

MAREK GIBIŃSKI, HALINA GAMBUŚ, KAROL NOWAKOWSKI, BARBARA MICKOWSKA, DOROTA PASTUSZKA, GRAŻYNA AUGUSTYN, RENATA SABAT

WYKORZYSTANIE MĄKI OWSIANEJ - PRODUKTU UBOCZNEGO PRZY PRODUKCJI KONCENTRATU Z OWSA - W PIEKARSTWIE

Streszczenie

Wysoka wartość odżywcza mąki owsianej, stanowiącej produkt uboczny podczas uzyskiwania koncentratu β -D-glukanu BETAVEN, zasugerowała możliwość jej wykorzystania do wypieku pieczywa pszenneego i pszenno-żytniego.

Celem badań było opracowanie receptury chlebów pszennych i mieszanych, w których część mąki pszennej zastąpiono odpadową mąką owsianą w ilości 10, 20, 25 % masy mąki pszennej, a także określenie wpływu zastosowanej mąki owsianej na cechy sensoryczne i żywieniowe uzyskanych produktów. Przedstawione wyniki wskazują, że odpadowa mąka owsiana jest dobrym źródłem białka o korzystnym składzie aminokwasowym, włókna pokarmowego oraz tłuszczu surowego i nadaje się w ilości do 20 % masy mąki pszennej do suplementowania jasnego pieczywa pszenneego i pszenno-żytniego.

Słowa kluczowe: chleby z udziałem mąki owsianej, mąka owsiana odpadowa, wartość odżywcza

Wprowadzenie

Ziarno owsa charakteryzuje się szczególnie wartościowym składem chemicznym, a występująca w nim kombinacja składników odżywczych stanowi o jego dużej przydatności żywieniowej dla człowieka [5, 16, 26].

Pomimo popularyzowania w Polsce wiedzy o zaletach produktów owsianych i ich walorach zdrowotnych w żywieniu człowieka [4, 6, 7] nie obserwuje się większego zainteresowania produkcją tych przetworów. Przetwórstwo owsa wymaga bowiem wysoko wyspecjalizowanych linii technologicznych [3], zwiększających koszty produkcji i jednocześnie ryzyko całego przedsięwzięcia. Aktualnie na rynku krajowym

Dr M. Gibiński, prof. dr hab. H. Gambuś, mgr inż. D. Pastuszka, G. Augustyn, mgr inż. R. Sabat, Katedra Technologii Węglowodanów, dr B. Mickowska, Małopolskie Centrum Monitoringu i Atestacji Żywności, Wydz. Technologii Żywności, Uniwersytet Rolniczy w Krakowie, ul. Balicka 122, 30-149 Kraków, mgr inż. K. Nowakowski, Microstructure Sp. z o. o., ul. Cyrulików 37a, 04-402 Warszawa

dostępne są następujące produkty owsiane: płatki, pęczak, otręby, mąka i kasza, stanowiące zaledwie ok. 5 % całego zbioru owsa. Zainteresowanie tymi przetworami jest niewielkie, stąd też ze szczególną uwagą obserwuje się wszelkie nowości mające na celu spopularyzowanie owsa, poprzez wprowadzanie nowych jego przetworów. Jednym z nich może stać się Betaven, koncentrat β -D-glukanu, produkt firmy Microstructure sp. z o.o. Podczas jego produkcji, w wyniku przetwarzania ziarna owsa, jako produkt odpadowy powstaje mąka owsiana, pozbawiona dużej części rozpuszczalnej frakcji włókna pokarmowego, wydzielonej na drodze segregacji fizycznej. Mimo tego zawarte są w niej wszystkie cenne składniki odżywcze pochodzące z ziarna owsa, dlatego wydawało się celowym użycie tej mąki do wzbogacania pieczywa pszennego i pszenno-żytniego, wyprodukowanego z niskowyciągowych mąk: pszennej typu 650 i żytniej typu 720, ubogich w wartościowy błonnik, sole mineralne i witaminy [11, 12, 18].

Celem pracy było zatem:

- opracowanie receptury na chleby pszenne i mieszane, w których część mąki pszennej zastąpiono odpadową mąką owsianą,
- określenie wpływu zastosowanego udziału mąki owsianej na cechy sensoryczne i żywieniowe uzyskanych produktów.

Material i metody badań

Do wypieku użyto: mąki pszennej typu 650 pochodzącej z PZZ Kraków S.A., mąki żytniej typu 720 pochodzącej z PZZ Kraków S.A., mąki owsianej odpadowej pochodzącej z firmy Microstructure Sp. z o.o., drożdży piekarskich suszonych SAF-Instant firmy Lesaffre, suchego zakwasu Ibis firmy Lesaffre oraz soli spożywczej.

Opracowano recepturę na chleby pszenne, w której użyto: 1000 g mąki pszennej, 30 g drożdży, 15 g soli i 660 cm³ wody. W chlebach pszenno-owsianych mąkę pszenną zastępowano mąką owsianą w ilości 100, 200 i 250 g (tj. 10, 20 i 25 % w stosunku do mąki pszennej), zwiększając we wszystkich przypadkach udział wody do 670 cm³.

Opracowano recepturę na chleby mieszane w której użyto: 700 g mąki pszennej, 300 g mąki żytniej, 10 g suchego zakwasu Ibis, 30 g drożdży, 15 g soli i 670 cm³ wody. W chlebach mieszanych pszenno-żytnio-owsianych, mąkę pszenną zastępowano 70, 140 i 175 g mąki owsianej (tj. 10, 20 i 25 % w stosunku do mąki pszennej).

Chleby pszenne i mieszane wypiekano metodą jednofazową. Ciasto wyrabiano w miazarce spiralnej Diosna typ SP 12 przez 9 min (3 min przy wolnych obrotach i 6 min przy szybkich obrotach). Pierwszą fermentację prowadzono przez 15 min, następnie po uformowaniu kęsów o masie 250 g, przez 30 min prowadzono końcową fermentację w temp. ok. 40 °C i 85 % wilgotności względnej. Chleby wypiekano w temp. 230 °C w ciągu 30 min w piecu MIWE CONDO typ CO 2 P608.

Chleby przeznaczone do badań w stanie świeżym analizowano w dniu wypieku. Po 2-godzinym chłodzeniu oznaczano objętość chlebów i dokonywano oceny sensorycznej. Chleby przeznaczone do przechowywania pakowano w woreczki z folii polietylenowej HDPE i przechowywano w komorze w temp. 20 °C i wilgotności względnej 64 % przez trzy kolejne dni. Próbkę przeznaczoną do oznaczeń chemicznych wysuszone w temperaturze pokojowej, a następnie zmielono w młynku Zelmer typ 886.8.

Wykonywano następujące analizy:

- ocenę sensoryczną chlebów wg PN-A-74108:1996 [23];
- oznaczenie masy i objętości otrzymanych chlebów wg PN-A-74108:1996 [23];
- obliczenie wydajności pieczywa i straty wypiekowej [17];
- oznaczenie wilgotności chlebów podczas przechowywania wg metody AOAC 925.10.2006 [2];
- oznaczenie profilu tekstury miększu chlebów analizatorem tekstury typu TAXTPlus z oprogramowaniem TPA Exponent v. 4.0.13.0. (stable Micro Systems). Oznaczenia wykonywano stosując próbnik P-20, szybkość przesuwu 5 mm/s, mierząc odkształcenie w warstwie grubości 10 mm. Oznaczano następujące parametry miększu: twardość – jako siłę potrzebną do osiągnięcia określonej deformacji produktu; żujność – energię wymaganą podczas żucia do takiego rozdrobnienia produktów stałych, aby nadawały się do połknięcia; odbojność (sprężystość natychmiastowa) – zdolność do powrotu produktu do formy wyjściowej po pierwszym ściśnięciu [28];
- oznaczenie zawartości białka ogółem metodą Kjeldahla wg metody AOAC 950.36.2006;
- oznaczenie zawartości aminokwasów w analizatorze aminokwasów AAA 400, INGOS, Praga, Czechy, według metody Smitha [27]. Wskaźnik aminokwasu ograniczającego (CS) i zintegrowany wskaźnik aminokwasów egzogennych (EAAI) obliczono wg FAO/WHO 1991 [8];
- oznaczenie zawartości tłuszczu surowego wg PN-A-74108:1996 [23];
- oznaczenie zawartości popiołu wg metody AOAC 930.05.2006;
- oznaczenie zawartości składników mineralnych zmodyfikowaną metodą AOAC 985.01.2006;
- oznaczenie zawartości włókna pokarmowego wg metody AOAC 991.43.2006.

Wszystkie analizy wykonano co najmniej w dwóch powtórzeniach z każdej z dwóch serii wypiekowych. Analizę statystyczną wykonano używając programu komputerowego Statistica 8,0 PL. Istotność różnic między wartościami średnimi weryfikowano testem Duncana.

Wyniki i dyskusja

Przed wypiekami oznaczono skład chemiczny mąki: pszennej, żytniej i owsianej, użytych do wytworzenia ciasta.

Zawartość włókna pokarmowego w mąkach owsianej i żytniej (tab. 1) była zbliżona i dwukrotnie większa niż w mące pszennej. W mące owsianej oznaczono jednak większą zawartość włókna nierozpuszczalnego, w odniesieniu do mąki żytniej (tab. 1) bowiem frakcja włókna rozpuszczalnego została wydzielona jako składnik preparatu Betaven. Największą ilością rozpuszczalnej frakcji włókna cechowała się mąka żytnia. Mąka owsiana charakteryzowała się dwukrotnie większą zawartością popiołu niż mąka pszenna, a nawet żytnia, a w nim dwukrotnie większą zawartością magnezu, żelaza, cynku i manganu (tab. 1), co potwierdza wcześniejsze wyniki badań innych autorów [3, 4, 6, 15, 26], którzy podkreślali, że przetwory owsiane zawierają znacznie więcej składników mineralnych niż mąki pszenne i żytnie czy płatki jęczmienne. Zawartość metali ciężkich tj. niklu, chromu, ołowiu i kadmu nie przekraczała dopuszczalnych zawartości określonych dla tych pierwiastków w produktach zbożowych [24, 25]. W mące owsianej oznaczono trzykrotnie większą zawartość tłuszczu, w porównaniu z pozostałymi mąkami (tab. 1). Należy dodać, że jest to tłuszcz bogaty w wielonienasycone kwasy tłuszczowe i łatwiej strawny niż tłuszcz zawarty w innych zbożach [4, 6, 13]. Zawartość białka ogółem w mące owsianej była istotnie większa niż w mące pszennej, i dwukrotnie większa w porównaniu z mąką żytnią (tab. 1).

W tab. 2. przedstawiono zawartość aminokwasów w białku mąki pszennej, żytniej i owsianej.

Należy podkreślić, że w białku owsianym oznaczono dużą zawartość aminokwasów egzogennych, deficytowych w diecie człowieka (wskaźnik EAAI porównywalny z białkiem mąki żytniej) [6, 20]. W białku mąki owsianej oznaczono dwukrotnie większą zawartość lizyny, asparaginy i argininy oraz większą zawartość waliny, alaniny, glicyny i tyrozyny (tab. 2), w porównaniu z badanymi mąkami chlebowymi. Wskaźnik aminokwasu ograniczającego – CS - (lizyna) w mące żytniej i owsianej był porównywalny i około dwukrotnie większy w odniesieniu do mąki pszennej, co potwierdza wysoką wartość biologiczną białek owsianych [6, 14, 19].

Według Gąsiorowskiego [15] i Kawki [19], przy produkcji chleba wzbogacanego, udział dodatków technologicznych, np. produktów owsianych, powinien być możliwie duży, (minimum 10 %), celem uzyskania zwiększonej wartości odżywczej. Jednak dla konsumentów ważna jest nie tylko wartość odżywcza, ale także jakość pieczywa.

Tabela 1

Skład chemiczny mąk użytych do wypieku.
Chemical composition of flours used for baking.

Składniki chemiczne Chemical components		Rodzaj mąki Type of flour		
		pszenna typu 650 wheat type 650	żytnia typu 720 rye type 720	owsiana oat
Włókno pokarmowe Dietary fibre [% s.m. / % d.m.]	frakcja nierozpuszczalna insoluble fraction	1,9 a	4,3 b	5,1 c
	frakcja rozpuszczalna soluble fraction	1,7 a	3,7 c	2,9 b
	całkowita zawartość total content	3,5 a	7,9 b	8,0 b
Tłuszcz surowy Crude fat [% s.m. / % d.m.]		1,47 a	1,29 a	6,95 b
Popiół całkowity Total ash [% s.m. / % d.m.]		0,80 a	0,90 a	1,62 b
Białko ogółem [% s.m.] Total protein [% d.m.] Nx5,7 dla mąki pszennej i Nx6,25 dla mąki owsianej i żytniej Nx5,7 for wheat flour and Nx6,25 for rye and oat flour		11,8 b	7,1 a	13,5 c
Wybrane makro- i mikroelementy Selected macro- and microelements [mg/kg s.m. / d.m.]	K ⁺¹	1473 a	11812 c	2388 b
	Mg ⁺²	420 ab	371 a	893 b
	Ca ⁺²	250 a	200 a	397 b
	Mn ⁺²	10,8 a	16,1 b	37,1 c
	Fe ⁺³	19,2 a	19,5 a	37,1 b
	Zn ⁺²	17,2 a	16,8 a	36,6 b
	Na ⁺¹	16,2 a	16,1 a	22,2 b
	Cu ⁺²	2,04 b	2,15 b	0,99 a
	Ni ⁺²	0,17 a	0,17 a	0,99 b
	Pb ⁺²	0,066 a	0,065 a	0,146 b
	Cd ⁺²	0,066 c	0,007 a	0,027 b
	Cr ⁺³	0,133 b	0,086 a	0,083 a

Objaśnienia:/Explanatory notes:

a, b, c – wartości w rzędach oznaczone różnymi literami różnią się statystycznie istotnie przy poziomie istotności $\alpha = 0,05$ / values in the rows denoted by different letters are statistically significantly different at $\alpha = 0.05$.

Tabela 2

Zawartość białka i poszczególnych aminokwasów w mąkach użytych do wypieku.
Content of protein and individual amino-acids in flours used for baking purposes.

Wskaźniki wartości biologicznej białka Factors of biological value of protein	Rodzaj mąki Type of flour			
	pszenna typu 650 wheat type 650	żytnia typu 720 rye type 720	owsiana oat	
Białko ogółem [% s.m.] Total protein [% d.m.] Nx5,7 dla mąki pszennej i Nx6,25 dla mąki owsianej i żytniej Nx5,7 for wheat flour and Nx6,25 for rye and oat flour	11,8 b	7,1 a	13,5 c	
Skład aminokwasowy Profile of amino-acids [g/100 g s.s./ d.m.]	Asp	0,42	0,39	0,84
	Thr	0,28	0,18	0,34
	Ser	0,49	0,23	0,48
	Glu	3,53	1,22	1,98
	Pro	1,28	0,54	0,53
	Gly	0,37	0,22	0,50
	Ala	0,31	0,23	0,48
	Cys	0,35	0,20	0,46
	Val	0,43	0,27	0,54
	Met	0,22	0,13	0,24
	Ile	0,38	0,19	0,40
	Leu	0,73	0,35	0,76
	Tyr	0,34	0,17	0,40
	Phe	0,53	0,27	0,55
	His	0,24	0,13	0,25
Lys	0,22	0,22	0,42	
Arg	0,46	0,32	0,86	
Wskaźnik aminokwasu ograniczającego Chemical score CS (lys)	33,20 a	62,02 b	65,91 b	
Zintegrowany wskaźnik aminokwasów egzogennych Essential Amino Acids Index (EAAI)	83,85 a	92,89 b	94,39 b	

Objaśnienia jak pod tab. 1. / Explanatory notes as in Tab. 1.

Z badań wcześniejszych wiadomo, że wszelkie dodatki do chleba pogarszają z reguły jego objętość i teksturę [9, 10, 19], dlatego ocena korzyści płynących z częściowego zastąpienia mąki w chlebach mąką owsianą może znaleźć uzasadnienie tylko wówczas, jeśli taki chleb będzie smaczny i akceptowany przez konsumentów.

O jakości chlebów wypiekanych ze zróżnicowanym udziałem mąki owsianej świadczą wyniki zamieszczone w tab. 3. W chlebach pszenno-owsianych przy zwiększaniu udziału mąki owsianej od 10 do 25 % następowało wyraźne zmniejszenie objętości bochenków (fot. 1). Nie wywarło to jednak wpływu na ocenę sensoryczną chleba, bowiem wszystkie chleby zostały przez konsumentów zakwalifikowane do I klasy jakości pieczywa. Potwierdza to badania innych autorów [11, 12, 19, 21, 22], którzy wiążą zmniejszanie objętości chlebów pszenno-owsianych ze wzrostem ilości białek rozpuszczalnych i frakcji azotu niebiałkowego oraz zmniejszaniem ilości frakcji gliadyny i gluteniny, tworzących kompleks glutenowy.

Większe, czyli 20 i 25 % udziały mąki owsianej w chlebach pszenno-owsianych spowodowały zmniejszenie wydajności pieczywa, a także zwiększenie straty wypiekowej (tab. 3). Być może jest to związane z wodochłonnością mieszanki mąki pszennej i owsianej [11, 12]. Podczas badań wcześniejszych nie zaobserwowano bowiem większych zmian wodochłonności lub zanotowano jej zmniejszenie się, wraz ze wzrostem udziału mąki owsianej w mieszance, na co wpływ może wywierać szereg czynników, jak zmiana składu chemicznego surowca czy też stopnia granulacji [12, 13].

Wilgotność miękiszu chlebów pszenno-owsianych była zbliżona do wilgotności chleba standardowego (tab. 3). Znacznie mniejsze zmniejszenie objętości chlebów pszenno-żytnich niż pszennych wystąpiło w przypadku substytucji chlebów mieszanych pszenno-żytnich (70/30 %) mąką owsianą (fot. 2). I w tym przypadku wszystkie chleby zakwalifikowano do I klasy jakości pieczywa, choć chleb standardowy uzyskał największą liczbę punktów w ocenie sensorycznej (tab. 3). Na ten wynik wpłynęła głównie gorzej oceniana powierzchnia skórki (chropowatość) chlebów z mąką owsianą, w odniesieniu do chleba standardowego, mimo znacznie korzystniejszego smaku i aromatu tych chlebów. Wydajnością pieczywa wszystkie badane chleby nie różniły się istotnie, podobnie jak i wilgotnością miękiszu (tab. 3).

Tabela 3

Ocena jakości pieczywa pszennego i pszenno-owsianego oraz mieszanego pszenno-żytniego i pszenno-żytnio-owsianego.
Quality evaluation of wheat and wheat-oat, mixed wheat-rye and wheat-rye-oat breads.

Rodzaj chleba Type of bread	Udział mąki owsianej Content of oat flour [%]	Masa chleba zimnego Weight of cold bread [g]	Objętość chleba Volume of bread loaf [cm ³]	Objętość chleba ze 100 g mąki Bread volume made from 100 g of flour [cm ³]	Wydajność pieczywa Yield of bread [%]	Strata wypiekowa całkowita Total baking loss [%]	Wilgotność miękkizy Moisture of crumb [%]	Ocena sensoryczna Sensory evaluation	
								suma punktów sum of scores	klasa jakości quality grade
Pszenny standard Wheat standard	0	214 b ^{1/}	779 d	517 d	142,0 b	14,5 a	44,3 a	38	1
Pszенno-owsiany Wheat-oat	10	213 b	740 c	494 c	142,0 b	15,0 a	43,9 a	39	1
Pszенno-owsiany Wheat-oat	20	210 a	678 b	453 b	140,4 a	15,9 b	44,3 a	37	1
Pszенno-owsiany Wheat-oat	25	210 a	620 a	413 a	140,2 a	16,1 b	44,7 a	36	1
Pszенno-żytni standard Wheat-rye standard	0	215 a	652 c	435 c	143,3 a	14,2 a	43,9 a	38	1
Pszенno-żytnio-owsiany Wheat-rye-oat	10	214 a	653 c	435 c	142,4 a	14,7 a	44,2 a	37	1
Pszенno-żytnio-owsiany Wheat-rye-oat	20	214 a	614 b	409 b	142,8 a	14,5 a	44,1 a	37	1
Pszенno-żytnio-owsiany Wheat-rye-oat	25	213 a	576 a	384 a	141,9 a	15,1 a	44,3 a	36	1

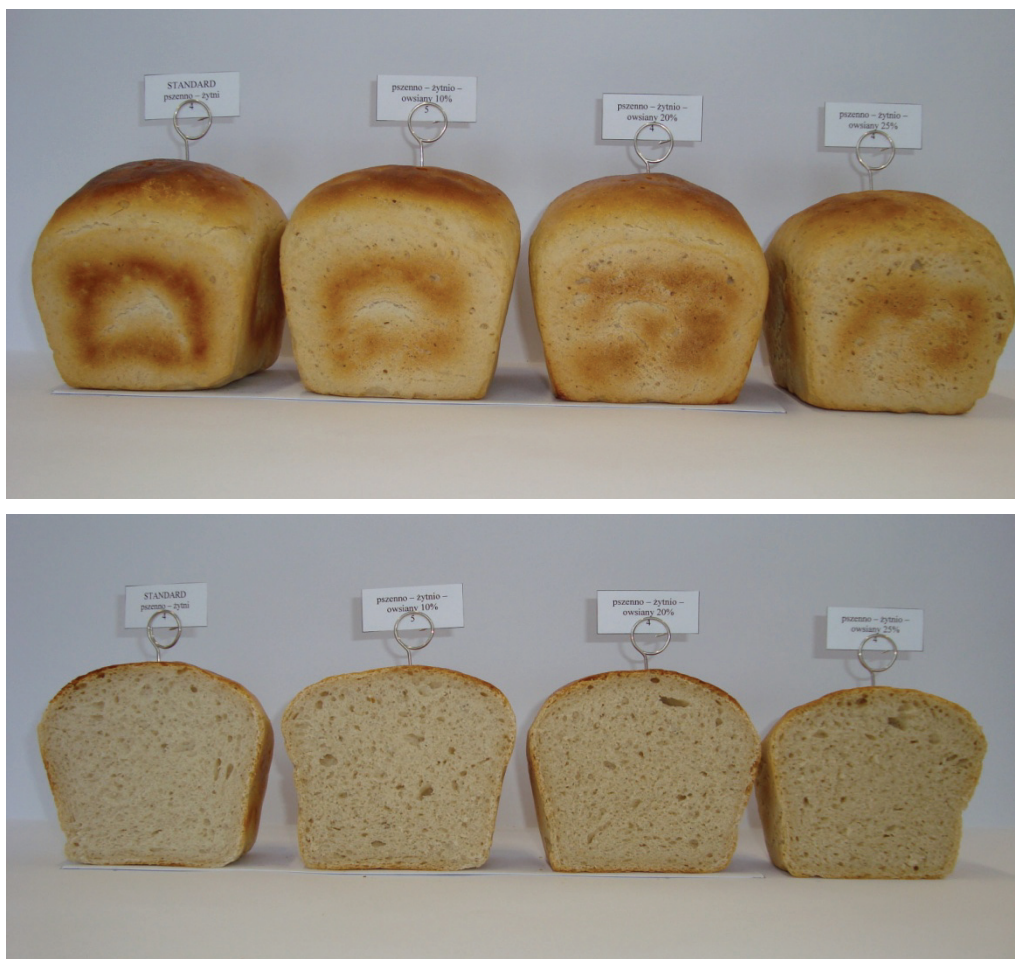
Objaśnienia./Explanatory notes:

a, b, c – wartości w kolumnach oznaczone różnymi literami różnią się statystycznie istotnie przy poziomie istotności $\alpha = 0,05$ / values in the columns denoted by different letters differ statistically significantly at $\alpha = 0,05$.



Fot. 1. Wygląd zewnętrzny i wygląd miększu chleba pszennego standardowego i chlebów suplementowanych mąką owsianą (OW). Od lewej: pszenny standardowy, pszenno-owsiany 10 % OW, pszenno-owsiany 20 % OW, pszenno-owsiany 25 % OW).

Phot. 1. External appearance of loaves and of the crumb of standard wheat and wheat breads supplemented with oat flour (OF). (from the left: wheat standard, wheat-oat 10 % OF, wheat-oat 20 % OF, and wheat-oat 25 % OF).



Fot. 2. Wygląd zewnętrzny i wygląd miększu chleba mieszanego standardowego pszenno-żytniego i chlebów suplementowanych mąką owsianą (od lewej: pszenno-żytni standard, pszenno-żytnio-owsiany 10 %, pszenno-żytnio-owsiany 20 %, pszenno-żytnio-owsiany 25 %).

Phot. 2. External appearance of loaves and of the crumb of mixed wheat-rye standard breads and breads supplemented with oat flour (from he left: wheat-rye, wheat-rye-oat 10 %, wheat-rye-oat 20 %, wheat-rye-oat 25 %).

Wartości profilu tekstury miększu badanych chlebów zarówno w dniu wypieku, jak i podczas 3-dobowego przechowywania przedstawiono na rys. 1, 2, 3, 4, 5 i 6. Podczas 3-dobowego przechowywania wszystkich ocenianych chlebów, wilgotność miększu uległa niewielkiemu zmniejszeniu, niezależnie od składu surowcowego, ale były to różnice nieistotne statystycznie (tab. 4).

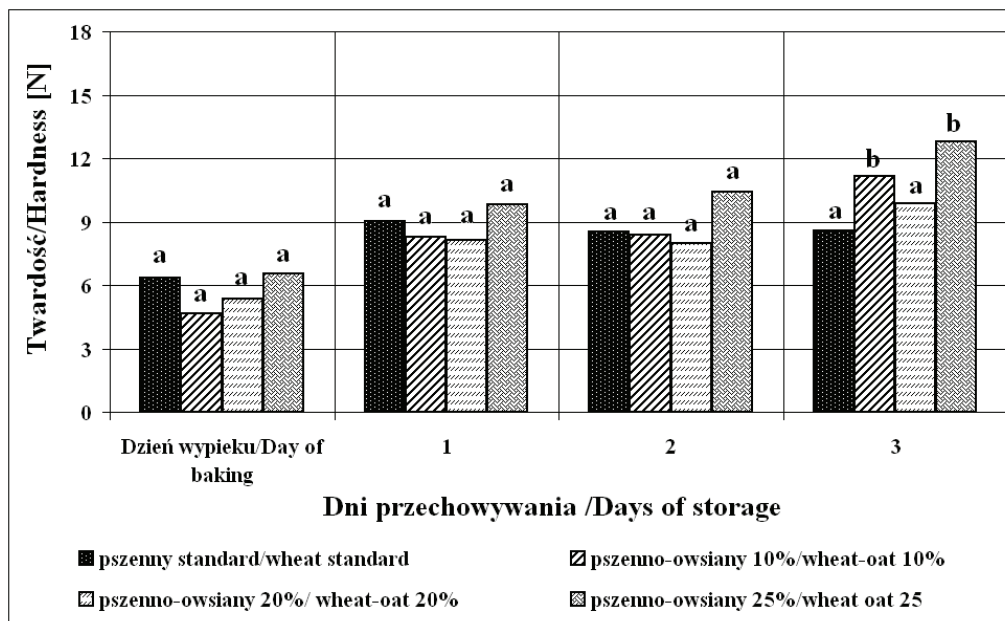
Tabela 4

Wilgotność miękiszu chlebów pszenno-owsianych i pszenno-żytnio-owsianych w dniu wypieku i podczas 3-dobowego przechowywania.

Moisture of crumb of wheat-rye and wheat-rye-oat breads on the day of baking and during 3 day storing period.

Dni przechowywania Day of storage	Rodzaj chleba Kind of bread	Wilgotność miękiszu Moisture of crumb [%]	Rodzaj chleba Kind of bread	Wilgotność miękiszu Moisture of crumb [%]
0	Pszenny standard	44,3 a	Pszrenno-żytni standard	43,9 a
	Pszrenno-owsiany 10 %	43,9 a	Pszrenno-żytnio-owsiany 10 %	44,2 a
	Pszrenno-owsiany 20 %	44,3 a	Pszrenno-żytnio-owsiany 20 %	44,1 a
	Pszrenno-owsiany 25 %	44,7 a	Pszrenno-żytnio-owsiany 25 %	44,3 a
1	Pszenny standard	43,8 a	Pszrenno-żytni standard	43,5 a
	Pszrenno-owsiany 10 %	44,3 a	Pszrenno-żytnio-owsiany 10 %	43,6 a
	Pszrenno-owsiany 20 %	44,5 a	Pszrenno-żytnio-owsiany 20 %	43,2 a
	Pszrenno-owsiany 25 %	44,5 a	Pszrenno-żytnio-owsiany 25 %	43,0 a
2	Pszenny standard	43,1 a	Pszrenno-żytni standard	42,4 a
	Pszrenno-owsiany 10 %	43,3 a	Pszrenno-żytnio-owsiany 10 %	42,1 a
	Pszrenno-owsiany 20 %	43,5 a	Pszrenno-żytnio-owsiany 20 %	42,3 a
	Pszrenno-owsiany 25 %	43,2 a	Pszrenno-żytnio-owsiany 25 %	42,2 a
3	Pszenny standard	43,0 b	Pszrenno-żytni standard	41,6 a
	Pszrenno-owsiany 10 %	42,2 ab	Pszrenno-żytnio-owsiany 10 %	42,0 a
	Pszrenno-owsiany 20 %	41,7 a	Pszrenno-żytnio-owsiany 20 %	42,2 a
	Pszrenno-owsiany 25 %	42,3 ab	Pszrenno-żytnio-owsiany 25 %	41,8 a

Nie wykazano istotnych różnic twardości, żujności i odbojności miękiszu, podczas 3-dobowego przechowywania, w porównaniu z miękiszem chleba standardowego (rys. 1, 2 i 3). Podobną sytuację zaobserwowano w miękiszu chlebów pszenno-żytnio-owsianych, w których nie wykazano istotnego zmniejszenia objętości bochenków (rys. 4, 5 i 6).

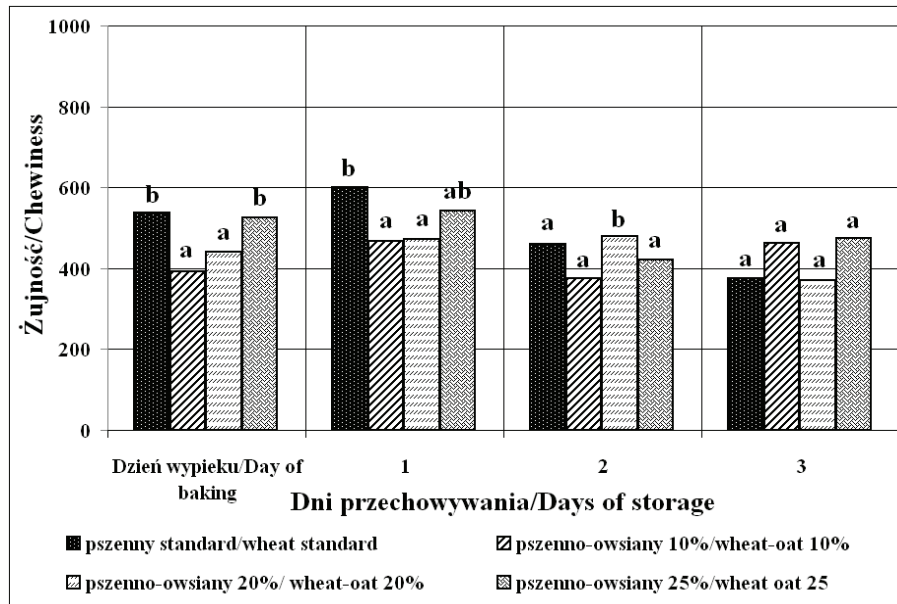


Rys. 1. Twardość miększu pieczywa pszennego i pszenno-owsianego w dniu wypieku i w ciągu 3 dni przechowywania.

Fig. 1. Hardness of wheat and wheat-oat breads crumb on the day of baking and during 3 day storing period.

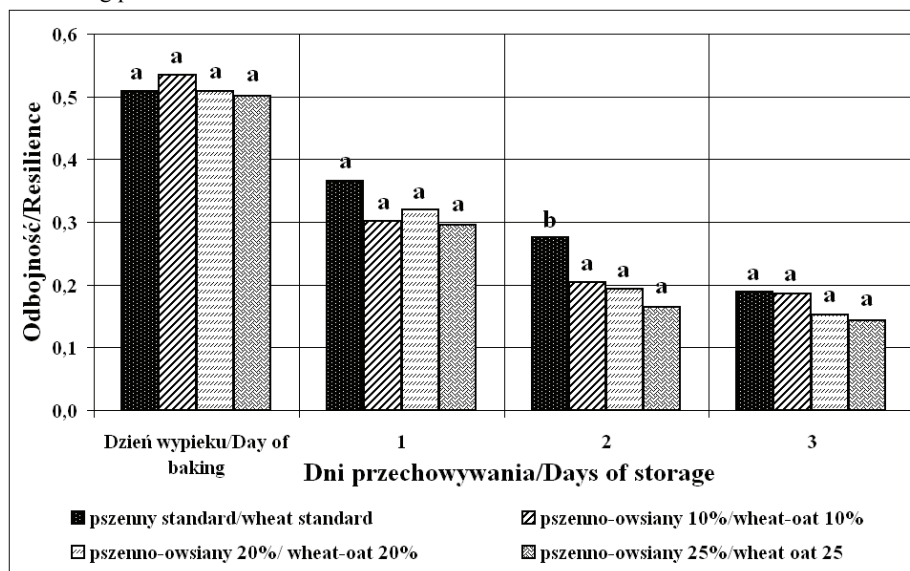
Wprawdzie na rys. 4. można zaobserwować zwiększenie wartości twardości miększu przez cały okres przechowywania, związany z udziałem mąki owsianej, ale są to różnice nieistotne statystycznie. Prawdopodobnie znacząca zawartość tłuszczu w mące owsianej (6,95 % s.s.) (tab. 1) wpłynęła na ograniczenie twardości miększu zarówno chlebów pszenno-owsianych, jak i pszenno-żytnio-owsianych, mimo zwiększenia zawartości włókna pokarmowego w takich chlebach, co zwykle jest związane z pogorszeniem tekstury [10]. Jednakże dodatek nawet niewielkich ilości (poniżej 0,5 %) tłuszczu do pieczywa zasadniczo modyfikuje właściwości fizyczne ciasta, poprawia jego stabilność podczas obróbki i fermentacji oraz wpływa korzystnie na teksturę miększu i zahamowanie jego czerstwienia [1].

Oceniając wartość odżywczą badanych chlebów oznaczono w nich zawartość białka ogółem, tłuszczu surowego oraz włókna pokarmowego (frakcji rozpuszczalnej i nierozpuszczalnej) jako bioaktywnego składnika. Wyniki przedstawiono w tab. 5 i 6.



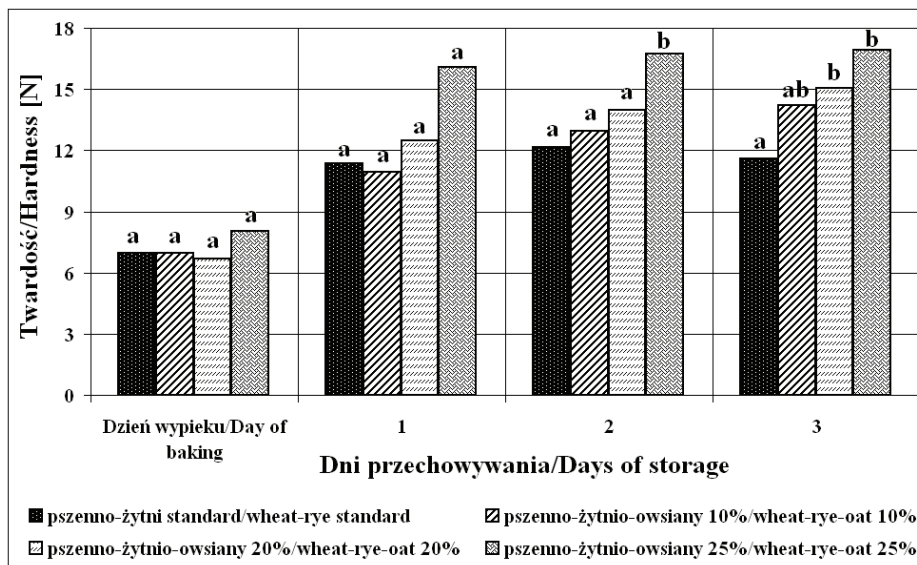
Rys. 2. Żujność miększa pieczywa pszennego i pszenno-owsianego w dniu wypieku i w ciągu 3 dni przechowywania.

Fig. 2. Chewiness of the crumb of wheat and wheat-oat breads on the day of baking and during 3 day storing period.



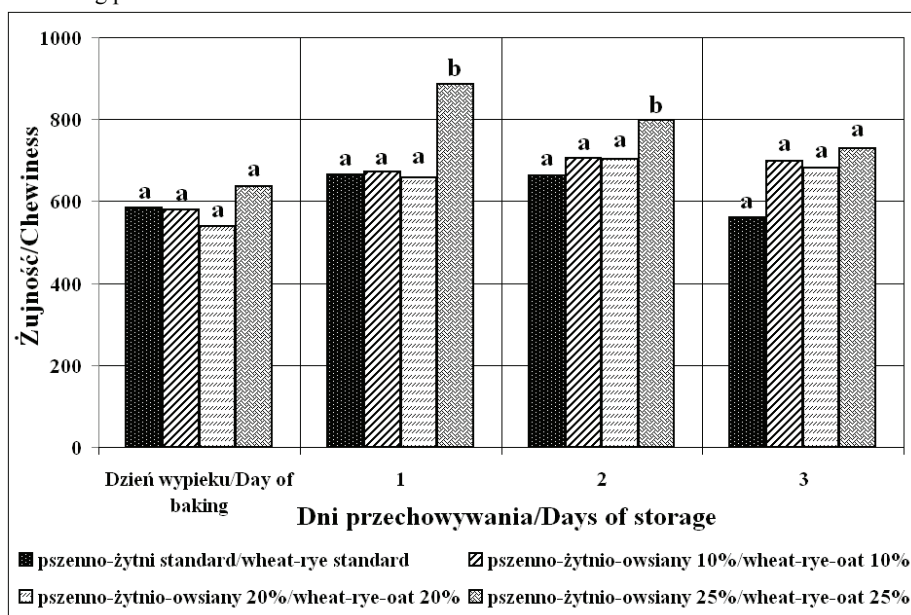
Rys. 3. Odbojność miększa pieczywa pszennego i pszenno-owsianego w dniu wypieku i w ciągu 3 dni przechowywania.

Fig. 3. Resilience of crumb of wheat and wheat-oat breads on the day of baking and during 3 day storing period.



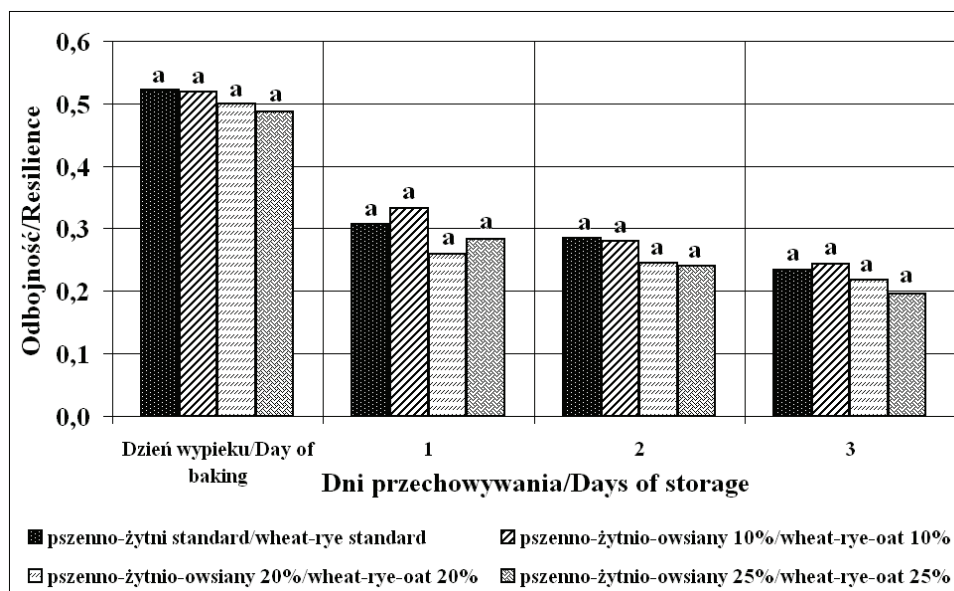
Rys. 4. Twardość pieczywa pszenno-żytniego i pszenno-żytnio-owsianego w dniu wypieku i w ciągu 3 dni przechowywania.

Fig. 4. Hardness of crumb of wheat-rye and wheat-rye-oat breads on the day of baking and during 3 day storing period.



Rys. 5. Żujność pieczywa pszenno-żytniego i pszenno-żytnio-owsianego w dniu wypieku i w ciągu 3 dni przechowywania.

Fig. 5. Chewiness of crumb of wheat-rye and wheat-rye-oat breads on the day of baking and during 3 day storing period.



Rys. 6. Odbojność pieczywa pszenno-żytniego i pszenno-żytnio-owsianego w dniu wypieku i w czasie 3 dni przechowywania.

Fig. 6. Resilience of crumb of wheat-rye and wheat-rye-oat breads on the day of baking and during 3 day storing period.

Tabela 5

Wybrane składniki chemiczne i wskaźniki wartości biologicznej białka chlebów pszennych i pszenno-owsianych.

Selected chemical components and factors of biological value of protein in wheat and wheat-oat breads.

Wskaźniki chemiczne i wskaźniki wartości biologicznej białka Chemical components and factors of biological value of protein		Rodzaj chleba Type of bread			
		pszenno- standard wheat standard	pszenno- owsiany 10% wheat-oat 10%	pszenno- owsiany 20% wheat-oat 20%	pszenno owsiany 25% wheat-oat 25%
Włókno pokarmowe Dietary fibre [%s.m. / %d.m.]	frakcja nierozpuszczalna insoluble fraction	3,7 a	4,0 ab	4,2 bc	4,6 c
	frakcja rozpuszczalna soluble fraction	1,4 a	2,0 b	2,4 c	2,9 d
	całkowita zawartość total content	5,1 a	6,0 b	6,7 c	7,5 d
Tłuszcz surowy / Crude fats [% s.m. / %d.m.]		1,65 a	2,41 b	2,79 bc	3,40 c

c.d. Tab. 5

Białko ogółem / Total protein (Nx5,7)%s.m. / % d.m.		12,8 a	13,0 ab	13,2 bc	13,4 c
Zawartość aminokwasów Aminoacids content [g/100g s.m. /d.m.]	Asp	0,54	–	0,64	–
	Thr	0,35	–	0,37	–
	Ser	0,58	–	0,58	–
	Glu	3,89	–	3,62	–
	Pro	1,42	–	1,27	–
	Gly	0,46	–	0,50	–
	Ala	0,40	–	0,45	–
	Cys	0,39	–	0,40	–
	Val	0,53	–	0,56	–
	Met	0,23	–	0,23	–
	Ile	0,47	–	0,48	–
	Leu	0,87	–	0,90	–
	Tyr	0,42	–	0,45	–
	Phe	0,63	–	0,64	–
	His	0,28	–	0,28	–
	Lys	0,32	–	0,37	–
Arg	0,56	–	0,66	–	
Wskaźnik aminokwasu ograniczającego Chemical Score CS (lys)		47,89 a	–	52,68 b	–
Zintegrowany wskaźnik aminokwasów egzogennych Essential Amino Acids Index EAAI		89,92 a	–	91,16 b	–

Objaśnienia jak pod tab. 1. / Explanatory notes as in Tab.1.

Zawartość białka w chlebach suplementowanych mąką owsianą zwiększyła się istotnie w odniesieniu do chleba standardowego dopiero przy udziale 25 % mąki owsianej w chlebach pszennych (tab. 5), a w chlebach pszenno-żytnio-owsianych już przy udziale 10 % mąki owsianej (tab. 6). W badanych chlebach zaobserwowano pewne różnice w składzie aminokwasowym (tab. 5 i 6). Porównując wskaźnik aminokwasu ograniczającego CS (lizyna) oraz wskaźnik aminokwasów egzogennych EAAI w chlebach standardowych i z 20 % udziałem mąki owsianej, zarówno w chlebach pszenno-owsianych jak i pszenno-żytnio-owsianych, oba te wskaźniki okazały się istotnie większe w chlebach suplementowanych mąką owsianą, co świadczy o większej wartości biologicznej białka w chlebach z udziałem mąki owsianej.

Tabela 6

Wybrane składniki chemiczne i wskaźniki wartości biologicznej białka chlebów pszenno-żytnich i pszenno-żytnio-owsianych.

Selected chemical components and factors of biological value of protein in wheat-rye and wheat-rye-oat breads.

Wskaźniki chemiczne i wskaźniki wartości biologicznej białka Chemical components and factor of biological protein value		Rodzaj chleba Type of bread			
		pszenno-żytni standard wheat-rye standard	pszenno-żytnio-owsiany 10 % wheat-rye-oat 10 %	pszenno-żytnio-owsiany 20 % wheat-rye-oat 20 %	pszenno-żytnio-owsiany 25 % wheat-rye-oat 25 %
Włókno pokarmowe Dietary fibre [%s.m. / %d.m.]	frakcja nierozpuszczalna insoluble fraction	4,2 a	4,7 b	5,1 c	6,0 d
	frakcja rozpuszczalna soluble fraction	1,9 a	2,5 b	2,8 b	3,4 c
	całkowita zawartość total content	6,1 a	7,2 b	7,9 c	9,3 d
Tłuszcz surowy / Crude fat [% s.m. / %d.m.]		1,37	1,6	2,0	2,8
Białko ogółem / Total protein (Nx5,7)%s.m. / %d.m.		10,6 a	11,2 b	11,5 c	11,6 c
Zawartość aminokwasów Aminoacids content [g/100g s.s./ d.m.]	Asp	0,50	–	0,59	–
	Thr	0,30	–	0,33	–
	Ser	0,45	–	0,48	–
	Glu	2,97	–	2,91	–
	Pro	1,10	–	1,07	–
	Gly	0,39	–	0,43	–
	Ala	0,35	–	0,40	–
	Cys	0,33	–	0,34	–
	Val	0,44	–	0,49	–
	Met	0,20	–	0,19	–
	Ile	0,38	–	0,41	–
	Leu	0,70	–	0,75	–
	Tyr	0,34	–	0,36	–
	Phe	0,51	–	0,55	–
	His	0,23	–	0,24	–
	Lys	0,30	–	0,35	–
Arg	0,48	–	0,56	–	

c.d. Tab. 6

Wskaźnik aminokwasu ograniczającego Chemical Score CS (lys)	53,54 a	–	56,41 b	–
Zintegrowany wskaźnik aminokwasów egzogennych Essential Amino Acids Index EAAI	91,53 a	–	91,96 b	–

Objaśnienia jak pod tab. 1. / Explanatory notes as in Tab.1.

W chlebach pszennych (tab. 5), jak i pszenno-żytnich (tab. 6), wzrost udziału mąki owsianej spowodował istotny wzrost zawartości włókna pokarmowego, w porównaniu z chlebem standardowym. W przypadku chlebów pszennych bardziej istotny okazał się wzrost zawartości rozpuszczalnej frakcji tego włókna (tab. 5). Natomiast w chlebach mieszanych pszenno-żytnich w jednakowym stopniu istotnie zwiększyła się zawartość obu oznaczanych frakcji (tab. 6). Całkowita zawartość włókna pokarmowego w chlebach pszenno-żytnich (tab. 6), była istotnie większa niż w chlebach pszennych (tab. 5), ponieważ mąka żytnia zawiera więcej włókna niż mąka pszenna, w tym głównie pentozańców [5, 14].

W chlebach pszennych już 10 % udział mąki owsianej spowodował istotny wzrost zawartości tłuszczu surowego, natomiast w chlebach pszenno-żytnich istotny wzrost zawartości tego składnika wystąpił dopiero przy 20 % udziale mąki owsianej (tab. 5 i 6).

Podsumowując badania zawarte w tej pracy, należy stwierdzić, że mąka owsiana uzyskiwana podczas produkcji koncentratu β -D-glukanów może być zagospodarowana do wypieku chlebów pszennych i pszenno-żytnich, jako dodatek wzbogacający te chleby we włókno pokarmowe i łatwostrawne substancje tłuszczowe.

Wnioski

1. Mąka owsiana stanowiąca odpad przy produkcji koncentratu β -D-glukanu o nazwie handlowej „Betaven” charakteryzuje się większą zawartością białka ogółem, o korzystnym składzie aminokwasowym, włókna pokarmowego, popiołu całkowitego tłuszczu surowego, w porównaniu z mąką pszenną typu 650 i żytnią typu 720.
2. Stwierdzono, że w miarę zwiększania udziału mąki owsianej od 10 do 25 % zmniejsza się objętość bochenków badanych chlebów, a nie obniża ocena konsumpcyjna, w porównaniu z chlebem standardowym.
3. W badanych chlebach pszennych, jak i pszenno-żytnich, zróżnicowany udział mąki owsianej nie wpływa na istotne zmiany twardości, żujności i odbojności miękiszu, w porównaniu z chlebem standardowym, przez cały okres 3-dobowego przechowywania chlebów.

4. W chlebach pszenno-owsianych i pszenno-żytnio-owsianych po suplementacji mąką owsianą wykazano istotnie większą zawartość i wartość biologiczną białka, w odniesieniu do chlebów standardowych.
5. Mąkę owsianą odpadową z powodzeniem można zagospodarować do wzbogacania jasnego pieczywa pszennego i pszenno-żytniego w ilości przynajmniej 20 % masy mąki pszennej.

Literatura

- [1] Ambroziak Z.: Produkcja piekarsko-ciastkarska Część I. WSiP, Warszawa 1998.
- [2] AOAC. Official methods of analysis 18thed. Gaithersburg 2006; Association of Official Analytical Chemists International.
- [3] Bartnik M., Rothkaehl J.: Owies – zboże warte zainteresowania. Przem. Spoż. 1997, **6**, 17-19.
- [4] Bartnikowska E.: Przetwory z ziarna owsa jako źródło ważnych substancji prozdrowotnych w żywieniu człowieka. Biuletyn IHAR, 2003, **229**, 235-245.
- [5] Bartnikowska E.: Chleb i przetwory zbożowe w modelach optymalnego żywienia. Przegl. Piek. Cuk. 2003, **3**, 2-4.
- [6] Bartnikowska E., Lange E., Rakowska M.: Ziarno owsa niedoceniane źródło składników odżywczych i biologicznie czynnych. Cz. I. Ogólna charakterystyka owsa. Białka, tłuszcze. Cz. II Polisa-charydy, włókno pokarmowe, składniki mineralne, witaminy. Biuletyn IHAR, 2000, **215**, 209-222 i 223-237.
- [7] Dewettinck K., van Bockstaele F., Kuhne B., van de Walle D., Courtens T.M., Gellynck X.: Nutritional value of bread: Influence of processing, food interaction and consumer perception. J. Cereal Sci. 2008, **48**, 243-257.
- [8] FAO-WHO. Protein quality evaluation. Report of a joint FAO/WHO expert consultation. Technical report Food and Agriculture Organization, Rome 1991.
- [9] Flander L., Salmenkallio-Marttila M., Suortti T., Autio K.: LWT - Food Science and Technology, 2007, **40**, **5**, 860-870.
- [10] Gambuś H., Golachowski A., Nowotna A., Bala-Piasek A., Gumul D.: Wpływ dodatku ekstrudowanych otrąb na jakość chleba pszennego. Żywność. Nauka. Technologia. Jakość. 1999, **4** (**21**), 128-140.
- [11] Gambuś H., Pisulewska E., Gambuś F.: Zastosowanie produktów przemiału owsa nieoplewionego do wypieku chleba. Biuletyn IHAR, 2003, **229**, 283-290.
- [12] Gambuś H., Gambuś F., Pisulewska E.: Całoziarnowa mąka owsiana jako źródło składników dietetycznych w chlebach pszennych. Biuletyn IHAR, 2006, **239**, 259-267
- [13] Gąsiorowski H.: Owies chemia i technologia. PWRiL, Poznań 1995.
- [14] Gąsiorowski H.: Chleb w żywieniu człowieka zdrowego i chorego. Przegl. Zboż.-Młyn., 1996, **44**, **2**, 18-21.
- [15] Gąsiorowski H.: Wartość fizjologiczno-żywnościowa owsa. Przegl. Zboż.-Młyn., 2003, **47**, **3**, 26-28.
- [16] Hahn J.D., Chung T.K., Baker D.H.: Nutritive value of oat flour and oat bran. J. Anim. Sci., 1990, **68**, 4235-4260.
- [17] Jakubczyk T., Haber T.: Analiza zbóż i przetworów zbożowych. Wyd. SGGW, Warszawa 1981.
- [18] Karolini-Szkaradzińska Z., Subda H., Czubaszek A.: Wpływ dodatku mąki jęczmiennej na właściwości ciasta i pieczywa uzyskanego z mąki pszenic jarych i ozimych. Żywność. Nauka. Technologia. Jakość, 2006, **2** (**47**), 124-132.

- [19] Kawka A.: Możliwości wzbogacania wartości odżywczych dietetycznych i funkcjonalnych pieczywa. W: Żywność wzbogacona i nutraceutyki, PTTŻ Oddz. Małopolski, Kraków 2009, 109-122.
- [20] Kawka A., Kędzior Z.: Białka pochodzenia roślinnego, ich charakterystyka i znaczenie w żywieniu. Białka roślin zbożowych. W: Białka w żywności i żywieniu. Instytut Danone – Fundacja Promocji Zdrowego Żywienia. Warszawa 1998, ss. 40-50.
- [21] Oomah B.D.: Baking and related properties of wheat – oat composite flours. *Cereal Chem.*, 1983, **60**, 220-225.
- [22] Oomah B.D., Lefkowitz L. P.: Optimal oxidant at wheat – oat. *Die Nahrung*, 1988, **32**, 527-528.
- [23] PN-A-74108:1996. Pieczywo. Metody badań.
- [24] Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 13 stycznia 2003 r. w sprawie maksymalnych poziomów zanieczyszczeń chemicznych i biologicznych, które mogą znajdować się w żywności, składnikach żywności, dozwolonych substancjach dodatkowych, substancjach pomagających w przetwarzaniu albo na powierzchni żywności. (Dz. U. z 4. marca 2003r. Nr 37, poz. 326).
- [25] Rozporządzenie Komisji (WE) nr 1881 z dnia 19 grudnia 2006 r. ustalające najwyższe dopuszczalne poziomy niektórych zanieczyszczeń w środkach spożywczych. Sekcja 3 -metale. L 364/18. 20.12.2006.
- [24] Sadiq Butt M., Tahir-Nadeem M., Khan M.K.I., Shabir R., Butt M.S.: Oat: unique among the cereals. *Eur. J. Nutr.*, 2008, **47**, 68-79.
- [25] Smith B.J.: (Ed.): Protein Sequencing Protocols. *Methods in Molecular Biology* vol.211. Humana Press Inc., Totowa, New Jersey, 2003.
- [28] Surówka K.: Tekstura żywności i metody jej badania. *Przem.Spoż.* 2002, **10**, 12-17.

USE OF OAT FLOUR – BY-PRODUCT DERIVED FROM MANUFACTURING OAT CONCENTRATE – IN BAKING INDUSTRY

S u m m a r y

A high nutritional value of oat flour constituting a by-product derived from manufacturing a BETAVEN β -D-glucan concentrate suggested that the oat flour could be used as an addition in wheat and wheat-rye breads.

The objective of the research project was to develop a recipe of wheat and mixed breads, where a portion of wheat flour was substituted with the leftover oat flour amounting to 10 %, 20 %, and 25 % of the wheat flour content. Another objective was to determine the impact of the oat flour used on the sensory and nutritional properties of the products manufactured. The results obtained show that the leftover oat flour is a good source of protein with a beneficial amino-acids composition, dietary fibre, and crude lipids, and its amount not exceeding 20% of wheat flour is fit for use as a supplement in wheat and wheat-rye white breads.

Key words: breads with addition of oat flour, leftover oat flour, nutritional value 