

ALICJA KAWKA, PAULINA RAUSCH, JAROSŁAW ŚWIERCZYŃSKI

## MOŻLIWOŚCI STOSOWANIA KULTUR STARTEROWYCH DO PRODUKCJI PIECZYWA PSZENNO-JĘCZMIENNEGO

### Streszczenie

Celem pracy była ocena jakości ciasta i pieczywa pszenno-jęczmiennego, bez dodatku i z dodatkiem glutenu witalnego, otrzymanego na zakwasach jęczmiennych fermentowanych z zastosowaniem kultur starterowych. W serii wypieków laboratoryjnych produkowano ciasta z: 30, 40, 50% udziałem mąki jęczmiennej i odpowiednio z 5 lub 10% dodatkiem glutenu witalnego, na zakwasach jęczmiennych fermentowanych przy użyciu liofilizowanych kultur starterowych LV1 i LV2.

Stwierdzono, że dodatek całościarnowej mąki jęczmiennej wprowadzonej do ciasta w postaci ukwaszonej przy użyciu kultur starterowych LV1 lub LV2 wpływał na zwiększenie wydajności ciasta, kwasowości faz oraz skrócenie czasu fermentacji kęsów ciasta pszenno-jęczmiennego. Procentowy udział ukwaszonej, przy użyciu kultur starterowych, całościarnowej mąki jęczmiennej w masie ciasta oraz rodzaj starterów powodowały zróżnicowanie cech jakościowych pieczywa. Pieczywo z 30-50% udziałem całościarnowej mąki jęczmiennej, otrzymane na zakwasach fermentowanych przy użyciu kultury starterowej LV2, cechowało się większą objętością, dobrą elastycznością miękiszu, mniejszą kwasowością oraz wyższą jakością sensoryczną niż pieczywo uzyskane na zakwasach z kulturą starterową LV1.

Dodatek 5 i 10% glutenu witalnego do ciasta pszenno-jęczmiennego, uzyskanego na zakwasach jęczmiennych z kulturami starterowymi LV1 i LV2, przyczynił się do poprawy jakości ciasta i pieczywa. Wzrost poziomu dodatku glutenu w masie ciasta powodował zwiększenie wydajności ciasta, zmniejszenie jego kwasowości oraz zwiększenie objętości i poprawę cech sensorycznych pieczywa, w porównaniu z próbkami bez dodatku tego składnika.

Wykazano, że kultury LV2 można zastosować jako starter fermentacji do produkcji wartościowego pod względem żywieniowym pieczywa pszenno-jęczmiennego, przy czym uzyskanie dobrej jakości pieczywa z 50% udziałem całościarnowej mąki jęczmiennej wymaga zastosowania 10% dodatku glutenu witalnego.

**Słowa kluczowe:** całościarnowa mąka jęczmienna, kultury starterowe, gluten witalny, jakość pieczywa pszenno-jęczmiennego

## Wprowadzenie

Współcześnie jęczmień, podobnie jak owies, uznany za roślinę zbożową XXI w., stanowi wartościowy produkt żywnościowy, a jego udział w codziennej diecie może być ważnym czynnikiem stanu zdrowia. Zboże to, w porównaniu z pszenicą lub żytem, różni się istotnie składem chemicznym i wartością fizjologiczno-żywnościową.

Jęczmień i jego produkty są bogatym źródłem błonnika pokarmowego, nieskrobiowych polisacharydów, w szczególności  $\beta$ -glukanów i pentozanów, tokoferoli, tokotrienoli, witamin grupy B, składników mineralnych [4, 17]. Wykazano, że substancje rozpuszczalne błonnika pokarmowego występujące w ziarnie jęczmienia korzystnie oddziałują na układ pokarmowy, wskaźnik glikemiczny i gospodarkę lipidową w organizmie człowieka. Wysoką reaktywność frakcji rozpuszczalnej błonnika pokarmowego w regulacji zaburzeń gospodarki lipidowej przypisuje się działaniu  $\beta$ -glukanów, a także pentozanom [4, 8, 17, 20, 22]. Przypuszczalnie inne składniki chemiczne, takie jak: białka, polifenole oraz związki rozpuszczalne w tłuszczach mogą mieć także działanie hipocholesterolemiczne [22].

Produkty przetwarzania tego zboża, bogate w białko, lipidy, błonnik pokarmowy i jego składniki, sole mineralne i witaminy, stanowią wartościowy surowiec do produkcji żywności, w tym nowych rodzajów pieczywa, które można zaliczyć do grupy pieczywa profilaktycznego [4, 8, 9, 11, 15, 16, 23].

Zastosowanie produktów jęczmiennych jako surowca do produkcji pieczywa wymaga zmodyfikowania tradycyjnych receptur, pod względem rodzaju i ilości poszczególnych składników oraz samego procesu technologicznego. Rodzaj produktu jęczmiennego, sposób wprowadzania go do ciasta i jego procentowy udział w masie, a także metoda prowadzenia ciasta wpływają na zróżnicowanie wskaźników jakościowych ciasta i pieczywa pszenno-jęczmiennego. Obserwowano zmiany wydajności i kwasowości ciasta, objętości takiego pieczywa, jego kwasowości i wilgotności, struktury miękiszu, jego smaku i zapachu [8, 10, 12, 16, 18, 23].

W piekarstwie, do wytwarzania zakwasów chlebowych używanych w produkcji pieczywa żytniego, mieszanego i pszennego stosuje się m.in. różne piekarskie środki biotechnologiczne np. startery fermentacji, suche zakwasy itp. [1, 26, 29, 30]. Na uwagę zasługują kultury starterowe, zawierające odpowiednio skojarzone żywe szczepy bakterii kwasu mlekowego i drożdży. Stosowanie ich do produkcji piekarskiej zapewnia uzyskanie pieczywa o gwarantowanej jakości, pozwala zwiększyć asortyment pieczywa specjalnego, stwarza też ważne, z punktu widzenia konsumenta, korzyści zdrowotne [3, 26, 32].

Celem niniejszej pracy była ocena jakości ciasta i pieczywa pszenno-jęczmiennego otrzymanego na zakwasach jęczmiennych, fermentowanych z zastosowaniem kultur starterowych. Oceniono też wpływ dodatku glutenu witalnego na cechy jakościowe pieczywa uzyskanego powyższą metodą.

### Material i metody badań

Materiał doświadczalny stanowiły: handlowa mąka pszenna typu 500, laboratoryjna całościarna mąka jęczmienna, gluten witalny oraz kultury starterowe LV1 i LV2.

Handlową mąkę pszenną typu 500 i obłuszczone ziarno jęczmienia, jako surowiec do uzyskania całościarnej mąki jęczmiennej, otrzymano z Zakładów Zbożowo-Młynarskich w Kruszwicy. Kultury starterowe LV1 i LV2 otrzymano z przedsiębiorstwa Lesaffre Bio-Corporation S.A. w Łodzi. Gluten witalny, o nazwie handlowej Vitalor, zakupiono w firmie Hortimex Sp. z o.o. Zakład Pracy Chronionej w Koninie.

Całościarną mąkę jęczmienną otrzymano w wyniku wielokrotnego rozdrabniania obłuszczonego ziarna jęczmienia w laboratoryjnym młynie tarczowo-młotkowym Rekord i przesiewania mlewa przez sita o średnicy oczek 1,0 mm.

Charakterystykę technologiczną i chemiczną surowców stosowanych w doświadczeniach (tab. 1) wykonano uwzględniając oznaczenia: wilgotności, zawartości składników mineralnych, białka ogółem, przy użyciu aparatu Kjeltex,  $\beta$ -glukanów ogółem (metodą enzymatyczną) [6], lipidów [31], błonnika pokarmowego według metody Asp i wsp. [2], przy użyciu aparatu Fibertec System E, ilości i jakości glutenu [28], liczby opadania [27], kwasowości [7] oraz przeprowadzono próbny wypiek laboratoryjny z mąki pszennej [7].

W serii wypieków laboratoryjnych sporządzano ciasta pszenno-jęczmienne, w których zmniejszano udział mąki pszennej wprowadzając ukwaszoną całościarną mąkę jęczmienną w ilości 30, 40 i 50% ogólnej masy mąki. Zastosowano też 5 i 10% dodatek glutenu witalnego przy wytwarzaniu powyższych ciast. Ciasta pszenno-jęczmienne, bez dodatku i z dodatkiem glutenu witalnego, przygotowywano na zakwasach jęczmiennych fermentowanych z zastosowaniem kultur starterowych LV1 i LV2. W obu przypadkach były to liofilizowane kultury mieszane, zawierające bakterie kwasu mlekowego i drożdże, przy czym kultury LV1 zawierały więcej drożdży, a w kulturach LV2 przeważały bakterie kwasu mlekowego [informacje z firmy Lesaffre Bio-Corporation S.A. w Łodzi].

W celu ustalenia optymalnych warunków prowadzenia zakwasów jęczmiennych z zastosowaniem kultur starterowych LV1 i LV2, wykonano wstępnie doświadczenia, w których różnicowano ich wydajność (180, 200 i 220%) i czas fermentacji (16, 20 i 24 godz.). We wszystkich próbkach dokonywano oznaczeń kwasowości [24]. Uwzględniając wyniki wstępnych doświadczeń, w dalszych badaniach zakwasy jęczmienne przygotowywano przy użyciu:

- kultury starterowej LV1 o wydajności 220% i czasie fermentacji 16 godz.,
- kultury starterowej LV2 o wydajności 190% i czasie fermentacji 20 godz.

Przy sporządzaniu zakwasów jęczmiennych stosowano kultury starterowe w ilości 0,5% w stosunku do masy całościarnej mąki jęczmiennej (30, 40, 50%), sól,

w postaci roztworu i wodę w ilości niezbędnej do uzyskania wydajności zakwasu 220 lub 190% odpowiednio z zastosowaniem kultur starterowych LV1 lub LV2. Po przeprowadzeniu dokładnego mieszenia, zakwasy jęczmienne poddawano fermentacji w cieplarni ( $t = 30^{\circ}\text{C}$ ) w ciągu 16 (z LV1) lub 20 godz. (z LV2).

Ciasta pszenno-jęczmienne bez dodatku lub z 5 i 10% dodatkiem glutenu witalnego sporządzano z mąki pszennej typu 500, całościarnowej mąki jęczmiennej wprowadzanej w postaci zakwasu jęczmiennego, drożdży, soli i wody, w miazarce szybkoobrotowej Stephan UMTA 10, stosując czas mieszenia 60 s. Masę ciasta, po wstępnej fermentacji w komorze fermentacyjnej ( $t = 35^{\circ}\text{C}$ , wilgotność względna 75%, czas fermentacji 30 min), dzielono i formowano. Następnie uformowane kęsy ciasta umieszczano w foremkach i poddawano końcowej fermentacji, w warunkach jak podano wyżej. Kęsy ciasta, po uzyskaniu pełnej dojrzałości biologicznej, wypiekano w piecu laboratoryjnym w temp.  $200^{\circ}\text{C}$ . Wypiek laboratoryjny próbek prowadzono przy 7% ubytku wypiekowym.

We wszystkich próbkach ciasta, po wstępnej fermentacji, oznaczano kwasowość zgodnie z PN-A-74100:1992 [24].

Charakterystykę jakościową pieczywa wykonano po 24 godz. od wypieku, uwzględniając oznaczenia: objętości pieczywa, wilgotności, kwasowości jego miększu według PN-A-74108:1996 [24] oraz przeprowadzono ocenę sensoryczną według skali punktowej 1-10 [11], porowatości miększu według tablic Dallmanna [7].

Powyższe analizy wykonano w trzech równoległych powtórzeniach, a wyniki badań przedstawione w tabelach i na wykresach stanowią ich wartości średnie.

## Wyniki i dyskusja

W badaniach użyto handlowej mąki pszennej typu 500 o średniej wartości wypiekowej oraz całościarnowej mąki jęczmiennej zawierającej więcej składników mineralnych, lipidów, błonnika pokarmowego i jego składników niż mąka pszenna (tab. 1).

Różnice w składzie chemicznym obu rodzajów mąk są spowodowane rodzajem surowca użytego do przemiału, jak i warunkami procesu przemiału.

W tab. 2. przedstawiono charakterystykę parametrów technologicznych prowadzenia ciasta pszenno-jęczmiennego bez dodatku i z dodatkiem glutenu witalnego, przygotowanego na zakwasach jęczmiennych z zastosowaniem kultur starterowych LV1 i LV2.

Wydajność ciasta z 30–50% udziałem ukwaszonej całościarnowej mąki jęczmiennej, wahała się w granicach 159,1–167,4%, przy czym wyższe jej wartości wystąpiły w próbkach z większym udziałem ukwaszonej mąki jęczmiennej w masie ciasta (tab. 2). Wartości kwasowości zakwasów jęczmiennych mieściły się w granicach 7,0–7,5° kw. i były większe w odniesieniu do zakwasów fermentowanych przy użyciu kultury starterowej LV1. Podobna tendencja wystąpiła w przypadku kwasowości ciasta pszen-

no-jęczmiennego. Przepuszczalnie, zróżnicowanie wartości kwasowości faz, przy stosowaniu tych samych kultur starterowych, może być związane z zawartością składników mineralnych, białka, nieskrobiowych polisacharydów w całościarnowej mące jęczmiennej oraz jej ilością w fazie, a w niewielkim stopniu z rodzajem stosowanych kultur starterowych.

Tabela 1

Charakterystyka technologiczna i chemiczna mąki pszennej (MP), całościarnowej mąki jęczmiennej (CMJ) i glutenu witalnego (GW).

Technological and chemical profiles of wheat flour (WF), whole barley flour (WBF) and vital gluten (VG)

Wskaźniki Indices	MP typu 500 WF type 500	CMJ WBF	GW VG
Wilgotność [%] Moisture [%]	13,5	12,3	6,3
Zawartość popiołu [% s.m.] Ash content [% d.m.]	0,49	1,49	-
Zawartość białka [% s.m.] Protein content [% d.m.]	12,7*	12,5**	85,0*
Zawartość lipidów [% s.m.] Lipids content [% d.m.]	1,42	2,66	1,42
Zawartość błonnika pokarmowego [% s.m.] Dietary fibre content [% d.m.]			
• nierozpuszczalnego / insoluble dietary fibre	2,0	12,0	-
• rozpuszczalnego / soluble dietary fibre	1,9	5,1	
• ogółem / total dietary fibre	3,9	17,1	
Zawartość β-glukanów [% s.m.] β-glucans content [% d.m.]	0,2	4,7	-
Gluten / Gluten			
• wydajność glutenu mokrego / wet gluten yield [%]	28	-	-
• rozptywalność glutenu / gluten spreadability [mm]	6	-	
• liczba glutenowa / gluten number	45	-	
Liczba opadania [s] Falling Number [s]	339	445	-
Kwasowość [stopnie] Acidity [degree]	2,2	4,4	-
Objętość pieczywa [cm <sup>3</sup> /100 g mąki] Bread volume [cm <sup>3</sup> /100 g of flour]	450	-	-
Współczynnik porowatości [punkty] Porosity index [score]	90	-	-
Liczba wartości pieczywa [punkty] Bread value number [score]	128	-	-

\*MP, GW: N x 5,7. \*\*CMJ: N x 6,25. \*WF, VG: N x 5,7. \*\* WBF: N x 6,25

Tabela 2

Parametry technologiczne prowadzenia ciasta pszenno-jęczmiennego na zakwasach jęczmiennych fermentowanych z zastosowaniem kultur starterowych.

Technological parameters of wheat-barley dough prepared with barley sour doughs fermented by starter cultures.

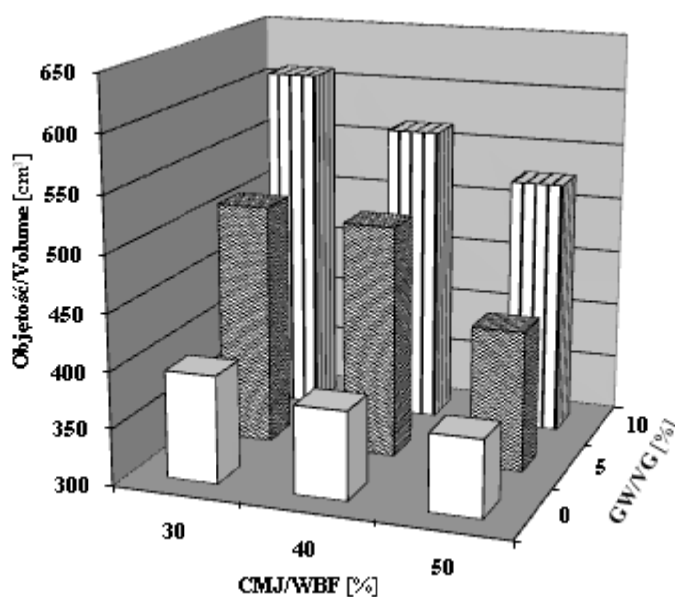
Ciasto pszenno-jęczmienne Wheat-barley dough	Dodatek glutenu witalnego Vital gluten addition [%]	Wydajność ciasta Dough yield [%]	Kwasowość faz [stopnie] Acidity of stages [degree]		Czas fermentacji Fermentation time [min]	
			Zakwas Sour dough	Ciasto Dough	Ciasto Dough	Kęsy ciasta Dough pieces
Zakwasy jęczmienne fermentowane kulturą starterową LV1 / Barley sour doughs fermented by LV1 starter culture						
30% CMJ*	0	159,1	7,0	3,2	30	49
	5	166,2	7,2	3,2	30	61
	10	174,0	7,1	3,0	30	60
40% CMJ*	0	166,7	7,3	4,1	30	49
	5	171,2	7,2	3,5	30	58
	10	176,4	7,2	3,6	30	60
50% CMJ*	0	167,4	7,5	5,2	30	44
	5	173,1	7,5	5,0	30	61
	10	181,4	7,5	4,3	30	60
Zakwasy jęczmienne fermentowane kulturą starterową LV2 / Barley sour doughs fermented by LV2 starter culture						
30% CMJ*	0	159,1	7,0	3,0	30	50
	5	166,2	7,0	2,9	30	56
	10	174,0	7,0	3,0	30	56
40% CMJ*	0	166,7	7,1	3,6	30	52
	5	171,2	7,0	3,4	30	56
	10	176,4	7,0	3,2	30	60
50% CMJ*	0	167,4	7,2	4,7	30	48
	5	173,1	7,2	4,4	30	59
	10	181,4	7,0	4,0	30	60

\*Procent całościarnowej mąki jęczmiennej w zakwasie i cieście / Percent of the whole barley flour in sour dough and dough.

Marklinder i wsp. [19] podają, że zawartość składników mineralnych i białka w mące jęczmiennej z różnych odmian jęczmienia ma istotny wpływ na kwasowość ciasta jęczmiennego. Fakt ten pozostaje w zgodności z wynikami badań Salovaary i Valjakka [29] dotyczącymi pieczywa uzyskanego na zakwasach pszennych.

W badaniach własnych wykazano, że dodatek glutenu witalnego do ciasta pszenno-jęczmiennego wytwarzanego na zakwasach jęczmiennych fermentowanych z zastosowaniem kultur starterowych LV1 i LV2 wpływał na zmianę wydajności ciasta, jego kwasowość oraz czas końcowej fermentacji kęsów ciasta (tab. 2). Dodatek glutenu witalnego w ilości 5 i 10%, w stosunku do masy mieszanki mąki, wpływał na zwiększenie wydajności ciasta z 30, 40 oraz 50% udziałem całościarnowej mąki jęcz-

mniejszej odpowiednio o: 7,1 i 14,9%; 4,5 i 9,7% oraz 5,7 i 14%, w porównaniu z ciastem bez dodatku. Wartość kwasowości ciasta pszenno-jęczmiennego, zarówno bez dodatku, jak i z dodatkiem glutenu witalnego, otrzymanego na zakwasach jęczmiennych fermentowanych przy użyciu LV1 była większa niż próbek z LV2. Czas fermentacji kęsów ciasta pszenno-jęczmiennego z dodatkiem glutenu witalnego wyraźnie wydłużył się w porównaniu z próbkami bez dodatku. Uzyskane rezultaty potwierdzają sugestie innych autorów [12, 13, 14], że rodzaj produktu jęczmiennego, warunki przygotowania ciasta oraz poziom dodatku technologicznego wywierają wyraźny wpływ na jakość ciasta i chleba pszenno-jęczmiennego.



Rys. 1. Objętość pieczywa z 30-50% udziałem całościowej mąki Jęczmiennej (CMJ) i dodatkiem glutenu witalnego (GW) otrzymanego na zakwasach jęczmiennych z kulturą starterową LV1.

Fig. 1. Loaf volume of bread with 30-50% of the whole barley flour (WBF) and with the addition of vital gluten (VG) produced with barley sour doughs made with LV1 starter culture.

Charakterystykę jakościową pieczywa pszenno-jęczmiennego, bez dodatku i z dodatkiem glutenu witalnego, otrzymanego na zakwasach jęczmiennych fermentowanych przy użyciu kultur starterowych, przedstawiono w tab. 3., na rys. 1, 2 i fot. 1, 2. Objętość i wartość współczynnika objętości pieczywa z 30-50% udziałem całościowej mąki jęczmiennej uzyskanego na zakwasach jęczmiennych fermentowanych z zastosowaniem kultury starterowej LV1 były mniejsze niż próbek otrzymanych na zakwasach z kulturą starterową LV2 (tab. 3; rys. 1, 2). Wartości obu powyższych wskaźników zmniejszały się przy zwiększaniu udziału ukwaszonej mąki jęczmiennej

Tabela 3

Charakterystyka jakościowa pieczywa pszenno-jęczmiennego.  
Quality profile of wheat-barley breads.

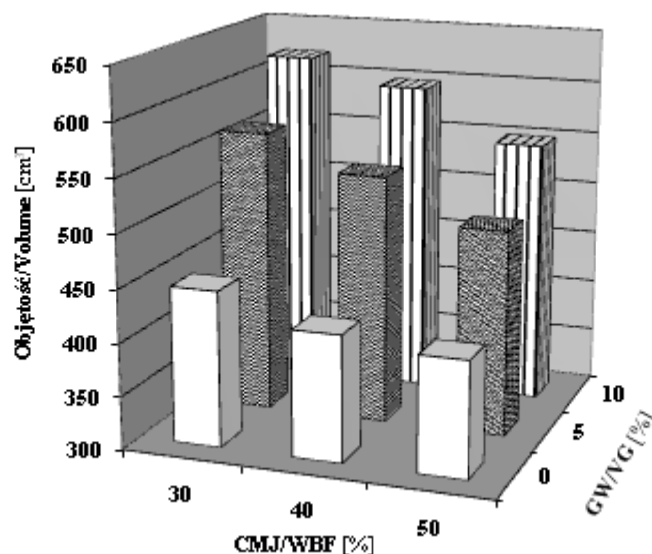
Ciasto pszenno-jęczmienne Wheat-barley dough	Dodatek glutenu witalnego Vital gluten addition [%]	Wydajność pieczywa Bread yield [%]	Współczynnik objętości [punkty] Volume index [score]	Współczynnik porowatości [punkty] Porosity index [score]	Wilgotność mączki Crumb moisture [%]	Kwasowość mączki Crumb acidity [°]	Ocena sensoryczna** [punkty] Sensory evaluations*** [score]
Zakwasy jęczmienne fermentowane kulturą starterową LV1 Barley sour doughs fermented by LV1 starter culture							
30% CMJ*	0	142	95	100	44,4 ± 0,06	2,8 ± 0,05	9,4
	5	147	156	100	45,5 ± 0,05	3,2 ± 0,03	9,6
	10	154	205	95	46,5 ± 0,08	2,9 ± 0,04	9,9
40% CMJ*	0	148	78	100	46,8 ± 0,08	3,8 ± 0,03	9,6
	5	152	152	95	47,0 ± 0,09	3,4 ± 0,03	9,6
	10	157	182	95	47,0 ± 0,11	3,4 ± 0,04	9,3
50% CMJ*	0	148	68	100	47,4 ± 0,08	4,5 ± 0,05	9,4
	5	154	112	95	47,3 ± 0,20	4,5 ± 0,05	9,4
	10	161	163	95	47,5 ± 0,16	4,4 ± 0,01	9,5
Zakwasy jęczmienne fermentowane kulturą starterową LV2 Barley sour doughs fermented by LV2 starter culture							
30% CMJ*	0	141	123	100	44,6 ± 0,15	2,5 ± 0,04	9,6
	5	146	183	95	45,4 ± 0,18	2,7 ± 0,01	9,6
	10	154	210	100	46,2 ± 0,30	2,4 ± 0,11	9,8
40% CMJ*	0	148	109	95	45,4 ± 0,06	2,9 ± 0,01	9,7
	5	152	167	95	47,4 ± 0,10	2,9 ± 0,04	9,6
	10	157	198	95	46,9 ± 0,16	2,8 ± 0,04	9,8
50% CMJ*	0	147	104	100	47,3 ± 0,06	3,9 ± 0,03	9,5
	5	154	147	95	47,1 ± 0,06	4,2 ± 0,02	9,7
	10	161	174	95	47,7 ± 0,14	3,8 ± 0,06	9,8

\*Procent całościowej mąki jęczmiennej w cieście / Percent content of whole barley flour in dough.

\*\*Według skali 1-10 punktów: wygląd zewnętrzny - 1 punkt; wygląd wewnętrzny - 9 punktów (barwa, porowatość - 5 punktów; smak i zapach - 4 punkty) / According to 1-10 points scale: external appearance - 1 point; internal appearance - 9 points (colour, grain of crumb - 5 points; flavour - 4 points).



w pieczywie. Wartości współczynnika porowatości miększu badanych próbek pieczywa utrzymywały się na poziomie 95-100 punktów. Zaobserwowano, że pieczywo pszenno-jęczmienne otrzymane na zakwasach jęczmiennych fermentowanych z LV2 cechowało się większą objętością, nieznacznie zwiększoną wilgotnością, ale mniejszą kwasowością w porównaniu z próbkami fermentowanymi z LV1 (tab. 3).



Rys. 2. Objętość pieczywa z 30-50% udziałem całościarnowej mąki jęczmiennej (CMJ) i dodatkiem glutenu witalnego (GW) otrzymanego na zakwasach jęczmiennych z kulturą starterową LV2.

Fig. 2. Loaf volume of bread with 30-50% of the whole barley flour (WBF) and with the addition of vital gluten (VG) produced with barley sour doughs made with LV2 starter culture.

W cieście pszenno-jęczmiennym zmiany zachodzące w układzie białkowym i sacharydowym oraz obecność w nim nieskrobiowych polisacharydów wywierają wpływ na zdolność do zatrzymywania i wytwarzania gazów oraz na jakość ciasta i pieczywa [25].

Całościarnowa mąka jęczmienna, podobnie jak inne produkty jęczmienne, w masie ciasta pszenno-jęczmiennego przyczynia się do osłabienia właściwości lepkosprężystych glutenu, a tym samym zmniejszenia zdolności do zatrzymywania gazów. Przypuszczalnie efekt ten jest związany ze wzrostem ilości białek rozpuszczalnych i frakcji azotu niebiałkowego, a zmniejszaniem się ilości frakcji prolamin lub interakcji niekorzystnie oddziałujących na zdolność zatrzymywania gazów [8, 12].

Przy 5 i 10% dodatku glutenu witalnego nastąpiło wyraźne zwiększenie objętości pieczywa pszenno-jęczmiennego, otrzymanego na zakwasach jęczmiennych z kulturami starterowymi LV1 i LV2 (tab. 3; rys. 1, 2). Większą jednak objętością cechowało

się pieczywo z dodatkiem glutenu witalnego uzyskane na zakwasach z LV2 niż z LV1. Podobne tendencje wystąpiły w odniesieniu do wartości współczynnika objętości. Natomiast wartości współczynnika porowatości miękiszu pieczywa pszenno-jęczmiennego były zbliżone do tego współczynnika w pieczywie bez dodatku. Wilgotność i kwasowość próbek z dodatkiem glutenu witalnego były nieznacznie zróżnicowane, w porównaniu z próbkami bez dodatku (tab. 3).

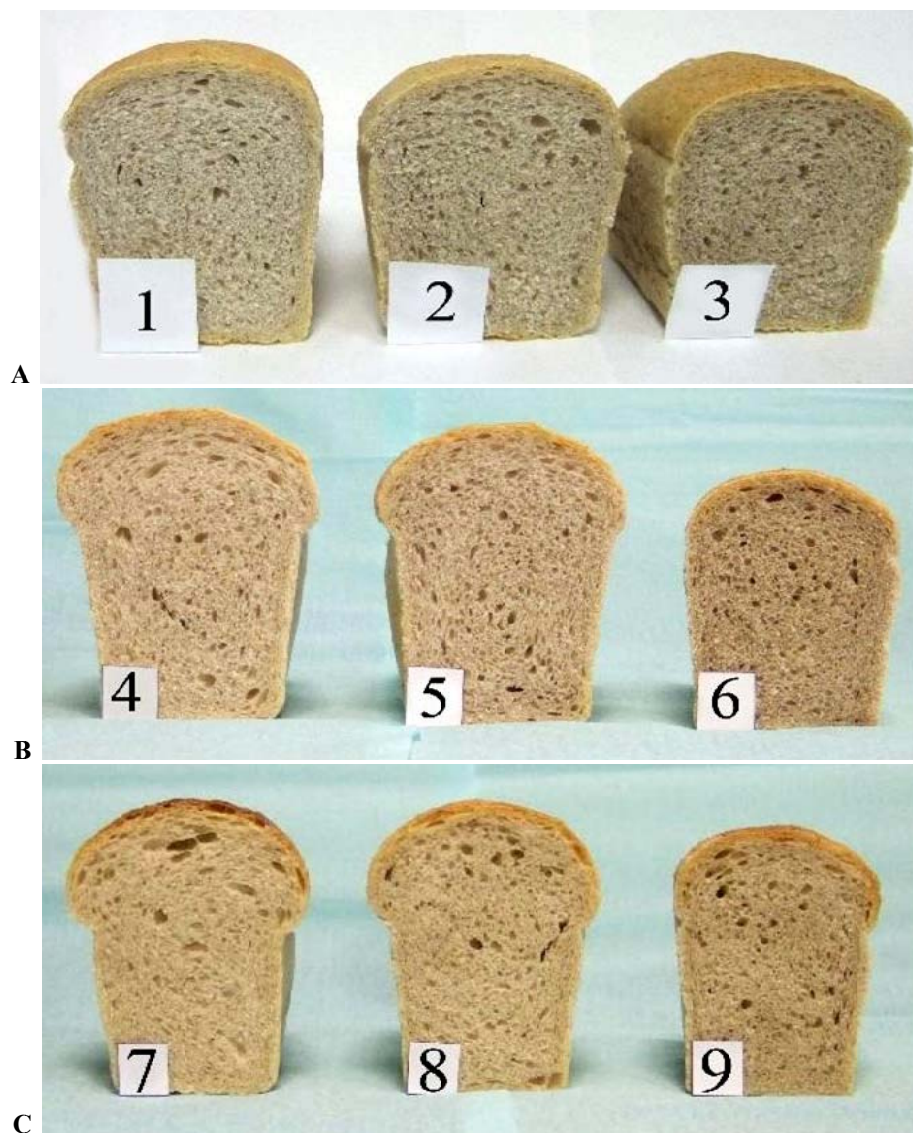
Ogólna ocena sensoryczna pieczywa pszenno-jęczmiennego bez dodatku i z dodatkiem glutenu witalnego, otrzymanego na zakwasach jęczmiennych z kulturami starterowymi LV1 lub LV2, była zróżnicowana (tab. 3; fot. 1, 2). Wyższe noty uzyskało pieczywo bez dodatku, otrzymane na zakwasach jęczmiennych fermentowanych z kulturą starterową LV2 niż z LV1. Miękiśz tego rodzaju pieczywa, o jasnoszarej barwie, cechował się dość równomierną porowatością, przyjemnym lekko kwaśnym zapachem i smakiem. Walory smakowo-zapachowe tego pieczywa były zbliżone do typowego pieczywa żytnio-pszennego (fot. 1, 2).

Dodatek glutenu witalnego do ciasta pszenno-jęczmiennego produkowanego na zakwasach jęczmiennych fermentowanych przy użyciu kultur starterowych LV1 lub LV2 przyczynił się do poprawy jakości sensorycznej pieczywa (tab. 3; fot. 1, 2). Przy 10% dodatku glutenu witalnego tylko pieczywo z 30% udziałem całościarnowej mąki jęczmiennej, otrzymane na kwasach jęczmiennych z LV1, uzyskało 9,9 pkt. Wszystkie natomiast próbki pieczywa pszenno-jęczmiennego z 10% dodatkiem glutenu, uzyskane na kwasach jęczmiennych z LV2, zostały ocenione na 9,8 pkt. Niższe noty punktowe w pozostałych próbkach pieczywa pszenno-jęczmiennego bez dodatku i z dodatkiem glutenu witalnego wynikały ze zmian we właściwościach miękiszu, takich jak: porowatość, elastyczność, a także smak i zapach.

Z przeprowadzonych badań wynika, że kulturę starterową LV2 można zastosować do produkcji pieczywa pszenno-jęczmiennego, wartościowego pod względem żywieniowym. Uzyskanie dobrej jakości pieczywa z 50% udziałem całościarnowej mąki jęczmiennej wymaga zastosowania 10% dodatku glutenu witalnego.

Z punktu widzenia potrzeb konsumentów, pieczywo o zwiększonej zawartości całościarnowej mąki jęczmiennej byłoby szczególnie pożądane w przypadku określonych wymagań żywieniowych uzasadnionych np. stanem zdrowia. Zwiększenie udziału produktów jęczmiennych w pieczywie istotnie zmienia jego skład chemiczny, a także wartość odżywczą i energetyczną [8, 10, 16].

Producenci pieczywa, mając na względzie dobro konsumentów, powinni stosować naturalne surowce o wysokiej wartości fizjologiczno-żywieniowej oraz kultury starterowe fermentacji do produkcji nowych rodzajów pieczywa specjalnego.

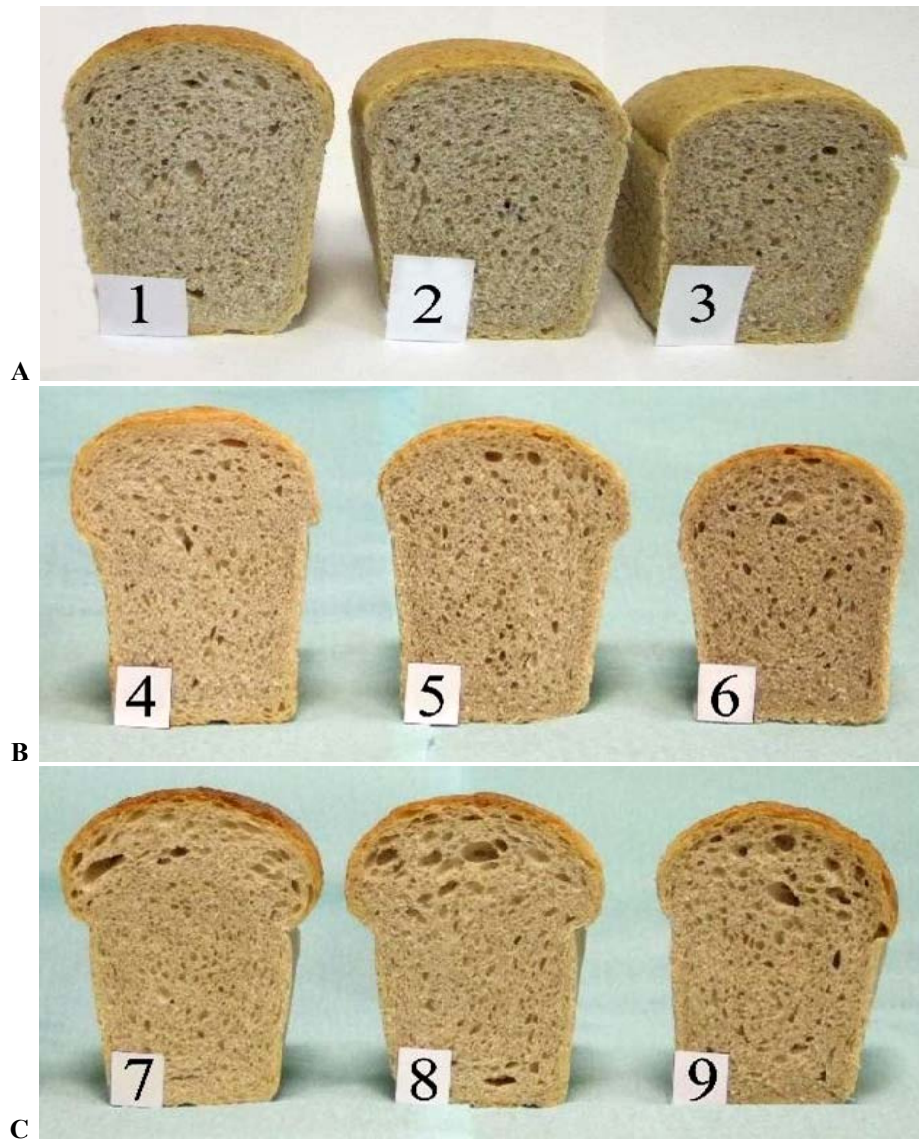


Fot. 1. Pieczywo pszenno-jęczmieniane otrzymane na zakwasach jęczmiennych fermentowanych z zastosowaniem kultury starterowej LV1.

1, 2, 3 – odpowiednio z 30, 40, 50% udziałem całościarnowej mąki jęczmiennej, 4, 5, 6 – odpowiednio z 30, 40, 50% udziałem całościarnowej mąki jęczmiennej i 5% dodatkiem glutenu witalnego, 7, 8, 9 – odpowiednio z 30, 40, 50% udziałem całościarnowej mąki jęczmiennej i 10% dodatkiem glutenu witalnego.

Phot. 1. Wheat-barley bread produced with barley sour doughs fermented by LV1 starter culture.

1, 2, 3 – with 30, 40 i 50% of the whole barley flour, respectively, 4, 5, 6 – with 30, 40 i 50% of the whole barley flour and 5% addition of vital gluten, respectively, 7, 8, 9 – with 30, 40 i 50% of the whole barley flour and 10% addition of vital gluten, respectively.



Fot. 2. Pieczywo pszenno-jęczmienne otrzymane na zakwasach jęczmiennych fermentowanych z zastosowaniem kultury starterowej LV2.

1, 2, 3 – odpowiednio z 30, 40 i 50% udziałem całościarnowej mąki jęczmiennej, 4, 5, 6 – odpowiednio z 30, 40 i 50% udziałem całościarnowej mąki jęczmiennej i 5% dodatkiem glutenu witalnego, 7, 8, 9 – odpowiednio z 30, 40 i 50% udziałem całościarnowej mąki jęczmiennej i 10% dodatkiem glutenu witalnego.

Phot. 2. Wheat-barley bread produced with barley sour doughs fermented by LV2 starter culture.

1, 2, 3 – with 30, 40 i 50% of the whole barley flour, respectively, 4, 5, 6 – with 30, 40 i 50% of the whole barley flour and 5% addition of vital gluten, respectively, 7, 8, 9 – with 30, 40 i 50% of the whole barley flour and 10% addition of vital gluten, respectively

## Wnioski

1. Udział ukwaszonej całościarnowej mąki jęczmiennej w masie ciasta, kultury starterowe stosowane do fermentacji zakwasów jęczmiennych oraz gluten witalny wpływają na zróżnicowanie cech ciasta i pieczywa.
2. Zwiększenie udziału całościarnowej mąki jęczmiennej, ukwaszonej przy użyciu kultur starterowych LV1 lub LV2, w masie ciasta przyczynia się do zwiększenia wydajności i kwasowości ciasta pszenno-jęczmiennego.
3. Kultura starterowa LV2 stosowana do produkcji pieczywa z 30-50% udziałem całościarnowej mąki jęczmiennej wpływa korzystniej na jego cechy jakościowe niż kultura starterowa LV1.
4. Dodatek glutenu witalnego w ilości 5 lub 10% polepsza jakość ciasta i pieczywa pszenno-jęczmiennego uzyskanego na zakwasach jęczmiennych, fermentowanych przy użyciu obu rodzajów kultur starterowych.
5. Kulturę starterową LV2 można zastosować do produkcji wartościowego, pod względem żywieniowym, pieczywa pszenno-jęczmiennego. Uzyskanie dobrej jakości pieczywa z 50% udziałem całościarnowej mąki jęczmiennej wymaga zastosowania 10% dodatku glutenu witalnego.

*Praca była prezentowana podczas VIII Konferencji Naukowej nt. „Żywność XXI wieku – Żywność a choroby cywilizacyjne”, Kraków, 21–22 czerwca 2007 r.*

## Literatura

- [1] Arendt E.K., Ryan L.A.M., Dal Bello F.: Impact of sourdough on the texture of bread. *Food Microbiol.*, 2007, **24**, 165-174.
- [2] Asp N.G., Johansson C.G., Hallmer H., Siljestrom M.: Rapid enzymatic assay of insoluble and soluble dietary fiber. *J. Agric. Chem.*, 1983, **31**, 476-482.
- [3] Diowksz A.: Wyzwania przyszłości dla produktów zbożowych. *Przegl. Piek. i Cukier.*, 2005, **53**, 2-6.
- [4] Gąsiorowski H. (red.): Jęczmień - chemia i technologia. PWRiL, Poznań 1997.
- [5] Hashimoto S., Shorgen M.D., Pomeranz Y.: Cereal pentosans: their estimation and significance. I. Pentosans in wheat and milled wheat products. *Cereal Chem.*, 1987, **64**, 30-34.
- [6] ICC - Standards Methods. ICC-Methods, Vienna 1998.
- [7] Jakubczyk T., Haber T. (red.): Analiza zbóż i przetworów zbożowych. Wyd. SGGW – AR, Warszawa 1981.
- [8] Kawka A.: Jęczmień i jego produkty. Charakterystyka, otrzymywanie i wykorzystanie w żywieniu człowieka. *Rocz. AR Poznań, Rozpr. Nauk.*, 2004, **342**, 1-78.
- [9] Kawka A.: Jęczmień jako surowiec w produkcji piekarskiej. *Przegl. Piek. i Cukier.*, 2005, **53**, 6-9.
- [10] Kawka A.: Jakość i skład chemiczny pieczywa z udziałem wysokobłonnikowego produktu jęczmiennego. *Bromat. Chemia Toksykol.*, 2005, **38**, 147-152.

- [11] Kawka A., Liczbańska A. Łapa J.: Wpływ całościarnowej mąki jęczmiennej i wybranych dodatków technologicznych na jakość pieczywa pszenno-jęczmiennego. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2005, **12**, (2), 33-46.
- [12] Kawka A., Górecka D., Gąsiorowski H.: The effects of commercial barley flakes on dough characteristic and bread composition. *Electr. J. Pol. Agric. Univ. Food Sci. Techn.*, 1999, **2**, 1-8.
- [13] Kawka A., Nyk Z.: Wpływ wybranych dodatków technologicznych na cechy ciasta i jakość chleba pszenno-jęczmiennego. *Przegl. Piek. i Cukier.*, 2001, **49**: 8-11.
- [14] Kawka A., Wład B.: Wpływ glutenu witalnego i stearylo-2- mleczanu sodu na cechy ciasta i jakość chleba pszenno- jęczmiennego. *Przegl. Piek. i Cukier.*, 1999, **47**, 6-7.
- [15] Klameczyński A.P., Czuchajowska Z.: Quality of flours from waxy and nonwaxy barley for production of baked products. *Cereal Chem.*, 1999, **76**, 530-535.
- [16] Knuckles B.E., Hudson C.A., Chiu M. M., Sayre R.N.: Effect of  $\beta$ -glucan barley fractions in high-fiber bread and pasta. *Cereal Foods World* 1997, **42**, 94-99.
- [17] MacGregor A.W., Bhatti R.S. (red.): *Barley: Chemistry and Technology*. AACC, St. Paul, MN, USA 1993.
- [18] Marklinder I., Johansson L.: Sour dough fermentation of barley flours with varied content of mixed linked (1 $\rightarrow$ 3), ((1 $\rightarrow$ 4)  $\beta$ -D-glucans. *Food Microbiol.*, 1995, **12**, 363-371.
- [19] Marklinder I., Johansson L., Haglund A., Nagel-Held B., Seibel W.: Effects of flours from different barley varieties on barley sour dough bread. *Food Quality and Preference* 1996, **7**, 275-284.
- [20] Mougiakos C., Dylewicz P., Kawka A., Gąsiorowski H., Jezierska M.: Wpływ wysokobłonnikowego produktu z jęczmienia na profil lipidowy u pacjentów z hypercholesterolemią po zawale serca. *Czynniki Ryzyka* 1999, **23**, 49-52.
- [21] Nagel-Held A.: Herstellung ernährungsphysiologisch wertvoller Fraktion aus Gerste und deren Verarbeitung in Backwaren. Technische Universität Berlin 1995.
- [22] Newman C.W., Newman R.K.: Nutritional aspects of barley as a food grain. *Book of ICC/SCF International Symposium, Uppsala, Sweden* 1992, s. 134-138.
- [23] Newman, R.K., Ore K.C., Abbot J., Newman W.: Fiber enrichment of baked products with barley milling fraction. *Cereal Foods World* 1998, **43**, 23-25.
- [24] Normy, receptury, porady piekarskie. Rolniczo-Handlowa Izba Gosp. „Samopomoc Chłopska”, Zakład Badawczy Przemysłu Piekarskiego (ZBPP), Warszawa 1993, 1997.
- [25] Oomah B. D.: Baking and related properties of wheat-oat composite flours. *Cereal Chem.*, 1983, **60**: 220-225.
- [26] Piesiewicz H.: Wzrost znaczenia kultur starterowych. *Przegl. Piek. i Cukier.*, 2005, **53**, 14-17, 24.
- [27] PN-ISO 3093/Az1:2000. Zboża. Oznaczanie liczby opadania.
- [28] PN-77/A-74041. Ziarno zbóż i przetwory zbożowe. Oznaczanie ilości i jakości glutenu.
- [29] Salovaara H., Valjakka T.: The effect of fermentation, temperature, flour type and starter on the properties of sour wheat dough. *Int. J. Food Sci. Technol.*, 1987, **22**, 591-597.
- [30] Spicher G., Stephan H. (red.): *Handbuch Sauerteig; Biologie, Biochemie, Technologie* Behr's Verlag GmbH & Co., Hamburg, Niemcy 1999.
- [31] *Standard-Methoden für Getreide Mehl und Brot*. Verlag Moritz Schäfer, Detmold, Niemcy, 1971.
- [32] Włodarczyk-Kierczyńska M.: Prozdrowotne walory pieczywa produkowanego z naturalnie fermentowanych zakwasów. *Przegl. Piek. i Cukier.*, 2005, **53**, 2-6.

**APPLICATION POSSIBILITIES OF STARTER CULTURES IN THE PRODUCTION OF WHEAT-BARLEY BREAD****S u m m a r y**

The objective of this research was to assess the quality of wheat-barley dough and bread with and without the vital gluten added, and made with barley sour doughs fermented by starter cultures. In a series of laboratory bakings, doughs containing 30, 40, and 50% of barley flour with, respectively, 5 or 10% of the vital gluten added, were manufactured with barley sour doughs fermented using freeze-dried LV1 and LV2 starter cultures.

It was found that the amount of whole barley flour introduced into the dough in a form leavened by LV1 or LV2 starters caused the dough yield and phase acidity to increase, and the fermentation time of wheat-barley dough pieces to decrease. The percent content of the whole barley flour leavened by starter cultures in the dough bulk and the type of starters caused the quality properties of the baked products to vary. Breads containing 30-50% of the whole barley flour and produced using barley sour doughs made with an LV2 starter culture were characterized by a greater volume, good crumb elasticity, lower acidity, and a higher sensory quality in comparison with the breads manufactured using sour doughs fermented by an LV1 starter.

The addition of 5-10% of vital gluten to the wheat-barley dough manufactured with sour doughs fermented by LV1 and LV2 starters improved the quality of both the dough and the breads. The increased levels of the gluten added to the dough bulk caused the dough yield to increase, the dough acidity to decrease, the bread volume to rise, and the sensory characteristics of breads to improve if compared with the samples without the addition of vital gluten.

It was found that the LV2 cultures could be utilized as fermentation starters to produce nutritionally valuable wheat-barley breads. However, in order to obtain good quality breads containing 50% of the whole barley flour, it is necessary to add 10% of the vital gluten.

**Key words:** whole barley flour, starter cultures, vital gluten, wheat-barley bread quality 