

dr hab. inż. Dariusz M. Stasiak, prof. uczelni  
Katedra Technologii Surowców Pochodzenia Zwierzęcego  
Wydział Nauk o Żywności i Biotechnologii  
Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie

**Recenzja rozprawy doktorskiej**  
**pt. The Study of Wheat Grinding Process Using Different Kinds of Mills:**  
**A New Approach for Producing Wholemeal Flour**  
**(Badania procesu rozdrabniania pszenicy z wykorzystaniem różnych młynów:**  
**nowe podejście do produkcji mąki razowej),**  
**której autorem jest mgr inż. Waleed Hameed Hassoon**

Rozprawa doktorska została przygotowana pod kierunkiem naukowym **prof. dra hab. Dariusza Dzikiego** i **dr inż. Beaty Biernackiej** jako promotora pomocniczego na Wydziale Inżynierii Produkcji Uniwersytetu Przyrodniczego w Lublinie.

Recenzja została przygotowana na zlecenie Dziekana Wydziału Inżynierii Produkcji Uniwersytetu Przyrodniczego w Lublinie, prof. dra hab. inż. Andrzeja Marczuka z 30 kwietnia 2019 r.

**Ocena doboru tematyki**

Trendy żywieniowe są kluczowym czynnikiem wyznaczającym kierunki produkcji żywności w krajach rozwiniętych przemysłowo. Społeczeństwa preferują aktywny tryb życia i zwracają baczniejszą uwagę na swoje pożywienie – priorytetem jest zdrowie. Dlatego branża żywieniowa mocniej koncentruje się na bieżących potrzebach rynku, monitorowaniu preferencji żywieniowych po to, aby dostarczyć żywności oczekiwanej przez konsumentów. Trendy i jakość żywności w znacznej mierze kształtuje nowa i systematycznie poszerzana wiedza naukowa oraz transfer innowacji przez granicę na styku nauki z przemysłem. Wyrazem ewolucji wiedzy o żywności i żywieniu oraz ich wpływie na zdrowie człowieka są m.in. zalecenia żywieniowe WHO i Piramida Zdrowego Żywienia i Aktywności Fizycznej Instytutu Żywności i Żywienia. Spożywanie wyrobów całościarnych ma naukowo udokumentowany, korzystny wpływ na zdrowie człowieka i zapobiega rozwojowi wielu chorób. Dlatego żywieniowcy zalecają spożywanie produktów zbożowych z pełnego przemiału, które zgodnie z definicją AACC, powinny zawierać w swoim składzie wszystkie części anatomiczne ziarniaka w niezmiennych proporcjach. Mąki pełnoziarniste są bardzo dobrym źródłem błonnika pokarmowego, pełniącego ważną regulacyjną rolę w metabolizmie człowieka. Pod tym względem szczególnie wartościowe surowce dostarczają stare, często zapomniane odmiany pszenicy takie jak: orkisz, płaskurka czy samopsza.

Ziarno zbóż było i jest podstawą wyżywienia większości społeczeństw. Doskonalenie sposobów jego przekształcania stwarza możliwości wytwarzania różnorodnych form produktów. Rośliny zbożowe jako rodzina wiechlinowatych jest dość zróżnicowana pod względem właściwości użytkowych, co wynika m.in. ze zróżnicowania budowy i składu chemicznego ziarna. Z tej przyczyny, pomimo pozornej prostoty operacji rozdrabniania ziarna, przebieg zjawisk jest dość

skomplikowany i wciąż nie do końca opisany. Strukturę biologiczną ziarna tworzą substancje organiczne, mineralne i woda pozostające w dość labilnych zależnościach biofizykochemicznych. Wytrzymałość mechaniczna elementów strukturalnych ziarniaka w znacznej mierze zależy od parametrów operacji poprzedzających rozdrabnianie. Zmiany struktury kształtowanej przez związki wielkocząsteczkowe pod działaniem sił mechanicznych mają szczególnie złożony charakter. Dlatego badanie właściwości mechanicznych całych ziarniaków jest uzasadnione w aspekcie projektowania i doskonalenia procesów technologicznych, produktów, bezpieczeństwa żywności i akceptacji konsumenckiej. Między innymi, dlatego zachowanie ziarna pod działaniem sił mechanicznych wciąż oczekuje lepszego opisu za pomocą modeli teoretycznych. Tak postawiony problem badawczy indukuje szereg nowych obejmujących: czynniki występujące w sferze biogospodarki (m.in. polityka żywnościowa, bezpieczeństwo żywnościowe, trendy żywieniowe), nową wiedzę naukową (m.in. w zakresie technologii żywności i żywienia) i innowacje.

Doktorant podejmując tematykę dotyczącą badania procesu rozdrabniania całych ziarniaków pszenicy o obniżonej wilgotności w aspekcie produkcji mąki razowej sprawił, że rozprawa dobrze wpisuje się w aktualne, zidentyfikowane potrzeby naukowe i aplikacyjne zwłaszcza w sferze inżynierii produkcji żywności. Poszukując zależności między właściwościami fizycznymi ziarna pszenicy, a parametrami opisującymi proces rozdrabniania zaplanował i zrealizował badania uwzględniając następujące czynniki:

- a) właściwości fizyczno-chemiczne ziarna determinowane przez odmiany pszenicy (3 odmiany),
- b) sposób przygotowania – suszenia ziarna (3 sposoby),
- c) sposób rozdrobnienia ziarna (4 sposoby).

Doktorant realizując eksperyment na wstępie scharakteryzował właściwości materiału badawczego. Na podstawie uzyskanych danych poszukiwał zależności pomiędzy sposobem dosuszenia materiału, a sposobem rozdrabniania analizując energochłonność procesu i jakość mąki. Dzięki metodom statystycznym, mgr inż. Waleed Hameed Hassoon zidentyfikował szereg zależności opisujących proces rozdrabniania pszenicy w produkcji mąki razowej. Informacje te są cenne tak pod względem naukowym, jak i aplikacyjnym, m.in. ze względu na opisanie zasad dosuszania i rozdrabniania całego ziarna różnych odmian pszenicy, zwłaszcza w warunkach klimatycznych specyficznych dla krajów Bliskiego Wschodu.

### **Ocena formalna rozprawy**

Rozprawa doktorska została przygotowana w języku angielskim. Ma układ typowy dla opracowań o charakterze naukowym dokumentujących eksperyment badawczy. Manuskrypt liczy 136 stron, a jego główne rozdziały to: wstęp (1 strona), przegląd literatury (31 stron), cel pracy (1 strona), materiał i metody badań (9 stron), wyniki badań i dyskusja (58 stron) oraz wnioski (2 strony). Struktura podziału treści między rozdziały jest 4-poziomowa i adekwatna do potrzeb pracy. Objętość poszczególnych rozdziałów dzieła jest uzasadniona realnymi potrzebami merytorycznymi. Treści bezpośrednio dokumentujące eksperyment, tj. planowanie, realizacja i omówienie wyników eksperymentu, zajmuje ponad 51% manuskryptu. Dzieło zaopatrzone jest w spis treści na początku i spis piśmiennictwa na końcu pracy. Autor zamieścił także streszczenie w języku angielskim i polskim. Manuskrypt nie zawiera spisu rycin i tabel. Kolejność rozdzia-

łów i przyporządkowanie informacji jest poprawne, uzasadnione potrzebą logicznego wyłożenia treści zgodnie z tytułem dzieła, dowodzi prawidłowości toku postępowania przy rozwiązywaniu problemu badawczego podjętego przez mgr inż. Waleeda Hameeda Hassoon.

Bibliografia załącznikowa jest bardzo szeroka i liczy łącznie 285 pozycji, z czego ponad 54% publikacji pochodzi z ostatniej dekady lat (tj. od 2009 r.). Taka struktura potwierdza aktualność tematu. W spisie występują niemal wyłącznie (99%) publikacje anglojęzyczne pochodzące z renomowanych czasopism o zasięgu międzynarodowym. Doktorant zastosował harwardzki system odnośników literaturowych. Dobór i wykorzystanie piśmiennictwa oraz selekcja zagadnień ukazują bardzo szeroki zakres studiów literaturowych, który bardzo dobrze odpowiada podjętej tematyce badawczej i ujawnia duże zaangażowanie Doktoranta w poszerzanie swej wiedzy.

Praca napisana jest poprawnym językowym stylem naukowym. Specyficzna terminologia stosowana jest oszczędnie i zwykle uzupełniana o wyjaśnienia. Tezy przedstawiane przez Doktoranta wyrażane są w sposób precyzyjny, przejrzysty i są zrozumiałe dla czytelnika przez przedstawioną argumentację i konkluzje.

Materiał ilustracyjny rozprawy obejmuje 36 wykresów, niemal w całości (35 wykresów) związanych z omówieniem wyników eksperymentu w rozdziale „Results and Discussion”. W rozdziale tym Doktorant zamieścił także 40 tabel z wynikami eksperymentu. Tytuły wykresów i tabel są formułowane prawidłowo i odpowiadają prezentowanym informacjom. Materiał ilustracyjny jest adekwatny do treści, prawidłowo dobrany i wykorzystany. Stwierdzam, że pod względem technicznym Doktorant przygotował dysertację na zadowalającym poziomie.

### **Ocena merytoryczna rozprawy**

Doktorant we wstępie (rozdział 1) do dysertacji zwięźle uzasadnia przyczyny podjęcia tematu przedstawiając m.in. korzyści żywieniowe wynikające ze spożywania produktów i potraw przygotowywanych z mąki razowej. Zwraca uwagę na problemy i trudności technologiczne dotyczące produkcji mąki razowej z całych ziarniaków. W efekcie określa zakres naukowo-badawczej eksploracji tematu.

Przegląd literatury (rozdział 2) Doktorant rozpoczyna od dość zwięzłego scharakteryzowania starych odmian pszenicy (orkisz, płaskurka, khorasan) z uwzględnieniem cech jakościowych odróżniających je od innych odmian (rozdział 2.1). Następnie przechodzi do omówienia wybranych metod suszenia ziarna (rozdział 2.2). Przedstawia czynniki suszenia m.in. ukazując różne skutki jakościowe związane z wilgotnością, warunkami suszenia i składowania ziarna. Więcej miejsca poświęca uwarunkowaniom suszenia radiacyjnego (słonecznego) i konwekcyjnego (przy użyciu gorącego powietrza). Ma to uzasadnienie w powszechności metody i uwzględnia szczególne warunki klimatyczne panujące w Iraku. Mniejsza objętość treści dotyczących suszenia sublimacyjnego ziarna wynika z bardzo ograniczonej liczby publikacji naukowych na ten temat. Metoda ta, jakkolwiek zapewnia optymalną jakość suszu, jest energochłonna i z tego powodu wykorzystanie do suszenia ziarna jest incydentalne. Jednak suszenie sublimacyjne ziarna zbóż do celów specjalnych w krajach Bliskiego Wschodu ma niejaki potencjał, który wiąże się z energią fotowoltaiczną.

Doktorant omówiwszy właściwości pszenicy i jej przygotowanie w kolejnym rozdziale (2.3) charakteryzuje proces rozdrabniania ziarna. Na wstępie przedstawia znane teorie opisujące proces rozdrabniania, w tym podstawowe, tj. Kicka, Rittingera i Bonda oraz Sokołowskiego. Następnie dokonuje przeglądu literatury nt. zjawisk zachodzących w ziarnie pszenicy podczas rozdrabniania – mielenia. Szczególną uwagę zwraca na aspekty technologii, jakości i walorów żywieniowych mąki razowej. Kolejno przedstawiane dość lapidarne informacje przeglądu literatury tworzą logiczny ciąg treści wprowadzający do kolejnego podrozdziału (2.4) dysertacji, w której Autor dokonuje szerszego przeglądu czynników wpływających na przebieg procesu rozdrabniania pszenicy i jakość mąki. Koncentruje swą uwagę na najważniejszych aspektach twardości ziarna, jego wilgotności i sposobie rozdrabniania oraz wzajemnych zależnościach. Między innymi charakteryzuje skutki jego nawilżania i wymienia metody badań ziarna. Omawia także zasady prowadzenia procesu rozdrabniania pszenicy z użyciem młynków walcowych, młotkowych, nożowych i żarnowych. Na tym tle mgr inż. Waleed Hameed Hassoon w dalszej części swej dysertacji zamieszcza przegląd informacji na temat specyficznych parametrów jakości mąki (rozdział 2.5) i właściwości reologicznych ciasta (rozdział 2.6).

Przegląd literatury jest adekwatny do tematu dysertacji i uwzględnia szerokie spektrum zagadnień związanych z procesem rozdrabniania ziarna w aspekcie produkcji mąki razowej z całych ziarniaków pszenicy różnych odmian i dobrze argumentuje tematykę dysertacji. Zawiera treści, które tworzą logiczny ciąg prowadzący czytelnika przez teorie i czynniki procesu rozdrabniania zbóż. Ukazuje także wpływ procesu na jakość technologiczną mąki razowej. W efekcie Doktorant identyfikuje szereg zagadnień niedostatecznie poznanych w sensie naukowym, a zwłaszcza potrzebę analizy zjawisk podczas rozdrabniania całych ziarniaków starych odmian pszenicy, potrzebę opracowania zasad prowadzenia (standardów) procesu.

Niejaki niedosyt informacji w tej części rozprawy dotyczyć może braku omówienia zagrożeń bezpieczeństwa zdrowotnego w aspekcie technologii mąki razowej. Identyfikacja źródeł zagrożeń związanych z samym surowcem, sposobem jego przygotowania, rozdrabniania i przechowywania korzystnie wpłynęłaby na walor aplikacyjny dysertacji.

Rzetelny przegląd literatury dał Doktorantowi asumpt do sformułowania ogólnego celu pracy, jakim były badania nad technologią otrzymywania mąki razowej z dosuszanych całych ziarniaków starych gatunków pszenicy. Realizacja tak sformułowanego celu ma doprowadzić do ustalenia zależności między sposobem suszenia (dodatkowego w stosunku do metod standardowych) i rozdrabniania całego ziarna pszenicznego a jakością mąki razowej oraz pomóc lepiej wyjaśnić i zrozumieć oddziaływanie maszyn rozdrabniających. Na potrzeby planowanego eksperymentu Doktorant formułuje trzy hipotezy:

- 1) Obniżenie wilgotności ziarna zwiększa efektywność procesu rozdrabniania.
  - 2) Metoda rozdrabniania i twardość ziarna pszenicy wpływają na rozkład wielkości cząstek i zapotrzebowanie energii w procesie rozdrabniania.
  - 3) Metoda suszenia ziarna wpływa na proces jego rozdrabniania i właściwości mąki.
- Są one ściśle związane z tematem dysertacji i zostały poprawnie sformułowane, jakkolwiek połączenie dwóch efektów w hipotezie drugiej i trzeciej stanowi niejaki utrudnienie w ich weryfikacji.

W związku z hipotezami, mgr inż. Waleed Hameed Hassoon określił cztery cele szczegółowe:

- 1) określić wpływ wilgotności ziarna na proces rozdrabniania pszenicy;
- 2) określić wskaźniki energii rozdrabniania i rozkład wielkości otrzymanywanych cząstek w zależności od sposobu rozdrabniania;
- 3) ukazać wpływ twardości ziarna pszenicy na proces rozdrabniania;
- 4) zbadać wpływ sposobu suszenia ziarna na proces jego rozdrabniania i właściwości mąki.

Cele szczegółowe są zwięźle sformułowane i zrozumiałe, swym zakresem odpowiadają tematu pracy, występują w ścisłym związku z hipotezami i otwierają drogę do ich weryfikacji.

Rozdział czwarty dysertacji opisuje materiał badawczy i metody badań w planowanym eksperymencie. Doktorant przeprowadził badania z wykorzystaniem ziarna trzech odmian pszenicy, tj. orkiszu, płaskurki i khorasan pochodzących z upraw ekologicznych w 2015 r. Taki dobór materiału badawczego nie wynika bezpośrednio z tytułu dysertacji, niemniej jednak znajduje swoje uzasadnienie w rozdziałach poprzedzających, w których Autor zwraca uwagę na szereg walorów żywieniowych mąk ze starych odmian pszenicy. Opis metodyk obejmuje analizę pojedynczego ziarniaka (SKCS) uwzględniającą pomiar twardości, masy, zawartości wilgoci, grubości, gęstości usypowej. Określona została także metoda pomiaru gęstości nasypowej ziarna. Badanie składu chemicznego ziarna obejmowało zawartość białka, popiołu, tłuszczu i skrobi. Doktorant zastosował standardowe, powszechnie stosowane metody badawcze (m.in. ISO, ICC, AACC). Takie podejście umożliwia dobre porównanie wyników badań.

W procesie przygotowania ziarna zostały użyte dwa różne sposoby dosuszania – sublimacyjne i konwekcyjne. Przy czym w drugim przypadku zastosowano dwa różne urządzenia – suszarkę laboratoryjną z naturalnym obiegiem powietrza i komorę klimatyczną, która dodatkowo zapewniała kontrolowanie wilgotności środowiska. Taki dobór urządzeń, jak przypuszczam, podyktowany jest chęcią zasymulowania procesu naturalnego suszenia w warunkach klimatycznych Iraku. Dlaczego Autor nie wprowadził do eksperymentu metody suszenia promieniowego (podczerwień)? Ogólnie, ziarno o wilgotności początkowej wynoszącej ok. 12% było dosuszane w temperaturze 45°C. W efekcie tego Autor uzyskiwał materiał badawczy o wilgotności obniżonej do ok. 5%, który następnie poddawał rozdrabnianiu przy użyciu czterech różnych rozdrabniaczy laboratoryjnych: młotkowego z sitem 2 mm, nożowego, żarnowego i walcowego. Dobór urządzeń znajduje swe uzasadnienie w potrzebie sprawdzenia różnych rodzajów oddziaływania mechanicznego na całe ziarno pszenicy. Autor stosował różne prędkości obrotowe elementów roboczych rozdrabniaczy opisywane częstością obrotów. Można przypuszczać, że wskazanie prędkości obwodowej elementów roboczych ułatwiłoby porównywanie efektów ich oddziaływania ograniczając wpływ wielkości i konstrukcji.

W zakres badań Doktorant włączył zapotrzebowanie energii podczas rozdrabniania oraz rozkład wielkości cząstek po rozdrobnieniu. Umożliwia to obliczenie zapotrzebowania jednostkowego energii, wartości wskaźnika podatności na rozdrabnianie, a także wskaźników występujących we wzorach Kicka, Rittingera i Sokołowskiego.

Jakość przemiału Doktorant określił przez rozkład wielkości cząstek metodą dyfrakcji laserowej oraz przez badanie jakości ciasta przy użyciu farinografu. Doktorant przy tym słusznie zaplanował badanie jakości mąki w aspekcie zawartości fenoli i aktywności przeciwutleniającej.

Ze względu na przetwarzanie całego ziarna wiedza na ten temat reakcji utleniania w mące ma niebagatelne znaczenie dla jej jakości, zwłaszcza w aspekcie przechowywania i sposobu zabezpieczenia. Zakres badania mąki razowej dopełnia metoda próbnego wypieku i oceny jakości pieczywa za pomocą parametrów tekstury, barwy i oceny organoleptycznej. Informacje na temat analizy sensorycznej są zbyt lapidarne i wymagają szerszego opisu metodycznego. Szkoda, że Doktorant nie podjął dodatkowego trudu i nie obliczył zmiany barwy ( $\Delta E^*$ ) pieczywa. W manuskrypcie brakuje także schematów ilustrujących opis przygotowania materiału i układ badań.

Dobór metod badań i instrumentarium badawczego, a także dobór metod statystycznych jest poprawny ze względu na podjęty temat. Zapewnia efektywną realizację celów badawczych i zdefiniowanych zadań oraz docelowo umożliwia weryfikację postawionych hipotez badawczych.

Zasadniczą część dysertacji stanowi rozdział piąty, którego istotą jest omówienie wyników badań i dyskusja. Składa się z czterech podrozdziałów nawiązujących do hipotez i zadań badawczych określonych w 3. rozdziale: podstawowe właściwości fizyczne i chemiczne ziarniaków pszenicy, wyniki dotyczące procesu rozdrabniania, właściwości mąki i pieczywa z niej przygotowanego. Uzyskane dane Doktorant prezentuje w formie tabel i wykresów, które dość szczegółowo omawia i dyskutuje.

Doktorant w podrozdziale 5.1 charakteryzuje wejściowe właściwości fizyczne i podstawowy skład chemiczny materiału badawczego. W pierwszej części podrozdziału 5.2 Doktorant opisuje wyniki badań granulometrycznych rozdrabniania przy użyciu młynka nożowego i młotkowego. Identyfikuje i opisuje zależność rozkładu granulometrycznego a prędkością obrotową elementu roboczego młynka. Na tej podstawie wyznacza funkcje opisujące zapotrzebowanie energii do rozdrabniania. Doktorant prawidłowo identyfikuje i wykazuje istotną zależność wielkości cząstki i parametrów energetycznych od prędkości obrotowej elementu roboczego młynka. Odnosi się także do wyznaczonych wartości wskaźników Kicka, Rittingera i Sokołowskiego. Dlaczego Autor pominął w omówieniu wyniki badania procesu rozdrabniania przy użyciu rozdrabniacza walcowego i żarnowego, zwłaszcza, że w kolejnym podrozdziale dotyczącym wpływu wilgotności na proces rozdrabniania analizowane są wyniki dotyczące czterech rozdrabniaczy?

W następnym podrozdziale Doktorant analizuje wyniki badania procesu rozdrabniania w zależności od wilgotności ziarna. Na ich podstawie ustalił zależność, która wykazała, że zawartość wilgoci, tak jak odmiana i sposób rozdrabniania (jako efekty główne) modyfikują wielkość cząstek po rozdrobnieniu, zaś efekt interakcji odmiany i zawartości wilgoci jest nieistotny statystycznie. Podobne zależności Doktorant ustalił analizując parametry energochłonności procesu rozdrabniania wykazując istotność efektów głównych, jednak w przypadku wskaźnika zdolności do rozdrabniania interakcja efektów była nieistotna. Na podstawie przeprowadzonego eksperymentu Doktorant ustalił, że współczynniki charakterystyczne dla opisu procesu rozdrabniania węglug Kicka, Rittingera i Sokołowskiego modyfikują efekty główne (tj. sposób rozdrabniania, odmiana pszenicy i wilgotność ziarna) i ich interakcje. Wykonawszy obliczenia podał przedziały zmienności współczynnika Rittingera w zakresie 6,66–48,41  $\text{kJ}\cdot\text{kg}^{-1}$ , Kicka w przedziale 8,71–49,65  $\text{kJ}\cdot\text{kg}^{-1}$ , a Sokołowskiego w zakresie 13,33–96,82  $\text{kJ}\cdot\text{kg}^{-1}$ .

Trzecia część omówienia wyników i dyskusji (rozdział 5.3) dotyczy właściwości mąk uzyskiwanych z całego ziarna różnych odmian pszenicy o zróżnicowanej wilgotności i przy uży-

ciu różnych rozdrabniaczy. Analiza wariancji przeprowadzona przez Doktoranta ukazała, że zawartość wilgoci, odmiana i sposób rozdrabniania oraz ich interakcje istotnie oddziałują na efekt rozdrabniania wyrażany przez parametry  $d_{10}$ ,  $d_{50}$  i  $d_{90}$ , których definicje Doktorant powinien był zamieścić w rozdziale 4 (opis metodyk badawczych). Badania ciasta przeprowadzone przez Doktoranta przy użyciu farinografu umożliwiły ocenę jakości mąki w aspekcie technologicznym. Zebrane dane wykazały m.in. potrzebę dłuższego mieszania ciasta z mąką razowej przygotowanej z całych ziaren w porównaniu do mąki oczyszczonej. Doktorant dostrzegł także prawidłowość, że suszenie konwekcyjne ziarna zapewnia najwyższą stabilność ciasta podczas mieszania, ale jednocześnie osłabia jego strukturę. Generalnie wyniki badań wykonanych przez mgra inż. Waleeda Hameeda Hassoona potwierdzają, że niezależnie od rodzaju mąki parametry reologiczne ciasta zależą od szerokiego spektrum czynników związanych z jakością i składem chemicznym ziarna, a także sposobem i parametrami jego przygotowania i rozdrabniania.

Wyniki badania zawartości fenoli ukazały, że w największym stopniu zależą one od odmiany pszenicy, zaś sposób rozdrabniania i wilgotność mają mniejsze znaczenie. Ponadto interakcje z wilgotnością w każdym przypadku są nieistotne ( $p > 0,05$ ). Podobnie odmiana pszenicy w największym stopniu determinuje aktywność przeciwutleniającą. Jest ona dla płaskurki i pszenicy khorasan wyższa niż dla orkiszu. Wpływ sposobu suszenia i rozdrabniania generalnie w małym stopniu oddziałuje na tę cechę mąki. Ponadto Doktorant nie stwierdził, aby stopień rozdrobnienia wywierał istotny wpływ na właściwości przeciwutleniające mąki.

Ostatni rozdział omówienia wyników i dyskusji Doktorant poświęcił omówieniu wyników badania pieczywa przygotowanego z mąką razowej. Objętość otrzymanego pieczywa w największym stopniu zależała od rodzaju mąki, a największą objętość uzyskało pieczywo z pszenicy khorasan, co słusznie uzasadnia najwyższą zawartością białka w mące. Na jakość pieczywa składają się także parametry barwy, zwłaszcza jego skórki. Doktorant przeprowadził badanie, którego wyniki generalnie nie wykazały wpływu rodzaju mąki na barwę skórki. Odmienne wyniki dotyczą barwy miękiszu. Parametry jego barwy (jasność, czerwoność, żółtość) w największym stopniu zależą od rodzaju mąki. Parametry tekstury pieczywa Doktorant określił na podstawie testu podwójnego ściskania próbek miękiszu i wyznaczył następujące parametry: twardość, sprężystość, gumiałość, żujność. Doktorant powinien dokładniej zweryfikować zakres testu zamieszczony w metodyce i zakres prezentowanych wyników. Pomimo drobnych różnic, informacje są wystarczające do porównania tekstury miękiszu pieczywa. W szczególności stwierdza, że parametry tekstury w największym stopniu zależą od odmiany pszenicy, a największą twardość wykazywał miękisz z mąki pszenicy khorasan. Wyniki oceny organoleptycznej ukazują generalnie wyższe noty dla pieczywa z mąki przygotowanej z ziarna dosuszanego i pieczywa z mąki khorasan. Opis wyników badania jest zbyt lapidarny w porównaniu do rangi zagadnienia, tj. jakości pieczywa z mąki z całych ziaren pszenicy. I o ile część badawcza dotycząca sensu stricto procesu rozdrabniania jest przedstawiona bardzo dobrze, o tyle ostatnia część pracy omawiająca jakość pieczywa będącego celem produkcji mąk, jest nadmiernie skrótowa. Moim zdaniem niemała wartość użyteczna dysertacji może zostać zwiększona, jeśli Doktorant zechce bardziej zagłębić się w ogrom danych (szkoda, że do rozprawy nie zostały załączone) z przeprowadzonego eksperymentu i poszukać modeli matematycznych opisujących produkt w aspekcie parametrów procesu. Warto także, aby Dokto-

rant rozważył podjęcie trudu opracowania standardu (procedury) postępowania przy produkcji mąki razowej z całych ziarniaków starych odmian pszenicy.

Na podstawie przedstawionych wyników badań Doktorant sformułował 10 wniosków, które kolejno podsumowują wątki omawiane w rozdziale poprzedzającym. Pod względem merytorycznym są prawidłowo formułowane. Stanowią cenną syntezę nowej wiedzy na temat rozdrabniania całych dodatkowo podsuszanych ziarniaków pszenicy w celu uzyskania mąki razowej. W szczególności należy zauważyć, że zmniejszenie zawartości wilgoci w ziarnie pszenicy z 12% do 5% powoduje przesunięcie rozkładu granulometrycznego w kierunku cząstek mniejszych. Najniższą energochłonność Doktorant stwierdził podczas mielenia z użyciem młyna nożowego i młyna walcowego, a także w odniesieniu do mielenia pszenicy orkisz. Przy pomocy współczynników Rittingera, Kicka i Sokołowskiego potwierdził fakt, że zmniejszenie zawartości wilgoci w ziarnie z 12% do 5%, znacząco zmniejsza energochłonność mielenia. Ponadto stwierdzono, że współczynnik Sokołowskiego jest najbardziej czułym parametrem w ocenie wymagań energetycznych mielenia. Metoda suszenia ziarna miała niewielki lub żaden wpływ na wyniki mielenia, właściwości ciasta, zawartość fenoli i aktywność przeciwutleniającą. Jednak cechy te w znacznym stopniu zależą od odmiany pszenicy. Właściwości fizyczne ciasta były determinowane przez sposób suszenie, rozdrabniania i odmianę. Doktorant wykazał, że dosuszanie ziarna pszenicy sprzyja osiągnięciu wyższej jakości pieczywa. Zakres podjętych badań rozciąga się od surowca do produktu i z tego względu moim zdaniem są w sensie naukowo-badawczym i technologicznym kompletne.

Informacje zamieszczone w manuskrypcie wskazują, że mgr inż. Waleed Hameed Hassoon samodzielnie i prawidłowo zbiera i analizuje informacje, wyznacza cele swej aktywności naukowo-badawczej, planuje eksperymenty i realizuje je, na podstawie danych analizuje zjawiska, identyfikuje ich przyczyny (czynniki i wskazuje skutki, przedstawiając konstruktywne wnioski. Omówienie wyników jest przejrzyste, przeprowadzone metodycznie, spójne z celem i zakresem pracy. Merytoryczny komentarz Autora jest szczegółowy i rzetelny w przedstawianiu dostrzeżonych zależności, podobnie jak dyskusja wyników. Prócz wyraźnego znaczenia naukowego dysertacji przydaje to jej dużego znaczenia praktycznego w aspekcie technologii zbóż.

#### **Uwagi krytyczne i redakcyjne**

1. Nie znajduje uzasadnienia stosowanie podwójnego akapitowania, tj. wcięcie pierwszego wiersza akapitu i dodatkowy odstęp po akapicie.
2. Słowo „kamut” jest znakiem towarowym, którego użycie podlega określonym regulacjom prawnym. Dlatego sugeruję, aby Autor tam gdzie to konieczne używał nazwy zwyczajowej tj. pszenica khorasan.
3. Autor powinien dokładnie zweryfikować oznaczenia i poprawność zapisu wzorów 1, 2, 6-8 opisujących prawa rozdrabniania.
4. Należy usunąć niezgodności pomiędzy odnośnikami literaturowymi a spisem literatury (np. brak – s.11 w.15 – Korovicova, 2008; s.13 w.19 – Dziki, 2008; s.19 w.3d – Lynch, 1997; s.20 w.10 – Kick, 1985; s.20 w.28 – Rittinger, 1967; s.9 w.8 – Deora?; s.11 w.13 – Bonifacia?; i szereg innych niezgodności).
5. s.20 w.2d – powinno być „Rittinger's law...”



6. s.45 – we wzorze (19) powinno być E/S;
7. s.51 w.9 – rozbieżności pomiędzy wartościami w tabeli 1 i omawianymi w tekście
8. s.52 w.7 – powinno być „...in spelt grain...”
9. s.52 w.2-6d – takie wartości średnie nie występują w tabelach 3 i 4;
10. s.57 w.5, fig.4 – nieprawidłowy zapis jednostki współczynnika
11. s.98 w.1-2d – informacja nie ma potwierdzenia w oznaczeniach literowych na ryc. 28 (por. z ryc. 31)
12. s.103 – informacje na temat parametrów tekstury należy przesunąć do rozdziału 4.9.

W podsumowaniu oceny rozprawy stwierdzam, że jest ona oryginalnym rozwiązaniem problemu naukowego dotyczącego innowacyjnego podejścia do rozdrabniania ziarna pszenicy w całości w produkcji mąki razowej. Doktorant zaplanował złożony układ badań, dobrał metody, zrealizował badania i opracował obszerny zbiór danych prawidłowo je interpretując z wykorzystaniem złożonego instrumentarium. Otrzymane przez mgra inż. Waleeda Hameeda Hassoona wyniki mają znaczenie naukowe, gdyż poszerzają wiedzę naukową, i praktyczne ze względu na potencjał aplikacyjny pozwalający na predykcję parametrów rozdrabniania dosuszanego ziarna starych odmian pszenicy.

Uważam, że rozprawa doktorska pt. *The Study of Wheat Grinding Process Using Different Kinds of Mills: A New Approach for Producing Wholemeal Flour (Badania procesu rozdrabniania pszenicy z wykorzystaniem różnych młynów: nowe podejście do produkcji mąki razowej)*, przygotowana przez mgra inż. Waleeda Hameeda Hassoona pod kierunkiem prof. dra hab. Dariusza Dzikiego i dr inż. Beaty Biernackiej jako promotora pomocniczego odpowiada warunkom określonym w Ustawie z dnia 14 marca 2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz.U. z 2017 r. poz. 1789).

Na tej podstawie przedkładam Wysokiej Radzie Wydziału Inżynierii Produkcji Uniwersytetu Przyrodniczego w Lublinie wniosek o **dopuszczenie mgra inż. Waleeda Hameeda Hassoona do dalszych etapów przewodu doktorskiego.**



Dariusz M. Stasiak

