

## AUTOREFERAT

Opis dorobku i osiągnięć naukowych

---

**Dr inż. Renata Różyło**

Katedra Eksploatacji Maszyn Przemysłu  
Spożywczego

Wydział Inżynierii Produkcji

Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie

ul. Doświadczalna 44, 20-280 Lublin

e-mail: [renata.rozylo@up.lublin.pl](mailto:renata.rozylo@up.lublin.pl)

---

Lublin 2014

---

**SPIS TREŚCI**

|  |           |
|--|-----------|
| <b>1. Dane personalne</b> .....  | <b>3</b>  |
| <b>2. Posiadane dyplomy i stopnie naukowe</b> .....                              | <b>3</b>  |
| <b>3. Informacja o dotychczasowym zatrudnieniu w jednostkach naukowych</b> ..... | <b>3</b>  |
| <b>4. Wskazanie osiągnięcia</b> .....  | <b>4</b>  |
| 4.1. Określenie osiągnięcia.....   | 4         |
| 4.2. Wprowadzenie.....   | 5         |
| 4.3. Cel i zakres osiągnięcia.....   | 7         |
| 4.4. Materiał, metody i ich modyfikacje.....                                     | 8         |
| 4.5. Wyniki badań.....   | 13        |
| 4.6. Podsumowanie.....   | 16        |
| 4.7. Literatura źródłowa.....  | 17        |
| <b>5. Omówienie pozostałych osiągnięć naukowo-badawczych</b> .....               | <b>20</b> |
| 5.1. Osiągnięcia przed uzyskaniem stopnia doktora.....                           | 20        |
| 5.2. Osiągnięcia po uzyskaniu stopnia doktora.....                               | 21        |
| <b>6. Osiągnięcia dydaktyczne, organizacyjne i popularyzatorskie</b> .....       | <b>26</b> |
| <b>7. Zestawienie liczbowe osiągnięć</b> .....                                   | <b>27</b> |

---

## 1. Dane personalne

Imię i nazwisko                      Renata Różyło (z d. Bochyńska)

Miejsce pracy                        Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie  
Wydział Inżynierii Produkcji  
Katedra Eksploatacji Maszyn Przemysłu Spożywczego  
ul. Doświadczalna 44  
20-280 Lublin

## 2. Posiadane dyplomy i stopnie naukowe

- 18.06.2001                      Akademia Rolnicza w Lublinie (Wydział Techniki Rolniczej - Katedra Techniki Ciepłej)
- Tytuł zawodowy: magister inżynier, specjalność: *inżynieria żywności* (wynik bardzo dobry - dyplom wyróżniającego się absolwenta).  
Tytuł pracy „Zmiany cech fizycznych wybranych odmian jabłek w procesie konwekcyjnego suszenia”,  
promotor: prof. dr hab. Helena Lis
- 15.12.2005                      Akademia Rolnicza w Lublinie (Wydział Inżynierii Produkcji - Katedra Eksploatacji Maszyn Przemysłu Spożywczego)
- Stopień naukowy: doktor nauk rolniczych w zakresie inżynierii rolniczej, specjalność: *przetwórstwo zbóż*.  
Tytuł rozprawy: „Wpływ właściwości ziarna pszenicy jarej na wartość technologiczną mąki”, (praca została wyróżniona)  
promotor: prof. dr hab. Janusz Laskowski

## 3. Informacja o dotychczasowym zatrudnieniu w jednostkach naukowych

- 01.11.2002 -19.02.2006                      Stanowisko: *asystent*  
Akademia Rolnicza w Lublinie  
Wydział Inżynierii Produkcji  
Katedra Eksploatacji Maszyn Przemysłu Spożywczego
- 20.02.2006 - obecnie                      Stanowisko: *adiunkt*  
Akademia Rolnicza w Lublinie  
(Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie)  
Wydział Inżynierii Produkcji  
Katedra Eksploatacji Maszyn Przemysłu Spożywczego

**4. Wskazanie osiągnięcia wynikającego z art. 15 ust. 2 ustawy z dnia 14 marca 2003 roku o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz. U. nr 65, poz. 595 ze zm.)**

**4.1. OKREŚLENIE OSIĄGNIĘCIA**

**a) Tytuł osiągnięcia naukowego**

Osiągnięciem, stanowiącym podstawę do ubiegania się o stopień naukowy doktora habilitowanego jest cykl publikacji pod tytułem:

„MODYFIKACJE PARAMETRÓW I METOD WYTWARZANIA CIASTA I ICH WPŁYW NA KSZTAŁTOWANIE WŁAŚCIWOŚCI FIZYCZNYCH PIECZYWA”

**b) (autor/autorzy, tytuł/tytuły publikacji, nazwa wydawnictwa, rok wydania, numer)**

Osiągnięcie stanowi jednolity cykl następujących publikacji:

| L.p. | Autorzy, tytuł, czasopismo, rok wydania, numer, strony. (pkt wg MNiSW*, IF)  |
|------|--|
| O1   | <b>Różyło, R.</b> Wpływ parametrów obróbki ciasta na cechy fizyczne chleba pszennego. Acta Agrophysica, 2010, 16(1), 149-161. <b>(6 pkt, IF = 0)</b> .   |
| O2   | <b>Różyło, R.</b> Determining the heterogeneity of wheat bread crumb texture baked using two different methods: new application. International Journal of Food Properties, 2013, 16(1), 154-167. <b>(25 pkt; IF<sub>2013</sub> = 0,906<sup>a</sup>; IF<sub>5-year</sub> = 1,142<sup>b</sup>)</b> .   |
| O3   | <b>Różyło, R.</b> Effect of process modifications in two cycles of dough mixing on physical properties of wheat bread baked from weak flour. Food and Bioprocess Technology, 2014, 7, 774-783. <b>(50 pkt; IF<sub>2013</sub> = 3,126<sup>a</sup>; IF<sub>5-year</sub> = 4,994<sup>b</sup>)</b> .   |
| O4   | <b>Różyło, R., Dziki, D., Laskowski, J.</b> Changes in the physical and the sensorial properties of wheat bread caused by interruption and slowing of the fermentation of yeast-based leaven. Journal of Cereal Science, 2014, 59, 88-94. <b>(35 pkt; IF<sub>2013</sub> = 1,943<sup>a</sup>; IF<sub>5-year</sub> = 2,971<sup>b</sup>)</b> .  |
| O5   | <b>Różyło, R., Dziki, D., Laskowski, J., Skonecki, S., Łysiak, G., Kulig, R., Różyło, K.</b> Texture and sensory evaluation of composite wheat-oat bread prepared with novel two-phase method using oat yeast fermented leaven. Journal of Texture Studies, 2014, 45, 235-245. <b>(25 pkt; IF<sub>2013</sub> = 1,677<sup>a</sup>; IF<sub>5-year</sub> = 1,277<sup>b</sup>)</b> .   |
| O6   | <b>Różyło, R.</b> New potential in using millet-based yeast fermented leaven for composite wheat bread preparation. Journal of Food and Nutrition Research, 2014, 53(3), 240-250. <b>(15 pkt; IF<sub>2013</sub> = 0,444<sup>a</sup>; IF<sub>5-year</sub> = 0,687<sup>b</sup>)</b> .  |
| O7   | <b>Różyło, R., Rudy, S., Krzykowski, A., Dziki, D., Gawlik-Dziki, U., Różyło, K., Skonecki, S.</b> Effect of adding fresh and freeze-dried buckwheat sourdough on gluten-free bread quality. International Journal of Food Science and Technology, 2014. doi:10.1111/ijfs.12622. <b>(25 pkt; IF<sub>2013</sub> = 1,354<sup>a</sup>; IF<sub>5-year</sub> = 1,473<sup>b</sup>)</b> . |

**ŁĄCZNIE (OSIĄGNIĘCIE):**

- Impact factor **9,450<sup>a</sup>, (11,185<sup>b</sup>)**
- Punkty MNiSW **181\***

<sup>a</sup> IF w roku wydania publikacji, w przypadku publikacji z 2014 podano ostatni dostępny IF<sub>2013</sub>

<sup>b</sup> IF<sub>5-year</sub> – średni pięcioletni impact factor

\*Punktacja MNiSW określona według roku wydania publikacji, w przypadku braku danych przy publikacjach z roku 2014 przyjęto aktualną punktację z listy z dnia 17 grudnia 2013

---

Wkład Wnioskodawcy w ww. publikacje obejmuje: autorstwo hipotez i koncepcji badań, udział w wykonaniu większości doświadczeń; analizę, opracowanie i dyskusję wyników, napisanie manuskryptów oraz pełnienie funkcji autora korespondencyjnego (załączono oświadczenia współautorów).

**c) Omówienie celu naukowego/artystycznego ww. prac i osiągniętych wyników wraz z omówieniem ich ewentualnego wykorzystania.**

#### 4.2. WPROWADZENIE

Wytworzenie produktów naturalnych bez dodatków polepszających wymaga zmiany lub modyfikacji dotychczas stosowanych metod. Badania naukowe w tym zakresie dotyczące produkcji chleba są nadal nieliczne.

Pieczywo musi charakteryzować się odpowiednią jakością a jednym z podstawowych wyróżników jakości chleba są właściwości fizyczne (Różyło i Laskowski, 2011).

Parametry wytwarzania ciasta, a w szczególności czas miesienia, odgrywają bardzo istotną rolę w procesie produkcji pieczywa. Podczas wytwarzania ciasta z wody, mąki oraz innych składników przewidzianych recepturą otrzymuje się lepko-sprężystą masę, której właściwości reologiczne decydują o jakości wyrobów finalnych (Diakun, 2009; Jahromi i wsp., 2012; Lewicka, 2007; Neryng i Gębski, 2005; Shehzad i wsp., 2010). W przypadku ciasta pszennego właściwości te związane są z powstawaniem ciągłej, trójwymiarowej matrycy glutenowej, w której rozproszone są ziarenka skrobi i inne składniki mąki oraz pęcherzyki gazu. Struktura ciasta tworzy się w wyniku agregacji uwodnionych napęczniałych cząsteczek gluteniny i gliadyny łączonych wiązaniami wodorowymi (Gąsiorowski i wsp., 2004; Owens, 2001). Na poziomie molekularnym podstawową rolę odgrywają wiązania dwusiarczkowe. W wyniku oddziaływań mechanicznych podczas miesienia, powstaje sieć glutenowa, która ulega ciągłemu przeorganizowaniu. Pierwotne wiązania dwusiarczkowe są rozrywane, białka lub części białek ulegają przemieszczaniu, nowo powstała struktura, również dzięki obecności tlenu wprowadzanego podczas miesienia stabilizowana jest nowymi wiązaniami. W ten sposób sieć glutenowa staje się coraz bardziej równomierna (Hui, 2006). Odróżniającą cechą ciasta żytniego jest skłonność białek do szybkiego i intensywnego pęcznienia oraz peptyzacji w wyniku której, powstaje lepki roztwór koloidalny. Dodatkowo obecne w mące pentozany, tzw. śluzy wykazują bardzo wysoką hydrofilność co, w znacznym stopniu decyduje o konsystencji ciasta żytniego (Ambroziak, 1988). W przypadku chleba mieszanego z udziałem innych mąk, struktura glutenu może ulec osłabieniu, ponieważ inne składniki tworzą agregaty wysokocząsteczkowe z białkami a to ogranicza pęcznienie białek

glutenowych (Owens, 2001). Ciasto bezglutenowe jest mało zwarte i niesprężyste, wykazuje cechy układu lepko-sprężystego. Zbyt duża lepkość ciasta utrudnia jego formowanie a w dalszej kolejności spulchnienie ciasta, dlatego często proponuje się dodatek różnych substancji (Dłużewska i wsp., 2002).

Po wymiesieniu, czyli pierwszym etapie właściwego wytwarzania ciasta, jest ono poddawane fermentacji, dzięki której powstaje struktura miękiszu (Lee i wsp., 2004; Gómez i wsp., 2008; Tlapale-Valdivia i wsp., 2010). Fermentacja to złożony proces, który odbywa się z udziałem mikroflory zawartej w cieście, dzięki temu, również podwyższają się walory odżywcze jak i sensoryczne chleba. W procesie fermentacji ciasta pszennego drożdże zamieniają cukry na dwutlenek węgla, który przedostaje się do przestrzeni powietrznych znajdujących się pomiędzy utworzoną podczas miesienia matrycą glutenową, co w konsekwencji sprzyja zwiększeniu objętości przez ciasto (Elmehdi i wsp., 2003). Przy produkcji pieczywa pszennego bardziej polecana jest metoda dwufazowa, która polega na uprzednim sporządzeniu podmłody (rozczynu), jej fermentacji przez 3 do 5 godzin w temperaturze od 25 do 30°C oraz wytworzeniu ciasta (Ambroziak, 1988). Nowe kierunki badań poszukują metod skracających proces produkcji. Dotychczasowe wyniki odnoszą się jedynie do metod, w których odracza się i blokuje fermentację gotowych kęsów w warunkach zamrażalniczych (Boettger i Schmid, 1981; Le Bail i wsp., 2010; Selomulyo i Zhou, 2007) i chłodniczych (Boettger i Schmid, 1981). Nie ma opracowań, w których opisuje się spowolnienie fermentacji podmłody w obniżonej temperaturze po wcześniejszej jej fermentacji w warunkach optymalnych.

Chleb pszenno-owsiany może być wzbogacany dodatkami innych mąk niechlebowych. Owies i produkty owsiane zawierają  $\beta$ -glukany, których walory zdrowotne, w tym obniżanie poziomu cholesterolu we krwi, są podkreślane w wielu opracowaniach (Gibiński, 2008; Pastuszka i wsp., 2012; Tiwari i wsp., 2012). Dodatkowo owies w porównaniu do innych zbóż posiada największą zawartość białka wyróżniającego się dużą przyswajalnością (Webster, 2002). Wytwarzanie chleba pszenno-owsianego prowadzi się głównie metodą jednofazową. Stosując tę metodę analizowano wpływ wydajności ciasta, czasu jego miesienia i temperatury oraz czasu rozrostu ciasta (Flander i wsp., 2007; Mariotti i wsp., 2006). Prowadzone były również próby zastosowania zakwasów pszennych w produkcji chleba pszenno – owsianego (Flander i wsp., 2011) lub chleba pszenno-owsianego z dodatkiem mąki jęczmiennej (Kawka i Górecka, 2010; Rieder i wsp., 2012). Metodę dwufazową na podmłodzie do produkcji chleba pszenno-owsianego wykorzystał jedynie Angioloni i Colar (2013).

Proso jako odżywczy składnik żywnościowy polecane jest w diecie antynowotworowej (Chandrasekara i Shahidi, 2012), w diecie przeznaczonej dla osób borykających się z nadmierną otyłością oraz z chorobami sercowo-naczyniowymi (Lee i wsp., 2010). Chleb pszenny z dodatkiem mąki z prosa wytwarzano głównie metodą jednofazową stosując różne dodatki polepszające jego jakość (Angioloni i Colar, 2013).

Pieczywo bezglutenowe musi być wprowadzane do diety osób posiadających alergię na gluten lub chorych na celiakię. Celiakia jest to choroba trzewna, polegająca na trwałej nietolerancji glutenu powodująca zmiany w błonie śluzowej jelita cienkiego. Jest to schorzenie, na które cierpi coraz więcej osób. Reakcję alergiczną wywołują zawarte w zbożach frakcje białek glutenowych (prolamin). Białka te znajdują się w pszenicy, życie, jęczmieniu a także owsie. Produkty z udziałem tych zbóż, muszą być całkowicie wyeliminowane z diety osób chorych, dlatego prowadzi się coraz więcej badań w zakresie wytwarzania chleba bezglutenowego. Jak dowodzą wcześniejsze prace, mąka gryczana jest cennym surowcem w produkcji pieczywa bezglutenowego (Krupa-Kozak i wsp., 2011; Mariotti i wsp., 2013; Torbica i wsp., 2010; Wronkowska i Soral-Śmietana, 2008). Gryka jest ważnym źródłem mikroelementów takich jak: Zn, Cu, Mn, Se oraz makroelementów, ponadto jest ona znaczącym źródłem rutyny i polifenoli posiadających istotną aktywność antyoksydacyjną (Wronkowska i Soral-Śmietana, 2008). Zastosowanie zakwasów w produkcji chleba zwiększa biodostępność związków mineralnych (Bartkiene i wsp., 2011) oraz obniża poziom glukozy we krwi (Arendt i wsp., 2007). Zastosowanie zakwasów w produkcji chleba żytniego, czy pszennego jest powszechne na skalę przemysłową, natomiast w produkcji chlebów bezglutenowych realizowane są w tym zakresie nadal nieliczne badania naukowe (Galle i wsp., 2012; Novotni i wsp., 2012; Wolska i wsp., 2010).

#### 4.3. CEL I ZAKRES OSIĄGNIĘCIA

Przyjęte hipotezy zakładają, że modyfikacje procesu wytwarzania ciasta umożliwiają uzyskanie pieczywa o zróżnicowanych właściwościach fizycznych. Nowe metody prowadzenia ciasta można uzyskać dzięki zmianom warunków i parametrów ich wytwarzania. Pozwala to wpłynąć pozytywnie na jakość produktu, a także w niektórych przypadkach spowodować zwiększenie efektywności procesu (skrócenie czasu wytwarzania lub wzrost wydajności pieczywa).

Celem badań było określenie wpływu warunków prowadzenia ciasta na właściwości fizyczne chleba pszennego (**O1-O4**), pszenno-owsianego (**O5**) pszennego z dodatkiem mąki z prosa (**O6**) i bezglutenowego (**O7**). Określałam zmiany właściwości fizycznych pieczywa

wypiekanego z ciasta poddanego różnym czasom miesienia i rozrostu ciasta (**O1**). Podczas badań oceniałam wzajemne oddziaływanie tych parametrów procesu.

Porównaniom poddawałam właściwości fizyczne chleba otrzymanego metodą jednofazową i dwufazową (**O2, O4**). Zestawiałam wyniki badań właściwości chleba pszennego wytworzonego podczas jednego cyklu miesienia, dwóch równych czasowo cyklach oraz zaproponowałam zastosowanie dwóch cykli o różnym czasie miesienia ciasta (pierwszy cykl miesienia był 2 razy dłuższy niż drugi) (**O3**).

W metodzie dwufazowej zaproponowałam zastosowanie spowolnienia fermentacji podmłody pszennej w obniżonej temperaturze po uprzedniej fermentacji w temperaturze optymalnej. Wyniki pomiarów właściwości fizycznych chleba porównywałam ze standardową metodą dwufazową i jednofazową (**O4**). Hipotezą było założenie, że spowolnienie fermentacji podmłody umożliwi skrócenie procesu w dniu wypieku, a ponadto wpłynie korzystnie na właściwości fizyczne uzyskanego chleba.

W przypadku pieczywa pszennego wzbogaconego mąką owsianą (**O5**) i mąką z prosa (**O6**) określałam właściwości fizyczne chleba, który wytworzyłam metodą jednofazową, standardową metodą dwufazową na podkładzie pszennej oraz zmodyfikowaną metodą na podkładzie owsianej (**O5**) i podkładzie mieszanej z udziałem mąki z prosa (**O6**).

W procesie wytwarzania chleba bezglutenowego zaproponowałam wykorzystanie liofilizowanych zakwasów gryczanych. Wyniki pomiarów właściwości fizycznych chleba odnosiłam do właściwości pieczywa wytworzonego bez zakwasów oraz z udziałem zakwasów świeżych (**O7**). Przyjęta hipoteza zakładała, że liofilizowany zakwas gryczany będzie mógł być dodawany bezpośrednio do mąki, co istotnie skróci czas wytwarzania pieczywa, a ponadto jego użycie wpłynie korzystnie na właściwości fizyczne chleba bezglutenowego.

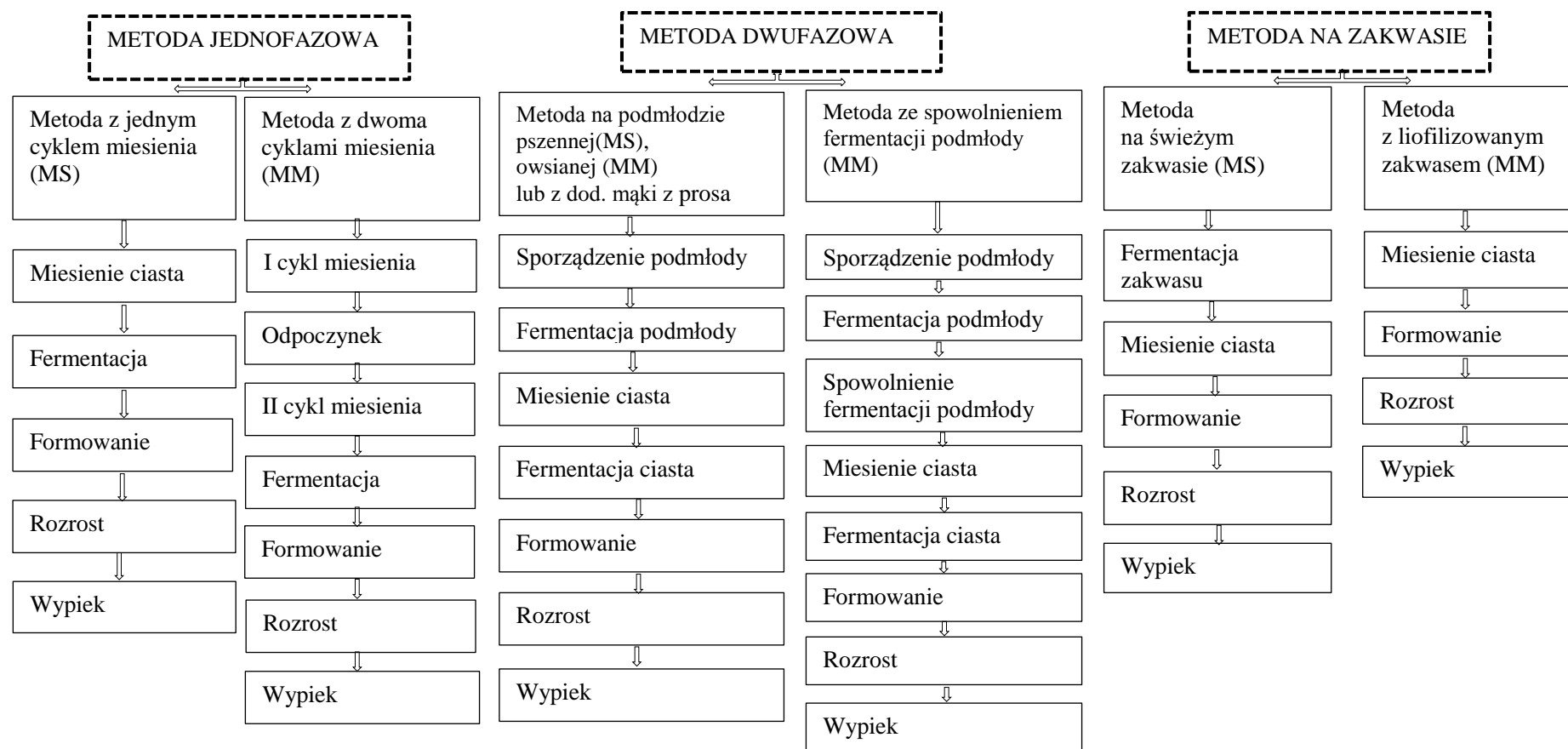
#### 4.4. MATERIAŁ, METODY I ICH MODYFIKACJE

Materiał do badań stanowiły mąka pszenna chlebowa (**O1 - O6**), mąka owsiana (**O5**), mąka z prosa (**O6**), mąka kukurydziana, mąka ryżowa i mąka gryczana (**O7**). W recepturze na chleby oprócz mąki i wody znalazły się sól (**O1-O7**), cukier (**O2, O4 - O6**), gluten pszeny (**O5, O6**) oraz kultury starterowe (**O7**) do zapoczątkowania procesu fermentacji zakwasu gryczanego, który wykorzystałam do wytworzenia chleba bezglutenowego. Uproszczone schematy zastosowanych metod wytwarzania pieczywa wraz z wyszczególnieniem podstawowych etapów produkcji przedstawiłam na rysunku 1, natomiast w tabeli 2 opisałam stałe i zmienne parametry procesu oraz wykorzystanie danej metody w publikacjach



zaliczonych jako osiągnięcie habilitacyjne (**O1-O7**). W opracowaniu **O1** ciasto pszenne wytwarzałam metodą jednofazową, porównywałam trzy czasy miesienia ciasta oraz dwa czasy rozrostu końcowego. W pracy **O2** porównywałam cechy tekstury miękiszu pieczywa wytworzonego metodą jednofazową i dwufazową. W pracy **O3** określałam właściwości fizyczne chleba pszennego otrzymanego metodą jednofazową z jednym i dwoma cyklami miesienia. Jako optymalne zaproponowałam dwuetapowe miesienie, w którym pierwszy etap był 2 razy dłuższy niż drugi. Dodatkowo w metodach z jednym i dwoma cyklami miesienia stosowałam zmienne parametry tj. 5 czasów miesienia i 5 czasów leżakowania ciasta między cyklami. W opracowaniu **O4** do produkcji chleba pszennego wykorzystałam standardowe metody jednofazową i dwufazową oraz zmodyfikowaną metodę własną z zastosowaniem spowolnienia fermentacji podmłody pszennej w obniżonej temperaturze, po wcześniejszej fermentacji podmłody w warunkach optymalnych. W metodach dwufazowych stosowałam trzy czasy (1, 2, 3 h) fermentacji podmłody. Spowalnianie fermentacji prowadziłam w obniżonej temperaturze (10°C, 75% RH) w porównaniu do temperatury standardowej (28°C, 75% RH) przez okres 18 h. Warunki fermentacji określałam podczas badań wstępnych, w których stosowałam zmienną temperaturę (4, 6, 8 i 10°C) oraz czas (12, 18 i 24 h). Dzięki zaproponowanym parametrom możliwe było kontynuowanie produkcji w kolejnym dniu. W następnym etapie badań do wytworzenia chleba pszenno-owsianego zaproponowałam użycie metody dwufazowej (**O5**). Zastosowałam standardową metodę na rozczyne pszennym oraz własną zmodyfikowaną metodę, w której rozczynek wytworzyłam w całości z mąki owsianej. Oprócz metody dwufazowej chleb pszenno-owsiany otrzymałam stosując metodę jednofazową. W przypadku chleba pszennego z dodatkiem mąki z prosa, wytworzyłam mieszany rozczynek z mąki pszennej i całości mąki z prosa (**O6**).

Chleb bezglutenowy w opracowaniu **O7** otrzymałam metodą jednofazową (próba kontrolna), w której uformowane kęsy bezpośrednio po miesieniu ciasta poddawałam rozrostowi a następnie prowadziłam wypiek. Oprócz metody jednofazowej zastosowałam metodę na świeżym zakwasie gryczanym oraz zaproponowałam użycie liofilizowanego zakwasu gryczanego. Zakwas świeży wytwarzałam z mąki gryczanej i wody o wydajności 200%, a do zapoczątkowania fermentacji użyłam 1% dodatek kultur starterowych. Fermentację prowadziłam przez 24 h, następnie dodawałam mąkę i wodę (wydajność 200%) i ponownie fermentowałam, proces ten powtarzałam przez kilka dni do momentu ustabilizowania się pH zakwasu. Zakwas gryczany liofilizowany w 3 temperaturach (20, 40 i 60°C) dozowałam bezpośrednio do mąki, skracając w ten sposób czas wytwarzania chleba.



**Rys. 1.** Skrócony schemat blokowy wykonanych doświadczeń z podziałem na standardowe (MS) i zmodyfikowane własne metody (MM) wytwarzania chleba

**Tabela 1.** Wykaz zmiennych i stałych parametrów wytwarzania ciasta w metodach stosowanych w osiągnięciu (O1-O7)

| METODY                                  | METODA JEDNOFAZOWA (JEDEN CYKL MIESIENIA CIASTA)   | METODA JEDNOFAZOWA (2 RÓWNE LUB 2 RÓŻNE CYKLE MIESIENIA)   | METODA DWUFAZOWA NA PODMŁODZIE PSZENNEJ   | METODA DWUFAZOWA ZE SPOWOLNIENIEM FERMENTACJI PODMŁODY                                    | METODA DWUFAZOWA NA PODMŁODZIE OWSIANEJ LUB Z MĄKĄ Z PROSA            | METODA NA ŚWIEŻYM ZAKWASIE GRYCZANYM   | METODA Z DODATKIEM LIOFILIZOWANEGO ZAKWASU GRYCZANEGO   |
|---|--|--|---|---|---|--|---|
| Zmienne parametry<br><br>Ilość poziomów | Czas miesienia ciasta:<br>2 poziomy (O5, O6)<br>3 poziomy (O1)<br>5 poziomów (O3)<br><br>Czas rozrostu ciasta:<br>2 poziomy (O1) | Czas miesienia ciasta:<br>5 poziomów (O3)<br><br>Czas odpoczynku ciasta między cyklami:<br>5 poziomów (O3) | Wydajność podmłody:<br>2 poziomy (O4)<br><br>Czas fermentacji podmłody:<br>3 poziomy (O4) | Wydajność podmłody:<br>2 poziomy (O4)<br><br>Czas fermentacji podmłody:<br>3 poziomy (O4) | Ilość dodatku glutenu:<br>2 poziomy (O5, O6)                          | Ilość dodatku zakwasu:<br>5 poziomów (O7)  | Temperatura liofilizacji zakwasu:<br>3 poziomy (O7)<br><br>Ilość dodatku zakwasu:<br>5 poziomów (O7)            |
| Stale parametry                         | Czas miesienia ciasta (O2, O4, O7)<br>Czas rozrostu ciasta (O2, O4, O5, O6, O7)  | Sumaryczny czas fermentacji ciasta (O3)  | Czas miesienia ciasta (O2, O4, O5, O6)<br><br>Czas rozrostu ciasta (O2, O4, O5, O6)       | Czas miesienia ciasta (O4)<br><br>Czas rozrostu ciasta (O4)                               | Wydajność podmłody (O5, O6)<br><br>Czas fermentacji podmłody (O5, O6) | Czas fermentacji zakwasu (O7)<br><br>Czas miesienia ciasta (O7)<br><br>Czas rozrostu ciasta (O7) | Czas fermentacji zakwasu przed liofilizacją (O7)<br><br>Czas miesienia ciasta (O7)<br>Czas rozrostu ciasta (O7) |
| Wykorzystanie metody                    | Chleb pszenno-owsiany, chleb pszenno-owsiany z dodatkiem mąki z prosa, chleb bezglutenowy  | Chleb pszenno-owsiany  | Chleb pszenno-owsiany, chleb pszenno-owsiany z dodatkiem mąki z prosa                     | Chleb pszenno-owsiany   | Chleb pszenno-owsiany, chleb pszenno-owsiany z dodatkiem mąki z prosa | Chleb bezglutenowy   | Chleb bezglutenowy  |

Po wytworzeniu chlebów oceniałam ich właściwości fizyczne, określałam objętość (**O1, O3-O7**) i masę właściwą pieczywa (**O1, O3 - O5**), porowatość (**O1, O4**) i biel miększu (**O1, O3, O4**) oraz wskaźniki tekstury miększu (twardość, elastyczność, spoistość i żuwalność) (**O1-O7**). Współczynnik porowatości wyznaczałam porównując przekrój kromki chleba ze zdjęciami umieszczonymi w tabeli porowatości wg Dallmana (Jakubczyk i Haber, 1983), ponadto wykonałam analizę cyfrową profilu miększu (**O7**). Do oznaczenia bieli miększu wykorzystywałam miernik bieli typu MB (Sadkiewicz Instruments). Pomiar w tym urządzeniu odbywa się przy zastosowaniu źródła światła monochromatycznego o długości fali  $\lambda = 565 \text{ nm}$ , natomiast analiza ilościowa światła odbitego po przetworzeniu na sygnał elektryczny odbywa się w systemie mikroprocesorowym. Pomiar tekstury (test TPA) miększu wykonałam przy wykorzystaniu maszyny wytrzymałościowej ZWICK Z020/TN2S.

W opracowaniu **O2** zaproponowałam nowy wskaźnik oceny niejednorodności miększu oparty na pomiarach twardości na całym profilu kromki miększu. Wskaźnik niejednorodności tekstury (**O2, O3, O5, O6**) zdefiniowałam jako iloraz odchylenia standardowego i wartości średniej twardości oraz wyraziłam w procentach (1):

$$TH_i = \frac{S}{\bar{H}} \cdot 100\% \quad (1)$$

gdzie:

S - odchylenie standardowe twardości miększu,  $\bar{H}$  - średnia twardość miększu.

Do oceny stopnia czerstwienia chleba (**O3 - O5, O7**) wykorzystywałam następującą formułę (2):

$$x = \frac{x_{3d} - x_{1d}}{x_{1d}} \cdot 100\% \quad (2)$$

gdzie:  $x_{3d}$  – cecha tekstury określona po 3 dobach przechowywania,  $x_{1d}$  – cecha tekstury określona po 1 dobie przechowywania.

Ponadto przeprowadziłam analizę cyfrową miększu pieczywa (**O7**), wykorzystując program MultiScan. Polegała ona na określeniu procentowego udziału powierzchni porów. Przed pomiarem obiekty poddawałam filtracji wykorzystując binaryzację według poziomu.

Uzupełnieniem badań właściwości fizycznych była ocena sensoryczna (**O4, O5, O7**), którą wraz z zespołem oceniającym wykonaliśmy w 9-cio stopniowej skali hedonicznej. Ocena ta obejmowała smak, zapach, teksturę oraz ogólną akceptowalność chleba.

---

Analizę statystyczną wyników badań wykonałam na poziomie istotności  $\alpha = 0,05$  przy wykorzystaniu programu Statistica (Statsoft) (**O1-O7**). Przeprowadziłam analizę wariancji, oraz wykonałam test Tukey'a określający różnice między średnimi.

#### 4.5. WYNIKI BADAŃ

Wyniki badań prezentowanych w pracy **O1** wykazały, że zmiana parametrów wytwarzania ciasta istotnie oddziałuje na właściwości uzyskanego chleba. Wydłużenie czasu miesienia od 2 do 8 min zarówno w przypadku krótszej fermentacji ciasta (110 min), jak i dłuższej (140 min) powodowało istotne zmiany badanych właściwości pieczywa (objętości, masy właściwej, porowatości i bieli miękiszu jak również jego twardości i zuwalności). Zaobserwowałam, że negatywne skutki objawiające się zmniejszeniem objętości pieczywa, w wyniku krótkiego czasu miesienia można wyeliminować wydłużając fermentację ciasta. Natomiast stosując dłuższy czas miesienia (8 min) można skrócić czas fermentacji ciasta (rozrostu końcowego), aby uzyskać chleb o wymaganych cechach tekstury miękiszu. W literaturze do tej pory rozważano zagadnienia odnoszące się do analizy wpływu jednego czynnika tj. czasu miesienia (Lewicka, 2007; Neryng i Gębski, 2005) lub czasu fermentacji (Gómez i wsp., 2008; Tlapale-Valdivia i wsp., 2010) na cechy pieczywa. Brakowało prac analizujących te dwa parametry jednocześnie.

Wyniki porównań parametrów tekstury chleba pszennego wytwarzanego metodą jednofazową i dwufazową (**O2**) doprowadziły do opracowania nowego wskaźnika oceny niejednorodności tekstury miękiszu, który opisałam wzorem (1). Badania wykazały, że zarówno oznaczenia cech tekstury miękiszu wykonywane na środkowej części kromki jak i na całym jej profilu różnicują uzyskiwane wartości parametrów tekstury. Ze względu na specyfikę miękiszu (jego budowę komórkową) powinno się brać pod uwagę miejsce przyłożenia siły ściskającej mięksiz. Jest wiele prac, w których nie ma podanego tego parametru, natomiast w innych ściskaniu poddaje się środek kromki pochodzącej z centralnej części chleba (Basman i wsp., 2002; Flander i wsp., 2007; Lagrain i wsp., 2008). Z uzyskanych danych wynika, że próbki wycinane ze środka kromki w porównaniu do próbek z całego przekroju kromki bardziej różnicowały wyniki pomiarów. Dlatego do określenia wpływu metody wypieku i zawartości glutenu na cechy tekstury miękiszu bardziej przydatne okazały się oznaczenia próbek ze środkowej części kromki. Badania oznaczeń cech mechanicznych miękiszu na całym przekroju kromki nie były wcześniej opisane w literaturze. Własne analizy wykazały, że takie pomiary są przydatne w ocenie niejednorodności miękiszu, na przykład wtedy gdy mięksiz charakteryzuje się zbitą strukturą u podstawy i luźną porowatą

strukturą przy wierzchołku chleba. Do analizy niejednorodności miększu próbowałam wykorzystać wartość odchylenia standardowego badanej cechy. Jednak dla porównania różnych cech, znacznie lepsza okazała się wartość współczynnika zmienności (Z). Analiza tych współczynników, którą przeprowadziłam dla poszczególnych cech tekstury pozwoliła na zaproponowanie ich wartości granicznych na poziomie 30 i 60%. Dla lepszej interpretacji wyników zaproponowałam ocenę opisową ( $Z < 30\%$  - miększ jednorodny;  $30\% < Z < 60\%$ ; miększ o średnim przekroju;  $Z > 60\%$  - miększ niejednorodny).

W wyniku porównań (**O3**) właściwości fizycznych chleba pszennego zauważyłam, że w różnych wariantach miesienia ciasta z mąki o słabej wartości wypiekowej, wraz z wydłużaniem się sumarycznego czasu miesienia (jednostkowe zużycie energii podczas miesienia od  $17$  do  $28 \text{ J} \cdot \text{g}^{-1}$ ) uzyskiwałam chleby o zwiększającej się objętości i zmniejszonej twardości miększu, dłuższe miesienie (jednostkowe zużycie energii podczas miesienia  $40 \text{ J} \cdot \text{g}^{-1}$ ) spowodowało zmniejszenie objętości bochenków i zwiększenie twardości miększu. Stwierdziłam, że jeśli mąka charakteryzuje się słabą wartością wypiekową, nie należy stosować dwóch równych cykli miesienia ciasta. Jak podają dane literaturowe miesienie ciasta jest jednym z najważniejszych etapów wytwarzania pieczywa, szczególnie pszenego. Dlatego parametry tego procesu wywołują istotne zmiany jakości ciasta i pieczywa (Gómez i wsp., 2008; Singh i wsp., 2002; Tlapale-Valdivia i wsp., 2010). Modyfikacja metody wypieku jednofazowego z zastosowaniem dwóch cykli miesienia (pierwszy jest 2 razy dłuższy niż drugi) musi uwzględniać czas odpoczynku ciasta między cyklami, najlepsze wyniki wypiekowe uzyskałam po 10 i 20 minutach leżakowania ciasta.

Spowolnienie fermentacji podmłody (**O4**) umożliwiło uzyskanie chleba o porównywalnych właściwościach do pieczywa wytwarzanego standardową metodą dwufazową. W dostępnej literaturze brakowało opracowań z tego zakresu. W przypadku modnej od niedawna metody spowalniania fermentacji, polegającej na mrożeniu gotowych kęsów ciasta, następuje niszczenie struktury glutenu i uzyskuje się istotne obniżenie objętości pieczywa (Do-Hyung i Bong-Kyung, 2002), dlatego niezbędne jest stosowanie polepszaczy (Selomulyo i Zhou, 2007). W przypadku mrożenia ciasta zachodzi obniżenie aktywności drożdży oraz rozproszenie i dyfuzja gazów (w szczególności  $\text{CO}_2$ ). W badaniach własnych wykazałam, że skrócenie czasu fermentacji podmłody z 3 h do 1 h w warunkach optymalnej temperatury ( $28^\circ\text{C}$ ) powodowało istotny spadek objętości pieczywa i wzrost twardości miększu. Natomiast w warunkach obniżonej temperatury ( $10^\circ\text{C}$ ), gdzie zachodziło spowolnienie fermentacji podmłody porównywalne wyniki uzyskałam stosując 3 h i 2 h fermentację początkową. Dodatkowo miększ chleba wyróżniał się lepszą sprężystością

i wolniej ulegał czerstwieniu, w porównaniu do miękiszu chleba uzyskanego standardową metodą dwufazową. W metodzie dwufazowej dłuższy czas fermentacji powodował stopniowe zmniejszanie się wskaźnika porowatości - zwiększały się pory w miękiszu. Zaproponowana metoda odroczenia wypieku pieczywa (wytworzenie i fermentacja rozczywnu przez 2 h w warunkach optymalnych tj. 28°C, następnie obniżenie temperatury do 10°C i przechowywanie jej do dnia następnego, w celu wytworzenia ciasta, jego rozrostu i wypieku) umożliwia uzyskanie chleba charakteryzującego się zadowalającą objętością, ponadto lepszymi cechami miękiszu jak i stopniem jego czerstwienia. Jednocześnie zastosowanie tej metody pozwala na skrócenie czasu wytwarzania chleba w dniu wypieku ponadto metoda ta umożliwia odroczenie wypieku bez skutków ubocznych jakie mają miejsce podczas zamrażania kęsów.

Wyniki badań własnych przedstawionych w opracowaniu **O5** wykazały, że możliwe jest wytworzenie chleba pszenno-owsianego z podmłody owsianej. Wytworzenie chleba pszenno-owsianego na podkładzie mieszanej z mąką z prosa było również możliwe, jednak zależne od właściwości zastosowanej mąki pszennej, ponadto do rozczywnu konieczny był dodatek glutenu (**O6**). Chleb pszenno-owsiany z 50% udziałem mąki owsianej, który prowadziłam metodą jednofazową charakteryzował się znacznie mniejszą objętością i większą twardością w porównaniu do chleba pszenno-owsianego. Dodatek glutenu wpłynął pozytywnie na właściwości fizyczne pieczywa. Chleb wytworzony na bazie podmłody owsianej charakteryzował się akceptowalną objętością, elastycznym miękiszem i wolniejszym czerstwieniem. Zaobserwowałam, że wytworzenie rozczywnu z mąki owsianej zwiększa istotnie wydajność ciasta. Stwierdziłam ponadto, że po fermentacji podmłoda owsiana miała bardziej zwężłą konsystencję niż podmłoda pszenno-owsiana, dlatego w następnym etapie konieczny był większy dodatek wody do ciasta. Taka sytuacja mogła być spowodowana większą wodochłonnością mąki owsianej. W literaturze, wykazano, że owies ma doskonałe właściwości wiązania wody (Czubaszek i Karolini-Skaradzińska, 2005; Flander i wsp., 2007; Miś i wsp., 2012).

W pracy **O7** zaproponowałam zastosowanie do wypieku chleba bezglutenowego liofilizowanych zakwasów gryczanych. W dotychczasowych badaniach w produkcji chleba bezglutenowego nie stosowano liofilizowanych zakwasów gryczanych, natomiast świeże zakwasy gryczane były stosowane w niewielu opracowaniach (Moroni i wsp., 2011; Wolska i wsp., 2010). Większe zmiany pH zauważyłam po zastosowaniu zakwasu świeżego, jednakże zmienny dodatek liofilizatu istotnie różnicował zarówno pH ciasta jak i chleba. Temperatura suszenia sublimacyjnego na poziomie 40 i 60°C w porównaniu do temperatury 20°C powodowała większe zmiany pH ciasta. Wraz ze wzrostem dodatku zakwasu zwiększało się

zarówno pH ciasta jak i chleba. Większą objętość chleba uzyskałam stosując zakwas świeży, jednak zastosowanie zakwasu liofilizowanego również wpływało korzystnie na zmiany objętości chleba. Wraz ze zwiększaniem udziału zakwasu świeżego jak i liofilizowanego zauważyłam istotne zmiany w porowatości miększu pieczywa. Dodatek zakwasu powodował zwiększanie wielkości i powierzchni porów na kromce. Ocena sensoryczna wykazała, że najwyżej klasyfikowano chleby bezglutenowe z 20% i 30% udziałem zakwasu świeżego (w przeliczeniu na ilość zakwasu liofilizowanego), niewiele gorszą ocenę otrzymały chleby z 20% i 30% udziałami zakwasu liofilizowanego w temperaturze 20 i 40°C. Biorąc pod uwagę wszystkie wyróżniki jakościowe dobre rezultaty uzyskałam stosując 20% i 30% dodatek zakwasu liofilizowanego w temperaturze 20 i 40°C. Wykorzystanie zakwasu liofilizowanego w temperaturze 20°C wpłynęło na uzyskanie większej objętości chleba, jednak struktura miększu i trwałość chleba związana z mniejszym pH, były lepsze po zastosowaniu temperatury liofilizacji na poziomie 40°C. Wyższa temperatura liofilizacji (60°C), wpłynęła na otrzymanie chlebów o najmniejszej objętości. Uzyskane wyniki sugerują, że liofilizacja zakwasu w temperaturze 20 i 40°C nie dezaktywowała nadmiernie komórek drożdżowych i bakterii kwasu mlekowego odpowiedzialnych za pozytywne zmiany jakości chleba. Z przeprowadzonych badań wynika, że gryczane zakwasy liofilizowane mogą być wykorzystane bezpośrednio w procesie produkcji bez konieczności, wcześniejszej wielogodzinnej fermentacji, jak to ma miejsce w przypadku zakwasów świeżych.

#### 4.6. PODSUMOWANIE

Uzyskane rezultaty (**O1-O7**) pozwalają stwierdzić, iż dzięki modyfikacjom procesu wytwarzania ciasta można uzyskać pieczywo o pożądanym właściwościach fizycznych, dodatkowo możliwe jest zwiększenie efektywności procesu poprzez skrócenie wytwarzania ciasta w dniu wypieku lub zwiększenie wydajności produkcji.

Do produkcji chleba pszenno-owsianego, zaproponowałam metodę dwufazową z zastosowaniem spowolnienia fermentacji podmłody w temperaturze obniżonej po wcześniejszej fermentacji podmłody w optymalnych warunkach (**O4**). Takie rozwiązanie umożliwia odroczenie wypieku, bez konieczności mrożenia ciasta oraz znaczne skrócenie wytwarzania pieczywa w dniu wypieku.

W przypadku chleba pszenno-owsianego (**O5**) stwierdziłam, że możliwe jest wytworzenie tego chleba na podkładzie owsianej. Zastosowanie podmłody owsianej zwiększa wydajność produkcji a dodatkowo wpływa pozytywnie na właściwości miększu.



Ważnym osiągnięciem jest wykazanie, że korzystne polepszenie jakości chleba bezglutenowego (**O7**) można uzyskać stosując gryczany zakwas liofilizowany. Proponowana temperatura liofilizacji zakwasu to 40°C, a jego optymalny udział w recepturze to 20-30%. Ponadto zakwas uzyskany metodą sublimacyjnego suszenia, dodany bezpośrednio do mąki, eliminuje długotrwały proces fermentacji.

Zaproponowane metody prowadzenia ciasta na różne rodzaje pieczywa mogą być wykorzystane do poprawy jakości wyrobów bez stosowania dodatków polepszających.

Oprócz wspomnianych wyżej modyfikacji metod wytwarzania ciasta jako ważne osiągnięcie uważam również opracowanie (**O2**) nowego wskaźnika oceny niejednorodności tekstury miękkiszu pieczywa.

#### 4.7. LITERATURA ŹRÓDŁOWA

1. Ambroziak, Z. 1988. *Piekarstwo i ciastkarstwo*. Wydawnictwo Naukowo-Techniczne, Warszawa.
2. Angioloni, A., Collar, C. 2013. Suitability of oat, millet and sorghum in breadmaking. *Food Bioprocess Technol.* 6, 1486–1493.
3. Arendt, E.K., Ryan, L.A., Dal Bello, F. 2007. Impact of sourdough on the texture of bread. *Food Microbiology*, 24, 165–174.
4. Bartkiene, E., Juodeikiene, G., Vidmantiene, D., Viskelis, P., Urbonaviciene, D. 2011. Nutritional and quality aspects of wheat sourdough bread using *L. luteus* and *L. angustifolius* flours fermented by *Pediococcus acidilactici*. *Int. J. Food Sci. Technol.*, 46, 1724–1733.
5. Basman, A., Köksel, H., Perry, K.W.Ng. 2002. Effects of increasing levels of transglutaminase on the rheological properties and bread quality characteristics of two wheat flours. *Eur. Food Res. Technol.*, 215, 419–424.
6. Boettger, D., Schmid, A., 1981. Gaerunterbrechung und Gaerverzoegerung bei Weizen- und Weizenmischbrot (Interrupted and delayed fermentation in production of wheat and wheat mixed bread). *Getreide Mehl und Brot*, 35(2), 40-46.
7. Chandrasekara, A., Shahidi, F. 2012. Antioxidant phenolics of millet control lipid peroxidation in human LDL cholesterol and food systems. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 89, 275–285.
8. Czubaszek, A., Karolini-Skaradzińska, Z. 2005. Effects of wheat flour supplementation with oat products on dough and bread quality. *Pol. J. Food Nutr. Sci.*, 14(55), 281–286.
9. Diakun, J. 2009. Moc i energia miesienia ciasta z mąki pszennej i żytniej. *Inż. Ap. Chem.*, 48, 4, 26-27.
10. Dłużewska, E., Marciniak, K., Dojczew, D. 2002. Koncentraty chleba bezglutenowego z dodatkiem wybranych hydrokoloidów. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2, 57-66.
11. Do-Hyung, K., Bong-Kyung, K. 2002. Freezing and fermentation curves of the dough frozen at the different freezing condition. *Food Sci. Biotechnol.*, 11(2), 99-104.
12. Elmehdi, H.M., Page, J.H., Scanlon, M.G. 2003. Monitoring dough fermentation using acoustic waves. *Trans Icheme.*, 81, 217-223.

13. Flander, L., Salmenkallio-Marttila, M., Suortti, T., Autio, K. 2007. Optimization of ingredients and baking process for improved wholemeal oat bread quality. *LWT-Food Sci. Technol.*, 40, 860–870.
14. Flander, L., Suortti, T., Katina, K., Poutanen, K. 2011. Effects of wheat sourdough process on the quality of mixed oat-wheat bread. (Special Issue: Innovative baking technologies: New starches, functional bread and cereal products). *LWT-Food Sci. Technol.*, 44, 656–664.
15. Galle, S., Schwab, C., Dal Bello, F., Coffey, A., Gänzle, M.G., Arendt, E. 2012. Influence of in-situ synthesized exopolysaccharides on the quality of gluten-free sorghum sourdough bread. *International J. Food Microbiol.*, 155, 105–112.
16. Gąsiorowski, H. 2004. *Pszenica, chemia i technologia*. PWRiL, Poznań.
17. Gibiński, M. 2008.  $\beta$ -glukany owsa jako składnik żywności funkcjonalnej. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość.*, 2(57), 15-29.
18. Gómez M., Oliete B., Pando V, Ronda F., Caballero P.A., 2008. Effect of fermentation conditions on bread staling kinetics. *Eur. Food Res. Technol.*, 226, 1379-1387.
19. Hui, Y.H. 2006. *Bakery products. Science and technology*. Blackwell Publishing Ltd. ISBN-13: 978-0-8138-0187-2.
20. Jahromi, S.H.R., Yazdi, F.T., Karimi, M., Mortazavi, S.A. 2012. Optimization of dough mixing time and mixing speed to improve dough rheology and quality of Barbari bread using response surface methodology. *Iran. Food Sci. Technol. Research J.*, 7(4), 280–289.
21. Kawka, A., Górecka, D. 2010. Comparison of chemical composition of wheat-oat and wheat-barley bread with sourdoughs fermented by “LV2” starter. *Żywność Nauka. Technologia. Jakość.*, 3, 44–55.
22. Krupa-Kozak, U., Wronkowska, M., Soral-Śmietana, M. 2011. Effect of buckwheat flour on microelements and proteins contents in gluten-free bread. *Czech J. Food Sci.*, 29, 103–108.
23. Lagrain, B., Leman, P., Goesart, H., Delcour, J.A. 2008. Impact of thermostable amylases during bread making on wheat bread crumb structure and texture. *Food Res. Int.*, 41(8), 819–827.
24. Le-Bail, A., Nicolitch, C., Vuillod, C. 2010. Fermented frozen dough: impact of prefermentation time and of freezing rate for a pre-fermented frozen dough on final volume of the bread. *Food Bioproc. Tech.*, 3(2), 197-203.
25. Lee, S.H., Chung, I.M., Cha, Y.S., Park, Y.S. 2010. Millet consumption decreased serum concentration of triglyceride and C-reactive protein but not oxidative status in hyperlipidemic rats. *Nutr. Res.*, 30, 290–296.
26. Lee, S., Pyrak-Nolte L.J., Campanella, O. 2004. Determination of ultrasonic-based rheological properties of dough during fermentation. *J. Texture Stud.*, 35, 33-51.
27. Lewicka, B. 2007. Wpływ techniki i technologii wytwarzania ciasta na objętość uzyskanego pieczywa pszennego. *Przegląd Zbożowo-Młynarski*, 12, 25-26.
28. Mariotti, M., Lucisano, M., Pagani, M.A. 2006. Development of a baking procedure for the production of oat-supplemented wheat bread. *Int. J. Food Sci. Technol.*, 41(Suppl. 2), 151–157.
29. Mariotti, M., Pagani, A., Lucisano, M. 2013. The role of buckwheat and HPMC on the breadmaking properties of some commercial gluten-free bread mixtures. *Food Hydrocolloid.*, 30, 393–400.
30. Miś, A., Grundas, S., Dziki, D., Laskowski, J. 2012. Use of farinograph measurements for predicting extensograph traits of bread dough enriched with carob fibre and oat wholemeal. *J. Food Eng.*, 108, 1–12.

31. Moroni, A.V., dal Bello, F., Zannini, E., Arendt, E.K. 2011. Impact of sourdough on buckwheat flour, batter and bread. Biochemical, rheological and textural insights. *J. Cereal Sci.*, 54, 195–202.
32. Neryng A., Gębski J., 2005. Analiza wpływu parametrów procesu miesienia na jakość pieczywa żytnio-pszennego. *Inżynieria Rolnicza*, 9 (69), 215-223.
33. Novotni, D., Cukelj, N., Smerdel, B., Bituh, M., Dujmic, F., Curic, D. 2012. Glycemic index and firming kinetics of partially baked frozen gluten-free bread with sourdough. *J. Cereal Sci.*, 55, 120–125.
34. Owens, G. 2001. *Cereals processing technology*. Chapter 10. Breadmaking (Cauvain S.P.). Cambridge: Woodhead Publishing Limited and CRC Press.
35. Pastuszka, D., Gambuś, H., Ziobro, R., Mickowska, B., Buksa, K., Sabat, R. 2012. Quality and nutritional value of wheat bread with a preparation of oat proteins. *J. Microbiol. Biotechnol. Food Sci.*, 1 (Special Issue), 980-987.
36. Różyło R., Laskowski J. 2011. Breads, Physical properties. 91-93. Chapter in: *Encyclopedia of Agrophysics*. Encyclopedia of Earth Sciences Series edited by Gliński J., Horabik J., Lipiec J. published by Springer ISBN: 978-90-481-3584-4.
37. Rieder, A., Holtekjolen, A.K., Sahlstrom, S., Moldestad, A. 2012. Effect of barley and oat flour types and sourdoughs on dough rheology and bread quality of composite wheat bread. *J. Cereal Sci.* 55, 44–52.
38. Selomulyo, V.O., Zhou, W. 2007. Frozen bread dough: effects of freezing storage and dough improvers. *J. Cereal Sci.*, 45(1), 1-17.
39. Shehzad, A., Chiron, H., Valle, G.D., Kansou, K., Ndiaye, A., Reguerre, A.L. 2010. Porosity and stability of bread dough during proofing determined by video image analysis for different compositions and mixing conditions. *Food Res. Int.*, 43(8), 1999–2005.
40. Singh, N., Bajaj, I.K., Singh, R.P., Gujral, H.S. 2002. Effect of different additives on mixograph and bread making properties of Indian wheat flour. *J. Food Eng.*, 56, 89–95.
41. Tiwari, U., Cummins, E., Brunton, N., Gallagher, E. 2012. A modelling approach to estimate the level and molecular weight distribution of beta - glucan during the baking of an oat-based bread. *Food Bioprocess Technol.*, 5, 1990-2002.
42. Tlapale-Valdivia, A.D., Chanona-Pérez, J., Mora-Escobedo, R., Farrera-Rebollo, R.R., Gutiérrez-López, G.F., Calderón-Domínguez, G. 2010. Dough and crumb grain changes during mixing and fermentation and their relation with extension properties and bread quality of yeasted sweet dough. *Int. J. Food Sci. Technol.*, 45(3), 530-539.
43. Torbica, A., Hadnadev, M., Dapcevič, T. 2010. Rheological, textural and sensory properties of gluten-free bread formulations based on rice and buckwheat flour. *Food Hydrocol.*, 24, 626–632.
44. Webster, F.H. 2002. Whole-grain oats and oat product. In: *Whole-Grain Foods in Health and Disease*. Marquart, L., Slavin, J.L., Fulcher, R.G. (eds.), 83-123. St. Paul, Minnesota, USA: American Association of Cereal Chemists, Inc.
45. Wolska, P., Ceglińska, A., Dubicka, A. 2010. Production of bread using sourdoughs from gluten-free cereals. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość.*, 5, 104–111.
46. Wronkowska, M., Soral-Śmietana, M. 2008. Buckwheat flour – a valuable component of gluten-free formulations. *Pol. J. Food Nutr. Sci.*, 58, 59–63.

## **5. Omówienie pozostałych osiągnięć naukowo-badawczych**

### **5.1. Osiągnięcia przed uzyskaniem stopnia doktora**

Pierwsze opracowanie naukowe (A1) z moim udziałem powstało na bazie pracy magisterskiej, którą realizowałam pod kierunkiem pani prof. dr hab. Heleny Lis, w opracowaniu tym przeprowadzono weryfikację modelu matematycznego pierwszego okresu konwekcyjnego suszenia jabłka z uwzględnieniem skurczu suszarniczego.

Wraz z podjęciem studiów doktoranckich w roku 2001 na Wydziale Techniki Rolniczej (obecnie Inżynierii Produkcji) Akademii Rolniczej w Lublinie (obecnie Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie), a następnie po podjęciu pracy w roku 2002 na stanowisku asystenta w Katedrze Eksploatacji Maszyn Przemysłu Spożywczego pod kierunkiem prof. dr hab. Janusza Laskowskiego zainteresowałam się aspektami związanymi z jakością zbóż i procesem ich rozdrabniania. W pierwszym etapie przeprowadziłam przegląd literatury z zakresu badań mikrostruktury ziarna zbóż (K5). Określałam wpływ zawartości glutenu oraz szklistości na energochłonność rozdrabniania pszenicy (A2, K2). Analiza statystyczna tych wyników badań pozwoliła stwierdzić, iż istnieje istotna zależność liniowa (współczynnik korelacji  $r = 0,67$ ) między zawartością glutenu a energią jednostkową procesu rozdrabniania. Szklistość również dodatnio korelowała ( $r = 0,87$ ) z energią jednostkową rozdrabniania.

Efektom współpracy z Instytutem Agrofizyki PAN były prace, w których analizowaliśmy zależności indeksu twardości (SKCS) i energochłonności rozdrabniania od zawartości białka w pszenicy (A3, K1).

W innych badaniach ocenialiśmy wpływ stopnia uszkodzenia skrobi w mące pszennej na właściwości fizyczne ciasta (A4, K3). Stwierdziliśmy, że stopień uszkodzenia skrobi miał wpływ na właściwości alweograficzne ciasta, ponadto najmocniej oddziaływał na wodochłonność mąki ( $r = 0,99$ ). Wzrost stopnia uszkodzenia skrobi powodował zwiększanie sprężystości ciasta (P), jak również wskaźnika P/L, dla których współczynnik korelacji w obu przypadkach wyniósł  $r = 0,91$ . Natomiast rozciągliwość ciasta (L) malała wraz ze wzrostem stopnia uszkodzenia skrobi w mące pszennej ( $r = -0,89$ ). Analizowaliśmy zależności pomiędzy zawartością białka a właściwościami fizycznymi ziarna pszenicy jarej (K6). Przeprowadziliśmy analizę zależności pomiędzy właściwościami fizycznymi i technologicznymi ziarna pszenicy jarej (K8). Wyniki z tego zakresu prezentowałam (2 referaty i 2 postery) na 4 Konferencjach i Zjazdach Naukowych. Uczestniczyłam w X Jubileuszowej Konferencji Naukowo-Technicznej BEMS – Lublin 2002, w Konferencji Naukowej PTA – Olsztyn 2003, w Konferencji Naukowej z udziałem gości zagranicznych WSI-E – Ropeczyce 2003 oraz w III Zjeździe Naukowym PTA - Dąbrowica 2004. Ponadto

brałam udział w Seminarium dla specjalistów z dziedziny zbożowo-młynarskiej i piekarskiej – Bydgoszcz 2004.

Realizację celu mojej dysertacji doktorskiej na temat „Wpływ właściwości ziarna pszenicy jarej na wartość technologiczną mąki” oparłam o doświadczenia wykonywane w Katedrze Eksploatacji Maszyn Przemysłu Spożywczego oraz w Laboratorium Przemysłowym jednego z lubelskich młynów. Podjęty temat rozprawy doktorskiej obejmował szeroki zakres badań, a w tym między innymi: określenie podstawowych właściwości fizycznych, technologicznych i chemicznych ziarna pszenicy i ustalenie zależności pomiędzy nimi; określenie związków korelacyjnych pomiędzy właściwościami pszenicy oraz właściwościami mąki i ciasta oraz wyznaczenie modeli empirycznych opisujących te związki; określenie zakresu wielowymiarowych oddziaływań pomiędzy właściwościami pszenicy a cechami uzyskanego chleba pszennego; określenie cech mąki i ciasta przydatnych w prognozowaniu pojedynczych właściwości pieczywa jak i kilku cech jednocześnie. Rozprawę doktorską obroniłam 8 grudnia 2005 na Wydziale Inżynierii Produkcji Akademii Rolniczej w Lublinie (obecnie Uniwersytet Przyrodniczy). Promotorem pracy był prof. dr hab. Janusz Laskowski, a recenzentami dr hab. Elżbieta Kusińska z Akademii Rolniczej w Lublinie oraz prof. dr hab. Leszek Mieszkalski z Uniwersytetu Warmińsko-Mazurskiego w Olsztynie. Na Radzie Wydziału 15 grudnia 2005 roku uzyskałam tytuł doktora nauk rolniczych w zakresie inżynierii rolniczej (specjalność – przetwórstwo zbóż). Na wniosek recenzentów rozprawa została wyróżniona i w konsekwencji w roku 2006 przyznano mi indywidualną nagrodę JM Rektora III-stopnia.

## **5.2. Osiągnięcia po uzyskaniu stopnia doktora**

Po uzyskaniu stopnia doktora w marcu 2006 roku zostałam zatrudniona na stanowisku adiunkta (na którym pracuję obecnie) w Katedrze Eksploatacji Maszyn Przemysłu Spożywczego kierowanej przez prof. dr hab. Janusza Laskowskiego. Doświadczenie zdobyte podczas realizacji rozprawy doktorskiej pozwoliło mi na wypracowanie własnego warsztatu badawczego oraz ukształtowanie oryginalnych zainteresowań naukowych. W pierwszym okresie działalności naukowej moje prace badawcze stanowiły kontynuację i rozszerzenie problematyki podjętej w rozprawie doktorskiej. Wyniki badań z tego okresu były prezentowane na wielu konferencjach i sympozjach naukowych oraz zostały opublikowane jako oryginalne prace twórcze. Opisywałam w nich zależności pomiędzy zawartością białka a właściwościami fizycznymi i technologicznymi ziarna pszenicy jarej (A5). Przeanalizowałam wpływ wybranych właściwości pszenicy jarej na wodochłonność

mąki (K9, A6) oraz wpływ właściwości alveograficznych ciasta na cechy tekstury miękiszu chleba (K7). Ponadto opracowałam równania predykcyjne opisujące jakość chleba uwzględniające parametry tekstury miękiszu (A20). Konferencje, w których uczestniczyłam z tego zakresu to: Konferencja Naukowa Komitetu Agrofizyki PAN „Procesy Fizyczne w kształtowaniu środowiska i jakości surowców żywnościowych” odbywająca się 11-12 maj 2006 roku w Lublinie oraz II Konferencja PTA „Agrofizyka w badaniach surowców i produktów rolniczych” odbywająca się 21-23 czerwiec 2006 roku w Krynicy.

Podczas swojej pracy badawczej zainteresowałam się wyjaśnieniem wpływu warunków oraz parametrów procesu na właściwości fizyczne pieczywa, opracowania z tego zakresu przyczyniły się do powstania koncepcji nowych metod opisanych w wspomnianym wyżej osiągnięciu (O3-O7). Ponadto w pierwszym etapie badań oceniałam cechy tekstury pieczywa wykonanego z różnym udziałem wody (A10, K13). Badania wykazały, że wraz ze wzrostem zawartości wody w cieście malała twardość miękiszu zarówno po pierwszej dobie przechowywania jak i po trzech dobach. Bardziej intensywny spadek odnotowano dla pieczywa przechowywanego trzy doby. Największą spoistością miękiszu charakteryzowało się pieczywo z 55% dodatkiem wody zarówno po jednej dobie jak i po trzech dobach. Żuwalność miękiszu zmniejszała się wraz ze wzrostem dodatku wody do ciasta. W innym opracowaniu porównywałam cechy jakościowe chleba pszennego wypieczonego z ciasta prowadzonego jednofazowo i dwufazowo (A11). Analiza wyników wykazała, że metoda prowadzenia ciasta miała istotny wpływ na większość badanych cech chleba. Wyższą objętość miały chleby wypieczone z ciasta prowadzonego dwufazowo. Chleby z ciasta wytworzonego metodą dwufazową odznaczały się istotnie mniejszą twardością. Masa, wydajność i objętość pieczywa zwiększały się wraz ze wzrostem zawartości glutenu.

W pracy A12 analizowałam wpływ zawartości glutenu na cechy fizyczne chleba pszennego wypiekanego z ciasta o różnej wydajności. Zaobserwowałam istotne zmiany cech fizycznych chleba wypiekanego z mąk różniących się zawartością glutenu dla zmiennych wydajności ciasta. Charakter zmian badanych właściwości (objętości, masy właściwej bochenka, porowatości i bieli miękiszu jak również jego cech tekstury) w zależności od zawartości glutenu był niejednorodny przy różnej wydajności ciasta. Określałam właściwości fermentacyjne ciasta i cechy fizyczne chleba pszennego wypiekanego z mąki o różnej temperaturze (A17, K16) oraz właściwości fizyczne chleba pszennego wypiekanego z ciasta o zróżnicowanych parametrach (A18). Badania wykazały, że zmiany wydajności ciasta i jego temperatury wpływały istotnie na cechy fermentacyjne ciasta i właściwości fizyczne chleba. Największą objętością odznaczały się chleby wypiekane z ciasta o wydajności 160%

a najmniejszą objętość i największą twardość miały chleby z ciasta o najmniejszej wydajności. Dodatkowo wzrost temperatury z 22 do 28°C powodował znaczne zwiększenie objętości pieczywa i spadek twardości miękiszu. Przeanalizowałam także, wpływ warunków wytwarzania ciasta na proces fermentacji i właściwości fizyczne pieczywa pszennego (A19). Zwiększanie temperatury wody powodowało wzrost temperatury ciasta, zależny również od długości czasu miesienia ciasta. Dłuższe miesienie ciasta powodowało istotny wzrost temperatury, który najbardziej zaznaczał się przy najniższej temperaturze ciasta. Na III Sympozjum Inżynierii Żywności odbywającym się w Warszawie, 26-27 czerwca 2012 roku prezentowałam zmiany właściwości fizycznych pieczywa pod wpływem skracania i spowalniania fermentacji podmłody pszennej (K20).

Wynikiem współpracy z Katedrą Techniki Ciepłej, Uniwersytetu Przyrodniczego w Lublinie są opracowania dotyczące jakości zbóż, procesu przemiału i rozdrabniania różnych surowców roślinnych a także opracowania dotyczące procesu suszenia surowców roślinnych. Ocenialiśmy właściwości fizyczne ziarna pszenicy przy wykorzystaniu analizatora pojedynczych ziarniaków (A16). Opisany został przemiał pszenicy i wpływ twardości ziarna na ten proces (A14), określiliśmy wpływ ustawienia walców mielących na proces rozdrabniania ziarna pszenicy (A15, K18), zaproponowaliśmy wykorzystanie energochłonności rozdrabniania jako wskaźnika wartości przemiałowej ziarna pszenicy (A21). Wpływ wilgotności i temperatury nasion *Amaranthus cruentus L.* na proces udarowego rozdrabniania został opisany w rozdziale monografii (M4). Ponadto opisaliśmy teorie rozdrabniania żywności o postaci stałej (A23) oraz określiliśmy wpływ wilgotności na właściwości mechaniczne i energochłonność rozdrabniania suszonej pigwy (A22, K21). Wpływ zabiegów wstępnych i temperatury sublimacyjnego suszenia żurawiny na przebieg procesu i właściwości suszu prezentowaliśmy na IV Sympozjum Inżynierii Żywności w Warszawie (K25).

Efektem współpracy z Katedrą Biochemii i Chemii Żywności, Katedrą Techniki Ciepłej jak również Katedrą Ekologii Rolniczej Uniwersytetu Przyrodniczego w Lublinie jest opracowanie dotyczące właściwości przemiałowych i prozdrowotnych różnych odmian pszenicy orkisz (*Triticum aestivum ssp. spelta L.*) opisane (F5) w czasopiśmie wyróżnionym w JCR (Cereal Chemistry, IF<sub>2013</sub> = 1,059). W badaniach tych nie zaobserwowaliśmy istotnych różnic w twardości i innych właściwościach fizycznych badanych odmian pszenicy orkisz. Pszenice te nie różniły się także całkowitą zawartością skrobi, jednak skrobia cechowała się różną biodostępnością i bioprzyswajalnością. Zaobserwowaliśmy istotne różnice w zawartości flawonoidów oraz różnice w zdolności do hamowania aktywności oksydazy ksantynowej.

Następnym nurtem badawczym były prace nad innowacyjnymi produktami zbożowymi wzbogaconymi w naturalne dodatki. Określałam wpływ dodatku mąki z prosa do mąki pszennej na cechy tekstury miększu pieczywa. Istotne różnice zarówno objętości, masy właściwej i cech tekstury pieczywa zaobserwowałam dla pieczywa z mąki bazowej i pieczywa z 5, 15 i 20% udziałem mąki z prosa. Wyniki tych badań prezentowałam (K10) na III Konferencji Naukowej „Właściwości geometryczne, mechaniczne, strukturalne surowców i produktów spożywczych” zorganizowanej w Olsztynie 22-25 maja 2007 roku i zostały opublikowane jako rozdział w monografii (M1). Zmiany cech tekstury pieczywa pszennego pod wpływem dodatku produktów z owsa opisałam również w samodzielnym opracowaniu (A7) oraz prezentowałam na Międzynarodowej Konferencji (K11) zorganizowanej w dniach 15-16 maja 2007 roku pt.: „Problemy Agrofizyczne Kształtowania Środowiska Rolniczego i Jakości Surowców Żywnościowych”, w Instytucie Agrofizyki im. B. Dobrzańskiego PAN w Lublinie. Na tej samej Konferencji prezentowałam wyniki badań (K12), w których określiłam zmiany cech tekstury miększu pieczywa pszennego pod wpływem produktów z szarłatu (*Amaranthus cruentus L.*). Wyniki szczegółowe z tego zakresu również opublikowałam (A8). Badania chleba z dodatkiem produktów owsianych (A7) wykazały, że zwiększany dodatek mąki owsianej w zakresie od 5 do 20% powodował wzrost twardości miększu pieczywa. Natomiast dodatek otrąb owsianych w ilości 2,5% powodował spadek twardości miększu chleba. Dodatek mąki owsianej już w udziale 5% powodował znaczny wzrost gumowatości miększu po jednej dobie przechowywania. Natomiast dodatek otrąb w udziale 2,5% wpłynął na istotne zmniejszenie gumowatości miększu pieczywa. Żuwalność miększu wzrastała wraz ze zwiększającym się dodatkiem (od 0 do 20%) mąki owsianej. Badania (A8) wykazały, że dodatek mąki, jak i płatków z szarłatu w udziale 5% powodował spadek twardości miększu chleba. Zarówno dodatek mąki jak i płatków z szarłatu (od 0 do 20%) powodował istotne zmiany w wartościach teksturalnych miększu chleba. Jako najbardziej polecane zaproponowałam pieczywo z 5% dodatkiem mąki jak i płatków z szarłatu. Mąkę z szarłatu (*Amaranthus cruentus L.*) razem z Katedrą Techniki Ciepłej Uniwersytetu Przyrodniczego w Lublinie wykorzystaliśmy do wytworzenia liofilizowanego zakwasu do chleba bezglutenowego. Wyniki z tego zakresu zostały zaakceptowane do druku (F1) w czasopiśmie wyróżnionym w JCR (Journal of Food Process Engineering, IF<sub>2013</sub> = 0,626). Ponadto z moim udziałem zostały opracowane wyniki badań określające wpływ dodatku mąki ryżowej na cechy tekstury miększu pieczywa pszennego (A9, K14).

Efektom współpracy z Katedrą Biochemii i Chemii Żywności, Katedrą Techniki Ciepłej Uniwersytetu Przyrodniczego w Lublinie oraz Zakładu Biologii Komórki



Uniwersytetu Jagiellońskiego w Krakowie jest opracowanie publikacji (BioMed Research International IF<sub>2013</sub>=2,706) z zakresu właściwości antynowotworowych i aktywności antyoksydacyjnych chleba wzbogaconego kielkami brokułu (F4). Część wyników z tego zakresu prezentowaliśmy na Międzynarodowym Kongresie FLOUR - BREAD w Chorwacji (K4). Na podstawie badań zawartych w pracy stwierdziliśmy między innymi, że chleb wzbogacony kielkami brokułu ma silne właściwości przeciwnowotworowe w kierunku zapobieganiu raka żołądka, a jego udział w recepturze na pieczywo pszenne nie powinien przekraczać 2%. W kolejnym opracowaniu (F2) zaakceptowanym również w czasopiśmie znajdującym się w JCR (Food Technology and Biotechnology, IF<sub>2013</sub> = 0,977) współpracując z Katedrą Biochemii i Chemii Żywności, Katedrą Techniki Ciepłej oraz Katedrą Ekologii Rolniczej Uniwersytetu Przyrodniczego w Lublinie zaproponowaliśmy do produkcji chleba dodatek świeżej pulpy z dyni (*Cucurbita maxima* L.). Zgodnie z uzyskanymi wynikami związanymi ze zwiększoną aktywnością antyoksydacyjną, chleb taki może być zaliczony do produktów funkcjonalnych. Rezultatem współpracy z Katedrą Biochemii i Chemii Żywności oraz Katedrą Techniki Ciepłej, Uniwersytetu Przyrodniczego w Lublinie była prezentacja na III Sympozjum Inżynierii Żywności w Warszawie posteru, którego tematem był wpływ dodatku liści komosy ryżowej na właściwości fizyczne pieczywa pszenne (K19). Poster ten uzyskał wyróżnienie. W wyniku współpracy z tymi Katedrami opracowaliśmy także, artykuł przeglądowy (F3) wydany ostatnio w doi w wysoko punktowanym czasopiśmie z listy JCR (Trends in Food Science and Technology, IF<sub>2013</sub> = 4,561). W manuskrypcie zebraliśmy informacje dotyczące ostatnich trendów w wzbogacaniu pieczywa w naturalne surowce roślinne, będące źródłem związków fenolowych posiadających istotne właściwości antyoksydacyjne.

Jakość makaronów fortyfikowanych dodatkiem mąki sojowej była tematem następnego opracowania (A24) będącego efektem współpracy z Katedrą Techniki Ciepłej, Uniwersytetu Przyrodniczego w Lublinie.

Zainteresowania w temacie badań nad innowacyjnymi produktami zbożowymi skłoniły mnie do udziału w projekcie „Lubelski Transfer Innowacji” współfinansowanym przez Unię Europejską w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego realizowanego w ramach Programu Operacyjnego Kapitał Ludzki w okresie od 01.02.2011 do 31.01.2012. Efektem tych badań było opracowanie receptur 8 nowych produktów w przedsiębiorstwie z województwa lubelskiego. Dodatkowo podczas stażu w tym przedsiębiorstwie opracowałam Księgę HACCP (225 stron maszynopisu) oraz Księgę Procedur (104 strony maszynopisu) zawierające wytyczne systemu jakości w realizowanej produkcji.

Przy moim udziale opracowywane są nowe standardy oceny jakości pieczywa. Właściwości fizyczne pieczywa jako wskaźniki jego jakości, zdefiniowałam w międzynarodowej encyklopedii (E1) wydawnictwa Springer „*Encyclopedia of Agrophysics*”, opracowałam procedurę oceny niejednorodności tekstury miękkiszu wspomnianą już w osiągnięciu habilitacyjnym (O2), którą opisałam w samodzielnej publikacji w czasopiśmie wyróżnionym w JCR (International Journal of Food Properties,  $IF_{2013} = 0,906$ ). Współpracując z Katedrą Techniki Ciepłej uzyskaliśmy w Urzędzie Patentowym RP prawo ochronne na wzory użytkowe: „Przystawkę do oceny porowatości miękkiszu pieczywa” (P1) oraz „Przystawkę do maszyny wytrzymałościowej do badania właściwości mechanicznych surowców biologicznych” (P2).

Moja aktywność publikacyjna była nagradzana kilkakrotnie przez JM Rektora Uniwersytetu Przyrodniczego w Lublinie. Za lata 2007-2009 otrzymałam Zespołową Nagrodę Rektora I stopnia, za rok 2010 Zespołową Nagrodę Rektora II stopnia oraz za lata 2012-2013 otrzymałam Indywidualną Nagrodę Rektora I stopnia. Indywidualną Nagrodę JM Rektora otrzymałam również za działalność organizacyjną w latach 2008-2012.

Na uwagę zasługuje fakt, że moja działalność publikacyjna została doceniona również za granicą, recenzowałam artykuły w czasopismach zagranicznych w tym głównie (8) wyróżnionych w bazie JCR. Wykonałam 3 recenzje dla czasopisma European Food Research and Technology ( $IF_{5\text{-year}} = 1,818$ ), 3 recenzje dla Journal of Food Quality ( $IF_{5\text{-year}} = 0,778$ ), jedną recenzję dla Journal of Food and Nutrition Science ( $IF_{5\text{-year}} = 0,687$ ), jedną recenzję dla Journal of Texture Studies ( $IF_{5\text{-year}} = 1,509$ ), jedną recenzję dla Croatian Journal of Food Science and Technology oraz jedną dla African Journal of Food Science.

## **6. Osiągnięcia dydaktyczne, organizacyjne i popularyzatorskie**

Ważnym elementem mojej pracy zawodowej jest realizowanie procesu dydaktycznego. Do tej pory prowadziłam zajęcia w tym wykłady i ćwiczenia z wielu przedmiotów: „Przetwórstwo zbożowo-młynarskie”, „Inżynieria przetwórstwa zbożowego i piekarnictwa”, „Produkcja przetworów zbożowych”, „Komputerowe ewidencjonowanie produkcji spożywczej”, „Eksploatacja linii technologicznych”, „Zarządzanie i komputerowe wspomaganie eksploatacji zakładów przemysłu spożywczego”, „Bezpieczeństwo eksploatacji maszyn i urządzeń”, „Transport technologiczny w przemyśle spożywczym” oraz „Produkcja żywności wygodnej”.

Byłam promotorem 40 prac dyplomowych (21 inżynierskich i 19 magisterskich) oraz recenzentem 24 prac (13 magisterskich i 11 inżynierskich). Ponadto byłam opiekunem

naukowym studentów kierunku Zarządzanie i Inżynieria Produkcji, studia pierwszego stopnia inżynierskie (2006-2010) oraz stopnia drugiego – magisterskie (2010-2011).

Biorąc pod uwagę inne osiągnięcia, od roku 2006 jestem Członkiem Polskiego Towarzystwa Inżynierii Rolniczej. Ponadto pełniłam obowiązki sekretarza w Komisji Oceniającej Wydziału Inżynierii Produkcji na 4 letnią kadencję 2008-2012. Od roku 2012, aż do dzisiaj jestem także członkiem tej Komisji.

Moja współpraca z przemysłem oprócz wspomnianych wyżej opracowań receptur nowych produktów oraz dokumentacji systemowej przejawiała się wykonaniem ekspertyzy dla regionalnej piekarni.

Jako popularyzator nauki brałam udział w przygotowaniach warsztatów naukowych, do których zaproponowałam temat: „Wypiek chleba bezglutenowego”. Warsztaty były prowadzone z okazji dni otwartych odbywających się 13 marca 2014 na Uniwersytecie Przyrodniczym w Lublinie. Ponadto dnia 26 sierpnia 2004 byłam Członkiem Komisji Konkursowej Starostwa Powiatowego w Lublinie „Konkurs o tytuł Powiatowej Piekarni Roku”.

Ponieważ praca naukowa wymaga ciągłego rozwoju uzyskałam dodatkowe certyfikaty. Posiadam certyfikat ukończenia szkolenia specjalistycznego w zakresie „*Eksploatacji urządzeń pomiarowo – kontrolnych oraz metod badania jakości zboża, mąki i pieczywa*” wydany 15 marca 2004 roku przez Zakład Badawczy Przemysłu Piekarskiego w Bydgoszczy oraz Stowarzyszenie na Rzecz Nauki i Technologii Zbóż ICC Polska. Dysponuję także certyfikatem ukończenia w dniu 12 listopada 2007 roku, szkolenia specjalistycznego w zakresie „*Organizmy genetycznie zmodyfikowane*” z projektu realizowanego dla Ministerstwa Środowiska i Centrum Informacji o Środowisku w ramach Transition Facility.

## 7. Zestawienie liczbowe osiągnięć

|  |         |
|--|---------|
| Całkowita liczba punktów MNiSW zgodnie z aktualną listą czasopism  | 555*    |
| Całkowita liczba punktów MNiSW zgodnie z rokiem wydania publikacji | 505*    |
| Sumaryczny średni 5 letni Impact Factor wg JCR                     | 23,125* |
| Sumaryczny IF zgodnie z rokiem wydania publikacji wg JCR           | 19,469* |
| Liczba cytowań według Web of Science                               | 5       |
| Liczba cytowań według bazy Scopus                                  | 8       |
| Indeks Hirsha według bazy Web of Science                           | 1       |
| Indeks Hirsha według bazy Scopus                                   | 2       |

(większość znaczących publikacji wydałam w roku 2014)

\* - łącznie z pracami stanowiącymi osiągnięcie

**Tabela 2. Zestawienie publikacji**

| L.p.   | Nazwa czasopisma   | Liczba publikacji         | Punkty wg MNiSW*             | Punkty wg MNiSW**            | IF <sup>a</sup>                   | IF <sup>b</sup>                    |
|--|--|---------------------------|------------------------------|------------------------------|-----------------------------------|------------------------------------|
| <b>PRZED DOKTORATEM</b>  |  |                           |                              |                              |                                   |                                    |
| 1.   | Acta Scientarum Polonorum Technica Agraria                       | 1                         | 3                            | 4                            | -                                 | -                                  |
| 2.   | Acta Agrophysica   | 3                         | 21                           | 12                           | -                                 | -                                  |
| 3.   | Streszczenia doniesień konferencyjnych                           | 4                         | 0                            | 0                            | -                                 | -                                  |
| <b>PO DOKTORACIE</b>   |  |                           |                              |                              |                                   |                                    |
| <b>PUBLIKACJE W CZASOPISMACH WYRÓŻNIONYCH W BAZIE JOURNAL CITATION REPORTS (JCR)</b> |  |                           |                              |                              |                                   |                                    |
| 4.   | International Journal of Food Properties                         | 1 <sup>c</sup>            | 25 <sup>c</sup>              | 25 <sup>c</sup>              | 0,906                             | 1,209                              |
| 5.   | Food and Bioprocess Technology                                   | 1 <sup>c</sup>            | 50 <sup>c</sup>              | 50 <sup>c</sup>              | 3,126                             | 3,564                              |
| 6.   | Journal of Cereal Science  | 1 <sup>c</sup>            | 35 <sup>c</sup>              | 35 <sup>c</sup>              | 1,943                             | 2,712                              |
| 7.   | Journal of Texture Studies                                       | 1 <sup>c</sup>            | 25 <sup>c</sup>              | 25 <sup>c</sup>              | 1,677                             | 1,509                              |
| 8.   | Journal of Food and Nutrition Research                           | 1 <sup>c</sup>            | 15 <sup>c</sup>              | 15 <sup>c</sup>              | 0,444                             | 0,687                              |
| 9.   | International Journal of Food Science and Technology             | 1 <sup>c</sup>            | 25 <sup>c</sup>              | 25 <sup>c</sup>              | 1,354                             | 1,504                              |
| 10.  | Journal of Food Process Engineering                              | 1                         | 20                           | 20                           | 0,626                             | 0,896                              |
| 11.  | Food Technology and Biotechnology                                | 1                         | 25                           | 25                           | 0,977                             | 1,321                              |
| 12.  | Trends in Food Science and Technology                            | 1                         | 50                           | 50                           | 4,651                             | 5,585                              |
| 13.  | BioMed Research International                                    | 1                         | 30                           | 30                           | 2,706                             | 2,750                              |
| 14.  | Cereal Chemistry   | 1                         | 25                           | 25                           | 1,059                             | 1,388                              |
| <b>PUBLIKACJE WYMIENIONE W CZĘŚCI B WYKAZU CZASOPISM NAUKOWYCH MNiSW</b>             |  |                           |                              |                              |                                   |                                    |
| 15.  | Acta Agrophysica   | 13 (1 <sup>c</sup> )      | 91 (7 <sup>c</sup> )         | 62 (6 <sup>c</sup> )         | -                                 | -                                  |
| 16.  | Żywność. Nauka. Technologia. Jakość                              | 1                         | 15                           | 4                            | -                                 | -                                  |
| 17.  | Inżynieria Rolnicza  | 2                         | 10                           | 10                           | -                                 | -                                  |
| 18.  | Polish Journal of Food and Nutrition Sciences                    | 1                         | 10                           | 8                            | -                                 | -                                  |
| 19.  | TEKA Commission of Motorization and Energetics in Agriculture    | 3                         | 18                           | 18                           | -                                 | -                                  |
| 20.  | MOTROL Commission of Motorization and Energetics in Agriculture  | 3                         | 12                           | 12                           | -                                 | -                                  |
| 21.  | Inżynieria Przetwórstwa Spożywczego                              | 1                         | 0                            | 0                            | -                                 | -                                  |
| 22.  | Journal of Research and Applications in Agricultural Engineering | 1                         | 5                            | 5                            | -                                 | -                                  |
| 23.  | Episteme   | 1                         | 5                            | 5                            | -                                 | -                                  |
| <b>PUBLIKACJE NIE UJĘTE W WYKAZIE CZASOPISM MNiSW</b>                                |  |                           |                              |                              |                                   |                                    |
| 24.  | Rozdziały w monografiach (krajowe)                               | 4                         | 16                           | 16                           | -                                 | -                                  |
| 25.  | Rozdział w encyklopedii (międzynarodowe)                         | 1                         | 4                            | 4                            | -                                 | -                                  |
| 26.  | Streszczenia Doniesień Konferencyjnych                           | 20                        | -                            | -                            | -                                 | -                                  |
| 27.  | Patenty i wzory użytkowe   | 2                         | 20                           | 20                           | -                                 | -                                  |
| 28.  | Ekspertyzy na zamówienie   | 1                         | -                            | -                            | -                                 | -                                  |
| 29.  | Dokumentacje systemowe (Księga HACCP, Księga procedur)           | 2                         | -                            | -                            | -                                 | -                                  |
| <b>RAZEM</b>   |  | <b>75 (7<sup>c</sup>)</b> | <b>555 (182<sup>c</sup>)</b> | <b>505 (181<sup>c</sup>)</b> | <b>19,469 (9,450<sup>c</sup>)</b> | <b>23,125 (11,185<sup>c</sup>)</b> |

\* Punktacja MNiSW określona według aktualnie obowiązującej listy z dnia 17 grudnia 2013

\*\* Punktacja MNiSW określona według roku wydania publikacji

<sup>a</sup> Impact Factor określony według roku wydania publikacji, w przypadku braku danych przy publikacjach z roku 2014 podano ostatni dostępny IF<sub>2013</sub> według JCR<sup>b</sup> Średni 5-letni Impact Factor określony według JCR<sup>c</sup> dotyczy publikacji wchodzących w skład osiągnięcia

Lublin, 08.10.2014r

Różyło Renata