

dr hab. inż. Sławomir Obidziński  
Politechnika Białostocka  
Wydział Budownictwa i Inżynierii Środowiska  
Katedra Inżynierii Rolno-Spożywczej i Kształtowania Środowiska

## RECENZJA

Rozprawy doktorskiej mgr inż. Anny Piecak

na temat

„Wpływ obróbki cieplnej na wybrane cechy jakościowe nasion ciecierzycy (*Cicer  
Arietinum L.*)”

Niniejsza recenzja została wykonana na podstawie umowy o dzieło TDz/531/2017, zawartej z Uniwersytetem Przyrodniczym w Lublinie, reprezentowanym przez Prorektora ds. organizacji i rozwoju uczelni - prof. dr hab. Eugeniusza Greła.

### 1. Charakterystyka podjętego problemu

Człowiek od początku swego istnienia poszukuje sposobów zaspokajania swych potrzeb. W tym celu uprawiane są m.in. różne rośliny. Jedną z grup roślin cennych z punktu widzenia żywieniowego oraz roli w gospodarstwie rolnym są rośliny z rodziny strączkowych (m.in. ciecierzycy), które dostarczają białka roślinnego, składników mineralnych, błonnika, substancji biologicznie czynnych i witamin. Ich dodatkowym atutem jest zdolność produkowania dużej wysokobiałkowej masy i współżycia z bakteriami zdolnymi do wiązania azotu atmosferycznego  $N_2$  i na zasadzie symbiozy przekazywania go w formie związków mineralnych roślinom.

Nasiona roślin strączkowych zawierają duże ilości białka (od 20 do 42%, zależnie od gatunku i warunków uprawy), a jego wartość biologiczna jest wyższa od białka zbóż, dzięki czemu nasiona stanowią cenny pokarm dla ludzi jak również na paszę treściwą dla zwierząt.

Jednakże konsumpcja nasion roślin strączkowych jest ściśle powiązana z ich obróbką termiczną (ogrzewaniem), które pozwala na otrzymanie pożądaných cech organoleptyczno-reologicznych, m.in. podwyższa wartość odżywczą nasion i redukuje aktywność czynników przeciwżywniowych. Jednak zbyt intensywne lub zbyt długie ogrzewanie może powodować zmniejszenie rozpuszczalności białek i przyswajalności

aminokwasów egzogennych. Aby uzyskać produkt o możliwie dużej wartości odżywczej po obróbce termicznej konieczne jest właściwe dobranie jej parametrów. Określenie jakości nasion po obróbce termicznej jest jednym z podstawowych aspektów badawczych.

Jak nadmieniała Autorka, stosowane dotychczas metody oceny jakości nasion roślin strączkowych poddanych ogrzewaniu są najczęściej oparte na pomiarze aktywności wybranych enzymów (ureaza, lipooksygenaza, peroksydaza) lub termolabilnych czynników przeciwwywnieniowych (aktywność antytrypsynowa lub hemaglutynacyjna), a także zmianie rozpuszczalności białek produktu. Są to jednak metody kosztowne, czasochłonne i pracochłonne. Istnieje więc konieczność poszukiwania metod badania jakości nasion roślin strączkowych po obróbce termicznej, opierających się na łatwych, tanich i jednocześnie czułych testach umożliwiających bieżącą kontrolę jakości produktu w warunkach procesu przemysłowego.

Przedstawiona praca doktorska mgr inż. Anny Piecak wpisuje się w twórcze działania zmierzające do opracowania szybkiego, czułego i taniego testu oceny jakości nasion strączkowych, na przykładzie ciecierzycy, poddanych różnym formom ogrzewania.

## **2. Ogólna charakterystyka pracy**

Rozprawa doktorska mgr inż. Anny Piecak zredagowana została na 122 stronach i składa się z 6 rozdziałów, spisu rysunków, wzorów i tabel, streszczenia oraz bibliografii. W rozprawie można odnaleźć 3 rysunki, 21 tabel i 197 pozycji literatury. W bibliografii znajduje się 2 publikacje współautorskie mgr inż. Anny Piecak.

We wstępie Autorka charakteryzuje nasiona strączkowe, konieczność ich obróbki termicznej przed spożyciem, dotychczasowe metody oceny ich jakości oraz sygnalizuje problem badawczy, który zamierza rozwiązać.

Rozdział drugi pracy stanowi przegląd literaturowy dotyczący:

- znaczenia gospodarczego poszczególnych gatunków roślin strączkowych,
- ich składu chemicznego,
- charakterystyki sposobów ogrzewania jako jednego z podstawowych zabiegów stosowanych w przetwórstwie rolno-spożywczym i ich wpływu na jakość niektórych składników żywności i pasz,
- charakterystyki metod badania skuteczności ogrzewania żywności i pasz.

W rozdziale trzecim Autorka przedstawiła cel i zakres pracy, sformułowała problem badawczy, zaprezentowała hipotezy badawcze i sposoby ich weryfikacji.

W rozdziale czwartym zaprezentowana została metodyka badań, w tym charakterystyka surowca, jakim były nasiona ciecierzycy, jej właściwości fizyko-chemiczne i metody ich oznaczania. W rozdziale tym Autorka przedstawiła również:

- założenia i charakterystykę własnej metody badania skuteczności ogrzewania nasion ciecierzycy,
- metodykę oznaczania cech jakościowych nasion ciecierzycy,
- metodologię opracowania statystycznych wyników badań,
- metodologię weryfikacji danych doświadczalnych dla półtechnicznych prób przemysłowych.

W rozdziale piątym Autorka prezentuje wyniki swoich badań i poddaje je analizie. Mgr inż. Anna Piecak swoje wyniki i ich statystyczną analizę prezentuje w postaci 18 tabel (w tym 2 tabele dotyczące: statystycznego porównania metod badania skuteczności obróbki termicznej nasion ciecierzycy (tab. 20) oraz weryfikacji przydatności otrzymanych równań regresji w badaniu skuteczności ogrzewania nasion ciecierzycy (tab. 21) i trzech wykresów.

W rozdziale szóstym Autorka prezentuje wnioski z przeprowadzonych badań.

W dalszej części pracy znajduje się spis rysunków, wzorów i tabel występujących w pracy.

Praca zawiera również dwustronicowe streszczenie.

Bibliografia zaprezentowane w pracy składa się ze 197 pozycji.

### **3. Ocena pracy**

Rozprawa doktorska mgr inż. Anny Piecak napisana jest poprawnym językiem. Pomimo drobnych uchybień edytorskich, od strony formalnej nie budzi większych zastrzeżeń. Należy uznać, iż jest przejrzysta i przedstawia wartościowy wkład naukowy, uzupełniający wiedzę w obszarze inżynierii rolniczej.

We wstępie Autorka określa problem badawczy, którym jest, według niej, kosztowność, złożoność, czasochłonność i pracochłonność dotychczasowej metodyki oznaczeń jakości nasion strączkowych po obróbce termicznej.

W rozdziale drugim pracy Autorka dokonuje bogatego i wszechstronnego przeglądu literaturowego dotyczącego roślin strączkowych, sposobów ich obróbki termicznej i badań

jakości żywności i pasz po obróbce termicznej. Autorka podkreśla w rozdziale 2.3.4, że niektóre formy i sposoby obróbki termicznej surowców stosowane w celu osiągnięcia ich pożądanych cech organoleptyczno-reologicznych, podwyższa wartość odżywczą nasion i redukuje aktywność czynników przeciwżywnościowych, jednak mogą z drugiej strony powodować niekorzystne zmiany tych surowców. Dlatego też ważne jest, aby kontrolować skuteczność poszczególnych form i sposobów ogrzewania, ich odpowiedni czas oraz zakres temperatury. Autorka podkreśla, że po analizie wad i zalet poszczególnych metod oceny skuteczności poszczególnych form i sposobów ogrzewania, najbardziej przydatnymi wydają się testy fizykochemiczne oparte na reakcjach z purpurą bromokrezolową.

Po przeprowadzeniu obszernej i wnikliwej analizy literaturowej, Autorka w rozdziale trzecim przedstawia cel i zakres pracy. Według niej celem pracy, jaki sobie stawia, jest *..., opracowanie prostej i szybkiej oraz możliwie czulej i precyzyjnej metody analitycznej do kontroli skuteczności ogrzewania nasion ciecierzycy i ich przetworów, oraz porównanie opracowanego testu do stosowanych dotąd metod oceny*". Zadanie, jakie Autorka sobie wyznacza (problem badawczy) to *... "opracowanie szybkiego, czulego i precyzyjnego testu przeznaczonego do badania nasion ciecierzycy poddanych różnym formom ogrzewania tak, aby jego wyniki były współzależne z dotychczas stosowaną metodą oznaczania aktywności antytrypsynowej (TIA)"*.

W rozdziale tym Autorka bardzo szczegółowo opisuje również kolejne etapy weryfikacji podanych hipotez badawczych, których nadrzędnym celem jest *... "porównanie równań regresji  $TIA = f(BCPI)$  opisujących wyniki badań dla wybranych sposobów ogrzewania nasion ciecierzycy i opracowanie zbiorczych równań określonego typu, przydatnych do badania jakości produktów w warunkach przemysłowego przetwórstwa"*.

W rozdziale czwartym Autorka scharakteryzowała surowiec (nasiona ciecierzycy pospolitej odmiany PRINCIPE formy botanicznej KABULI ze zbioru w Kanadzie), jego właściwości fizyko-chemiczne (tabela 1) i metody ich oznaczania. Scharakteryzowała metodykę przeprowadzania prób laboratoryjnych i produkcyjnych obróbki termicznej nasion ciecierzycy.

Zaprezentowane w pracy, w rozdziale piątym, wyniki badań porównujących metody wskaźnika purpury bromokrezolowej (BCPI) i aktywności antytrypsynowej (TIA) potwierdzają przydatność metody wykorzystującej wskaźnik purpury bromokrezolowej (BCPI) do określania jakości nasion ciecierzycy poddanych różnym formom obróbki

termicznej, ze względu na jej większą czułość, rozróżnialność, precyzję i mniejszą czasochłonność. Przeprowadzone analizy uzyskanych wyników badań wykazały, że wartości współczynników korelacji pomiędzy metodami BCPI i TIA dla różnych wariantów ogrzewania nasion ciecierzycy, wykazują bardzo silną współzależność tych cech. Metoda BCPI, według badań Autorki, znacznie skraca jednak czas wykonywanych analiz w porównaniu do metody TIA i pozwala na efektywniejsze wykorzystanie aparatury badawczej.

Uzyskane równania regresji określające współzależność metod  $TIA = f(BCPI)$ , porównano parami zgodnie z założeniami procedury SimReg. Uzyskane w wyniku tego porównania równania zweryfikowano w badaniach skuteczności ogrzewania ekstrudatów nasion ciecierzycy.

Przedstawione w rozdziale szóstym wnioski potwierdzają postawioną w pracy tezę.

Literatura wykorzystana w rozprawie, składająca się ze 197 pozycji zarówno polskojęzycznych jak i zagranicznych i jest wyczerpująca i odpowiada zagadnieniom poruszonym w pracy. W skład pozycji literaturowych wchodzi jedna pozycja w postaci strony internetowej oraz 10 pozycji w postaci norm.

Na wyróżnienie pracy zasługuje:

1. Dokonanie bardzo bogatego, wszechstronnego przeglądu literaturowego (opartego na 197 pozycjach literaturowych) dotyczącego podjętej tematyki.
2. Opracowanie metodyki szybkiego, czułego i taniego testu oceny jakości nasion ciecierzycy poddanych różnym formom ogrzewania, opartego na reakcji tych nasion z substancją czynną w postaci purpury bromokrezolowej.
3. Opracowanie metodyki wyznaczenia optymalnego wariantu roztworu roboczego gwarantującego uzyskanie maksymalnej czułości metody ( $\chi$ ), której wyznaczenie związane było z przeanalizowaniem wartości sorpcji oznaczonych dla prób nasion surowych i autoklawowanych (120 minut w temp. 121 °C) przy 48 wariantach roztworu purpury bromokrezolowej (dla każdego z 6 poziomów stężenia substancji czynnej odpowiadało 8 poziomom kwasowości roztworu).
4. Weryfikacji opracowanej metody dla półtechnicznych prób przemysłowych z wykorzystaniem obróbki ciśnieniowo-termicznej w postaci ekstruzji.

#### 4. Uwagi krytyczne oraz dyskusyjne

Analizując ocenianą pracę, zwróciłem uwagę na pewne uchybienia oraz nieścisłości, które przedstawiam poniżej, w kolejności, w jakiej występują w pracy:

1. str. 7, - w przedstawionym spisie oznaczeń przydałyby się jednostki poszczególnych wielkości. Przedstawiony spis nie zawiera wszystkich oznaczeń występujących w pracy (np. na str. 10 występuje oznaczenie NNKT, a na str. 24 występują oznaczenia KI, JMA, BBI). Przy opisie skrótu TIA Autorka w spisie symboli określa go jako „aktywność antytrypsynowa”, podczas gdy w pracy (np. str. 24) występuje pojęcie „aktywność inhibitorów enzymów proteolitycznych”). Należałoby to ujednoczyć w spisie oznaczeń,
2. str. 10-16 – pojawiają się odsyłacze do źródła w postaci [FAOSTAT] z różnymi rocznikami, natomiast w spisie literatury znajduje się tylko odniesienie do strony internetowej ([www.faostat.fao.org](http://www.faostat.fao.org)) bez rocznika, i bez podania czasu dostępu do strony,
3. str. 10-17 - przy charakteryzowaniu poszczególnych roślin strączkowych wskazanym byłoby pokazanie na rysunkach (fotografiach) jak omawiana roślina wygląda,
4. str. 24, str. 29, str. 32, str. 34, str. 36 itd. - w tekście pracy dostrzec można sporej objętości akapity, z często specjalistycznymi wartościami parametrów (np. ekspandowania - str. 36), nieopatrzone żadnym odsyłaczem do literatury,
5. str. 33-45 - Autorka opisując poszczególne sposoby ogrzewania charakteryzuje budowę i zasadę działania poszczególnych urządzeń do obróbki termicznej np. kondycjonera (p.2.3.1.1), prażarki (p.2.3.1.2), ekspandera (p.2.3.1.3) itd. Zdecydowanie łatwiej byłoby zrozumieć opisywaną budowę i zasadę działania w/w urządzeń, gdyby Autorka zamieściła schematy tych urządzeń a tekst opisu uzupełniła o odnośniki do zamieszczonych schematów (rysunków).
6. str. 55 - przedstawione hipotezy są według mnie za bardzo rozbudowane. W hipotezie III należałoby wyjaśnić dokładnie, co oznacza metoda TIA, mimo, że Autorka wyjaśnia to w zakresie pracy.
7. str. 57 – dlaczego do badań wybrano daną odmianę ciecierzycy (PRINCIPE formy botanicznej KABULI ze zbioru w Kanadzie)? Czy właściwości wybranej do badań odmiany nasion nie mają wpływu na uzyskane wyniki badań?
8. str. 58-59 – oznaczenia pojawiające się w zależnościach (1), (2) i (3) nie pojawiają się w wykazie oznaczeń pracy (str. 7). W zależnościach tych brakuje jednostki obliczanych wielkości. Poza tym symbole  $m_1$  i  $m_2$  w zależnościach (1) i (2) mają inne znaczenia! Warto byłoby je inaczej oznaczyć.

9. str. 60 - Dlaczego Autorka próby obróbki ciśnieniowo-termicznej nasion ciecierzycy wykonane w laboratorium Katedry Inżynierii i Maszyn Spożywczych za pomocą jednoślimakowego ekstrudera TS-45 Metalchem nazwała „produkcyjnymi”? Czy wydajność ekstrudera jest na tyle wysoka, aby nazwać je produkcyjnymi i czy warunki procesu zbliżone były do warunków produkcyjnych?
10. str. 63 – Autorka używa zwrotu „...przy szybkości 3000 obrotów na minutę”. Jest to zwrot potoczny, powinno być „...przy prędkości obrotowej 3000 obr/min”.
11. str. 63 – oznaczenia pojawiające się w zależności (4) nie pojawiają się w wykazie oznaczeń pracy (str. 7). Brakuje jednostki objętości roztworu substancji czynnej  $V_r$ .
12. str. 65 – Autorka pisze, że „...wysokie i istotne wartości współczynnika korelacji liniowej dla cech BCPI i TIA umożliwiły opracowanie współzależności w formie równań regresji  $TIA = f(BCPI)$ , oszacowanych metodą najmniejszych kwadratów”. Na etapie formułowania metodyki badań Autorka nie wiedziała jeszcze, że otrzyma wysokie i istotne wartości współczynnika korelacji liniowej dla cech BCPI i TIA.
13. str. 66 – oznaczenia pojawiające się w zależności (5) nie pojawiają się w wykazie oznaczeń pracy (str. 7).
14. str. 66 – w pracy pojawiają się pewne nieścisłości!! Dlaczego Autorka raz nazywa część badań badaniami produkcyjnymi (str. 60)? A następnie przy weryfikacji danych doświadczalnych (str. 66) nazywa je półtechnicznymi próbami przemysłowymi?
15. str. 69 – 95 – Autorka swoje wyniki i ich statystyczną analizę prezentuje w postaci 18 tabel oraz tylko trzech wykresów. Taka forma prezentacji wyników w dużym stopniu utrudnia lekturę pracy. Każdą z tabel można było zobrazować wykresem, co pozwoliłoby na łatwiejszy, bardziej przyjazny odbiór uzyskanych wyników.
16. str. 76 – 96 - na zaprezentowanych wykresach (rys. 1 - str. 76, rys. 2 –str. 95, rys. 3 - str. 96) brakuje zaznaczenia punktów pomiarowych, z których taki wykres powstał!
17. str. 76 – na rysunku 1 jednostki w opisie osi rzędnych powinny być podane w nawiasach (podobnie na rys. 2 –str. 95 oraz na rys. 3 – str. 96). Na rysunku 1 nie potrzebny jest też górny opis rysunku, gdyż czytelnik może taką informację znaleźć w podpisie rysunku.
18. str. 94 – W jakim sensie Autorka stwierdza, że metoda wskaźnika purpury bromokrezolowej (BCPI) pozwala na efektywniejsze wykorzystanie aparatury badawczej? (pierwszy akapit na str. 94),
19. str. 94 – Czy wybrany typ równań (wielomiany drugiego stopnia i prosta) określające współzależność  $TIA = f(BCPI)$  mogą być równie dobre i przydatne do określania jakości

nasion ciecierzycy poddanych innym sposobom ogrzewania? I czy uzyskane współzależności można przenieść do określania jakości nasion innych roślin strączkowych poddanych badanym sposobom ogrzewania?

20. str. 103 – w streszczeniu (7 wiersz od dołu) Autorka piszę, że „*Metoda TIA okazała się przydatna w ocenie skuteczności obróbki cieplnej nasion ciecierzycy. Jednak ze względu na niską czasochłonność, czułość, precyzyję i rozróżnialność najbardziej uzasadnione było zastosowanie w tym celu opracowanej metody BCPI*”. Z wcześniejszych informacji wynikało, że metoda TIA jest czasochłonna.

**Analizując zarówno osiągnięcia Autorki przedstawione w rozprawie jak i drobne niedociągnięcia w niej zauważone, rozprawę oceniam pozytywnie.**

#### **4. Podsumowanie**

Mając na uwadze złożony charakter problemów dotyczących zagadnień procesowych dotyczących termicznej obróbki nasion roślin strączkowych uznaję, że praca doktorska mgr inż. Anna Piecak wnosi oryginalny wkład naukowy, szczególnie istotny dla praktyki przemysłowej w obszarze termicznej obróbki nasion roślin strączkowych i oceny ich jakości po tej obróbce. Uzyskane rezultaty mają wartości zarówno poznawcze jak i użytkowe.

Na podstawie przedłożonej rozprawy doktorskiej stwierdzam, że mgr inż. Anna Piecak wykazała się dużą wiedzą zarówno naukową jak i techniczną. Własna koncepcja metodyki szybkiego, czułego i taniego testu oceny jakości nasion ciecierzycy poddanych różnym formom ogrzewania, opartego na reakcji tych nasion z substancją czynną w postaci purpury bromokrezolową, świadczą o dużej wiedzy z obszaru inżynierii rolniczej, inżynierii żywności jak i chemii analitycznej.

Należy też uznać, że mgr inż. Anna Piecak wykazała się umiejętnościami samodzielnego prowadzenia pracy naukowej.

Stwierdzam, że praca doktorska mgr inż. Anny Piecak pt. „*Wpływ obróbki cieplnej na wybrane cechy jakościowe nasion ciecierzycy (*Cicer Arietinum L.*)*” spełnia wymagania stawiane rozprawom doktorskim określonym w „*Ustawie o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki*” z dnia 14 marca 2003 r. z późniejszymi zmianami i wnoszę o dopuszczenie Autorki do jej publicznej obrony.

