz obliczono współczynniki determinacji ( $R^2$ ) dla tych krzywych.
- 5) Poprawność równań regresji, opracowanych dla nasion ogrzewanych w warunkach laboratoryjnych, zweryfikowano dla prób ekstrudowanych w skali półtechnicznej.

Dla osiągnięcia założonych celów badawczych Autor przyjął do realizacji szeroki zakres pracy, obejmujący opracowanie koncepcji i metodyki badań oraz analizę uzyskanych wyników. Zastosowane metody badawcze i wyliczenia statystyczne nie budzą zastrzeżeń. Opracowana metoda, która przez Autora nazwana została wskaźnikiem zieleni bromokrezolowej (BCGI) okazała się przydatną do badania właściwości ogrzewanych różnymi metodami nasion soi, a ponadto jej wyniki były współzależne z dotychczas stosowanym sposobem oceny skuteczności ogrzewania nasion polegającym na oznaczeniach aktywności enzymu ureazy (UA). Współzależność metod UA i BCGI pozwoliła na skonstruowanie równań regresji o postaci  $UA = f(\text{BCGI})$ . Statystyczna weryfikacja potwierdziła przydatność tego typu równania w opisie właściwości ekstrudatów sojowych uzyskanych w skali półtechnicznej, co wskazuje również na możliwość zastosowania ich w warunkach realizacji procesu przemysłowego.

Na podstawie przeprowadzonych badań Doktorant wytypował wariant roztworu, którego zastosowanie zapewnia uzyskanie maksymalnej czułości w odniesieniu do prób nasion soi. Metodę analityczną, w której zastosowano ten wariant roztworu roboczego nazwano wskaźnikiem zieleni bromokrezolowej (BCGI). Wyniki tego testu Autor porównał następnie z rezultatami stosowanego dotąd sposobu oceny (UA) dla nasion soi poddanych

autoklawowaniu, gotowaniu, ogrzewanych mikrofalowo i ogrzewanych w strumieniu gorącego powietrza metodą konwekcji niewymuszonej.

W zakończeniu swojej rozprawy Doktorant dokonał podsumowania w rozdziale Wyniki badań i ich omówienie oraz sformułował 4 wnioski, w których odniósł się do uzyskanych wyników badań. Odpowiadają one założonym celom i stanowią odpowiedź na postawione problemy badawczy. Uważam jednak, że zakres dysertacji, w części eksperymentalnej, obejmował również inne aspekty, jak np. sprawdzenie wpływu zawartości kwasu solnego na reaktywność i specyficzność zieleni bromokrezolowej jako wskaźnika oceny skuteczności ogrzewania nasion soi. Ta kwestia nie została ujęta we wnioskach końcowych.

Podsumowując merytoryczną ocenę rozprawy pragnę podkreślić duży wkład Autora w realizacji trudnych problemów badawczych związanych z podjętym tematem pracy. Recenzowana rozprawa zawiera szereg cennych informacji i opracowań, które mogą być bardzo przydatne zarówno do badań laboratoryjnych jak i w przetwórstwie rolno-spożywczym. W związku z powyższymi faktami uważam, że podjęta problematyka badawcza w rozprawie jest bardzo ważna oraz ma istotne znaczenie zarówno z naukowego jak i użytkowego punktu widzenia, a także istotna dla postępu nauki w dyscyplinie inżynieria rolnicza.

### **3. Ogólna ocena rozprawy i uwagi krytyczne**

Recenzowana rozprawa doktorska została przygotowana poprawnie od strony formalnej i merytorycznej. Na podkreślenie zasługuje duża zwięzłość użytych sformułowań oraz czytelność opracowanych analiz.

Ponadto, pomimo niewątpliwych walorów, jakie ta praca posiada, analiza rozprawy nasuwa pewne pytania i wątpliwości o charakterze dyskusyjnym, które proszę o skomentowanie i wyjaśnienie przez Doktoranta.

1. W jakim stopniu parametry początkowe surowca korelują z wyróżnikami jakościowymi gotowego produktu po zastosowaniu obróbki termicznej?
2. Materiał do badań stanowiła 1 odmiana soi, natomiast na stronie 40, Autor stwierdza na podstawie doniesień naukowych, że „nasiona roślin strączkowych charakteryzują się zróżnicowaną zawartością oligosacharydów rodziny rafinoz na co niewątpliwie składają się czynniki genetyczne, powiązane z przynależnością gatunkową i odmianową, oraz klimatyczne, glebowe i uprawowe w okresie dojrzewania tych nasion.” Na stronach 41, 36

i 37 Doktorant potwierdza istotny wpływ odmiany roślin motylkowych na zawartość różnych składników. Według mojej oceny praca byłaby bardziej wartościowa od strony naukowej i praktycznej, gdyby w części ekperymentalnej poddano analizie również inne odmiany soi. W żadnym stopniu nie umniejsza to wartości merytorycznej recenzowanej dysertacji, a sugestię można potraktować jako wskazówkę do kontynuowania badań w opisanym wyżej zakresie.

3. W metodyce oznaczania białka ogólnego metodą Kjeldahla (str. 67) pisze Autor: „W tych warunkach azot aminowy podlega konwersji do jonu amonowego”. Proszę o wyjaśnienie mechanizmu tej reakcji.
4. W podrozdziale „Wyniki badań i ich omówienie” brak jest wyraźnego dialogu między wynikami własnymi Autora, a wynikami uzyskanymi przez innych badaczy. Wyniki eksperymentalne odniesiono do rezultatów opisanych tylko w jednej pracy innych autorów.
5. Z czego wynika fakt, że wartość absorbancji mierzono przy 620 nm? Czy zbadano max. absorbcji roztworu zieleni bromokrezolowej?
6. Doktorant na str. 35 pisze: „Białka inhibitorów trypsyny i chymotrypsyny (KI, BBI) ulegają zmianom na skutek działania czynników denaturacyjnych, w tym ogrzewania, co wskazuje na ich przynależność do kategorii czynników termolabilnych. Dyskusyjne jest natomiast ich zróżnicowanie pod względem odporności na ogrzewanie.” Trudno jest mi zrozumieć intencje Autora, ponieważ drugie zdanie jest zaprzeczeniem pierwszego. Z uwagi na brak odsyłacza literaturowego, sądzę iż jest to interpretacja Doktoranta. Proszę o wyjaśnienie powyższego zapisu.
7. Czy jednostka „ $M_{HCl} \cdot dm^{-3}$ ” dotyczy stężenia molowego? Jeśli tak, sugerowałabym stosowanie jednostek zgodnych z układem SI. W przytoczonym przykładzie powinno być „ $mol \cdot dm^{-3}$ ”.

Inne uwagi dotyczą kwestii redakcyjnych i językowych np. str. 83 – na końcu tytułów rozdziałów i podrozdziałów nie stawiamy kropek. Na stronie 71 Autor napisał: „zmian wartości testu w funkcji długości ogrzewania nasion” powinno być „...czasu ogrzewania nasion ...”. „Literatura fachowa rejestruje obecność białkowych czynników ...” – jest to niefortunne sformułowanie. Dyskusyjny jest również zapis: „... długość i wysokość temperatury ogrzewania, dla konkretnego jej sposobu i formy, niezbędnej do uzyskania zadowalającej przemiany białek TIA”.

#### 4. Podsumowanie

Po zapoznaniu się z przedstawioną do oceny pracą doktorską mgr inż. Krzysztofa Przemysława Kowalika stwierdzam, że spełnia ona wymogi formalne stawiane tego typu opracowaniom zgodnie z Ustawą z dnia 14.03.2003r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz. U. z 2017r. poz. 1789), w związku z art. 179 ust. 1 ustawy z dnia 03.07.2018 Przepisy wprowadzające – Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. z 2018r. poz. 1669) oraz Rozporządzeniem Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego z dnia 30.09.2016r. w sprawie szczegółowego trybu przeprowadzania czynności w przewodach doktorskim i habilitacyjnym oraz w postępowaniu o nadaniu tytułu naukowego (Dz.U. z 2018r. poz. 261).

**W związku z powyższym wnoszę do Wysokiej Rady Wydziału Inżynierii Produkcji Uniwersytetu Przyrodniczego w Lublinie o dopuszczenie Pana mgr inż. Krzysztofa Przemysława Kowalika do dalszych etapów przewodu doktorskiego.**



dr hab. Jolanta Piekut