

ALICJA KAWKA, PAULINA RAUSCH, AGNIESZKA BUDNA

Instytut Technologii Żywności Pochodzenia Roślinnego  
Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu

## STARTERY FERMENTACJI W PRODUKCJI PIECZYWA PSZENNO-OWSIANEGO

**Streszczenie.** W pracy przedstawiono ocenę jakości pieczywa pszenno-owsianego: bez dodatku i z dodatkiem glutenu witalnego (GW), otrzymanego na zakwasach owsianych fermentowanych starterami. Podczas wypieków sporządzano ciasta z 30-, 40- i 50-procentowym udziałem otrąb owsianych fermentowanych starterami LV1 i LV2 oraz odpowiednio z 10- i 12-procentowym dodatkiem GW. W ocenie pieczywa uwzględniono ocenę sensoryczną i oznaczenia: objętości, wilgotności, kwasowości, porowatości oraz ściśliwości miększu określonej po 24, 48, 72 h od wypieku. Zakwasy owsiane fermentowane starterem LV1 miały większą kwasowość niż zakwasy ze starterem LV2. Podobna tendencja wystąpiła w ciastach. Wzrost udziału zakwasu w cieście pszenno-owsianym zwiększał jego wydajność i kwasowość oraz skracał czas fermentacji. Pieczywo z 30-50-procentowym udziałem zakwasów owsianych cechowało się zróżnicowaną objętością, strukturą miększu, kwasowością i jakością sensoryczną. 10-12-procentowy dodatek GW do ciasta polepszył jakość pieczywa. W przechowywanym pieczywie z dodatkiem GW były mniejsze zmiany ściśliwości miększu. Stosując startery fermentacji i 12-procentowy dodatek GW, można uzyskać dobrą jakość pieczywa z 50-procentowym udziałem otrąb owsianych.

**Słowa kluczowe:** otręby owsiane, startery, gluten witalny, jakość pieczywa pszenno-owsianego

### Wstęp

Owies i produkty owsiane, bogate w białko, lipidy, błonnik pokarmowy i jego składniki, sole mineralne, witaminy, są wartościowym surowcem do produkcji żywności, w tym pieczywa. Produkty te można wykorzystać jako zamienniki mąki chlebowej w produkcji nowych rodzajów pieczywa. Przy wytwarzaniu ciasta z ich udziałem należy dokonać pewnej modyfikacji tradycyjnych receptur oraz procesu technologicznego, ze względu na obecność swoistych nieskrobiowych polisacharydów –  $\beta$ -glukanów i pentozanów (OWIES... 1995, KAWKA 1995, KAWKA i KROLL 2006).

W piekarstwie obserwuje się coraz częściej – wprowadzanie udoskonalonych sposobów wypieku pieczywa żytniego poprzez łączenie tradycji z nowoczesnymi technolo-

giami i technikami. Do wytwarzania zakwasów chlebowych w produkcji pieczywa żytniego, mieszanego i pszennego stosuje się piekarskie środki biotechnologiczne, np. startery. Są one przeznaczone do inicjowania fermentacji kwasowej, np. w cieście żytnim, przez wyselekcjonowane bakterie fermentacji kwasu mlekowego z rodzaju *Lactobacillus* w postaci czystej monokultury lub kultury mieszanej kilku gatunków bakterii mlekowych z drożdżami lub bez drożdży (DIOŃKOWSKI 2005).

Naturalna fermentacja zakwasu, wywołana zawartymi w kulturze starterowej bakteriami fermentacji mlekowej, sprawia, że następuje eliminacja licznych związków o działaniu kancerogennym (toksyny pleśniowe, azotany i azotyny) oraz stymulacja systemu immunologicznego człowieka. Ponadto ten rodzaj fermentacji pozwala uzyskać pieczywo o wyrównanej, stałej jakości, wyjątkowym smaku i zapachu, przedłużonej trwałości, a także wyjątkowych walorach prozdrowotnych (ARENDE i IN. 2007, WŁODARCZYK-KIERCZYŃSKA 2005).

Stosowanie kultur starterowych w produkcji pieczywa przynosi wiele korzyści technologicznych, ekonomicznych i organizacyjnych (PIESIEWICZ 2005).

Na rynku krajowym jest dostępna szeroka gama kultur starterowych oferowanych przez firmy krajowe i zagraniczne, np. BioStar Plus, Isern Hager, Bocker, Lesaffre.

Startery mają na ogół postać proszku, tabletek lub płynu i charakteryzują się znaczną koncentracją komórek bakteryjnych i drożdżowych odpowiednich gatunków. Technika ich stosowania jest bardzo prosta. Polega na wymieszaniu odpowiedniej ilości kultur starterowych z mąką oraz wodą i pozostawieniu do fermentacji w określonych warunkach (STASZEWSKA i IN. 1995). Startery są stosowane z powodzeniem w produkcji pieczywa pszennego, żytniego i mieszanego. Istnieje duże prawdopodobieństwo, że będą przydatne także w produkcji pieczywa pszenno-owsianego lub pszenno-jęczmieniowego (KAWKA i IN. 2007).

Celem pracy była ocena jakości ciasta i pieczywa pszenno-owsianego bez dodatku i z dodatkiem glutenu witalnego wytwarzanego na zakwasach owsianych fermentowanych starterami.

## Material i metody

Material badawczy stanowiły surowce handlowe: mąka pszenna typu 550 (MP), otręby owsiane (OW) oraz kultury starterowe LV1 i LV2.

Wykonano wypieki laboratoryjne pieczywa pszenno-owsianego, w którym zmniejszono udział MP poprzez wprowadzenie OW w postaci zakwasów owsianych. Ciasta przygotowywano z udziałem zakwasów owsianych, które sporządzano z OW w ilości 30, 40 i 50% ogólnej masy mąki z zastosowaniem kultur starterowych LV1 lub LV2. Liofilizowane startery LV1 (*Saccharomyces chevalieri*, *Lactobacillus casei* i *Lactobacillus brevis*) zawierały więcej drożdży, a LV2 (*Saccharomyces chevalieri*, *Lactobacillus brevis*) – więcej bakterii kwasu mlekowego (dane z firmy Lesaffre Bio-Corporation S.A., Łódź).

W celu ustalenia optymalnych warunków prowadzenia zakwasów owsianych z zastosowaniem starterów LV1 i LV2 wykonano wstępne doświadczenia, w których różnicowano wydajność (180, 200 i 220%) i czas fermentacji (16, 20 i 24 h) zakwasów. We wszystkich próbkach oznaczano kwasowość zgodnie z polską normą PN-A-74100:

1992. Na podstawie powyższych wyników badań w dalszych doświadczeniach zakwas owsiane sporządzano, używając OW, starterów LV1 i LV2 (0,5% w stosunku do masy OW) oraz wody w ilości niezbędnej do uzyskania wydajności 220 lub 200%, odpowiednio dla zakwasów fermentowanych z LV1 lub LV2 (warunki fermentacji: czas – 20 h,  $t = 30^{\circ}\text{C}$ ). Do zakwasu, po uzyskaniu pełnej dojrzałości biologicznej, dodawano MP, drożdże piekarskie w postaci mlecza drożdżowego, rozpuszczoną sól, wodę. Ciasto przygotowywano w mieszarce szybkoobrotowej Stephan UMTA 10 (czas mieszenia 60 s). Ponadto sporządzano ciasta na zakwasach owsianych z 10- lub 12-procentowym dodatkiem glutenu witalnego. We wszystkich próbkach zakwasów i ciasta, po wstępnej fermentacji, oznaczano kwasowość zgodnie z polską normą PN-A-74100:1992.

W ocenie surowców stosowanych w doświadczeniach uwzględniono oznaczenia: wilgotności, zawartości składników mineralnych, białka ogółem, z wykorzystaniem aparatu Kjeltec,  $\beta$ -glukanów ogółem (metodą enzymatyczną) (ICC... 1998), lipidów (STANDARD-METHODEN... 1971), błonnika pokarmowego według metody ASPA i IN. (1983), z użyciem aparatu Fibertec System E, ilości i jakości glutenu (PN-A-74041: 1977), liczby opadania (PN-ISO 3093/Az1:2000), kwasowości oraz wykonano próbny wypiek laboratoryjny z MP (JAKUBCZYK i HABER 1981). Określono stopień rozdrobnienia MP i OW, wykonując analizę sitową za pomocą odsiewacza laboratoryjnego typu SZ-1, stosując zestaw sit o następujących wymiarach oczek: 265, 150 i 95  $\mu\text{m}$ .

Analizę pieczywa pszenno-owsianego bez dodatku i z dodatkiem glutenu witalnego wykonano po 24 h od wypieku, oznaczając: objętość pieczywa – w aparacie Sa-wy, wilgotność i kwasowość mięksizu oraz jego porowatość – według tablic Dallmanna (JAKUBCZYK i HABER 1981). Zespół składający się z siedmiu-dziewięciu osób oceniał otrzymane pieczywo sensorycznie metodą punktową według 10-punktowej skali uwzględniając takie cechy, jak: wygląd zewnętrzny – 1 pkt.; wygląd wewnętrzny – 9 pkt. (barwa, porowatość, elastyczność – 5 pkt.; smak i zapach – 4 pkt.) (KAWKA i IN. 1999). Ocenę stopnia świeżości pieczywa przechowywanego w czasie 24, 48 i 72 h od wypieku wykonano, dokonując oznaczeń ściśliwości mięksizu za pomocą automatycznego penetrometru A/P/2 firmy VEB Feimers (MORANDINI i IN. 1972). W oznaczeniach stosowano czas penetracji trzpienia penetrometru 120 s, a wyniki podano w jednostkach penetrometrycznych (10 j.p. = 1 mm).

Powyższe analizy wykonano w trzech równoległych powtórzeniach. Wyniki badań przedstawiono jako średnie wartości, uwzględniając odchylenie standardowe (SD) jako błąd pomiaru.

## Wyniki i dyskusja

Handlowa MP typu 550, o wilgotności 13,5%, zawierała 12,7% białka ogółem, 1,42% lipidów, 0,49% składników mineralnych, 3,9% błonnika pokarmowego ogółem oraz 0,2%  $\beta$ -glukanów (tab. 1). Wydajność mokrego glutenu, o rozplywalności 6 mm, wynosiła 28%, a obliczona liczba glutenowa – 45. Liczba opadania MP wynosiła 339 s, a kwasowość –  $2,2^{\circ}\text{kw}$ . Objętość pieczywa pszennego, w przeliczeniu na 100 g mąki, wynosiła 450  $\text{cm}^3$ , liczba zaś wartości pieczywa (LWP) – 128 pkt. Powyższe wyróżniki wskazują na dobrą wartość wypiekową MP stosowanej w badaniach. OW, o wilgotności 7,3%, zawierały 16,3% białka ogółem, 8,68% lipidów, 3,11% składników mineralnych,

Tabela 1. Charakterystyka technologiczna i chemiczna mąki pszennej (MP), otrąb owsianych (OW) i glutenu witalnego (GW)

Table 1. Technological and chemical characteristics of wheat flour (MP), oat bran (OW) and vital gluten (GW)

Wskaźnik	MP typu 550	OW	GW
Wilgotność (%)	13,5	7,3	6,3
Zawartość popiołu (% s.m.)	0,49 ±0,0	3,11 ±0,0	–
Zawartość białka (% s.m.)	12,7* ±0,0	16,3** ±0,1	85,0* ±0,2
Zawartość lipidów (% s.m.)	1,42 ±0,0	8,68 ±0,0	1,42 ±0,0
Zawartość błonnika pokarmowego (% s.m.)			–
– nierozpuszczalnego	2,0 ±0,2	13,2 ±0,3	–
– rozpuszczalnego	1,9 ±0,1	7,1 ±0,2	–
– ogółem	3,9 ±0,1	20,3 ±0,2	–
Zawartość β-glukanów (% s.m.)	0,2 ±0,1	6,0 ±0,1	–
Gluten			
– wydajność glutenu mokrego (%)	28	–	–
– rozpywalność glutenu (mm)	6	–	–
– liczba glutenowa	45	–	–
Liczba opadania (s)	339	497	–
Kwasowość (°)	2,2 ±0,0	4,6 ±0,0	–
Objętość pieczywa (cm <sup>3</sup> na 100 g mąki)	450	–	–
Wydajność frakcji (%)			
Wielkość cząstek (µm)			
d > 265	–	94,8	–
150 < d < 265	2,0	1,0	–
95 < d < 150	39,4	0,8	–
d < 95 µm	57,6	3,1	–

\*MP, GW: N × 5,7.

\*\*OW: N × 6,25.

20,3% błonnika pokarmowego ogółem oraz 6,0% β-glukanów. Liczba opadania wynosiła 497 s a kwasowość – 4,6°kw. Ponadto MP i OW różniły się stopniem rozdrobnienia. W MP było najwięcej cząstek o średnicy < 95 µm (57,6%), a w OW – cząstek o wielkości powyżej 265 µm (94,8%), co wykazano na podstawie wykonanej analizy sitowej (tab. 1).

Powyższe zróżnicowanie zawartości składników chemicznych w obu surowcach jest związane z rodzajem surowca, jak i warunkami jego przetwarzania (DOEHLERT i MOORE 1997, OWIES... 1995).

Wyróżniki technologiczne ciasta pszenno-owsianego bez dodatku i z dodatkiem glutenu witalnego wytwarzanego z udziałem zakwasów owsianych fermentowanych z użyciem starterów LV1 i LV2 przedstawiono w tabeli 2.

Tabela 2. Parametry technologiczne prowadzenia ciasta pszenno-owsianego na zakwasach owsianych fermentowanych z zastosowaniem kultur starterowych

Table 2. Technological parameters of wheat-oat dough prepared with oat sour doughs fermented by starter cultures

Udział OW* w cieście (%)	Dodatek glutenu witalnego (%)	Wydajność ciasta (%)	Kwasowość faz (°)		Czas fermentacji (min)	
			zakwas	ciasto	ciasto	kęsy ciasta
Zakwasy owsiane fermentowane starterem LV1						
30	0	170,4	3,5 ±0,0	2,4 ±0,1	30	30
	10	182,3	3,5 ±0,0	2,2 ±0,1	30	50
	12	184,1	3,6 ±0,0	2,3 ±0,1	30	55
40	0	171,9	3,5 ±0,1	3,3 ±0,0	30	30
	10	187,0	3,9 ±0,1	2,5 ±0,1	30	47
	12	189,2	3,5 ±0,0	2,5 ±0,1	30	52
50	0	178,1	3,4 ±0,0	5,2 ±0,0	30	30
	10	191,4	3,4 ±0,0	5,0 ±0,0	30	39
	12	193,9	3,5 ±0,0	4,3 ±0,0	30	42
Zakwasy owsiane fermentowane starterem LV2						
30	0	170,4	2,1 ±0,1	2,1 ±0,1	30	34
	10	182,3	2,3 ±0,1	1,9 ±0,1	30	50
	12	184,1	2,3 ±0,1	1,9 ±0,1	30	55
40	0	171,9	2,1 ±0,1	2,5 ±0,1	30	28
	10	187,0	2,2 ±0,1	2,0 ±0,0	30	45
	12	189,3	2,2 ±0,1	2,1 ±0,1	30	47
50	0	178,2	1,9 ±0,1	2,3 ±0,1	30	26
	10	191,4	2,2 ±0,1	2,1 ±0,1	30	37
	12	193,9	2,2 ±0,1	2,1 ±0,1	30	39

\*Otręby owsiane w zakwasie owsianym i cieście.

Wydajność ciasta z 30-50-procentowym udziałem zakwasów owsianych bez dodatku GW mieściła się w granicach 170,4-178,1% i była większa w próbkach z większym udziałem zakwasu owsianego w masie ciasta (tab. 2). Wartości kwasowości zakwasów owsianych, jak i ciasta z ich udziałem, były zróżnicowane, przy czym większe w próbkach fermentowanych z użyciem starterów LV1. Czas końcowej fermentacji ciasta

z udziałem zakwasów fermentowanych z LV1 wynosił 30 min, a w przypadku ciasta na zakwasach fermentowanych z LV2 mieścił się w granicach 26-34 min.

Niewykluczone, że zróżnicowanie w wartościach kwasowości faz przy stosowaniu kultur starterowych jest związane z zawartością składników mineralnych, białka, nieskrobiowych polisacharydów w otrębach owsianych oraz ich ilością w fazie, wydajnością fazy, a w mniejszym stopniu z rodzajem stosowanych kultur starterowych.

Powyższe wyniki badań potwierdzają wcześniejsze doniesienia piśmiennictwa (KAWKA i KROLL 2006, KRISHNAN i IN. 1987, SALOVAARA i VALJAKKA 1987, WEBSTER 1986), że skład chemiczny produktów owsianych, ich granulacja i procentowy udział w mieszance mają istotny wpływ na jakość ciasta pszenno-owsianego. Produkty owsiane przyczyniają się do zmiany wydajności ciasta pszenno-owsianego, jego kwasowości, a także czasu końcowej fermentacji (KAWKA 1995).

Polepszenie właściwości technologicznych ciasta i pieczywa można osiągnąć, stosując dodatki technologiczne (SPICHER i STEPHAN 1993). Zastosowanie 10- i 12-procentowego dodatku GW do ciasta z 30-, 40- i 50-procentowym udziałem zakwasów owsianych przyczyniło się do zwiększenia jego wydajności o odpowiednio 11,9 i 13,7%, 15,1 i 17,4% oraz o 13,4 i 15,9% porównaniu z wydajnością ciasta bez dodatku GW (tab. 2). Wartości kwasowości ciasta pszenno-owsianego bez dodatku i z dodatkiem GW, produkowanego na zakwasach owsianych fermentowanych z LV1 były większe niż próbek z LV2. Czas fermentacji kęsów ciasta z dodatkiem GW wyraźnie wydłużył się w porównaniu z próbkami bez tego dodatku.

Pieczywo pszenno-owsiane bez dodatku i z dodatkiem GW otrzymane na zakwasach owsianych fermentowanych z zastosowaniem starterów LV1 i LV2 cechowało się zróżnicowanymi wskaźnikami jakościowymi (tab. 3, rys. 1, 2). Objętość pieczywa z 30-50-procentowym udziałem zakwasu była zbliżona i zmniejszała się przy zwiększaniu tego udziału. Wartości współczynnika porowatości miękiszu badanych próbek pieczywa utrzymywały się na poziomie 90-100 pkt. Powyższe pieczywo cechowało się porównywalną wilgotnością i nieznacznie zróżnicowaną kwasowością.

Przy 10- i 12-procentowym dodatku GW wyraźnie zwiększyła się objętość pieczywa i wilgotność miękiszu, natomiast kwasowość miękiszu nieznacznie się zmniejszyła we wszystkich badanych próbkach.

Ocena sensoryczna pieczywa pszenno-owsianego wskazuje, że zwiększanie udziału zakwasu owsianego niekorzystnie wpływa na objętość pieczywa i strukturę miękiszu. W ocenie sensorycznej pieczywo z 40-procentowym udziałem zakwasu owsianego fermentowanego z LV1 i pieczywo z 30-procentowym udziałem zakwasu fermentowanego z LV2 uzyskało 9,6 pkt. (skala 10-punktowa). Pozostałe próbki uzyskały niższe noty ze względu na mniejszą objętość pieczywa, a tym samym bardziej zbity i mniej elastyczny miękisz.

Dodatek GW do ciasta z udziałem zakwasów owsianych fermentowanych z użyciem starterów LV1 i LV2 przyczynił się do poprawy jakości sensorycznej pieczywa (tab. 3). Pieczywo z 30-, 40- i 50-procentowym udziałem zakwasu fermentowanego z LV1 oraz pieczywo z 50-procentowym udziałem zakwasu z LV2 i odpowiednio 12-procentowym dodatkiem GW uzyskało stosownie 9,8-9,9 pkt. oraz 9,8 pkt. W pozostałych próbkach pieczywa pszenno-owsianego, zarówno bez dodatku jak i z dodatkiem GW, punktacja była niższa, gdyż wystąpiły zmiany w strukturze miękiszu m.in. porowatości, elastyczności i smakowości.

Tabela 3. Charakterystyka jakościowa pieczywa pszenno-owsianego  
Table 3. Wheat-oat bread quality characteristics

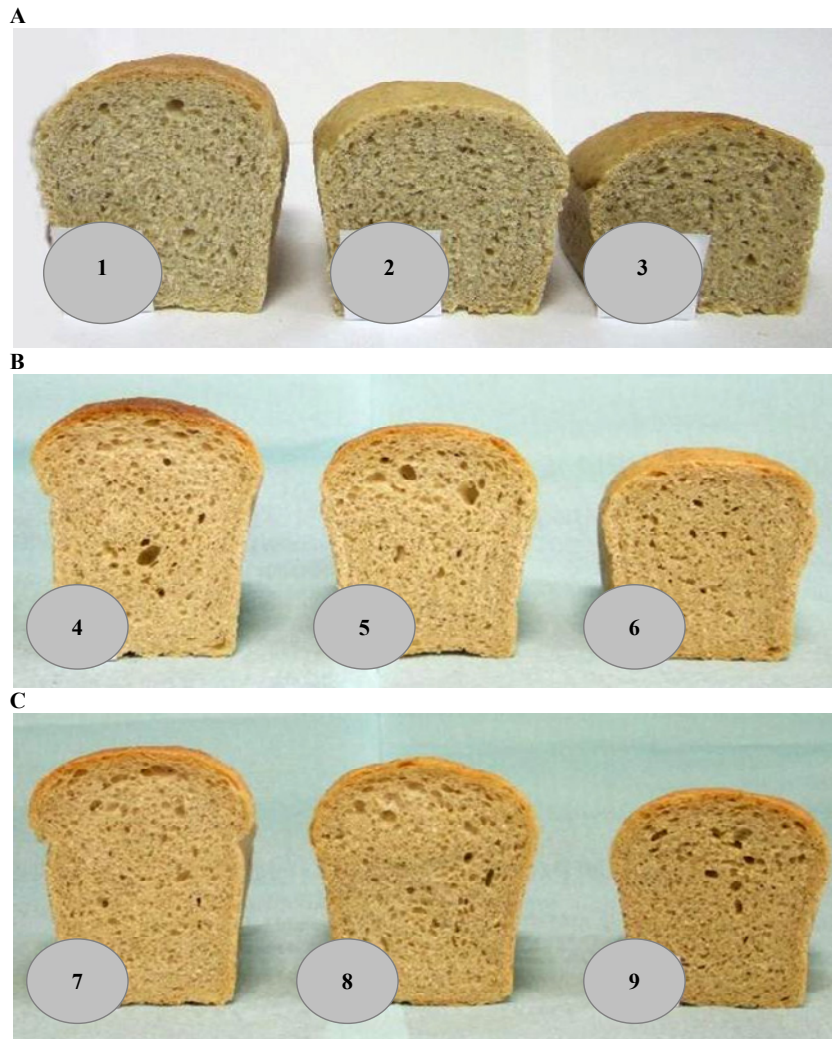
Udział OW* w próbce (%)	Dodatek glutenu witalnego (%)	Objętość pieczywa (cm <sup>3</sup> na 100 g mąki)	Współczynnik porowatości (pkt.)	Wilgotność miększu (%)	Kwasowość miększu (°)	Ocena sensoryczna** (pkt.)
Zakwasy owsiane fermentowane kulturą starterową LV1						
30	0	367 ±2,6	95	47,3 ±0,0	2,1 ±0,0	9,4
	10	537 ±5,0	95	48,1 ±0,1	1,8 ±0,0	9,5
	12	565 ±1,1	95	48,0 ±0,2	1,8 ±0,0	9,9
40	0	276 ±6,0	100	47,0 ±0,0	2,4 ±0,0	9,6
	10	476 ±5,7	90	48,3 ±0,1	2,2 ±0,1	9,5
	12	541 ±2,9	90	49,2 ±0,2	2,1 ±0,0	9,8
50	0	262 ±1,2	100	47,7 ±0,0	2,7 ±0,0	8,8
	10	430 ±1,4	100	49,8 ±0,1	2,4 ±0,0	9,5
	12	504 ±1,4	85	50,0 ±0,1	2,4 ±0,1	9,8
Zakwasy owsiane fermentowane kulturą starterową LV2						
30	0	365 ±3,4	90	47,5 ±0,0	1,7 ±0,0	9,6
	10	540 ±5,0	90	48,1 ±0,0	1,5 ±0,0	9,6
	12	560 ±6,1	95	50,1 ±0,2	1,5 ±0,0	9,6
40	0	298 ±4,7	100	47,3 ±0,0	2,0 ±0,0	9,0
	10	504 ±5,1	90	49,2 ±0,1	1,7 ±0,0	9,7
	12	545 ±2,9	85	48,9 ±0,4	1,7 ±0,0	9,4
50	0	283 ±4,0	100	49,0 ±0,2	2,1 ±0,0	9,0
	10	435 ±5,0	95	50,0 ±0,1	1,8 ±0,0	9,7
	12	479 ±3,9	95	50,3 ±0,1	1,9 ±0,0	9,8

\*Otręby owsiane w zakwasie owsianym i pieczywie.

\*\*W skali 10-punktowej: 1 – wygląd zewnętrzny, 9 – wygląd wewnętrzny (barwa, porowatość, elastyczność – 5 pkt., smak i zapach – 4 pkt.).

Pieczywo otrzymane na zakwasach owsianych fermentowanych starterami LV1 lub LV2 charakteryzowało się gładką, rumianą i błyszczącą skórą. Miększ wyróżniał się drobną i równomierną porowatością, kremowo-żółtą barwą, dobrą smakowitością. Tekstura otrzymanego pieczywa pszenno-owsianego była porównywalna z pieczywem żytnim. Pieczywo na zakwasach z dodatkiem GW cechowało się bardzo dobrą objętością. Miększ tego pieczywa, o kremowo-żółtej barwie, nieco większych i nierównomiernych porach, był bardziej spulchniony i elastyczny niż miększ pieczywa bez dodatku (rys. 1, 2).

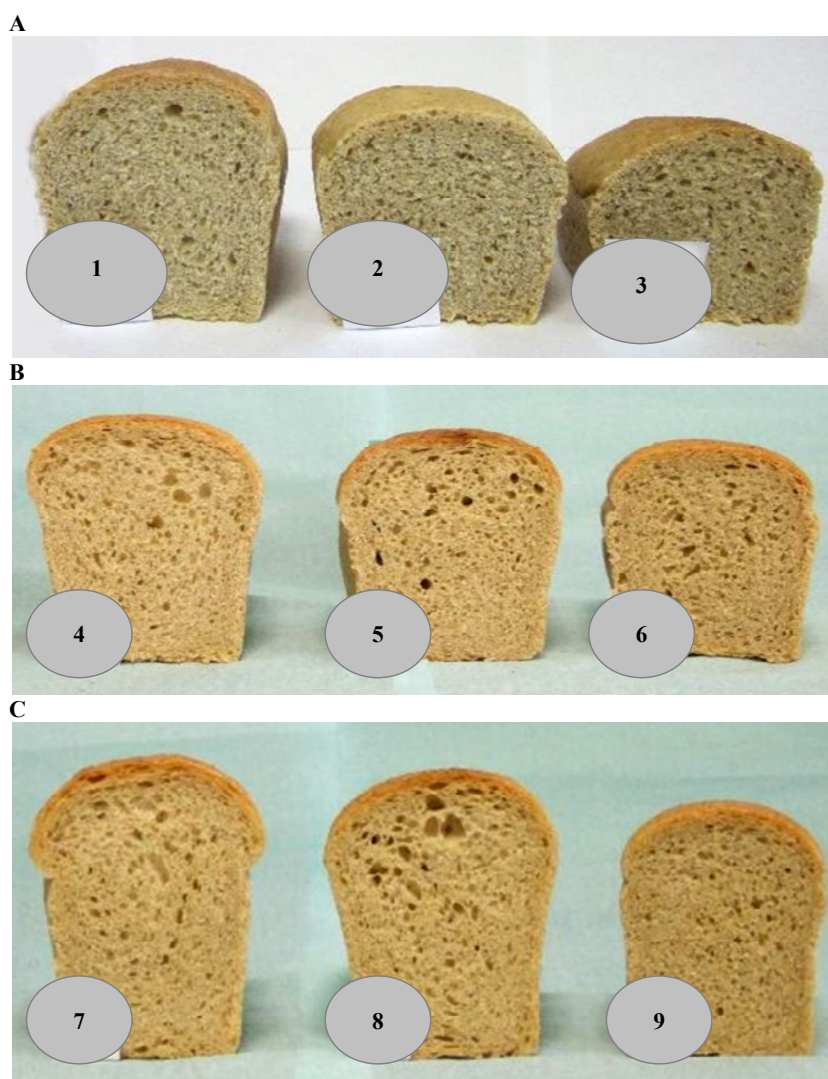
Przypuszczalnie w masie ciasta pszenno-owsianego, podobnie jak w cieście pszenno-jęczmiennym, zwiększa się poziom białek rozpuszczalnych i frakcji azotu niebiałkowego oraz następuje spadek ilości frakcji gliadyny i gluteniny. W efekcie wpływa to



Rys. 1. Pieczywo pszenno-owsiane otrzymane na zakwasach owsianych fermentowanych z zastosowaniem kultury starterowej LV1. A: 1, 2, 3 – odpowiednio z 30-, 40- i 50-procentowym udziałem zakwasu owsianego, B: 4, 5, 6 – odpowiednio z 30-, 40-, 50-procentowym udziałem zakwasu owsianego i 10-procentowym dodatkiem glutenu witalnego, C: 7, 8, 9 – odpowiednio z 30-, 40- i 50-procentowym udziałem zakwasu owsianego i 12-procentowym dodatkiem glutenu witalnego

Fig. 1. Wheat-oat bread produced with an application of oat sour doughs making with starter culture LV1. A: 1, 2, 3 – with 30, 40 and 50% of oat sour dough, respectively, B: 4, 5, 6 – with 30, 40 and 50% of oat sour dough and 10% addition of vital gluten, respectively, C: 7, 8, 9 – with 30, 40 and 50% of oat sour dough and 12% addition of vital gluten, respectively





Rys. 2. Pieczywo pszenno-owsiane otrzymane na zakwasach owsianych fermentowanych z zastosowaniem kultury starterowej LV2. A: 1, 2, 3 – odpowiednio z 30-, 40- i 50-procentowym udziałem zakwasu owsianego, B: 4, 5, 6 – odpowiednio z 30-, 40- i 50-procentowym udziałem zakwasu owsianego i 10-procentowym dodatkiem glutenu witalnego, C: 7, 8, 9 – odpowiednio z 30-, 40- i 50-procentowym udziałem zakwasu owsianego i 12-procentowym dodatkiem glutenu witalnego

Fig. 2. Wheat-oat bread produced with an application of oat sour doughs making with starter culture LV2. A: 1, 2, 3 – with 30, 40 and 50% of oat sour dough, respectively, B: 4, 5, 6 – with 30, 40 and 50% of oat sour dough and 10% addition of vital gluten, respectively, C: 7, 8, 9 – with 30, 40 and 50% of oat sour dough and 12% addition of vital gluten, respectively

na osłabienie właściwości lepkością glutenu i zmniejszenie zdolności zatrzymywania gazów w cieście (KAWKA 2004, OOMAH 1983).

WEHRLE i IN. (1999) wykazali, że pewne szczepy bakterii stosowane w piekarstwie jako kultury starterowe mogą powodować proteolizę glutenu. Być może jest to kolejny czynnik, który wpływa na zmniejszenie zdolności zatrzymywania gazu w masie ciasta, a tym samym redukcję objętości pieczywa na zakwasach owsianych fermentowanych z zastosowaniem starterów.

W tabeli 4 przedstawiono wyniki oceny stopnia świeżości pieczywa pszenno-owsianego otrzymanego na zakwasach owsianych fermentowanych starterami LV1 i LV2, przechowywanego w czasie 24, 48, 72 h od wypieku.

Tabela 4. Wartości ściśliwości miękiszu pieczywa pszenno-owsianego  
Table 4. Crumb compressibility values of wheat-oat bread

Udział OW* w próbce (%)	Dodatek glutenu witalnego (%)	Ściśliwość miękiszu** (j.p.)			Zmiana ściśliwości (%)		
		po 24 h	po 48 h	po 72 h	po 24 h	po 48 h	po 72 h
Pieczywo pszenno-owsiane otrzymane na zakwasach z LV1							
30	0	13,2 ±0,3	11,4 ±0,5	11,4 ±0,5	100	86	86
	10	22,2 ±0,3	22,2 ±0,3	21,5 ±0,5	100	100	97
	12	26,7 ±0,6	25,2 ±0,3	25,2 ±0,6	100	94	94
40	0	9,7 ±0,3	8,4 ±0,5	7,5 ±0,5	100	87	77
	10	20,2 ±0,3	19,4 ±0,5	18,3 ±0,3	100	96	91
	12	24,8 ±0,8	22,7 ±0,3	20,2 ±0,3	100	92	81
50	0	9,6 ±0,8	7,8 ±0,3	7,4 ±0,9	100	80	75
	10	15,6 ±0,3	14,2 ±0,3	14,2 ±0,6	100	91	91
	12	18,8 ±0,3	18,7 ±0,3	18,2 ±0,6	100	99	97
Pieczywo pszenno-owsiane otrzymane na zakwasach z LV2							
30	0	16,8 ±0,3	12,8 ±0,3	12,5 ±0,5	100	76	74
	10	22,5 ±0,5	22,3 ±0,3	22,2 ±0,3	100	99	99
	12	20,2 ±0,3	20,2 ±0,3	19,2 ±0,3	100	100	95
40	0	10,0 ±0,5	8,8 ±0,3	8,7 ±0,6	100	88	74
	10	22,0 ±0,5	21,5 ±0,5	18,3 ±0,3	100	98	83
	12	22,3 ±0,3	19,8 ±0,3	18,8 ±0,3	100	89	84
50	0	10,3 ±0,3	9,6 ±0,6	9,5 ±0,5	100	93	92
	10	16,3 ±0,3	16,2 ±0,3	15,2 ±0,3	100	99	93
	12	16,7 ±0,3	16,0 ±0,5	14,2 ±0,3	100	96	95

\*Otręby owsiane w zakwasie owsianym i pieczywie.

\*\*Czas penetracji 120 s.

Ścisłość miększu pieczywa określoną po 24 h od wypieku uznano za 100% i w odniesieniu do tej wartości obliczono procentową zmianę ścisłości miększu przechowywanego pieczywa.

Po 24 h przechowywania pieczywa z 30-, 40- i 50-procentowym udziałem zakwasów fermentowanych z LV1 i LV2 wystąpiły niewielkie różnicowania w wartościach ścisłości miększu. Wartości te zmniejszały się ze wzrostem udziału zakwasu owsianego w pieczywie (tab. 4).

W miarę przedłużania czasu przechowywania pieczywa następowało zmniejszanie ścisłości miększu we wszystkich badanych próbkach. Po 72 h przechowywania pieczywa pszenno-owsianego wartości ścisłości miększu były większe w próbkach z udziałem zakwasu owsianego fermentowanego z LV2 niż w próbkach z udziałem zakwasu fermentowanego z LV1.

Po 24 h przechowywania pieczywa pszenno-owsianego z dodatkiem GW (10 lub 12%) wartości ścisłości miększu były większe w porównaniu z próbkami bez dodatku. Ponadto w tych próbkach wystąpił też mniejszy spadek ścisłości miększu pieczywa przechowywanego w czasie 48 i 72 h.

W czasie 24, 48 i 72 h przechowywania pieczywa pszenno-owsianego następował spadek ścisłości miększu we wszystkich próbkach, niezależnie od udziału zakwasu owsianego. Dodatek GW znacząco wpłynął na zmniejszenie zmian ścisłości miększu przechowywanego pieczywa pszenno-owsianego i przedłużenie jego świeżości, opóźniając proces jego czerstwienia.

Z badań własnych wynika, że startery LV1 i LV2 można wykorzystać do produkcji pieczywa pszenno-owsianego, wartościowego z żywieniowego punktu widzenia. Dobrą jakość pieczywa z 50-procentowym udziałem fermentowanych otręb owsianych można uzyskać, stosując 12-procentowy dodatek glutenu witalnego.

Aktualnie produkty ze zbóż niechlebowych, w tym z owsa i jęczmienia, o korzystnym składzie chemicznym, są wykorzystywane w produkcji nowych artykułów żywnościowych, w tym pieczywa specjalnego.

Pieczywo o zwiększonym udziale produktów ze zbóż niechlebowych byłoby szczególnie pożądane w przypadku określonych wymagań żywieniowych uzasadnionych np. stanem zdrowia. Zwiększenie udziału produktów owsianych lub jęczmiennych w pieczywie istotnie zmienia jego skład chemiczny, a także wartość odżywczą i energetyczną (KAWKA 2004, KAWKA i IN. 2008). Poza tym prowadzenie naturalnej fermentacji faz, z zastosowaniem kultur starterowych, pozwala uzyskać pieczywo o zwiększonej wartości odżywczej i gwarantowanej jakości (DIOWKSZ 2005, PIESIEWICZ 2005, WŁODARCZYK-KIERCZYŃSKA 2005).

KAWKA i GÓRECKA (2009) wykazały, że pieczywo z 30-50-procentowym udziałem zakwasu owsianego fermentowanego starterem LV1 zawiera więcej składników mineralnych, wartościowego białka, lipidów, błonnika pokarmowego, w tym błonnika rozpuszczalnego niż pieczywo pszenno-jęczmienne wytwarzane na zakwasach jęczmiennych fermentowanych z LV1. Pieczywo z 30-50-procentowym udziałem zakwasów owsianych jest dobrym źródłem błonnika pokarmowego, w tym błonnika rozpuszczalnego,  $\beta$ -glukanów oraz składników mineralnych i lipidów (KAWKA i IN. 2008).

W projektowaniu nowych rodzajów pieczywa specjalnego powinny być stosowane naturalne surowce, w tym otręby owsiane, wartościowe z punktu widzenia żywieniowego, a także kultury starterowe.

## Wnioski

1. Otręby owsiane stosowane jako zamiennik mąki pszennej w ilości do 50% jej masy, fermentowane z użyciem starterów LV1 lub LV2, wpływają na zwiększenie wydajności ciasta pszenno-owsianego, jego kwasowości oraz na skrócenie czasu jego końcowej fermentacji.

2. Przy zwiększeniu udziału zakwasu owsianego w pieczywie obserwuje się zmniejszenie jego objętości i pogorszenie jakości sensorycznej.

3. Zauważono, że 10-12-procentowy dodatek glutenu witalnego wyraźnie wpływa na poprawę jakości ciasta pszenno-owsianego i cech jakościowych pieczywa, takich jak: objętość, wilgotność, elastyczność i ściśliwość mięksiszu.

4. W przechowywanym pieczywie pszenno-owsianym z dodatkiem glutenu witalnego występują mniejsze zmiany ściśliwości mięksiszu niż w pieczywie bez tego dodatku.

5. Uzyskanie dobrej jakości pieczywa z 50-procentowym udziałem zakwasu owsianego fermentowanego z LV1 lub LV2, wartościowego z punktu żywieniowego, wymaga zastosowania 12-procentowego dodatku glutenu witalnego.

## Literatura

- ARENDE E.K., RYAN L.A.M., DAL BELLO F., 2007. Impact of sourdough on the texture of bread. *Food Microbiol.* 24: 165-174.
- ASP N.G., JOHANSSON C.G., HALLMER H., SILJESTROM M., 1983. Rapid enzymatic assay of insoluble and soluble dietary fiber. *J. Agric. Chem.* 31: 476-482.
- DIOWKSZ A., 2005. Wyzwania przyszłości dla produktów zbożowych. *Przegl. Piekar. Cukiern.* 53: 2-6.
- DOEHLERT C.D., MOORE R.W., 1997. Composition of oat bran and flour prepared by three different mechanism of dry milling. *Cereal Chem.* 74: 403-406.
- ICC – Standards Methods. 1998. ICC-Methods, Vienna.
- JAKUBCZYK T., HABER T., 1981. Analiza zbóż i przetworów zbożowych. Wyd. SGGW-AR, Warszawa.
- KAWKA A., 1995. Wykorzystanie produktów owsianych do produkcji pieczywa, W: *Owies. Chemia i technologia*. Red. H. Gąsiorowski. PWRiL, Poznań: 269-174.
- KAWKA A., 2004. Jęczmień i produkty jęczmienne. Charakterystyka, otrzymywanie i wykorzystanie w żywieniu człowieka. *Rocz. AR Pozn. Rozpr. Nauk.* 342.
- KAWKA A., GÓRECKA D., 2009. Porównanie składu chemicznego pieczywa pszenno-jęczmiennego i pszenno-owsianego otrzymanego na kwasach fermentowanych kulturą starterową LV1. *Bromatol. Chem. Toksykol.* 42: 288-293.
- KAWKA A., GÓRECKA D., BUDNA A., DUDA P., 2008. Jakość pieczywa pszenno-owsianego otrzymanego na zakwasach owsianych fermentowanych kulturami starterowymi. *Bromatol. Chem. Toksykol.* 41: 604-609.
- KAWKA A., GÓRECKA D., GĄSIOROWSKI H., 1999. The effects of commercial barley flakes on dough characteristic and bread composition. *Electr. J. Pol. Agric. Univ. Food Sci. Technol.* 2, #01.
- KAWKA A., KROLL T., 2006. Wpływ otrąb owsianych na jakość ciasta i pieczywa. *Biul. Inst. Hod. Aklim. Rośl.* 239: 237-245.
- KAWKA A., RAUSCH P., ŚWIERCZYŃSKI J., 2007. Możliwości zastosowania kultur starterowych do produkcji pieczywa pszenno-jęczmiennego. *Żywn. Nauka Technol. Jakość* 14, 6: 219-233.

- KRISHNAN P.G., CHANG K.C., BROWN G., 1987. Effect of commercial oat bran on the characteristics and composition of bread. *Cereal Chem.* 64: 55-58.
- MORANDINI W., EGGLE H., WASSERMANN L., 1972. Messung der Krumenfestigkeit von Sandkuchen und Hefefeingebäck. *Getreide Mehl Brot* 26: 68-75.
- OOMAH B.D., 1983. Baking and related properties of wheat-oat composite flours. *Cereal Chem.* 60: 220-225.
- OWIES. *Chemia i technologia*. 1995. Red. H. Gąsiorowski. PWRiL, Poznań.
- PIESIEWICZ H., 2005. Wzrost znaczenia kultur starterowych. *Przegl. Piekar. Cukiern.* 53: 14-17, 24.
- PN-A-74041:1977 Ziarno zbóż i przetwory zbożowe. Oznaczanie ilości i jakości glutenu. PKN, Warszawa.
- PN-A-74100:1992 Półprodukty piekarskie. Metody badań. PKN, Warszawa.
- PN-ISO 3093/Az1:2000 Zboża. Oznaczanie liczby opadania. PKN, Warszawa.
- SALOVAARA H., VALJAKKA T., 1987. The effect of fermentation, temperature, flour type and starter on the properties of sour wheat dough. *Int. J. Food Sci. Technol.* 22: 591-597.
- SPICHER G., STEPHAN H., 1993. *Handbuch Sauerteig; Biologie, Biochemie, Technologie*. Berhr's Verlag, Hamburg.
- STANDARD-METHODEN für Getreide Mehl und Brot. 1971. Schäfer, Detmold.
- STASZEWSKA E., AMBROZIAK Z., JANIK M., 1995. Kultury starterowe – ich funkcje i zastosowanie w produkcji chleba. *Przegl. Piekar. Cukiern.* 43: 4-6.
- WEBSTER F.H., 1986. *Oats: chemistry and technology*. AACC, St. Paul, MN.
- WEHRLE K., CROWE N., VAN BOEIJEN I., ARENDT E.K., 1999. Screening methods for the proteolytic breakdown of gluten by lactic acid bacteria and enzyme preparations. *Eur. Food Res. Technol.* 209: 428-433.
- WŁODARCZYK-KIERCZYŃSKA M., 2005. Prozdrowotne walory pieczywa produkowanego z naturalnie fermentowanych zakwasów. *Przegl. Piekar. Cukiern.* 53: 2-6.

## STARTERS IN PRODUCTION OF WHEAT-OAT BREAD

**Summary.** The results of the quality evaluation of the wheat-oat dough and bread – with and without vital gluten (VG) – prepared with oat sour doughs fermented by starters were shown. Dough containing 30, 40 and 50% oat sour dough fermented by LV1 and LV2 starters and 10 or 12% addition of VG, respectively, were produced. The sensory evaluation and determinations of volume bread, moisture, acidity, porosity, as well as crumb compressibility of storage breads during 24, 48, 72 h were carried out. The oat sour doughs fermented by LV1 had higher acidity than oat sour doughs with LV2. Similar trends were observed in the wheat-oat doughs. The increased of sour dough improved yield and acidity of dough and reduced the fermentation time. Bread containing 30-50% oat sour dough were characterised by differences in volume, structure and acidity of crumb, and sensory quality. The addition of 10-12% of VG to the dough improved the quality of bread. The lower changes of crumb compressibility in storage bread with addition VG were observed. Applying fermentation starters and addition 12% GV into the wheat-oat dough, it is possible to get good quality of bread with 50% oat bran.

**Key words:** oat bran, starters, vital gluten, quality of wheat-oat bread

*Adres do korespondencji – Corresponding address:*

*Alicja Kawka, Instytut Technologii Żywności Pochodzenia Roślinnego, Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu, ul. Wojska Polskiego 31/33, 60-624 Poznań, Poland, e-mail: alikaw@up.poznan.pl*

*Zaakceptowano do druku – Accepted for print:*

*9.02.2010*

*Do cytowania – For citation:*

*Kawka A., Rausch P., Budna A., 2010. Startery fermentacji w produkcji pieczywa pszenno-owsianego. *Nauka Przyr. Technol.* 4, 2, #22.*