ŻYWNOŚĆ. Nauka. Technologia. Jakość, 2010, 3 (70), 44 – 55

ALICJA KAWKA, DANUTA GÓRECKA

PORÓWNANIE SKŁADU CHEMICZNEGO PIECZYWA PSZENNO-OWSIANEGO I PSZENNO-JĘCZMIENNEGO Z UDZIAŁEM ZAKWASÓW FERMENTOWANYCH STARTEREM LV2

S t r e s z c z e n i e

Celem pracy była ocena składu chemicznego pieczywa pszenno-owsianego i pszenno-jęczmiennego wytwarzanego odpowiednio na zakwasach owsianych i jęczmiennych fermentowanych przy użyciu kultury starterowej (firmy Lesaffre Bio-Corporation S.A., Łódź). Do sporządzenia zakwasów wykorzystano otręby owsiane lub całoziarnową mąkę jęczmienną odpowiednio w ilości 30, 40 i 50 % ogólnej masy mąki oraz starter fermentacji LV2 (*Saccharomyces chevalieri, Lactobacillus brevis)*. Zakwasy owsiane lub jęczmienne stosowano jako zamiennik mąki pszennej przy sporządzaniu ciasta. Pieczywo z 30 - 50 % udziałem zakwasów owsianych fermentowanych starterem LV2 cechowało się mniejszą objętością i kwasowością, ale większą wilgotnością niż pieczywo zawierające 30, 40 i 50 % udział zakwasów jęczmiennych. Przy zwiększaniu procentowego udziału zakwasu owsianego lub jęczmiennego w masie ciasta wystąpiło wyraźne zmniejszenie objętości pieczywa oraz zwiększenie wilgotności i kwasowości miękiszu. Pieczywo z 30 % udziałem zakwasów cechowało się wyższą jakością sensoryczną (9,6 pkt) niż pozostałe próbki. Jednakże pieczywo pszenno-owsiane uzyskało niższe noty niż pieczywo pszenno-jęczmienne. Pieczywo z 30 - 50 % udziałem zakwasów owsianych zawierało więcej składników mineralnych, białka, lipidów, błonnika pokarmowego, w tym błonnika rozpuszczalnego; β-glukanów, frakcji ligninowej i celulozowej, a mniej frakcji hemicelulozowej w porównaniu z pieczywem pszenno-jęczmiennym.

Słowa kluczowe: otręby owsiane, całoziarnowa mąka jęczmienna, starter, pieczywo, składniki chemiczne

Wprowadzenie

W ostatnich dziesięcioleciach zboża i całoziarnowe produkty zbożowe zalicza się do żywności funkcjonalnej, ze względu na zawartość błonnika pokarmowego, białka, składników mineralnych, witamin, fitoestrogenów i przeciwutleniaczy. Kompleks błonnika pokarmowego z przeciwutleniaczami i związkami fitochemicznymi może

Dr hab. A. Kawka Instytut Technologii Żywności Pochodzenia, Roślinnego, dr hab. D. Górecka, prof. nadzw., Katedra Technologii Żywienia Człowieka, Wydz. Nauk o Żywności i Żywieniu, Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu, ul. Wojska Polskiego 31, 60-624 Poznań

zabezpieczać przed rozwojem choroby niedokrwiennej serca i niektórych rodzajów nowotworów [20, 25].

Owies, jęczmień i ich produkty są cenione zarówno w żywieniu człowieka, jak i produkcji nowych produktów żywnościowych. Ich udział w codziennej diecie jest ważnym czynnikiem w utrzymaniu dobrego stanu zdrowia. Udokumentowano, że rozpuszczalne substancje błonnika pokarmowego owsa lub 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 β-glukanów, a także pentozanom. Przypuszczalnie inne składniki chemiczne, takie jak: białka, polifenole oraz związki rozpuszczalne w tłuszczach mogą mieć także działanie hipocholesterolemiczne [3, 4, 10, 11, 14, 17, 22, 25].

Stosowanie powyższych produktów, jako zamienników mąki chlebowej w produkcji pieczywa wymaga modyfikacji receptur, jak i procesu technologicznego. Rodzaj produktu owsianego lub jęczmiennego, jego procentowy udział w masie ciasta, metoda prowadzenia ciasta wpływają na zróżnicowanie wskaźników jakościowych ciasta oraz pieczywa pszenno- owsianego i pszenno-jęczmiennego [3, 5, 6, 9, 14, 18, 23]. Poza tym zastosowanie kultur starterowych, zawierających odpowiednio skojarzone żywe szczepy bakterii kwasu mlekowego i drożdży w produkcji piekarskiej zapewnia uzyskanie pieczywa o powtarzalnej jakości, wyjątkowych walorach smakowo-zapachowych oraz cechach prozdrowotnych korzystnych z punktu widzenia konsumenta [8, 15, 19, 26]. Obecnie są dwa argumenty przemawiające za stosowaniem produktów z owsa i jęczmienia, bogatych m.in. w błonnik pokarmowy do wyrobów piekarskich, a mianowicie zwiększenie zawartości błonnika pokarmowego i zmniejszenie wartości energetycznej wyrobu.

Celem pracy była ocena składu chemicznego pieczywa pszenno-owsianego i pszenno-jęczmiennego otrzymanego odpowiednio na zakwasach owsianych i jęczmiennych fermentowanych starterem LV2.

Materiał i metody badań

Materiał doświadczalny stanowiły: mąka pszenna typu 550 (MP), otręby owsiane (OW), laboratoryjna całoziarnowa mąka jęczmienna (CMJ), drożdże piekarskie, sól kuchenna i kultura starterowa LV2.

Mąkę pszenną typu 550, otręby owsiane oraz obłuszczone ziarno jęczmienia, jako surowiec do uzyskania laboratoryjnej całoziarnowej mąki jęczmiennej, otrzymano z Zakładów Zbożowo-Młynarskich w Kruszwicy. Liofilizowaną kulturę starterową LV2 *(Saccharomyces chevalieri, Lactobacillus brevis)*, w której przeważały bakterie kwasu mlekowego, otrzymano z przedsiębiorstwa Lesaffre Bio-Corporation S.A. w Łodzi.

Laboratoryjną całoziarnową 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 zbożowych stosowanych w doświadczeniach wykonano uwzględniając oznaczenia: wilgotności, zawartości składników mineralnych, białka ogółem, przy wykorzystaniu aparatu Kjeltec, β–glukanów ogółem (metodą enzymatyczną) [12], lipidów [27], błonnika pokarmowego według metody Asp i wsp. [2], przy użyciu aparatu Fibretec System E, ilości i jakości glutenu, liczby opadania, kwasowości [13] oraz przeprowadzono próbny wypiek laboratoryjny z mąki pszennej.

W serii wypieków laboratoryjnych przygotowywano ciasta pszenno-owsiane (PO) lub pszenno-jęczmienne (PJ), w których zakwasy owsiane lub jęczmienne fermentowane starterem LV2 stosowano jako zamiennik mąki pszennej. Ciasta PO i PJ przygotowywano na zakwasach owsianych lub jęczmiennych zawierających 30, 40 i 50 % ukwaszonych odpowiednio OW lub CMJ, mąki pszennej typu 550, drożdży, soli i wody, w mieszarce szybkoobrotowej Stephan UMTA 10, stosując czas mieszenia 60 s. Ciasta poddawano fermentacji w komorze fermentacyjnej w ciągu 30 min (warunki fermentacji: temp. 35 ºC, wilgotność względna powietrza 75 %). Po wstępnej fermentacji masę ciasta dzielono na kęsy i poddawano dalszej fermentacji aż do uzyskania pełnej dojrzałości biologicznej i wypiekano w piecu laboratoryjnym (temp. 230 ºC; czas 40 min).

Po 24 h od wypieku wykonywano ocenę fizykochemiczną, chemiczną i sensoryczną pieczywa. Oceny te obejmowały: oznaczenia fizykochemiczne – objętość w aparacie Sa-Wy, wilgotność i kwasowość miękiszu oraz ocenę porowatości miękiszu wg tablic Dallmanna [13]; oznaczenia chemiczne – składniki mineralne, białko i β–glukany [12], lipidy [27], błonnik pokarmowy ogółem (TDF), rozpuszczalny (SDF) i nierozpuszczalny (IDF) [2], neutralny detergentowy błonnik (NDF), kwaśny detergentowy błonnik (ADF) oraz frakcje: celulozową, ligninową, hemicelulozową według metody van Soesta [28, 29], a termostabilną α-amylazę stosowano w celu strawienia skrobi [21]; ocenę sensoryczną – metodą punktową według 10-punktowej skali, według której przypisywano za wygląd zewnętrzny – 1 punkt; wygląd wewnętrzny – 9 punktów (barwa, porowatość, elastyczność – 5 punktów; smak i zapach – 4 punkty) [16].

Powyższe analizy wykonano w trzech równoległych powtórzeniach. Wyniki badań przedstawiono, jako średnie wartości ± odchylenie standardowe.

Wyniki i dyskusja

W doświadczeniach stosowano mąkę pszenną (MP) typu 550, o średniej wartości wypiekowej oraz produkty ze zbóż niechlebowych – otręby owsiane (OW) i całoziar-

nową mąkę jęczmienna (CMJ). Powyższe surowce wyraźnie różniły się zawartością składników chemicznych (tab. 1), co wynika zarówno z rodzaju ziarna zbóż przeznaczonego do przemiału, jak i warunków procesu przemiału.

Tabela 1

Charakterystyka technologiczna i chemiczna mąki pszennej (MP), otrąb owsianych (OW) i całoziarnowej mąki jęczmiennej (CMJ).
Technological and chemical profile of wheat flour (WF), oat bran (OB), and whole barley flour (WBF).

Wskaźniki Indices	MP typu 550 WF type 550	OW OB	CMJ WBF
Wilgotność / Moisture [%]	13,5	7,3	12,3
Zawartość popiołu [% s.m.] / Ash content [% d.m.]	0,49 ± 0,0	3,11 ± 0,0	1,49 ± 0,0
Zawartość białka [% s.m.] / Protein content [% d.m.]	12,7* ± 0,0	18,4** ± 0,1	12,5** ± 0,1
Zawartość lipidów [% s.m.] / Lipid content [% d.m.]	1,42 ± 0,0	6,2 ± 0,0	2,7 ± 0,0
Zawartość błonnika pokarmowego [% s.m.] Dietary fibre content [% d.m.] – nierozpuszczalnego / insoluble dietary fibre – rozpuszczalnego / soluble dietary fibre – ogółem / total dietary fibre	 2,0 ± 0,2 1,9 ± 0,1 3,9 ± 0,1	 13,2 ± 0,3 7,1 ± 0,2 20,3 ± 0,2	 12,0 ± 0,2 5,1 ± 0,3 17,1 ± 0,2
Zawartość β-glukanów [% s.m.] β-glucan content [% d.m.]	0,2 ± 0,1	6,0 ± 0,1	4,7 ± 0,1
Gluten / Gluten – wydajność glutenu mokrego / wet gluten yield [%] – rozpływalność glutenu / gluten spreadability [mm] – liczba glutenowa /gluten number	 28 6 45	 - - -	 - - -
Liczba opadania [s] / Falling number [s]	339	497	445
Kwasowość [stopnie] / Acidity [degree]	2,2 ± 0,0	4,6 ± 0,0	4,4 ± 0,0
Objętość pieczywa [cm^3/100 g mąki] Bread volume [cm^3/100 g of flour]	450	-	-
Współczynnik porowatości [punkty] Porosity index [scores]	90	-	-

Objaśnienia: / Explanatory notes:
*MP / WF: N x 5,7; **OW, CMJ / OB, WBF: N x 6,25;
Wartości średnie (n = 3) ± odchylenie standardowe / Mean values (n = 3) ± standard deviation.

Cechy jakościowe pieczywa pszenno-owsianego (PO) i pszenno-jęczmiennego (PJ) otrzymanego na zakwasach owsianych i jęczmiennych fermentowanych przy uży-

ciu starteru LV2, przedstawiono w tab. 2. i na fot. 1. Objętość pieczywa z 30 - 50 % udziałem zakwasów owsianych była mniejsza niż próbek otrzymanych na zakwasach jęczmiennych. Wartości powyższego wskaźnika zmniejszały się przy zwiększaniu procentowego udziału zakwasu owsianego lub jęczmiennego w pieczywie, przy czym większe zmniejszenie objętości wystąpiło w przypadku pieczywa PO. Wartości współczynnika porowatości miękiszu badanego pieczywa utrzymywały się na poziomie 95 - 100 pkt. Powyższe obserwacje są zgodne z sugestiami innych autorów [14, 18, 24], którzy podają, że w ciastach z udziałem produktów ze zbóż niechlebowych układ białkowy jest osłabiony i ma mniejszą zdolność do zatrzymywania gazów. To niekorzystne oddziaływanie na zdolność zatrzymywania gazów wiąże się ze zwiększeniem ilości białek rozpuszczalnych i frakcji azotu niebiałkowego, a zmniejszeniem ilości białek typu prolamin.

Tabela 2

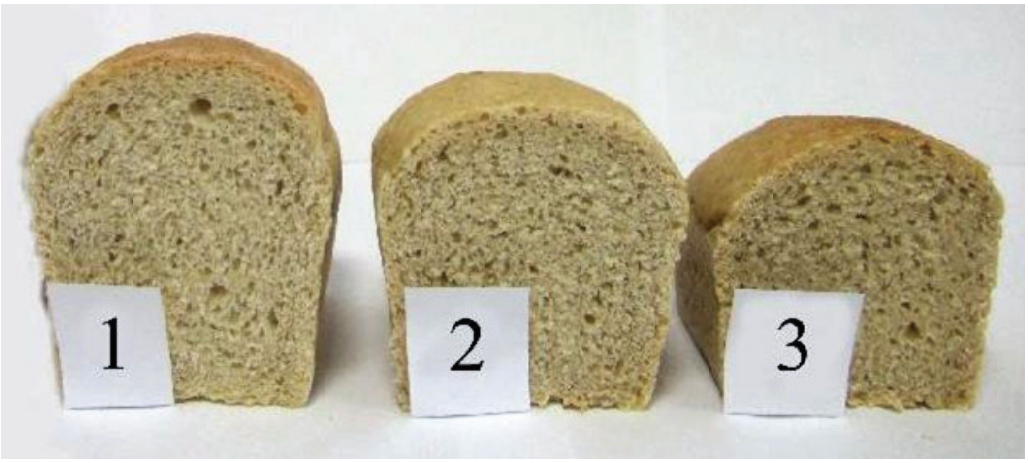
Charakterystyka jakościowa pieczywa pszenno-owsianego (PO) i pszennego-jęczmiennego (PJ).
Quality characteristics of wheat-oat (WO) and wheat-barley (WB) breads quality.

Pieczywo Bread	Udział Percentage content [%]	Objętość pieczywa [cm^3/100 g mąki] Volume of loaves [cm^3/100 g of flour]	Współczynnik porowatości [punkty] Porosity index [scores]	Wilgotność miękiszu Crumb moisture [%]	Kwasowość miękiszu Crumb acidity [°]	Ocena sensoryczna*****[pkt] Sensory evaluation [scores]
Zakwasy owsiane fermentowane kulturą starterową LV2 / Oat sourdoughs fermented using LV2 starter culture						
PO*/ WO	30 OW*** OB	365 ± 3,4	95	47,5 ± 0,0	1,7 ± 0,0	9,6
	40 OW / OB	298 ± 4,7	100	47,3 ± 0,0	2,0 ± 0,0	8,7
	50 OW / OB	283 ± 4,0	100	49,0 ± 0,1	2,1 ± 0,0	9,0
Zakwasy jęczmienne fermentowane kulturą starterową LV2 / Barley sourdoughs fermented using LV2 starter culture						
PJ**/ WB	30 CMJ**** WBF	447 ± 2,4	100	44,6 ± 0,2	2,5 ± 0,0	9,6
	40 CMJ WBF	419 ± 1,3	95	45,4 ± 0,1	2,9 ± 0,0	9,8
	50 CMJ WBF	409 ± 2,2	100	47,3 ± 0,1	3,9 ± 0,0	9,5

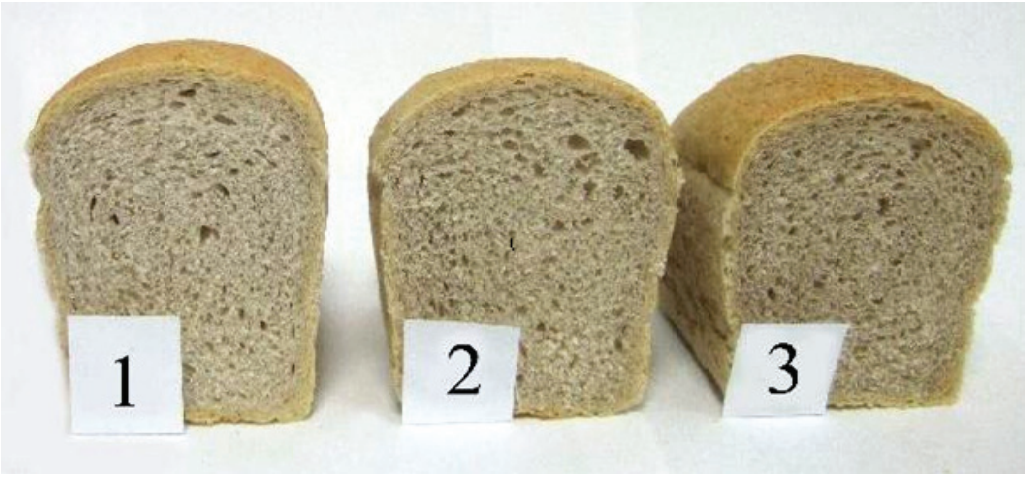
Objaśnienia: / Explanatory notes:
*Pszenno-owsiane / Wheat-oat; **Pszenno-jęczmienne / Wheat-barley; ***Otręby owsiane / Oat bran; ****Całoziarnowa mąka jęczmienna / Whole-grain barley flour; *****Według 10-punktowej skali: wygląd zewnętrzny - 1 pkt; wygląd wewnętrzny - 9 pkt (barwa, porowatość, elastyczność - 5 pkt; smak i zapach - 4 pkt) / According to a 10 point scale: external appearance - 1 point; internal appearance - 9 points (colour, crumb porosity, elasticity – 5 points; flavour - 4 points);
Wartości średnie (n 3) ± odchylenie standardowe / Mean values (n = 3) ± standard deviation.

Zaobserwowano, że przy zwiększaniu zawartości zakwasów fermentowanych starterem LV2 w masie ciasta wystąpiło zróżnicowanie wartości wilgotności i kwasowości pieczywa, przy czym były one wyraźnie większe w pieczywie zawierającym 50 % ich udział (tab. 2).

A



B



Fot. 1. Pieczywo pszenno-owsiane i pszenno-jęczmienne otrzymane na zakwasach fermentowanych starterem LV2:
A) 1, 2, 3 – odpowiednio z 30, 40 i 50 % udziałem otrąb owsianych w zakwasie,
B) 1, 2, 3 – odpowiednio z 30, 40 i 50 % udziałem całoziarnowej mąki jęczmiennej w zakwasie.

Phot. 1. Wheat-oat and wheat-barley breads produced using sourdoughs fermented by LV2 starter:
A) 1, 2, 3 – with 30, 40, and 50 % of oat bran in sourdough, respectively,
B) 1, 2, 3 – with 30, 40, and 50 % of whole-grain barley flour in sourdough, respectively.

Polepszanie jakości ciasta i pieczywa z udziałem produktów ze zbóż niechlebowych można uzyskać wprowadzając dodatki do pieczywa np. gluten witalny [10, 11, 14].

Różnice w wartościach kwasowości pieczywa PO i PJ mogą wynikać z zawartości składników mineralnych, białka, nieskrobiowych polisacharydów w OW i CMJ oraz w pieczywie [19, 26].

Wyniki ogólnej oceny sensorycznej pieczywa PO i PJ były zróżnicowane i wahały się w granicach 8,7 - 9,8 pkt (tab. 2, fot. 1). Najniższe noty uzyskało pieczywo z 40 % (8,7 pkt) i 50 % (9,0 pkt) udziałem otrąb owsianych, fermentowanych starterem LV2. Miękisz pieczywa PO i PJ charakteryzował się dość równomierną porowatością, przyjemnym lekko kwaśnym zapachem i smakiem. Walory smakowo-zapachowe obu rodzajów pieczywa były zbliżone do typowego pieczywa żytnio-mieszanego, które zawiera co najmniej 50 %, a mniej niż 90 % mąki żytniej (fot. 1).

Z powyższych badań wynika, że fermentowanie starterem LV2 zakwasów owsianych lub jęczmiennych korzystniej wpływa na jakość pieczywa PO i PJ niż stosowanie starteru LV1, który wykorzystywano we wcześniejszych badaniach [15]. Należy zaznaczyć, że starter LV1, w porównaniu ze starterem LV2, zawiera więcej drożdży niż bakterii kwasu mlekowego (dane z firmy Lesaffre Bio-Corporation S.A., Łódź).

Pieczywo PO, w porównaniu z PJ, zawierało więcej składników mineralnych, białka, lipidów, błonnika pokarmowego ogółem (TDF) i β-glukanów, a mniej sacharydów i NDF (tab. 3). Składniki błonnika pokarmowego w pieczywie przedstawiono na rys. 1A i 1B.

W błonniku pokarmowym obu rodzajów pieczywa przeważała frakcja nierozpuszczalna (IDF), a jej zawartość była nieznacznie większa w PO (5,6 - 6,8 %) niż PJ (5,5 - 6,2 %) (rys. 1 – A). Poziom frakcji rozpuszczalnej (SDF) był zdecydowanie wyższy w pieczywie PO (2,8 - 4,2 %) niż w PJ (1,7 - 2,8 %). Udział SDF w TDF kształtował się średnio na poziomie 35 i 28 % odpowiednio w pieczywie PO i PJ. Może to wynikać z degradacji polisacharydów zarówno przez mikroorganizmy występujące w środowisku fermentacyjnym, jak i endogenne enzymy. Zawartość β-glukanów w pieczywie zawierającym 30, 40 i 50 % zakwasu owsianego wynosiła 2,2, 2,7 i 2,8 % i była większa odpowiednio o około 58, 52 i 43 % w porównaniu z pieczywem PJ. Przypuszczalnie stopień rozdrobnienia otrąb owsianych i ich skład chemiczny, warunki mieszenia i fermentacji ciasta oraz niska aktywność endogennej β-glukanazy w mące pszennej limitują degradację β-glukanów. Flander i wsp. [9] wykazali, na podstawie mikrostrukturalnych badań matrycy pieczywa owsianego, że β-glukany w nierozpuszczalnej formie są zlokalizowane głównie w ścianach komórkowych otrąb owsianych o większej granulacji. Frakcja otrębiasta ziarna owsa jest bogata w β-glukany jako komórki cienkiej warstwy subaleuronowej. Tak więc większa granulacja otrąb owsia-

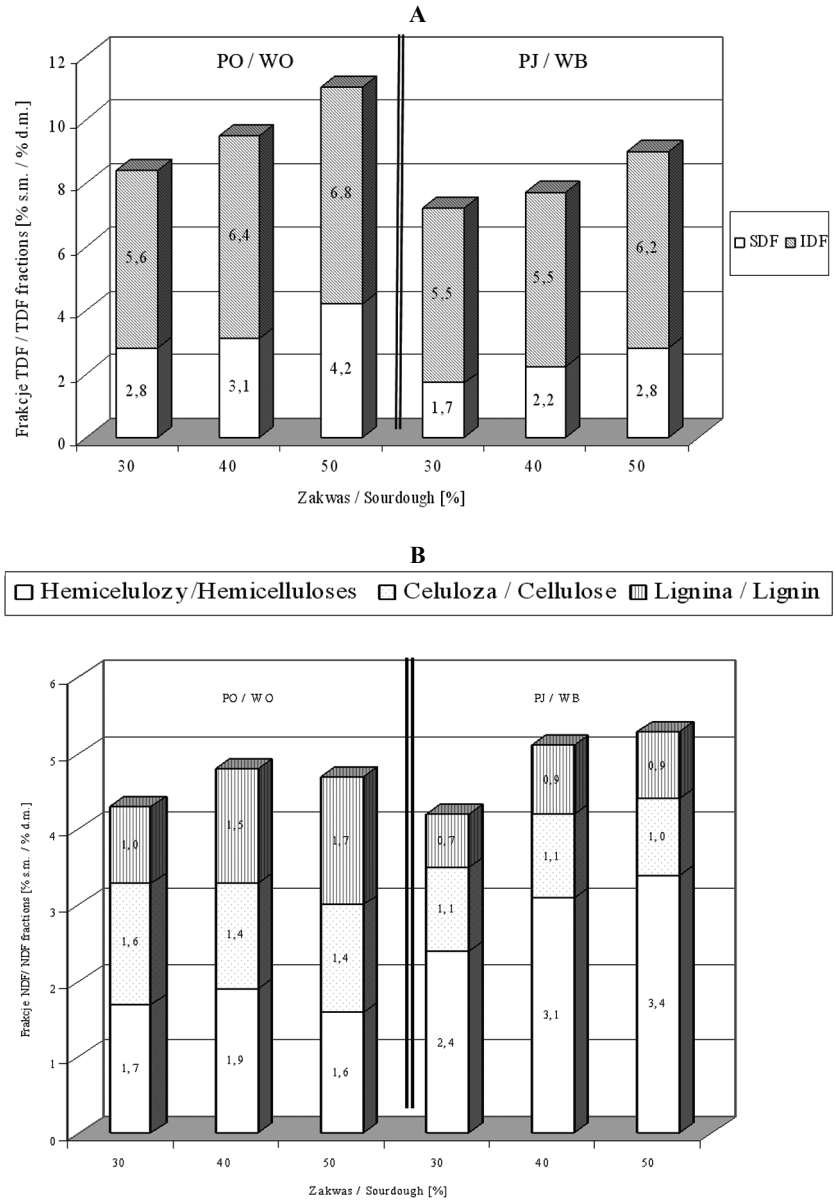
nych, jak również zoptymalizowane warunki przygotowania ciasta i jego fermentacji ograniczają degradację β-glukanów w procesie produkcji pieczywa [1]. W wielu badaniach wykazano, że endogenna β-glukanaza zmniejsza zawartość i średni ciężar cząsteczkowy β-glukanów jęczmienia [7, 9, 19]. Marklinder i wsp. [19] sugerują, że degradacja β-glukanów w fermentowanym jęczmieniu jest spowodowana przede wszystkim przez endogenne enzymy pochodzące z mąki jęczmiennej.

Tabela 3

Charakterystyka chemiczna pieczywa pszenno-owsianego (PO) i pszenno-jęczmiennego (PJ).
Chemical profile of wheat-oat (WO) and wheat-barley (WB) breads.

Zawartość składników chemicznych [% s. m.] Content of chemical components [% d. m.]	Zakwasy fermentowane starterem LV2 / Sourdoughs fermented using LV2 starter					
	PO / WO			PJ / WB		
	Zawartość OW** w zakwasach [%] Percent content of OB in sourdoughs			Zawartość CMJ*** w zakwasach [%] Percent content of WBF in sourdoughs		
	30	40	50	30	40	50
Składniki mineralne Mineral components	1,43 ± 0,0	1,60 ± 0,1	1,74 ± 0,0	1,16 ± 0,0	1,22 ± 0,0	1,32 ± 0,0
Białko (N x 5,8) / Protein	13,4 ± 0,1	13,9 ± 0,1	14,5 ± 0,1	12,4 ± 0,1	12,9 ± 0,1	13,1 ± 0,0
Lipidy / Lipids	3,39 ± 0,2	3,84 ± 0,2	4,34 ± 0,0	1,82 ± 0,1	1,99 ±0,2	2,28 ± 0,2
Sacharydy ogółem* Total saccharides	81,8	80,7	79,4	83,7	82,6	81,7
Błonnik pokarmowy ogółem (TDF) Total dietary fibre	8,3 ± 0,4	9,5 ± 0,3	10,9 ± 0,4	7,2 ± 0,1	7,6 ± 0,1	8,9 ± 0,1
β-glukany / β-glucans	2,2 ± 0,0	2,7 ± 0,1	2,8 ± 0,0	0,93 ± 0,0	1,3 ± 0,0	1,6 ± 0,0
Neutralny detergentowy błonnik (NDF) Neutral detergent fibre	4,3 ± 0,1	4,7 ± 0,1	4,7 ± 0,1	4,2 ± 0,3	5,1 ± 0,1	5,3 ± 0,0
Kwaśny detergentowy błonnik (ADF) Acid detergent fibre	2,6 ± 0,2	2,9 ± 0,2	3,1 ± 0,1	1,8 ± 0,2	1,9 ± 0,1	1,9 ± 0,2

Objaśnienia: / Explanatory notes:
*Wartości obliczone z różnicy zawartości suchej masy ogółem i sumy zawartości: popiołu, białka, lipidów / Values calculated as a difference between the content of total dry matter and total content of: ash, protein, and lipids; **Otręby owsiane / Oat bran; ***Całoziarnowa mąka jęczmienna / Whole-grain barley flour;
Wartości średnie (n=3) ± odchylenie standardowe / Mean values (n=3) ± standard deviation.



Objaśnienia: / Explanatory notes:
A: TDF - błonnik pokarmowy ogółem / total dietary fibre; IDF - nierozpuszczalny błonnik pokarmowy/ insoluble dietary fibre; SDF - rozpuszczalny błonnik pokarmowy / soluble dietary fibre;
B: NDF - neutralny detergentowy błonnik / neutral detergent fibre.

Rys. 1. Składniki błonnika pokarmowego w pieczywie pszenno-owsianym (PO) i pszenno-jęczmiennym (PJ).
Fig. 1. Dietary fibre components in wheat-oat (WO) and wheat-barley (WB) bread.

W pieczywie PO i PJ zawartość NDF kształtowała się odpowiednio na poziomie 4,3 - 4,7 % i 4,2 - 5,3 % (tab. 3, rys. 1B). Skład frakcyjny NDF był zróżnicowany w badanym pieczywie Większą zawartością frakcji ligninowej i celulozowej, a mniejszą frakcji hemicelulozowej cechowało się pieczywo PO w porównaniu z PJ (rys. 1B). Niemniej jednak frakcja hemicelulozowa przeważała w obu rodzajach pieczywa.

Dobrej jakości pieczywo PO i PJ, zawierające do 50 % zakwasów owsianych lub jęczmiennych, można uzyskać przez optymalizację receptury i parametrów procesu. Oba rodzaje pieczywa produkowane z wartościowych żywieniowo surowców oraz przy zastosowaniu naturalnej metody ich wytwarzania cechują się zwiększoną wartością odżywczą i funkcjonalną. Producenci pieczywa, mając na względzie dobro konsumentów, powinni zastosować naturalne surowce, o wysokiej wartości fizjologiczno-żywieniowej oraz startery fermentacji do produkcji nowych rodzajów pieczywa prozdrowotnego.

Wnioski

1. Otręby owsiane lub całoziarnowa mąka jęczmienna jako naturalne surowce o właściwościach funkcjonalnych oraz startery fermentacji mogą być stosowane do produkcji pieczywa pszenno-owsianego i pszenno-jęczmiennego.
2. Zakwasy owsiane lub jęczmienne fermentowane startem LV2 wykorzystywane, jako zamienniki mąki pszennej w ilości do 50 % jej masy, wpływają na zmniejszenie objętości obu rodzajów pieczywa, zmiany w strukturze ich miękiszu i składzie chemicznym.
3. Pieczywo z 30, 40 i 50 % udziałem otrąb owsianych, fermentowanych starterem LV2, jest bogatsze w składniki mineralne, wartościowe białko, lipidy, błonnik pokarmowy i jego składniki niż pieczywo pszenno-jęczmienne.
4. Oba rodzaje pieczywa cechują się zróżnicowanym składem frakcyjnym neutralnego detergentowego błonnika, przy czym frakcja hemiceluloza występuje w największej ilości.
5. Pieczywo pszenno-owsiane i pszenno-jęczmienne można zaliczyć do grupy produktów o charakterze prozdrowotnym.

Literatura

[1] Åman P., Rimsten L., Andersson R.: Molecular weight distribution of β-glucan in oat-based food. Cereal Chem., 2004, **81**, 356-360.

[2] Asp N.G., Johansson C.G., Hallmer H., Siljestrom M.: Rapid enzymatic assay of insoluble and soluble dietary fibre. J. Agric. Chem., 1983, **31**, 476-482.

[3] Baik B.K., Ullrich S.E.: Barley for Food: Characteristics, improvement, and renewed interest (Review). J. Cereal Sci., 2008, **48**, 233-242.

[4] Brennan Ch.S., Cleary L.J.: The potential use of cereals (1→3, 1→4)-β-glucans as functional foods ingradients (Review). J. Cereal Sci., 2005, **42,** 1-13.

[5] Brümmer J.M., Morgenstern G., Neumann H.: Herstellung von Hafer-, Gerste-, Mais-, Reis-, Hirse- und Buchweizenbrot. Getreide, Mehl u. Brot 1988, **5**, 153-158.

[6] Czubaszek A., Karolini-Skaradzińska Z.: Effects of wheat flour supplementation with oat products on doughs and bread quality. Pol. J. Food Nutr. Sci., 2005, **14/15**, 281-286.

[7] Degutyte-Fomnis L., Sontag-Strohm T., Salovaara H.: Oat bran fermentation by rye sourdough. Cereal Chem., 2002, **79**, 345-348.

[8] Diowksz A.: Wyzwania przyszłości dla produktów zbożowych. Przegl. Piek. i Cukier., 2005, **53**, 2-6.

[9] Flander L., Salmenkallio-Martitila M., Suortti T., Autio K.: Optimization of ingredients and baking process for improved wholemeal oat bread quality. LWT 2007, **40**, 860-870.

[10] Gąsiorowski H. (pod red.): Owies. Chemia i technologia. PWRiL, Poznań 1995.

[11] Gąsiorowski H. (pod red.): Jęczmień - chemia i technologia. PWRiL, Poznań 1997.

[12] ICC - Standards Methods. ICC-Methods, Vienna 1998.

[13] Jakubczyk T., Haber T. (pod red.): Analiza zbóż i przetworów zbożowych. Wyd. SGGW-AR, Warszawa 1981.

[14] Kawka A.: Jęczmień i jego produkty. Charakterystyka, otrzymywanie i wykorzystanie w żywieniu człowieka. Rocz. AR Poznań, Rozpr. nauk., 2004, **342**, 1-78.

[15] Kawka A., Górecka D.: Porównanie składu chemicznego pieczywa pszenno-jęczmiennego i pszenno-owsianego otrzymanego na kwasach fermentowanych kulturą starterową LV1. Bromat. Chemia Toksykol., 2009, **42**, 288-293.

[16] Kawka A., Górecka D., Gąsiorowski H.: The effects of commercial barley flakes on dough characteristic and bread composition. EJPAU., 1999, **2**, 1-8, #01.

[17] Kerckhoffs D., Hornstra G., Mensink R.: Cholesterol-lowering effect of β-glucan from oat bran in mildly hypercholesterolemic subjects may decrease when b-glucan is incorporated into bread and cookies. Am. J. Clin. Nutr., 2003, **78**, 221-227.

[18] Knuckles B.E., Hudson C.A., Chiu M. M., Sayre R.N.: Effect of β-glucan barley fractions in high-fibre bread and pasta. Cereal Foods World, 1997, **42,** 94-99.

[19] Marklinder I., Johansson L.: Sourdough fermentation of barley flours with varied content of mixed linked (1→3), ((1→4) β-D-glucans. Food Microbiol., 1995, **12**, 363-371.

[20] Marquart L., Jacobs D.L., McIntosch G.H., Poutanen K., Reicks M. (eds.): Whole grains and health. Blackwell Pub., Ames, Iowa 2007.

[21] McQueen R.E., Nicholson, J.W.G.: Modification of the neutral detergent fibre procedure for cereals and vegetables by using α-amylase. J. Assoc. Off. Anal. Chem., 1979, **62**, 676-680.

[22] 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.

[23] Newman, R.K., Ore K.C., Abbot J., Newman W.: Fibre enrichment of baked products with barley milling fraction. Cereal Foods World 1998, **43**, 23-25.

[24] Oomah B. D.: Baking and related properties of wheat-oat composite flours. Cereal Chem., 1983, **60**, 220-225.

[25] Sadiq Butt M., Tahir-Nadeem M., Khan M.K.I., Shabir R.: Oat: unique among the cereals. Eur. J. Nutr., 2008, **47**, 68-79.

[26] 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.

[27] Standard-Methoden für Getreide Mehl und Brot.Verlag Moritz Schäfer, Detmold, Niemcy, 1971.
[28] van Soest, P.J.: Use of detergents in the analysis fibrous feeds. I. Preparation of fibre residues of low nitrogen content. J.A.O.A.C., 1963, **46**, 825-835.
[29] van Soest P.J.: Use of detergents in the analysis of fibrous feeds. IV. Determination of plant cell wall constituents, J.A.O.A.C., 1967, **50**, 50-55.

COMPARISON OF CHEMICAL COMPOSITION OF WHEAT-OAT AND WHEAT-BARLEY BREAD WITH SOURDOUGHS FERMENTED BY 'LV2' STARTER

S u m m a r y

The objective of this research was to evaluate the chemical composition of wheat-oat and wheat-barley breads produced with oat and barley sourdoughs, respectively, and fermented by a starter culture manufactured by a Lesaffre Bio-Corporation in Łódź, Poland. Sourdoughs were made of oat bran or whole-grain barley flour; their amounts were, respectively, 30, 40, and 50 % of the total weight of flour, and of the 'LV2' starter (*Saccharomyces chevalieri, Lactobacillus brevis)*. The oat or barley sourdoughs replaced the wheat flour in the mass dough prepared. The bread containing 30-50 % of the oat sourdoughs fermented by the 'LV2' starter had a lower volume and acidity, but a higher moisture than the bread containing 30, 40 and 50 % of barley sourdoughs. Along with the increase in the percentage content of oat or barley sourdoughs in the dough mass, the volume of bread loaves became apparently reduced, but the moisture and acidity of the crumb increased. The bread with 30 % of sourdoughs was characterized by a higher sensory quality (9.6 scores) than the other samples. However, the wheat-oat bread was ranked lower than the wheat-barley bread. The bread with 30-50 % of oat sourdoughs contained more mineral components, proteins, lipids, and total dietary fibre, including the soluble dietary fibre; β-glucans, lignin and cellulose fractions; this bread showed a lower level of hemicellulose fraction if compared with the wheat-barley bread.

Key words: oat bran, whole-grain barley flour, starter, bread, chemical components