

WYBRANE CECHY FIZYCZNE CHLEBA BEZGLUTENOWEGO  
Z UDZIAŁEM PREPAROWANEJ MĄKI GROCHOWEJ  
I PRZETWORÓW GRYCZANYCH

*Małgorzata Kulczak<sup>1</sup>, Iwona Błasińska<sup>1</sup>, Elżbieta Słowik<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>Institut Biotechnologii Przemysłu Rolno-Spożywczego im. prof. Waclawa Dąbrowskiego,  
Zakład Koncentratów Spożywczych i Produktów Skrobiowych  
ul. Starołęcka 40, 61-361 Poznań  
e-mail: kulczak@man.poznan.pl

<sup>2</sup>Institut Biotechnologii Przemysłu Rolno-Spożywczego im. prof. Waclawa Dąbrowskiego,  
Zakład Przetwórstwa Zbóż i Piekarstwa  
ul. Rakowiecka 36, 02-532 Warszawa

**Streszczenie.** Celem pracy była ocena wybranych cech fizycznych chleba bezglutenowego z udziałem mąki grochowej instant i przetworów gryczanych, w porównaniu z handlowymi chlebami bezglutenowymi i tradycyjnym chlebem pszenno-żytnim. Materiał badawczy stanowiły chleby wypieczone z 4 rodzajów koncentratów: dwa doświadczalne z udziałem preparowanej mąki grochowej, mąki gryczanej i otrąb gryczanych oraz, dla porównania, dwa chleby z koncentratów handlowych – bezglutenowy i pszenno-żytni. Ocenie wybranych cech fizycznych poddano też dwa gotowe handlowe chleby bezglutenowe i chleb pszenno-żytni. Po wypieku chlebów otrzymanych z koncentratów określono ich objętość ( $V_{100}$ ) oraz wyznaczono upiek i całkowitą stratę piecową. We wszystkich produktach określono cechy miękiszu: twardość i ściśliwość (test TPA), porowatość wg skali Dallmana i wilgotność po 3 h, 24 h i 48 h od wypieku. Objętość  $V_{100}$  chlebów z mąką grochową i przetworami gryczanymi była mniejsza niż chlebów otrzymanych z koncentratów handlowych, natomiast upiek, całkowita strata piecowa i porowatość miękiszu nie różniły się istotnie statystycznie. Wilgotność badanych chlebów była charakterystyczna dla poszczególnych rodzajów pieczywa. Po wypieku chleby z mąką grochową i przetworami gryczanymi wykazywały większą twardość i ściśliwość miękiszu niż chleby otrzymane z koncentratów handlowych. Podczas przechowywania obserwowano wolniejsze czerstwienie chlebów doświadczalnych niż handlowego chleba bezglutenowego.

**Słowa kluczowe:** chleb bezglutenowy, mąka grochowa instant, przetwory gryczane, właściwości wypiekowe, tekstura

## WSTĘP

Celiakia (choroba trzewna) to trwająca całe życie autoimmunologiczna choroba o podłożu genetycznym, charakteryzująca się trwałą nietolerancją glutenu – białka zapasowego, zawartego w zbożach (pszenicy, życie, jęczmieniu). Działający toksycznie u osób cierpiących na tę chorobę gluten powoduje upośledzenie wchłaniania pokarmu, co prowadzi do wystąpienia poważnych zaburzeń ogólnoustrojowych. Jedyną metodą leczenia celiakii jest stosowanie przez całe życie ścisłej diety bezglutenowej (Niewinski 2008, Konińska i in. 2011).

Jedną z ważniejszych grup żywności w diecie bezglutenowej jest pieczywo. Jego głównymi składnikami są skrobie: pszenna bezglutenowa, kukurydziana, ziemniaczana oraz, w mniejszym stopniu, mąki – kukurydziana i ryżowa, a dodatkami: błonnik pokarmowy, glukoza i różne składniki zagęszczające, np. guma guar. Z badań (Kunachowicz i in. 1996, Gambuś i in. 2002) wynika, że chleb bezglutenowy na ogół jest gorszy pod względem wartości żywieniowej i walorów sensorycznych od pieczywa tradycyjnego.

Produkcja pieczywa bezglutenowego stwarza wiele problemów technologicznych, ponieważ ciasto bez glutenu jest mało spoiste, niesprężyste i mało lepkie, co znacznie utrudnia jego formowanie i może powodować niedostateczne spulchnienie (Diowkszy i in. 2009). Pieczywo bezglutenowe nie ma walorów sensorycznych zbliżonych do pieczywa tradycyjnego; jest ono dość suche, szorstkie i kruche. Brak glutenu, odpowiadającego m.in. za elastyczność ciasta, powoduje, że chleb często ma mniejszą objętość, gorszą strukturę miękiszu oraz nieatrakcyjny dla konsumenta smak i zapach. Specyfika surowców bezglutenowych nie pozwala także na wprowadzenie do ciasta odpowiedniej ilości wody, zapewniającej uzyskanie chleba o prawidłowej wilgotności. Stąd chleby bezglutenowe, zwłaszcza te wyprodukowane z dużym udziałem surowców skrobiowych, wykazują tendencję do bardzo szybkiej utraty świeżości (Diowkszy i in. 2008).

Istotnym problemem jest także znacznie niższa wartość żywieniowa wyrobów bezglutenowych, w porównaniu z pieczywem tradycyjnym. Dotyczy to zwłaszcza zawartości białka, składników mineralnych, witamin z grupy B i błonnika (Kunachowicz i in. 1996).

Od wielu lat prowadzone są badania zmierzające do polepszenia wartości żywieniowej i jakości sensorycznej, w tym właściwości fizycznych, pieczywa bezglutenowego. W celu uzyskania lepszej struktury i trwałości chleba stosowane są różne dodatki technologiczne, np. hydrokoloidy (Gambuś i in. 2007), błonnik pokarmowy (Diowkszy i in. 2009, Sabanis i in. 2009), maltodekstryny (Witczak i in. 2010). Temu celowi, a także podniesieniu jakości żywieniowej pieczywa bezglutenowego, służą też prace związane z wprowadzaniem do niego różnych surowców, nie zawierających glutenu, a odznaczających się wysoką wartością odżywczą takich, jak

np. szarłat (Gambuś i in. 2002, Marciniak-Łukasiak i Skrzypacz 2008), gryka (Wronkowska i Soral-Śmietana 2008, Torbica i in. 2010, Marciniak-Łukasiak i Skrzypacz 2011, Mariotti i in. 2013) czy mąka kasztanowa (Demirkesen i in. 2010). Do pieczywa bezglutenowego wykorzystywane są też produkty z nasion roślin strączkowych, np. mąka łubinowa (Diowksza i in. 2007), mąka z soi, soczewicy, ciecierzycy czy np. izolaty/koncentraty białka grochowego lub sojowego (Mariotti i in. 2009, Miñarro i in. 2012, Ziobro i in. 2013). Surowce te na ogół wpływają korzystnie nie tylko na wartość odżywczą, lecz także w mniejszym lub większym stopniu, na cechy technologiczne i sensoryczne uzyskiwanych wyrobów.

W Oddziale Koncentratów Spożywczych i Produktów Skrobiowych Instytutu Biotechnologii Przemysłu Rolno-Spożywczego prowadzono badania związane z poprawą jakości pieczywa bezglutenowego, mające na celu opracowanie receptur chleba z wykorzystaniem nie stosowanej dotąd, w tego rodzaju produktach, preparowanej mąki grochowej. Założono, że mąka grochowa instant o bardzo dobrych cechach sensorycznych oraz dobrej zdolności wchłaniania i zatrzymywania wody, może wpłynąć na poprawę cech technologicznych i sensorycznych chleba bezglutenowego. Oprócz mąki grochowej, dla podniesienia wartości żywieniowej, w proponowanych recepturach chleba bezglutenowego zastosowano przetwory gryczane (mąkę i otręby). Zarówno groch, jak i gryka wpływają na podniesienie wartości odżywczej produkowanych z ich udziałem wyrobów, stanowiąc bogate źródło wysokowartościowego białka, skrobi, witamin z grupy B, składników mineralnych i błonnika. Surowce te są też źródłem flawonoidów – substancji przeciwutleniających, istotnych w profilaktyce chorób cywilizacyjnych (Grajek 2007, Gawęcki 2012).

Celem pracy była ocena wybranych cech fizycznych chleba bezglutenowego z udziałem mąki grochowej instant i przetworów gryczanych, w porównaniu z handlowym chlebem bezglutenowym i pszenno-żytnim (z koncentratów w proszku) oraz wybranymi handlowymi gotowymi chlebami – bezglutenowymi i tradycyjnym pszenno-żytnim.

#### MATERIAŁ I METODY

Materiał badawczy stanowiły chleby wypieczone z 4 rodzajów koncentratów: dwa doświadczalne z udziałem preparowanej mąki grochowej, a także mąki gryczanej i otrąb gryczanych (zawartość wymienionych surowców – w jednym koncentracie odpowiednio: 10%, 10% i 6%, a w drugim: 15%, 20%, 6%), oznaczone w pracy odpowiednio symbolami Gg 10/10 i Gg 15/20 oraz, dla porównania, dwa chleby – bezglutenowy (A) i pszenno-żytni „baltonowski” (B) – z koncentratów handlowych. Ocenie wybranych cech fizycznych poddano też dodatkowo trzy

gotowe chleby handlowe: dwa chleby bezglutenowe – „codzienny” (A1) i gryczany (Ag1) oraz tradycyjny chleb pszenno-żytni „baltonowski” (B1).

Skład recepturowy obu koncentratów doświadczalnych, poza mąką grochową i przetworami gryczanymi, obejmował: odpowiednio łączny 68% i 53% udział składników skrobiowych (skrobia pszena bezglutenowa, skrobia ziemniaczana i mąka z płatków ziemniaczanych) oraz gumę guar, cukier i sól (łącznie 6%).

Koncentrat handlowy bezglutenowy zawierał w swym składzie: skrobię pszenną bezglutenową, skrobię kukurydzianą, mąkę kukurydzianą, glukozę, gumę guar i substancje spulchniające, natomiast koncentrat chleba pszenno-żytniego: mąki chlebowe – pszeną i żytnią, polepszacze piekarskie, suchy zakwas i sól.

W składzie gotowych chlebów bezglutenowych znajdowały się skrobia pszena bezglutenowa, skrobia kukurydziana, tłuszcz roślinny, cukier, drożdże, guma guar i sól. Chleb gryczany zawierał dodatkowo 4% mąki gryczanej.

Ciasto chlebowe do wypieku przygotowywano z 400g porcji koncentratów. Wszystkie badane koncentraty – doświadczalne uzupełnione dodatkiem drożdży suszonych instant ( $1,6 \text{ g} \cdot (100 \text{ g koncentratu})^{-1}$ ) i wody ( $85 \text{ ml} \cdot (100 \text{ g})^{-1}$ ) oraz handlowe (dodatek drożdży i wody zgodnie z przepisem na opakowaniu) mieszano przy użyciu miksera kuchennego w ciągu 5 minut. Przygotowane ciasto umieszczano w foremkach i poddawano rozrostowi w komorze fermentacyjnej (30 min., temperatura  $30^{\circ}\text{C}$ , wilgotność względna powietrza 70%), a następnie wypiekano w piecu elektrycznym komorowym (typ Piccolo firmy Winkler Wachtel), w temperaturze  $220^{\circ}\text{C}$  w czasie 40 min.

Badania wypieczonego chleba obejmowały oznaczenie: objętości ( $V_{100}$ ) – z wykorzystaniem aparatu Sa-Wy (ZBPP Bydgoszcz) wg PN-A-74108:1996, straty piecowej (upieku) i całkowitej straty piecowej (Sadkiewicz i Sadkiewicz 2009) oraz porowatości miękiszu w skali Dallmana (Jakubczyk i Haber 1981). Ponadto we wszystkich chlebach, w tym również w 3 gotowych wyrobach zakupionych w handlu, oznaczono wilgotność miękiszu wg PN-A-74108:1996 i wybrane parametry jego tekstury. Badania tekstury prowadzono z wykorzystaniem analizatora tekstury Instron 1140, stosując test TPA, w którym próbki miękiszu o wymiarach  $30 \times 30 \times 30 \text{ mm}$  poddano ścisaniu trzpieniem cylindrycznym o średnicy 35 mm do 50% ich pierwotnej wysokości. Prędkość głowicy przy stosowaniu testu TPA wynosiła  $50 \text{ mm} \cdot \text{min}^{-1}$ , a obciążenie 50 N. Prędkość przesuwu taśmy wynosiła  $100 \text{ mm} \cdot \text{min}^{-1}$ . Z uzyskanego wykresu profilu tekstury miękiszu określano: twardość (N), wyrażoną jako siła potrzebna do osiągnięcia założonej deformacji pieczywa (maksymalna wysokość pierwszego piku) i ściśliwość ( $\text{N} \cdot \text{mm}^{-1}$ ), stanowiącą iloraz twardości i deformacji pieczywa wyrażonej jako droga trzpienia ściskającego do momentu uzyskania przez próbkę 50% odkształcenia (Pątek 1980; Jakubczyk i Haber 1981).

Badania wilgotności i tekstury miękiszu chlebów otrzymanych z koncentratów przeprowadzono po 3 h od wypieku, a chlebów handlowych (gotowych) w dniu za-

kupu, a następnie powtarzano je po 24 h i 48 h przechowywania. Próbkę chleba do badań przechowywano w woreczkach polietylenowych, w temperaturze 21°C i wilgotności względnej powietrza 55%.

Oznaczenia wykonywano w 4 powtórzeniach. Opracowanie statystyczne wyników przeprowadzono metodą jednoczynnikowej analizy wariancji. Istotność różnic pomiędzy średnimi wartościami badanych parametrów dla poszczególnych rodzajów chleba oceniono testem Scheffego przy  $p < 0,05$ .

### WYNIKI I DYSKUSJA

Obliczone, na podstawie pomiarów, parametry wypiekowe badanych chlebów: stratę piecową (upiek), całkowitą stratę piecową (stratę wypiekową), objętość 100 g chleba ( $V_{100}$ ) i ocenę porowatości mięksiszu przedstawiono w tabeli 1.

**Tabela 1.** Parametry wypiekowe chlebów otrzymanych z koncentratów – wartości średnie  
**Table 1.** Baking parameters of bread made of bread dry mixes – mean values

Rodzaj chleba Kind of bread	Strata piecowa Baking loss	Strata piecowa całkowita Total baking loss	Objętość $V_{100}$ Volume $V_{100}$	Porowatość Porosity
	%	%	$\text{cm}^3 \cdot (100 \text{ g})^{-1}$	punkty – scores
Gg 10/10	9,4 <sup>a</sup>	12,6 <sup>a</sup>	272,2 <sup>b</sup>	6,3 <sup>a</sup>
Gg 15/20	11,8 <sup>b</sup>	14,5 <sup>c</sup>	247,6 <sup>a</sup>	5,5 <sup>a</sup>
A	9,6 <sup>a</sup>	13,4 <sup>b</sup>	303,7 <sup>c</sup>	7,5 <sup>a</sup>
B	11,6 <sup>b</sup>	15,0 <sup>c</sup>	341,8 <sup>c</sup>	6,8 <sup>a</sup>

Objaśnienia:

- Gg 10/10 – bezglutenowy chleb z koncentratu z 10% udziałem mąki grochowej instant i 10% udziałem mąki gryczanej, Gg 15/20 – chleb z koncentratu z 15% udziałem mąki grochowej instant i 20% udziałem mąki gryczanej, A – chleb bezglutenowy z handlowego koncentratu, B – chleb pszenno-żytni z handlowego koncentratu.
- Odmiernymi literami w kolumnach oznaczono wartości średnie różniące się statystycznie przy poziomie istotności  $p < 0,05$ .

Explanatory notes:

- Gg 10/10 – gluten free bread with 10% instant pea flour and 10% buckwheat flour, Gg 15/20 – gluten free bread with 15% instant pea flour and 20% buckwheat flour, A – gluten free bread of commercial dry mix, B – wheat-rye based bread of commercial dry mix.
- Statistically significant differences in columns at  $p < 0.05$  are marked with different letters.

Strata piecowa oraz całkowita strata piecowa, w zależności od rodzaju chleba, wynosiły odpowiednio: 9,4-11,6% oraz 12,6-15,0%. Wyższe wartości obu parametrów notowano dla chleba pszenno-żytniego B i chleba z większą zawartością mąki grochowej i gryczanej Gg 15/20, przy czym straty te były porównywalne ( $p > 0,05$ ). Według danych literaturowych (Piekarstwo 2002), dla tradycyjnych chlebów mieszanych przy naważce ciasta np. 600 g (dla chleba formowego), wartość straty piecowej (upieku) powinna wynosić około 13,3%, a całkowita strata piecowa 16,7%, przy czym im naważki kęsów ciasta są większe, tym straty te są mniejsze.

Obliczone objętości 100 g chleba  $V_{100}$  (tab. 1) w przypadku chlebów doświadczalnych były mniejsze niż chlebów otrzymanych z koncentratów handlowych, przy czym chleb Gg 10/10 – z mniejszą zawartością mąki grochowej i gryczanej charakteryzował się istotnie większą objętością w stosunku do chleba Gg 15/20 ( $p < 0,05$ ). Oba chleby doświadczalne spełniały wymagania odnośnie objętości, zawarte w normie: PN-A-74123:1997 ( $\geq 190 \text{ cm}^3 \cdot (100 \text{ g})^{-1}$ ), a także wykazywały korzystniejszą objętość w stosunku do chlebów bezglutenowych z różnymi dodatkami, uzyskiwanych w innych pracach, gdzie objętość ta mieściła się w zakresie  $160\text{-}205 \text{ cm}^3 \cdot (100 \text{ g})^{-1}$  (Marciniak-Lukasiak i Skrzypacz 2008, Diowksz i in. 2009). Dla porównania, według danych literaturowych (Sadkiewicz i Sadkiewicz 2009) objętość chlebów tradycyjnych, zależnie od ich rodzaju wynosi:  $230\text{-}350 \text{ cm}^3 \cdot (100 \text{ g})^{-1}$  w przypadku chlebów pszennych i  $240\text{-}330 \text{ cm}^3 \cdot (100 \text{ g})^{-1}$  w przypadku chlebów mieszanych. Objętość chlebów z udziałem mąki grochowej instant i przetworów gryczanych na poziomie  $247,6\text{-}272,2 \text{ cm}^3 \cdot (100 \text{ g})^{-1}$  świadczy o dobrym spulchnieniu produktów. Potwierdzone zostało to w ocenie sensorycznej (Kulczak i in. 2014), w której cechy miękiszu wymienionych chlebów uzyskały 4,4-4,6 punktów w skali 5-punktowej.

Porowatość określona w 8-punktowej skali Dallmana, gdzie 8 odpowiada najlepszej jakości miękiszu (pory równomierne, drobne, cienkościennie), w zależności od rodzaju chleba wynosiła średnio od 5,5 punktów dla chleba Gg 15/20 (pory dość równomierne, średniej wielkości) do 7,5 punktów dla chleba bezglutenowego z handlowego koncentratu A (tab. 1).

W tabeli 2 przedstawiono wyniki badań wilgotności i wybranych parametrów tekstury miękiszu – twardości i ściśliwości.

Wilgotność badanych chlebów była zróżnicowana, lecz typowa dla poszczególnych rodzajów pieczywa i wynosiła 50,0 – 50,7% w chlebach bezglutenowych wypiekanych z koncentratów (Gg 10/10, Gg 15/20, A), a 45,1% i 42,8% - odpowiednio w chlebach pszenno-żytnich – z koncentratu (B) i gotowym handlowym (B1). W przypadku świeżego chleba mieszanego zawartość wody jest zwykle na poziomie do 48% (PN-A-74103:1984), natomiast w chlebie bezglutenowym, wg normy PN-A-74123:1997 nie powinna przekraczać 53%. Gotowe handlowe chleby bezglutenowe A1 i Ag1 charakteryzowały się bardzo niską wilgotnością, istot-

nie niższą niż chleby bezglutenowe uzyskane z koncentratów ( $p < 0,05$ ). W trakcie przechowywania (po 24 i 48 h) następowało niewielkie obniżenie wilgotności miękiszu badanych chlebów. Podobnie niewielki ubytek wody w pieczywie po takim okresie przechowywania wykazali też inni autorzy (Gambuś 2005, Marciński-Łukasiak i Skrzypacz 2008, 2011)

**Tabela 2.** Wybrane cechy fizyczne miękiszu chlebów podczas przechowywania – wartości średnie  
**Table 2.** Selected physical properties of bread crumb during storage – mean values

Rodzaj chleba Kind of bread	Wilgotność Moisture			Twardość Hardness			Ściśliwość Compressibility		
	po//after			po//after			po//after		
	3 h	24 h	48 h	3 h	24 h	48 h	3 h	24 h	48 h
	%	%	%	N	N	N	N·mm <sup>-1</sup>	N·mm <sup>-1</sup>	N·mm <sup>-1</sup>
Gg 10/10	50,1 <sup>e</sup>	50,0 <sup>d</sup>	49,8 <sup>f</sup>	13,12 <sup>b</sup>	23,23 <sup>a</sup>	24,75 <sup>a</sup>	0,44 <sup>ab</sup>	0,73 <sup>a</sup>	0,77 <sup>a</sup>
Gg 15/20	50,7 <sup>f</sup>	50,6 <sup>d</sup>	50,3 <sup>f</sup>	17,78 <sup>c</sup>	24,77 <sup>a</sup>	26,48 <sup>a</sup>	0,60 <sup>b</sup>	0,88 <sup>a</sup>	0,90 <sup>b</sup>
A	50,0 <sup>e</sup>	49,9 <sup>d</sup>	49,3 <sup>e</sup>	9,56 <sup>a</sup>	33,75 <sup>b</sup>	–	0,33 <sup>a</sup>	1,11 <sup>b</sup>	–
B	45,1 <sup>d</sup>	44,7 <sup>c</sup>	44,4 <sup>d</sup>	9,82 <sup>a</sup>	20,62 <sup>a</sup>	30,27 <sup>b</sup>	0,33 <sup>a</sup>	0,71 <sup>a</sup>	0,89 <sup>b</sup>
A1	44,4 <sup>c</sup>	44,2 <sup>c</sup>	43,9 <sup>c</sup>	25,26 <sup>d</sup>	–	–	0,79 <sup>c</sup>	–	–
Ag1	34,7 <sup>a</sup>	34,6 <sup>a</sup>	34,2 <sup>a</sup>	28,63 <sup>e</sup>	–	–	1,07 <sup>d</sup>	–	–
B1	42,8 <sup>b</sup>	42,1 <sup>b</sup>	42,0 <sup>b</sup>	13,98 <sup>b</sup>	21,83 <sup>a</sup>	35,07 <sup>c</sup>	0,46 <sup>ab</sup>	0,73 <sup>a</sup>	0,91 <sup>b</sup>

Objaśnienia:

- Gg 10/10 – bezglutenowy chleb z koncentratu z 10% udziałem mąki grochowej instant i 10% udziałem mąki gryczanej, Gg 15/20 – chleb z koncentratu z 15% udziałem mąki grochowej instant i 20% udziałem mąki gryczanej, A – chleb bezglutenowy z handlowego koncentratu, B – chleb pszenno-żytni z handlowego koncentratu, A1 – chleb bezglutenowy (codzienny) handlowy, Ag1 – chleb bezglutenowy gryczany handlowy, B1 – chleb pszenno-żytni handlowy
- Odmiernymi literami w kolumnach oznaczono wartości średnie różniące się statystycznie przy poziomie istotności  $p < 0,05$ .
- „-”, nie oznaczano.

Explanatory notes:

- Gg 10/10 – gluten free bread with 10% instant pea flour and 10% buckwheat flour, Gg 15/20 – gluten free bread with 15% instant pea flour and 20% buckwheat flour, A – gluten free bread of commercial dry mix, B – wheat-rye bread of commercial dry mix, A1 – commercial ‘every day’ gluten-free bread, Ag1 – commercial buckwheat gluten-free bread, B1 – commercial wheat-rye based bread
- Statistically significant differences in columns at  $p < 0,05$  are marked with different letters.
- „-”, not determined.

Po 3 h od wypieku chleby, zawierające w swoim składzie recepturowym mąkę grochową instant, mąkę i otręby gryczane, wykazywały istotnie wyższą twardość ( $p < 0,05$ ) niż chleby A i B wypieczone z handlowych koncentratów (tab. 2). Jednocześnie twardość świeżego chleba z mniejszym udziałem mąki grochowej instant i mąki gryczanej (Gg10/10), wynosząca ok. 13 N, była zbliżona do twardości handlowego chleba pszenno-żytniego B1 (ok. 14 N).

Związana z twardością ściśliwość miększu poszczególnych chlebów wykazywała analogiczne, jak przedstawione wyżej, zależności. Po wypieku wyższą ściśliwością ( $0,44-0,60 \text{ N}\cdot\text{mm}^{-1}$ ) cechował się miększ chlebów z mąką grochową i przetworami gryczanymi; była ona jednak porównywalna ze ściśliwością miększu chleba pszenno-żytniego (baltonowskiego) zakupionego w handlu. Niższą wartość ściśliwości miększu po wypieku wykazywały chleby z handlowych koncentratów A i B, jednak już po 24 h przechowywania, ściśliwość miększu chleba bezglutenowego A była istotnie wyższa, niż chlebów doświadczalnych i pszenno-żytnich ( $p < 0,05$ ).

Podczas przechowywania obserwowano wzrost twardości i ściśliwości miększu poszczególnych chlebów (największy w pierwszej dobie od wypieku), co świadczy o stopniowym procesie ich czerstwienia. Proces ten w chlebach doświadczalnych Gg 10/10 i Gg 15/20 przebiegał wolniej (niższe wartości twardości i ściśliwości po 24 h od wypieku) niż w chlebie bezglutenowym wypieczonym z handlowego koncentratu A (tab. 2), co wskazywałoby na lepszą przydatność przechowalniczą chlebów z udziałem mąki grochowej instant i przetworów gryczanych. Handlowe chleby bezglutenowe wykazywały najwyższą twardość i ściśliwość miększu w stosunku do pozostałych produktów i już po otwarciu opakowań parametry te uzyskiwały wartości, które w innych badanych chlebach osiągnęły po 48 h przechowywania. Także we wspomnianej wcześniej ocenie sensorycznej (Kulczak i in. 2014) cechy miększu tych chlebów (po wyjęciu z opakowań) ocenione zostały na poziomie 3,4-3,8 punktów w skali 5-punktowej, a ich smak i zapach na poziomie dostatecznym (3,4 punktów). Z badań tekstury tych chlebów po 24 h i 48 h zrezygnowano ze względu na postępujące czerstwienie produktów w trakcie przechowywania i dalszy wzrost ich twardości i ściśliwości.

## WNIOSKI

1. Chleby bezglutenowe z udziałem preparowanej mąki grochowej i przetworów gryczanych wypiekane z opracowanych koncentratów charakteryzowały się dobrym spulchnieniem i dobrym uwodnieniem miększu oraz wolniejszym procesem czerstwienia, w porównaniu do handlowego chleba bezglutenowego wypieczonego z handlowego koncentratu.



2. Właściwości tekstury miękiszu (twardość i ściśliwość) bezglutenowych chlebów z mąką grochową instant i przetworami gryczanymi po 24 h przechowywania były porównywalne, a po 48 h znacznie lepsze w stosunku do badanych chlebów pszenno-żytnich.

3. Chleby z udziałem mąki grochowej instant i przetworów gryczanych wykazywały lepszą jakość w zakresie badanych cech tekstury niż gotowe handlowe chleby bezglutenowe.

4. Chleb z udziałem preparowanej mąki grochowej i przetworów gryczanych może stanowić alternatywną propozycję dla dostępnych na rynku chlebów bezglutenowych, zarówno gotowych jak i z koncentratów.

#### PIŚMIENNICTWO

- Demirkesen I., Mert B., Sumnu G., Sahin S., 2010. Utilization of chestnut flour in gluten-free bread formulations. *J. Food Eng.*, 101, 329-336.
- Diowksza A., Sucharzewska D., Ambroziak W., 2008. Wpływ składu mieszanek skrobiowych na właściwości chleba bezglutenowego. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 57, 2, 40-50.
- Diowksza A., Sucharzewska D., Ambroziak W., 2009. Rola błonnika pokarmowego w kształtowaniu cech funkcjonalnych ciasta i chleba bezglutenowego. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 63, 2, 83-93.
- Diowksza A., Kajzer M., Zając T., 2007. Mąka łubinowa w recepturach pieczywa bezglutenowego. *Prz. Piek. Cukier.*, 10, 8-12.
- Gambuś H., 2005. Nasiona lnu oleistego (*Linum Usitatissimum* L.) jako źródło składników odżywczych w chlebie bezglutenowym. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 45, 4 (supl), 61-74.
- Gambuś H., Gambuś F., Sabat R., 2002. Próby poprawy jakości chleba bezglutenowego przez dodatek mąki z szarłat. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 31, 2, 99-112.
- Gambuś H., Sikora M., Ziobro R., 2007. The effect of composition of hydrocolloids on properties of gluten-free bread. *Acta Sci. Pol. Tech. Aliment.*, 6(3), 61-74.
- Gawęcki J. (red.), 2012: *Żywność człowieka 1. Podstawy nauki o żywieniu*. PWN, Warszawa.
- Grajek W. (red.), 2007: *Przeciwnutleniające w żywności. Aspekty zdrowotne, technologiczne, molekularne i analityczne*. WN-T, Warszawa.
- Jakubczyk T., Haber T. (red), 1981. *Analiza zbóż i przetworów zbożowych*. Wyd. SGGW-AR, Warszawa.
- Konińska G., Marczevska A., Źródłak M. (red), 2011. *Celiakia i dieta bezglutenowa. Praktyczny poradnik*. Wyd. VI, Polskie Stowarzyszenie Osób z Celiakią i na Diecie Bezglutenowej, Warszawa.
- Kulczak M., Błasińska I., Łuczak H., Brzozowska M., 2014: Wartość odżywcza i jakość sensoryczna chleba bezglutenowego z udziałem preparowanej mąki grochowej i przetworów gryczanych. *Bromat. Chem. Toksykol.*, XLVII, 3, 556-562.
- Kunachowicz H., Nadolna J., Iwanow K., Rutkowska U., 1996. Ocena wartości odżywczej wybranych produktów bezglutenowych. *Żyw. Człow. Metab.*, XXIII, 99-108.
- Marciniak-Łukasiak K., Skrzypacz M., 2008. Koncentrat chleba bezglutenowego z dodatkiem mąki z szarłat. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 59, 4, 131-140.
- Marciniak-Łukasiak K., Skrzypacz M., 2011. Wpływ dodatku mąki gryczanej na jakość koncentratów chleba bezglutenowego. *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.*, 558, 141-151.
- Mariotti M., Paganì M.A., Lucisano M., 2013. The role of buckwheat and HPMC on the bread making properties of some commercial gluten-free bread mixtures. *Food Hydrocolloids*, 30, 393-400.

- Mariotti M., Lucisano M., Pagani M.A., Perry K.W., 2009. The role of corn starch, amaranth flour, pea isolate, and Psyllium flour on the rheological properties and the ultrastructure of gluten-free doughs. *Food Res. Int.*, 42, 10, 963-975.
- Miñarro B., Albanell E., Aguilar N., Guamis B., Capellas M., 2012. Effect of legume flours on baking characteristics of gluten-free bread. *J. Cereal Sci.*, 56, 476-481.
- Niewinski M.M., 2008. Advances in Celiac Disease and Gluten-Free Diet. *J. Am. Diet Assoc.*, 108, 661-672.
- Pątek J.W., 1980. Obiektywna ocena tekstury pieczywa. *Prz. Piek. Cukier.*, 3, 48-49.
- Piekarstwo-receptury, normy, porady i przepisy prawne. Zakład Badawczy Przemysłu Piekarskiego Warszawa 2002.
- PN-A-74103:1984 Pieczywo mieszane
- PN-A-74108:1996 Pieczywo. Metody badań, pkt. 3.2
- PN-A-74108:1996 Pieczywo. Metody badań, pkt. 3.3
- PN-A-74123:1997 PN-A-74123:1997 Produkty dietetyczne. Pieczywo bezglutenowe
- Sabanis D., Lebesi D., Tzia C., 2009. Effect of dietary fibre enrichment on selected properties of gluten-free bread. *LWT- Food Sci. Technol.*, 42, 1380-1389.
- Sadkiewicz J., Sadkiewicz J., 2009. Badania parametrów technologicznych ziarna, mąki i pieczywa. Wydawnictwa Uczelniane Uniwersytetu Technologiczno-Przyrodniczego, Bydgoszcz.
- Torbica A., Miroslav Hadnacev M., Dapcevic T., 2010. Rheological, textural and sensory properties of gluten-free bread formulations based on rice and buckwheat flour. *Food Hydrocolloids*, 24, 626-632.
- Witczak M., Korus J., Ziobro R., Juszcak L., 2010. The effects of maltodextrins on gluten-free dough and quality of bread. *J. Food Eng.*, 96, 258-265.
- Wronkowska M., Soral-Śmietana M., 2008. Buckwheat flour – a valuable component of gluten-free formulations. *Pol. J. Food Nutr. Sci.*, 58, 1, 59-63.
- Ziobro R., Witczak T., Juszcak L., Korus J., 2013. Supplementation of gluten free bread with non-gluten proteins. Effect on dough rheological properties and bread characteristic. *Food Hydrocolloids*, 32, 213-220.

## SELECTED PHYSICAL PROPERTIES OF GLUTEN-FREE BREAD WITH PREPARED PEA FLOUR AND BUCKWHEAT PRODUCTS

*Małgorzata Kulczak<sup>1</sup>, Iwona Błasińska<sup>1</sup>, Elżbieta Słowik<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>Department of Food Concentrates and Starch Products,  
Institute of Agricultural and Food Biotechnology  
ul. Starolecka 40, 61-361 Poznań

<sup>2</sup>Department of Grain Processing and Bakery, Institute of Agricultural and Food Biotechnology  
ul. Rakowiecka 36, 02-532 Warszawa  
e-mail: kulczak@man.poznan.pl

**Abstract.** The aim of the study was to assess some physical properties of gluten-free bread with instant pea flour and buckwheat products. The research material was four kinds of bread made of dry mixes – two with instant pea flour and buckwheat products (experimental) and two made of commercial mixes – gluten-free and wheat-rye based bread (for comparison). The baking parameters such as the volume of bread ( $V_{100}$ ), baking loss, total baking loss and porosity were investigated.

---

In addition, some crumb properties – moisture, hardness, and compressibility of those kinds of bread were measured during storage – after 3 h, 24 h and 48 h. Additionally, crumb properties of two commercial ready to eat bread – (gluten-free and wheat-rye) were assessed too. It was found that the volume of the experimental bread was less than the ones made of commercial mixes, but other baking properties were not statistically different. The moisture was characteristic for every kind of studied bread. After baking, both kinds of bread with pea flour and buckwheat products were harder and more compressible than the ones made of commercial mixes, but their staling during storage was slower.

**Keywords:** gluten-free bread, instant pea flour, buckwheat products, baking properties, texture