

## JAKOŚĆ PIECZYWA PSZENNEGO Z DODATKIEM ZAKWASÓW

Daria Romankiewicz, Grażyna Cacak-Pietrzak,  
Martyna Kluczykow

Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie

**Streszczenie.** Celem pracy było porównanie jakości pieczywa pszennego otrzymanego z ciasta prowadzonego metodą bezpośrednią z dodatkiem różnych zakwasów handlowych sypkich (W4, W6) i płynnych (LS1, LS2) oraz zakwasu otrzymanego w warunkach laboratoryjnych (ZP, ZPD). Po 24 godzinach od wypieku określono: objętość bochenka, masę właściwą miększu, jego kwasowość oraz przeprowadzono punktową ocenę jakości pieczywa. Po 3, 24, 48 oraz 72 godzinach od wypieku oznaczono wilgotność oraz twardość miększu pieczywa. Stwierdzono, że rodzaj oraz dawka zastosowanego zakwasu miały istotny wpływ na wydajność pieczywa i jego cechy jakościowe. Pieczywo o objętości istotnie wyższej bądź porównywalnej w stosunku do próby kontrolnej uzyskano, dodając zakwasy W4 (2 i 3%), W6 (2 i 3%) oraz LS1 (1%). W trakcie przechowywania wilgotność miększu pieczywa nie zmieniała się istotnie, jego twardość natomiast wzrastała (za wyjątkiem PK i ZPD). Do I poziomu jakości zaklasyfikowano pieczywo z dodatkiem zakwasów sypkiego W4 (2 i 3%) i W6 (2 i 3%), płynnego LS1 (1%) i LS2 (1%) oraz próbę kontrolną.

**Słowa kluczowe:** zakwas pszenny, tekstura, przechowywanie, chleb

### WSTĘP

Jednym z najstarszych procesów biotechnologicznych stosowanych w produkcji żywności jest wykorzystanie zakwasów piekarskich [Röcken i Voysey 1995]. Otrzymywane są one przez spontaniczną fermentację roztworu mąki z wodą w wyniku działania mikroflory występującej w surowcach, między innymi bakterii fermentacji mlekowej oraz drożdży [Kowalski 2005]. W zakwasach występują głównie bakterie z rodzaju *Lactobacillus*, dzielą się one na homo- i heterofermentacyjne. Ich wspólną cechą jest wytwarzanie kwasu mlekowego, przez co pełnią istotną rolę podczas ukwaszania ciasta [Gąsiorowski

---

Adres do korespondencji – Corresponding author: Daria Romankiewicz, Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie, Wydział Nauk o Żywności, Katedra Technologii Żywności, ul. Nowoursynowska 159c, 02-776 Warszawa, e-mail: daria\_romankiewicz@sggw.pl

2004]. Podstawowym produktem wytwarzanym przez bakterie homofermentacyjne jest kwas mlekowy. Z kolei bakterie heterofermentacyjne poza kwasem mlekowym wytwarzają również inne związki mające duże znaczenie w tworzeniu substancji aromatycznych pieczywa, między innymi kwas octowy, alkohol etylowy, octan etylu [Diowks 2003, Dziugan 2006]. Produkty fermentacji (m.in. kwas mlekowy oraz kwas octowy) powstałe w wyniku działalności bakterii mlekowych biorą udział w tworzeniu charakterystycznego lekko kwaśnego smaku i zapachu pieczywa oraz zwiększają jego kwasowość miareczkową [Hansen i Hansen 1996, Thiele i in. 2002]. Wpływają również na poprawę stabilności mikrobiologicznej otrzymanego produktu, przez ograniczenie rozwoju niepożądanego mikroflory, w wyniku czego zostaje przedłużona trwałość pieczywa. Produkcja pieczywa na zakwasach jest procesem czasochłonnym, dlatego piekarze coraz częściej wykorzystują suche lub płynne zakwas handlowe [Corsetti i in. 1998, Lavermicocca i in. 2000, 2003, Dal Bello i in. 2006, Dziugan 2006].

Celem niniejszej pracy było porównanie jakości pieczywa pszennego otrzymanego z ciasta prowadzonego metodą bezpośrednią z dodatkiem zakwasów handlowych oraz zakwasów otrzymanych w warunkach laboratoryjnych.

## MATERIAŁ I METODY

Materiał badawczy stanowiło pieczywo uzyskane z ciasta prowadzonego metodą bezpośrednią z dodatkiem następujących zakwasów pszennych:

- handlowych płynnych LS1 (średnia kwasowość) oraz LS2 (wysoka kwasowość) stosowanych do produkcji pieczywa w ilości 1 i 2% w stosunku do ogólnej ilości mąki użytej do wypieku,
- handlowych sypkich W4 (średnia kwasowość) oraz W6 (wysoka kwasowość) stosowanych do produkcji pieczywa w ilości 2 i 3% w stosunku do ogólnej ilości mąki użytej do wypieku,
- zakwasu otrzymanego w warunkach laboratoryjnych (ZP) z mąki pszennej typ 550 stosowanego w ilości 40% w stosunku do ogólnej ilości mąki użytej do wypieku,
- zakwasu otrzymanego w warunkach laboratoryjnych z mąki pszennej typ 550 stosowanego w ilości 40% w stosunku do ogólnej ilości mąki użytej do wypieku z dodatkiem drożdży (ZPD).

Próbę kontrolną stanowiło pieczywo pszenne otrzymane metodą bezpośrednią.

Do produkcji pieczywa wykorzystano handlową mąkę pszenną typ 550 luksusową. Oznaczono wybrane cechy fizyko-chemiczne mąki użytej do wypieku, takie jak: ilość i jakość glutenu – w urządzeniu Glutomatic 2200 [PN-A-74042-3/A1], liczbę opadania – w aparacie Falling Number 1400 [PN-EN ISO 3093] oraz wodochłonność – wykorzystując Farinograf Brabendera [PN-ISO 5530-1]. Receptury oraz schematy technologiczne stosowanych metod prowadzenia ciasta oraz wypieku pieczywa przedstawiono w tabeli 1.

Tabela 1. Receptury i schematy technologiczne stosowanych metod prowadzenia ciasta

Table 1. Recipes and technological schemes used in different methods of dough preparation

Warunki wytwarzania chleba Conditions of bread production	Metoda Dough												
	PK	LS1 1%	LS1 2%	LS2 1%	LS2 2%	W4 2%	W4 3%	W6 2%	W6 3%	ZP	ZPD		
Receptura – Recipe*	Mąka – Flour [%]											100	
	3	3	3	3	3	3	3	3	3	–	3		
	Drożdże – Yeast [%]											3	
	Woda – Water [-]											do uzyskania ciasta o konsystencji 350 jB to a dough consistency of 350 jB	
	Sól – Salt [%]											1,5	
	–	1	2	1	2	2	3	2	3	40	40		
	Zakwas Sourdough [%]												
Ciasto – Dough	Temperatura fermentacji Fermentation temperature [°C]											28	
	Czas fermentacji Fermentation time [min]											60	
	Przebiecie Performation [min]											30	
Masa ciasta Dough weight [g]											250		
Temperatura rozrostu ciasta Temperature of dough development [°C]											28		
Czas rozrostu Time development [min]											60		
Temperatura wypieku Baking temperature [°C]											230		
Czas wypieku Baking time [min]											30		

\* Dodatki wszystkich składników obliczono w odniesieniu do masy użytej mąki / The additions off all ingredients were calculated in relation to the weight of used flour.

Na podstawie obliczonej wydajności oraz upieku pieczywa oceniono przebieg procesu wypieku. Po 24 godzinach od wypieku określono: objętość bochenka w przeliczeniu na 100 g pieczywa, masę właściwą miększu oraz jego kwasowość miareczkową [Jakubczyk i Haber 1983]. Przeprowadzono również punktową ocenę jakości pieczywa, w ramach której określono: smak, zapach, wygląd zewnętrzny pieczywa, cechy skórki oraz miększu [PN-A-74108]. Na tej podstawie pieczywo zostało zaklasyfikowane do odpowiednich poziomów jakości (poziom I – liczba punktów od 32 do 28, poziom II – liczba punktów od 27 do 23, poziom III – liczba punktów od 22 do 18 i poziom IV – liczba punktów od 17 do 8). Pieczywo przechowywano w temperaturze ok. 20°C przykryte folią spożywczą. Po 3, 24,

48 oraz 72 h od wypieku oznaczono wilgotność [PN-086/A-74011] oraz twardość miększu pieczywa [Instrukcja obsługi analizatora tekstury TA.xT2i 1997].

Wszystkie oznaczenia przeprowadzono w czterech powtórzeniach. Otrzymane wyniki opracowano statystycznie w programie Statistica 10. Wykonano jednoczynnikową analizę wariancji przy poziomie istotności  $\alpha = 0,05$ . Grupy homogeniczne określono testem Tukeya.

## WYNIKI I Dyskusja

Głównym wskaźnikiem jakości mąki pszennej jest ilość i jakość zawartego w niej glutenu. Odpowiada on za strukturę ciasta oraz jakość gotowego pieczywa (m.in. objętość bochenka oraz porowatość miększu) [Ambroziak 1988]. Wydajność glutenu mokrego wyizolowanego z badanej mąki wynosiła 26% (tab. 2). Była ona zgodna z wymaganiami normy [PN-A-74022]. Indeks glutenu był wysoki (97), co wskazuje, że badana mąka zawierała mocny gluten o wysokiej sprężystości. Aktywność enzymów amylolitycznych była niska, liczba opadania badanej mąki wynosiła 320 s. Była ona zgodna z wymaganiami normy [PN-A-74022], według której wartość tego wskaźnika dla mąki pszennej typu 550 nie powinna być niższa niż 220 s. Wodochłonność badanej mąki wynosiła 56,7%. Na podstawie przeprowadzonych oznaczeń badaną mąkę zaliczono do mąk mocnych [Ambroziak 1988].

Tabela 2. Charakterystyka cech fizyko-chemicznych mąki typu 550 użytej do wypieku

Table 2. Characteristics of physic-chemical properties of flour type 550 used for baking

Cecha – Property	Jednostka – Unit	Średnia – Average
Gluten mokry – Wet gluten	[%]	26
Indeks glutenu – Gluten index	[-]	97
Liczba opadania – Falling number	[s]	320
Wodochłonność – Water absorption	[jB.]	56,7

Wydajność pieczywa była zróżnicowana w zależności od rodzaju oraz dawki zastosowanego zakwasu (tab. 3). Mieściła się ona w przedziale od 135,3 (ZPD) do 142,8% (W4 3%). Dodatek sypkiego zakwasu W4, niezależnie od zastosowanej dawki, wpłynął na istotne zwiększenie wydajności pieczywa w porównaniu do próby kontrolnej. Upiek pieczywa wynosił od 6,1 (PK) do 8,9% (ZPD). W większości przypadków nie stwierdzono istotnego wpływu dodatku zakwasu na zmiany upieku. Wyjątek stanowiło pieczywo z dodatkiem zakwasu W6 3% oraz ZPD, którego upiek był istotnie wyższy w stosunku do próby kontrolnej.

Objętość pieczywa w przeliczeniu na 100 g zawierała się w przedziale od 175,4 (LS2 2%) do 324,9 cm<sup>3</sup>·100 g<sup>-1</sup> (W4 2%) (tab. 3). Istotnie niższą objętością w porównaniu do próby kontrolnej charakteryzowało się pieczywo otrzymane z dodatkiem zakwasów: ZPD, ZP, LS1 (2%) oraz LS2 (1 i 2%). Pieczywo o istotnie większej objętości niż próba kontrolna otrzymano w przypadku 2% dodatku zakwasu W4. Badania przeprowadzone przez Komleń

i innych [2010] wykazały, że uwzględnienie w recepturze pieczywa suszonego zakwasu wpłynęło na zwiększenie objętości bochenka. Z dostępnych danych literaturowych [Hansen i Hansen 1996, Crowley i Schober 2002, Komlenić i in. 2010] wynika, że pieczywo pszenne z dodatkiem zakwasu wykazuje porównywalną lub większą objętość bochenka w porównaniu do pieczywa bez tego dodatku.

Masa właściwa miększu pieczywa była istotnie zróżnicowana i wynosiła od 0,28 (LS1 1%) do 0,47 g·cm<sup>-3</sup> (LS2 2%) (tab. 3). Nie stwierdzono różnicy między masą właściwą miększu pieczywa z 3% dodatkiem zakwasu W4 oraz W6 a próbą kontrolną. Pozostałe próby, za wyjątkiem pieczywa z 1% dodatkiem zakwasu LS1, cechowały się istotnie wyższą masą właściwą miększu niż próba kontrolna.

Kwasowość miększu pieczywa mieściła się w zakresie od 4,4° kwasowości (PK) do 12,0° kwasowości (ZP) (tab. 3). Badania Hansen i Hansen [1996], Dal Bello i innych [2007], Plessasa i innych [2007], Komlenić i innych [2010] oraz Romankiewicz i innych [2013] wykazały, że dodatek zakwasów istotnie zwiększa kwasowość pieczywa, co znalazło potwierdzenie w omawianych wynikach. Dodatkowo zaobserwowano, że wraz ze wzrostem kwasowości miększu pieczywa zmniejszała się objętość bochenka.

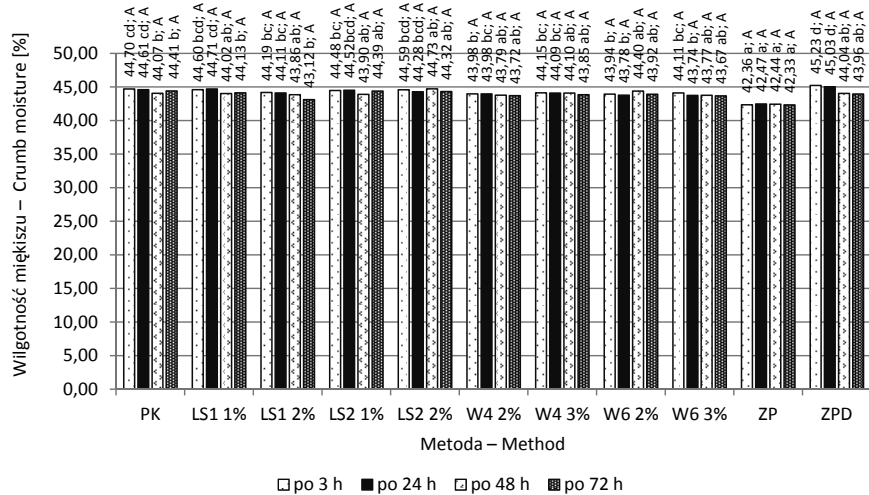
Tabela 3. Cechy fizyko-chemiczne pieczywa

Table 3. Physicochemical properties of bread

Metoda Method	Wydajność pieczywa Performance of bread [%]	Upiek pieczywa Baking loss [%]	Objętość pieczywa Volume of bread [cm <sup>3</sup> ·100g <sup>-1</sup> ]	Masa właściwa miększu Crumb density [g·cm <sup>-3</sup> ]	Kwasowość pieczywa Acidity [°kwasowości]
PK	139,4 <sup>bcd</sup>	6,1 <sup>a</sup>	301,9 <sup>de</sup>	0,30 <sup>b</sup>	4,4 <sup>a</sup>
LS1 1%	138,1 <sup>b</sup>	7,6 <sup>abc</sup>	306,9 <sup>e</sup>	0,28 <sup>a</sup>	7,3 <sup>d</sup>
LS1 2%	141,4 <sup>de</sup>	6,9 <sup>abc</sup>	258,0 <sup>e</sup>	0,41 <sup>e</sup>	10,1 <sup>f</sup>
LS2 1%	139,1 <sup>bc</sup>	8,0 <sup>abc</sup>	270,5 <sup>e</sup>	0,32 <sup>c</sup>	7,9 <sup>e</sup>
LS2 2%	139,8 <sup>bcd</sup>	7,3 <sup>abc</sup>	175,4 <sup>a</sup>	0,47 <sup>f</sup>	11,5 <sup>g</sup>
W4 2%	142,5 <sup>e</sup>	6,3 <sup>ab</sup>	324,9 <sup>f</sup>	0,35 <sup>d</sup>	5,3 <sup>b</sup>
W4 3%	142,8 <sup>e</sup>	6,3 <sup>ab</sup>	291,6 <sup>d</sup>	0,30 <sup>b</sup>	5,5 <sup>b</sup>
W6 2%	140,8 <sup>cde</sup>	7,1 <sup>abc</sup>	308,4 <sup>e</sup>	0,32 <sup>c</sup>	6,1 <sup>c</sup>
W6 3%	140,1 <sup>bcd</sup>	8,3 <sup>bc</sup>	309,4 <sup>e</sup>	0,29 <sup>b</sup>	6,8 <sup>d</sup>
ZP	139,7 <sup>bcd</sup>	7,7 <sup>abc</sup>	236,5 <sup>b</sup>	0,46 <sup>f</sup>	12,0 <sup>b</sup>
ZPD	135,3 <sup>a</sup>	8,9 <sup>c</sup>	270,7 <sup>e</sup>	0,36 <sup>d</sup>	6,9 <sup>d</sup>

<sup>a-h</sup> – wartości oznaczone tą samą literą w kolumnie nie różnią się istotnie ( $\alpha = 0,05$ ) / values marked in a column with the same letter do not differ substantially ( $\alpha = 0.05$ ).

Po 3 godzinach od wypieku miększ pieczywa cechował się wilgotnością od 42,36 (ZP) do 45,23% (ZPD), w zależności od metody prowadzenia ciasta (rys. 1). Wilgotność miększu pieczywa po 24 godzinach przechowywania, niezależnie od zastosowanych dodatków, była zgodna z wymaganiami normy [PN-A-74108:1996]. Stwierdzono, że dodatek zakwasów nie miał istotnego wpływu na zmianę wilgotności miększu pieczywa między 3. a 72. godziną jego przechowywania.



a–d – wartości oznaczone tą samą literą nie różnią się istotnie statystycznie w obrębie danego czasu przechowywania / values marked with the same letter do not differ significantly within given time of storage.

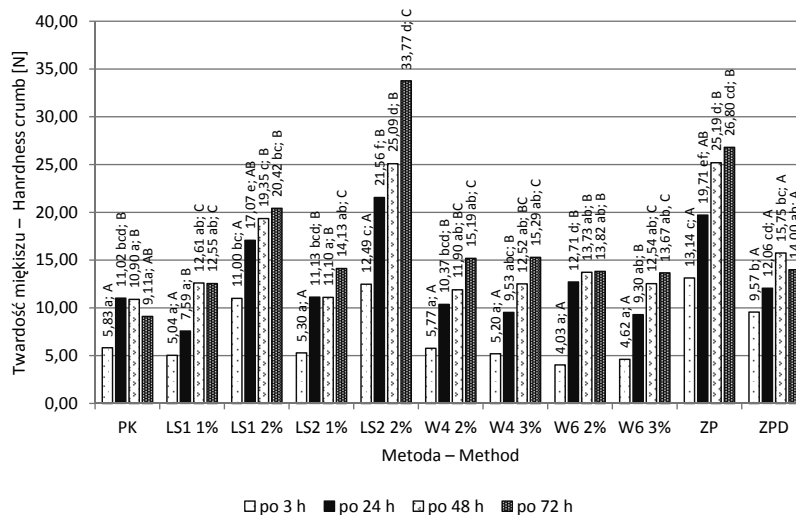
A – wartości oznaczone tą samą literą nie różnią się istotnie statystycznie w obrębie danej metody prowadzenia ciasta / values marked with the same letter do not differ significantly within given method of dough preparation.

Rys. 1. Wilgotność miększu pieczywa w czasie jego przechowywania

Fig. 1. Crumb moisture during its storage

Twardość miększu pieczywa interpretowana jest jako maksymalna siła nacisku podczas jego zginięcia [Armero i Collar 1997]. Po 3 godzinach od wypieku twardość miększu pieczywa mieściła się w zakresie od 4,03 (W6 2%) do 13,14 N (ZP) (rys. 2). Miększ pieczywa z dodatkiem zakwasu LS1 (2%), LS2 (2%) oraz ZP (ZP, ZPD) cechował się istotnie wyższą początkową twardością w porównaniu do pozostałych prób. Niezależnie od zastosowanego zakwasu, twardość miększu pieczywa zwiększała się istotnie między 3. a 72. godziną przechowywania. Podobne zależności wykazano w badaniach Crowley'a i in. [2002]. Wyjątek stanowiło pieczywo z dodatkiem ZPD oraz próba kontrolna (PK). Twardość miększu pieczywa po 72-godzinnym przechowywaniu wynosiła od 9,11 N (PK) do 33,77 N (LS2 2%). Najwyższą twardością, niezależnie od czasu przechowywania, cechował się miększ pieczywa otrzymanego z dodatkiem zakwasu LS2 (2%) oraz ZP. W badaniach przeprowadzonych przez Katinę i innych [2006] twardość miększu pieczywa z dodatkiem zakwasów po 24 godzinach od wypieku nie różniła się istotnie od próby kontrolnej (PK). Z badań Dal Bello i innych [2007] wynika, że wraz ze wzrostem objętości pieczywa zmniejsza się twardość jego miększu.

Na podstawie wyników oceny punktowej do najwyższego poziomu jakości zaliczono pieczywo: bez dodatku zakwasu (PK), z 1% dodatkiem płynnego zakwasu LS1 i LS2 oraz pieczywo z dodatkiem zakwasu sypkiego W4 i W6, niezależnie od zastosowanej dawki (tab. 4). Pieczywo zaliczone do I klasy jakości było dobrze wyrośnięte, ze skórką o odpowiedniej barwie i grubości. Miększ tego pieczywa cechował się bardzo dobrą elastycznością oraz cienkościenną, drobną porowatością. Pieczywo z 2% dodatkiem zakwasu LS1 oraz LS2 zaklasyfikowano odpowiednio do II i III klasy jakości. Zastrzeżenia oceniających



a–e – wartości oznaczone tą samą literą nie różnią się istotnie statystycznie w obrębie danego czasu przechowywania / values marked with the same letter do not differ significantly within given time of storage.  
 A–C – wartości oznaczone tą samą literą nie różnią się istotnie statystycznie w obrębie danej metody prowadzenia ciasta / values marked with the same letter do not differ significantly within given method of dough preparation.

Rys. 2. Twardość miększu pieczywa w czasie jego przechowywania

Fig. 2. Crumb hardness during its storage

Tabela 4. Wyniki punktowej oceny pieczywa

Table 4. Results of bread point evaluation

Cecha – Feature	Metoda – Method										
	PK	LS1 1%	LS1 2%	LS2 1%	LS2 2%	W4 2%	W4 3%	W6 2%	W6 3%	ZP	ZPD
Wygląd zewnętrzny External aspect	4,8	4,8	4,2	4,4	2,4	4,8	4,6	4,8	4,4	0,8	0,8
Skórka Crust	barwa – color	2,8	2,6	1,6	2,8	1,2	2,6	2,8	2,6	2,4	0,8
	grubość – thickness	3,8	3,6	3,4	3,4	2,4	3,8	3,8	3,8	3,8	3,2
	pozostałe cechy other features	3,8	3,6	3,2	3,8	1,8	3,8	3,8	3,8	3,8	0,6
Miększu Crumb	elastyczność – elasticity	3,8	3,8	3,2	3,6	3,0	3,6	3,8	3,8	3,6	2,0
	porowatość – porosity	2,6	2,4	2,8	2,6	1,8	2,8	2,6	2,6	2,4	1,6
	pozostałe cechy other features	2,8	2,8	2,4	2,8	2,4	2,8	2,8	2,6	2,8	2,4
Zapach i smak – Smell and taste	5,2	5,4	5,4	5,0	5,4	5,0	5,0	5,2	5,0	5,2	5,2
Suma punktów – Total points	29,6	29,0	26,2	28,6	20,4	29,2	29,2	29,2	28,2	16,6	15,8
Klasa jakości – Quality class	I	I	II	I	III	I	I	I	I	IV	IV

dotyczyły barwy skórki oraz zbyt niskiej elastyczności miękiszu. Najniżej oceniono pieczywo z dodatkiem zakwasu ZP oraz ZPD ze względu na odchylenia kształtu bochenka oraz zaledwie dostateczne jego wyrośnięcie. Skórka tego pieczywa była zbyt jasna i popękana, natomiast miękisz dość elastyczny, ale o nierównomiernej porowatości. Niezależnie od zastosowanego dodatku zakwasów pieczywo cechowało się równo wybarwionym, suchym i dobrze krojącym się miękiszem oraz typowym, lekko aromatycznym smakiem i zapachem.

## WNIOSKI

1. Rodzaj oraz dawka zastosowanego zakwasu miały istotny wpływ na wydajność i cechy jakościowe pieczywa. Wyższą wydajnością, w porównaniu do próby kontrolnej, cechowało się pieczywo z dodatkiem zakwasu W4. Pieczywo o istotnie większej lub porównywalnej w stosunku do próby kontrolnej objętości uzyskano, stosując dodatek zakwasów W4 (2 i 3%), W6 (2 i 3%) oraz LS1 (1%). Dodatek zakwasów spowodował wzrost kwasowości miękiszu pieczywa.

2. Pomędzy 3. a 72. godziną przechowywania, niezależnie od metody prowadzenia ciasta, wilgotność miękiszu pieczywa nie zmieniała się istotnie, natomiast twardość miękiszu w większości przypadków wzrastała (za wyjątkiem PK i ZPD). Nie stwierdzono istotnej różnicy w twardości miękiszu pieczywa z dodatkiem zakwasów W4 (2 i 3%), W6 (3%) i LS2 (1%) oraz próby kontrolnej po 3, 24, 48 oraz 72 godzinach przechowywania.

3. Na podstawie punktowej oceny do I poziomu jakości zaklasyfikowano pieczywo z dodatkiem zakwasów sypkiego W4 (2 i 3%) i W6 (2 i 3%), płynnego LS1 (1%) i LS2 (1%) oraz próbę kontrolną.

## LITERATURA

- Ambroziak Z. (red.), 1988. *Piekarstwo i Ciastkarstwo*. WNT, Warszawa.
- Armero E., Collar C., 1997. Texture properties of formulated wheat doughs. Relationships with dough and bread technological quality. *Z. Lebensm.-Unters. Forsch. A*, 204, 136–145.
- Corsetti A., Gobetti M., Rossi J., Damiani P., 1998. Antimould activity of sourdough lactic acid bacteria, identification of a mixture of organic acids produced by *Lactobacillus sanfrancisco* CB1. *Appl. Microbiol. Biotechnol.* 50, 253–256.
- Crowley P., Schober T.J., 2002. The effect of storage time on textural and crumb grain characteristics of sourdough wheat bread. *Eur. Food Res. Technol.* 214, 489–496.
- Dal Bello F., Clarke C.I., Ryan L.A.M., Ulmer H., Ström K., Sjögren J., van Sinderen D., Schnürer J., Arendt E.K., 2006. Improvement of the quality and shelf life of wheat bread by using the antifungal strain *Lactobacillus plantarum* FST 1.7. *J. Cereal Sci.* 45(3), 309–318.
- Diowksz A., 2003. Zakwas piekarski jako złożony układ biologiczny. *Przeł. Piek. Cuk.* 51(09), 16–19.
- Dziugan P., 2006. Fermentacja zakwasów piekarskich cz. I. *Cukiernictwo i Piekarstwo* 58(5), 40–42.
- Gąsiorowski H. (red.), 2004. *Pszenica, chemia i technologia*. PWRL, Poznań.
- Hansen A., Hansen B., 1996. Flavour of sourdough wheat bread crumb. *Z. Lebensm.-Unters. Forsch.* 202, 244–249.



- Instrukcja obsługi, 1997. Analizator tekstury TA.XT2. Stable Micro System.
- Jakubczyk T., Haber T. (red.), 1983. Analiza zbóż i przetworów zbożowych. Wyd. SGGW-AR, Warszawa.
- Katina K., Heiniö R.-L., Autio K., Poutanen K., 2006. Optimization of sourdough process for improved sensory profile and texture of wheat bread. *LWT – Food Sci. Technol.* 39, 1189–1202.
- Komlenić D.K., Ugarčić-Hardi Ž., Jukić M., Bucić-Kojić M., Strelec I., 2010. Wheat dough rheology and bread quality effectes by *Lactobacillus brevis* preferment, dry sourdough and lactic acid addition. *Int. J. Food Sci. Tech.* 45, 1417–1425.
- Kowalski S., 2005. Zakwasy piekarskie. *Cukiernictwo i Piekarstwo* 57(09), 28–31.
- Lavermicocca P., Valerio F., Evidente A., Lazzaroni S., Corsetti A., Gobbetti M., 2000. Purification and characterization of novel antifungal compounds from the sourdough *Lactobacillus plantarum* strain 21B. *Appl. Environ. Microbiol.* 66, 4084–4090.
- Lavermicocca P., Valerio F., Visconti A., 2003. Antifungal activity of phenyllactic acid against molds isolated from bakery products. *Appl. Environ. Microbiol.* 69, 634–640.
- Plessas S., Trantallidi M., Bekatorou A., Kanellaki M., Nigam P., Koutinas A.A., 2007. Immobilization of kefir and *Lactobacillus casei* on brewery spent grains for use in sourdough wheat bread making. *Food Chem.* 105, 187–194.
- PN-086/A-74011 Ziarno zbóż, nasiona roślin strączkowych i przetwory zbożowe – Oznaczenie wilgotności.
- PN-A-74022:2003 Przetwory zbożowe – Mąka pszenna.
- PN-A-74042-3/A1:1996 Ziarno zbóż i przetwory zbożowe – Oznaczenie glutenu mokrego za pomocą urządzeń mechanicznych – Mąka pszenna.
- PN-A-74108:1996 Pieczywo – Metody badań.
- PN-EN ISO 3093:2007 Pszenica, żyto i mąki z nich uzyskane, pszenica durum i semolina – Oznaczenie liczby opadania metodą Hagberga-Pertena.
- PN-ISO 5530-1:1999 Mąka pszenna – Fizyczne właściwości ciasta – Oznaczenie wodochłonności i właściwości reologicznych za pomocą farinografu.
- Romankiewicz D., Ceglińska A., Cacak-Pietrzak G., 2013. Wpływ metody prowadzenia ciasta na jakość chleba pszennego. *Zesz. Probl. Post. Nauk. Rol.* 574, 57–65.
- Röcken W., Voysey P.A., 1995. Sour-dough fermentation in bread making. *J. Appl. Bacteriol. Symp. Suppl.* 79, 38S–48S.
- Thiele C., Ganzle M.G., Vogel R.F., 2002. Contribution of sourdough lactobacilli, yeast and cereal enzymes to the generation of amino acids in dough relevant for bread flavor. *Cereal Chem.* 79, 45–51.

## QUALITY OF WHEAT BREAD WITH SOURDOUGHS ADDITION

**Summary.** The aim of the study was to compare the quality of wheat bread prepared from the dough conducted with the addition of various dry commercial sourdoughs starters (W4, W6), the liquid starters (LS1, LS2) and the sourdough obtained in lab environment (ZP, ZPD). The control sample was a wheat bread obtained by the direct method, without addition of a sourdough. Selected physico-chemical properties of flour, used for baking, such as, the quantity and the quality of gluten, the falling number, and the water absorption were marked. Lab baking was conducted. Twenty-four hours after the baking the loaf volume, crumb weight, acidity and scoring were marked and carried out to assess the quality of bread. After 3, 24, 48 and 72 hours from baking the hardness and moistness of the bread

crumb were evaluated. It was noticed that the applied type and dosage of sourdough had a significant impact on the productivity of bread and its quality characteristics. It was found that the sample with addition of the sourdough W4, in comparison to the control sample, was characterized by higher productivity. The bread with significantly higher or comparable volume in comparison to the volume of control sample was obtained when W4 (2 and 3%), W6 (2 and 3%) and LS1 (1%) sourdoughs were added to the flour. It was noticed that addition of the sourdoughs affected significantly the acidity of the crumb. Between 3 and 72 h of storage, the bread moisture content did not change significantly, whereas the hardness of the crumb was usually increasing (ZP and ZPD are exceptions). There was no significant difference in the hardness of the crumb of bread with the addition of the sourdough W4 (2 and 3%), W6 (3%) and LS2 (1%), as well as in the control sample after 3, 24, 48 and 72 hours of bread storage. On the basis of the point evaluation for the first level of quality were classified: bread with addition of dry sourdough W4, (2 and 3%), W6 (2 and 3%) liquid LS1 (1%), LS2 (1%) and control samples. Bread with 2% addition of LS1 and LS2 sourdough was classified respectively to the second and third quality category. Some objections were related to the bread crumb color and too low elasticity of the crumb. The lowest rated was bread with the addition of ZP and IUD sourdoughs due to the deformation of its shape and insufficient grow up of the dough. Regardless of the used sourdough bread was characterized by good colour, dry, well cut crumb and typical, slightly aromatic flavor.

**Key words:** wheat sourdough, texture, storage, bread