

### **Recenzja**

**rozprawy doktorskiej mgr inż. Waleeda Hameeda Hassoona**

**pt. „The study of the wheat grinding proces 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”)**

### **Informacje ogólne**

Przedstawiona do recenzji rozprawa doktorska mgr inż. Waleeda Hameeda Hassoona pt. „The study of the wheat grinding proces 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”) została wykonana w Katedrze Techniki Ciepłej i Inżynierii Procesowej oraz Katedrze Inżynierii i Maszyn Spożywczych Wydziału Inżynierii Produkcji Uniwersytetu Przyrodniczego w Lublinie pod kierunkiem naukowym prof. dr hab. Dariusza Dzikiego i dr inż. Beaty Biernackiej (promotor pomocniczy).

Rozprawa doktorska została przygotowana w języku angielskim. Obejmuje ona 136 stron maszynopisu, w tym 40 tabel i 36 rysunków. Podzielona jest na 7 rozdziałów, typowych dla prac eksperymentalnych. Rozdział piąty „Wyniki badań i dyskusja” jest największy i stanowi 43% objętości rozprawy. Z kolei rozdział drugi „Przegląd piśmiennictwa” i siódmy „Bibliografia” zajmują odpowiednio 23% i 19% objętości rozprawy doktorskiej. Pozostałą jej część (15%) stanowią spis treści, wstęp, cel i zakres pracy, materiały i metody oraz wnioski. Bogata i aktualna bibliografia zawiera 285 pozycji literaturowych, z których większość (81%) ukazała się po roku 2000 w renomowanych czasopismach z obszaru inżynierii żywności oraz chemii żywności.

### **Uzasadnienie tematyki rozprawy**

W ostatnich latach zanotowano wzrost zainteresowania konsumentów produktami pełnoziarnistymi, w tym również pszenną mąką pełnoziarnistą. Zainteresowanie to związane jest ze wzrostem świadomości konsumentów dotyczącej zdrowej żywności bogatej w substancje niezbędne dla prawidłowego funkcjonowania organizmu. Zaliczyć do nich można witaminy, minerały, polifenole i błonnik dietetyczny. Mąka pełnoziarnista, szczególnie ta otrzymywana z tzw. dawnych gatunków pszenicy, bogata jest w tego rodzaju substancje bioaktywne w porównaniu do mąki jasnej. Spożywanie mąki pełnoziarnistej może zapobiegać występowaniu wielu chorób cywilizacyjnych takich jak choroba wieńcowa, cukrzyca typu 2, nowotwory. Technologia produkcji mąki jasnej jest powszechnie znana i stosowana, natomiast do produkcji mąki pełnoziarnistej stosuje się różne metody. Najczęściej mąkę pełnoziarnistą otrzymuje się poprzez zmieszanie mąki jasnej z frakcją otrąb. Jednakże, takie postępowanie jest ekonomicznie nieuzasadnione i nie gwarantuje, że wszystkie części anatomiczne ziarna pszenicy wejdą w skład mąki pełnoziarnistej. Ponadto produkty pełnoziarniste charakteryzują

się inną strukturą i jakością sensoryczną w porównaniu z produktami otrzymywanymi z jasnej mąki pszennej. Istnieją również trudności z otrzymywaniem mąki pełnoziarnistej o jakości wypiekowej porównywalnej z mąką jasną. Użycie mąki pełnoziarnistej do produkcji pieczywa zmienia jego właściwości sensoryczne oraz właściwości reologiczne ciasta.

Przemiał ziarna jest najważniejszym procesem technologicznym w produkcji mąki. Zastosowana technika przemiałowa wpływa na wielkość cząstek mąki, jej właściwości hydratacyjne i reologiczne, a co za tym idzie na jakość produktu końcowego. Parametry przemiału (zużyta energia) oraz otrzymanego produktu (wielkość cząstek) zależą od wilgotności, wielkości, kształtu oraz twardości ziarna, rodzaju użytego młyna oraz parametrów roboczych młyna.

Mając powyższe fakty na uwadze, tematyka rozprawy związana z badaniem wpływu wilgotności ziarna pszenicy, gatunku pszenicy i sposobu rozdrabniania ziarna pszenicy na jakość mąki pełnoziarnistej oraz otrzymanych z niej ciasta i chleba jest w pełni uzasadniona. Zakres przeprowadzonych badań był rozległy. Obiektami badań były trzy gatunki tzw. dawnych pszenic (pszenica Kamut, płaskurka i pszenica orkisz odmiany Rokosz) różniące się wilgotnością (2 poziomy). Charakterystyka materiału badawczego objęła określenie właściwości fizycznych ziarna (twardość, masa, średnica i gęstość usypowa) oraz jego składu chemicznego (zawartość białka, skrobi i popiołu). Doktorant przeprowadził proces rozdrabniania badanego ziarna pszenicy z zastosowaniem czterech rodzajów młynów laboratoryjnych. Analizie poddano skład granulometryczny mąki i wyznaczono wskaźniki energochłonności procesu rozdrabniania. Doktorant określił również właściwości reologiczne ciasta oraz właściwości fizyczne i sensoryczne pieczywa. Dysponując danymi opisującymi wpływ gatunku pszenicy, poziomu wilgotności oraz rodzaju młyna laboratoryjnego, Doktorant podjął się określenia optymalnych parametrów tego procesu, które umożliwiają otrzymanie mąki pełnoziarnistej o najlepszych właściwościach. Określenie tych parametrów oraz badanie procesu przemiału ziarna pszenicy przy obniżonym poziomie wilgotności do 5% uznaję za nowatorski element rozprawy doktorskiej mgr inż. Waleeda Hameeda Hassoona.

### **Ocena merytoryczna rozprawy**

We wstępie Doktorant podkreślił duże znaczenie produktów otrzymywanych z mąki pełnoziarnistej, głównie chleba, dla prawidłowego żywienia człowieka. Podkreślił również znaczenie przemiału jako istotnego etapu produkcji mąki pełnoziarnistej. Doktorant zasygnalizował główne problemy badawcze, które należy rozwiązać.

Struktura „Przeglądu piśmiennictwa” zaproponowana przez Doktoranta wydaje się w pełni uzasadniona. Został on podzielony na sześć podrozdziałów. W podrozdziale 2.1 Doktorant przedstawił charakterystykę trzech gatunków tzw. dawnych pszenic, które stanowią materiał badawczy w przedłożonej rozprawie doktorskiej.

Podrozdział 2.2 zawiera szczegółowe omówienie trzech sposobów suszenia ziarna stosowanych przed procesem przemiału oraz ich wpływ na stan fizyczny (dynamikę zmian wilgotności), chemiczny i fizjologiczny ziarniaków pszenicy. Doktorant omówił napowietrzanie, suszenie konwekcyjne oraz suszenie sublimacyjne (liofilizację).

W podrozdziale 2.3 Doktorant omówił podstawy teoretyczne procesu przemiału ziarna z uwzględnieniem modeli Rittingera, Bonda, Kicka i Sokołowskiego. Scharakteryzował również pod względem chemicznym pszeną mąkę pełnoziarnistą.

Podrozdział 2.4 przedstawia omówienie czynników wpływających na proces przemiału ziarna pszenicy – twardości i wilgotności ziarna. Doktorant scharakteryzował również budowę

oraz zasadę działania czterech rodzajów młynów użytych w jego badaniach: walcowego, bijakowego, nożowego i żarnowego.

W podrozdziale 2.5 Doktorant omówił jakościowe parametry mąki pszennej, na podstawie których ocenia się przydatność mąki do produkcji pieczywa, makaronów czy ciastek. Do tych parametrów zalicza się zawartość białka, glutenu i popiołu, liczbę opadania oraz współczynnik sedymentacji Zeleny'ego.

Podrozdział 2.6 przedstawia omówienie właściwości reologicznych pszennego ciasta chlebowego.

Podsumowując przegląd literatury, Doktorant scharakteryzował w wystarczającym stopniu użyte w badaniach gatunki tzw. dawnych pszenic, sposoby suszenia ziarna, podstawy teoretyczne procesu przemiału oraz czynniki wpływające na ten proces, parametry jakościowe mąki oraz własności reologiczne ciasta chlebowego. Na podstawie przeglądu literatury Doktorant sformułował cel i zakres badań, które zostały opisane w odrębnym, trzecim rozdziale.

W sposób przejrzysty i zwięzły, Doktorant sformułował cel badań, cztery cele szczegółowe oraz trzy hipotezy badawcze. Celem głównym przeprowadzonych badań było znalezienie odpowiedniej metody produkcji pszennej mąki pełnoziarnistej, której jakość byłaby porównywalna z jakością mąki jasnej. Natomiast cele szczegółowe to:

1. Określenie wpływu wilgotności ziarna pszenicy na jego charakterystykę przemiałową.
2. Określenie jak energochłonność przemiału i wielkość otrzymanych cząstek mąki zależą od rodzaju użytego młyna.
3. Określenie wpływu twardości ziarna pszenicy na proces przemiału.
4. Określenie wpływu metody suszenia ziarna na proces przemiału oraz właściwości otrzymanej mąki.

W rozdziale czwartym, Doktorant scharakteryzował materiał badawczy i zastosowane metody badań. Obiektem badań były trzy gatunki tzw. dawnych pszenic: pszenica Kamut, płaskurka oraz pszenica orkisz odmiany Rokosz.

Metodyka badań została zaplanowana przez Doktoranta w sposób poprawny umożliwiając osiągnięcie założonych celów badawczych. Wykazał się on dużą pracowitością realizując pięć eksperymentów. W pierwszym eksperymencie, Doktorant scharakteryzował parametry fizyczne (twardość, masę, wilgotność i średnicę ziaren) oraz skład chemiczny (zawartość białka, tłuszczu, skrobi i popiołu) wybranych gatunków pszenic. Następnie ziarno pszenicy poddał suszeniu trzema metodami: suszenie konwekcyjne, suszenie sublimacyjne oraz suszenie poprzez przetrzymywanie ziarna w niskiej wilgotności względnej powietrza w komorze klimatycznej. W drugim eksperymencie, Doktorant poddał ziarno pszenicy o dwóch poziomach wilgotności (12% i 5%) procesowi przemiału z wykorzystaniem czterech rodzajów młynów laboratoryjnych: nożowego, bijakowego, walcowego i żarnowego. Ponadto określono następujące wskaźniki efektywności przemiału: wielkość cząstek otrzymanych w wyniku rozdrabniania, specyficzną energię rozdrabniania, energochłonność rozdrabniania oraz współczynniki rozdrabniania Sokołowskiego, Rittingera i Kicka. W trzecim eksperymencie badaniom poddano mąkę pełnoziarnistą otrzymaną w wyniku przemiału z wykorzystaniem powyżej przedstawionych młynów. Dla mąki określono rozkład wielkości cząstek metodą sitową i dyfrakcji laserowej, całkowitą zawartość polifenoli oraz jej aktywność antyoksydacyjną. Eksperyment czwarty dotyczył określenia własności reologicznych ciasta chlebowego otrzymanego z mąki pełnoziarnistej. Z wykorzystaniem farinografu określono wodochłonność mąki, czas rozwoju ciasta, stabilność ciasta, stopień rozmiękczenia oraz

farinograficzną liczbę jakościową. W eksperymencie piątym przeprowadzono próbne wypieki chleba z mąki pełnoziarnistej oraz określono dla niego objętość bochenka, teksturę, parametry kolorymetryczne mięksiszu chleba i własności sensoryczne. Otrzymane wyniki zostały poddane analizie statystycznej.

Rozdział piąty „Wyniki badań i dyskusja” Doktorant podzielił na cztery podrozdziały. Przyjęty sposób prezentacji wyników jest właściwy i czytelny. Otrzymane wyniki własnych badań Doktorant zinterpretował w sposób prawidłowy i skonfrontował je w sposób wystarczający z danymi literaturowymi.

W pierwszym podrozdziale (5.1) Doktorant scharakteryzował krótko właściwości fizyczne oraz skład chemiczny użytych w badaniach trzech gatunków tzw. dawnych pszenic.

W podrozdziale 5.2 Doktorant zaprezentował wyniki badań opisujące proces przemiału trzech gatunków ziarna pszenicy. W podrozdziale 5.2.1 przeanalizowano wyniki pomiarów składu granulometrycznego cząstek oraz wskaźników energochłonności procesu rozdrabniania w zależności od prędkości obrotowej elementów roboczych młyna bijakowego i nożowego. Wyniki te pokazują, że wzrost prędkości obrotowej bijaków i noży powoduje spadek średniej wielkości cząstek dla obu użytych młynów niezależnie od gatunku pszenicy. Ponadto wyniki otrzymane w tym podrozdziale wskazują, że prędkość obrotowa noży i bijaków wpływa istotnie na specyficzną energię rozdrabniania, energochłonność rozdrabniania i współczynnik rozdrabniania Kicka. W podrozdziale 5.2.2 Doktorant przedstawił wyniki dotyczące składu granulometrycznego cząstek oraz wskaźników energochłonności procesu rozdrabniania dla pszenicy o dwóch poziomach wilgotności (12% i 5%) z wykorzystaniem czterech młynów – nożowego, bijakowego, walcowego i żarnowego. Przeprowadzone badania pokazały, że obniżenie wilgotności ziarna z 12% do 5% pozwala na znaczne zredukowanie energochłonności procesu rozdrabniania oraz zmniejszyło wielkość cząstek mąki. Najlepsze efekty uzyskano dla młyna nożowego i walcowego. Wykazano również, że metoda suszenia ziarna pszenicy miała nieznaczny wpływ na skład granulometryczny cząstek oraz wskaźniki energochłonności procesu rozdrabniania.

W podrozdziale 5.3 Doktorant przedstawił wyniki badań dotyczące składu granulometrycznego otrzymanej mąki pełnoziarnistej, jej charakterystyki chemicznej (całkowita zawartość polifenoli i aktywność antyoksydacyjna) oraz własności reologicznych ciasta. Wykazano, że mąka uzyskana z ziarna o obniżonej wilgotności charakteryzuje się wyższą wodochłonnością i lepszymi właściwościami wypiekowymi. Ponadto, własności reologiczne ciasta zależą w dużym stopniu od metody suszenia, rodzaju użytego młyna oraz gatunku pszenicy. Natomiast całkowita zawartość polifenoli w mące oraz jej aktywność antyoksydacyjna zależą tylko od gatunku pszenicy. Mąki pełnoziarniste otrzymane z płaskurki oraz pszenicy Kamut charakteryzują się większą aktywnością antyoksydacyjną w porównaniu do pszenicy orkisz.

W podrozdziale 5.4 Doktorant omówił wyniki badań dotyczące właściwości jakościowych chleba wypiekanego z mąki pełnoziarnistej. Chleb przygotowany z mąki otrzymanej z pszenicy o obniżonej wilgotności wykazywał większą objętość bochenka oraz większą akceptowalność przez konsumentów podczas testów sensorycznych w porównaniu do chleba przygotowanego z mąki kontrolnej. Ponadto badania tekstury pieczywa pokazały, że obniżona wilgotność ziarna, z którego otrzymano mąkę, powoduje obniżenie twardości mięksiszu chleba dla wszystkich badanych pszenic.

Rozprawa doktorska kończy się sformułowaniem przez Doktoranta 10 wniosków ogólnych, które ściśle wynikają z przeprowadzonych badań. Generalnie ich treść jest dobrze wyartykułowana. Wnioski niosą cenne informacje pogłębiające aktualną wiedzę o metodach

produkcji mąki pełnoziarnistej z tzw. dawnych pszenic. Wiedza z tego obszaru ma również wymiar praktyczny i może być użyteczna przy optymalizacji procesu przemiału tych cennych pod względem walorów zdrowotnych pszenic.

### Uwagi krytyczne i redakcyjne

Przy czytaniu rozprawy doktorskiej nasuwają się pewne uwagi krytyczne oraz pytania, które można traktować jako sugestie o charakterze dyskusyjnym.

1. W Streszczeniu w drugim zdaniu pierwszego akapitu Doktorant użył terminu „wyroby całościarnowe”. Moim zdaniem termin „wyroby pełnoziarniste” byłby bardziej odpowiedni.
2. Doktorant w swoich badaniach używał ziarna pszenicy o obniżonej wilgotności do 5%. Czy w Iraku stosuje się ziarno pszenicy o takiej wilgotności do produkcji mąki pszennej? Jeżeli nie to o jakiej wilgotności stosuje się ziarno pszenicy w Iraku do produkcji mąki pszennej?
3. W podrozdziale 2.2.2 Doktorant omówił wpływ temperatury suszenia na ziarno kukurydzy, jęczmienia i ryżu. Sugerowałabym usunięcie tego paragrafu, ponieważ ziarno tych roślin nie jest obiektem badań w przedłożonej rozprawie doktorskiej.
4. W przeglądzie piśmiennictwa Doktorant zaprezentował stan aktualnej wiedzy na temat prawie wszystkich zagadnień będących przedmiotem rozprawy. Jednakże brakuje omówienia powiązania procesu przemiału z cechami jakościowymi chleba aby przegląd był pełny.
5. Proszę podać powody dla których wybrano do badań tzw. dawne pszenice. Czy w Iraku te gatunki pszenic są powszechnie używane do produkcji pieczywa?
6. W podrozdziale 4.3 Doktorant przedstawił opis procesu suszenia sublimacyjnego z wykorzystaniem liofilizatora. W mojej opinii opis jest niezrozumiały. Proszę wyjaśnić do jakiej wilgotności ziarna proces liofilizacji był prowadzony. Jak długo trwał proces liofilizacji poszczególnych gatunków badanych pszenic? W jakim celu zastosowano suszenie w temperaturze 45 °C po procesie liofilizacji?
7. W podrozdziale 4.4 Doktorant opisał proces przemiału ziarna pszenicy z zastosowaniem różnych rodzajów młynów w tym młyna bijakowego i nożowego. Doktorant zastosował określoną prędkość obrotową elementów ruchomych tych młynów. Na jakiej podstawie wybrano prędkości obrotowe bijaków (8000 rpm) i noży (9000 rpm) zastosowane w badaniach?
8. W podrozdziale 4.5 Doktorant wprowadza parametr „span”, który pokazuje stopień jednorodności cząstek mąki pod względem ich wielkości. Jakie jest jego znaczenie technologiczne?
9. Czy podrozdziały 5.1 i 5.2.1 zawierają wyniki badań dla prób pszenicy o wilgotności 12% (próbki kontrolnej)?
10. Doktorant opisuje następująco wyniki przedstawione na rysunku 4: „Pszenica twarda (płaskurka i pszenica Kamut) wykazują wyższe wartości energochłonności rozdrabniania w porównaniu z pszenicą miękką (pszenica orkisz) dla obu typów młynów”. Jednakże rysunek 4 pokazuje odwrotną zależność niż opisuje ją Doktorant.
11. W podrozdziale 5.3 Doktorant podaje wartości np. parametru  $d_{10}$  które zmieniają się od 246  $\mu\text{m}$  do 185  $\mu\text{m}$  dla młyna żarnowego i od 89.17  $\mu\text{m}$  do 80.6  $\mu\text{m}$  dla młyna walcowego. Proszę ujednoczyć format zapisu wartości liczbowych.

### **Ocena końcowa rozprawy**

Podsumowując wykonaną recenzję należy podkreślić, że rozprawa doktorska mgr inż. Walleda Hameeda Hassooną stanowi oryginalne rozwiązanie problemu naukowego związanego z poszukiwaniem sposobu poprawy efektywności produkcji mąki pełnoziarnistej z tzw. dawnych pszenic. W tym celu Doktorant zaplanował i przeprowadził nowatorski eksperyment badawczy oraz właściwie zinterpretował otrzymane wyniki badań. Ponadto Doktorant wykazał się ogólną wiedzą teoretyczną w dyscyplinie inżynieria rolnicza oraz umiejętnością samodzielnego prowadzenia pracy naukowej. Rozprawa mgr inż. Walleda Hameeda Hassooną jest źródłem wartościowych danych eksperymentalnych wzbogacających wiedzę naukową i utylitarną z obszaru modelowania jakości żywności o poprawionych walorach prozdrowotnych, w szczególności doskonalenia technologii produkcji mąki pełnoziarnistej z tzw. dawnych pszenic. Przedstawione w recenzji uwagi krytyczne mają charakter polemiczny i w niczym nie umniejszają wysokiej wartości merytorycznej rozprawy doktorskiej.

**Biorąc pod uwagę powyższe stwierdzam, że przedłożona do recenzji rozprawa doktorska mgr inż. Walleda Hameeda Hassooną pt. „The study of the wheat grinding proces 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”) spełnia ustawowe wymagania stawiane pracom doktorskim zgodnie z Ustawą o stopniach i tytułach naukowych oraz o stopniach i tytułach w zakresie sztuki z dnia 14 marca 2003 r. (Dz.U. 2003, nr 65, poz. 595, z późn. zm.) i na tej podstawie stawiam wniosek o dopuszczenie mgr inż. Walleda Hameeda Hassooną do dalszej części przewodu doktorskiego.**

*Agneszka Nawrocka*