

ALICJA KAWKA**TOMASZ KROLL**Instytut Technologii Żywności Pochodzenia Roślinnego
Akademia Rolnicza im. A. Cieszkowskiego w Poznaniu

Wpływ otrąb owsianych na jakość ciasta i pieczywa pszennego

Effects of oat bran on wheat dough and bread quality

W pracy określano wpływ otrąb owsianych na jakość ciasta i pieczywa. Otręby owsiane stosowano jako zamiennik mąki pszennej w ilości 20%, 30% i 40% w stosunku do ogólnej masy. Fizyczne właściwości ciasta pszennego i pszenno-owsianego określono stosując farinograf firmy Brabendera. Pieczywo pszenne produkowano stosując metodę jednofazową, a pieczywo pszenno-owsiane przy zastosowaniu metody z fazą wstępnego rozmięczania otrąb owsianych. Zaobserwowano, że 20%–40% udział otrąb owsianych w mieszance pszenno-owsianej wyraźnie wpływał na zwiększenie jej wodochłonności oraz poprawę właściwości fizycznych ciasta takich jak: czas rozwoju i czas stałości oraz wskaźnik tolerancji na miesienie. Udział otrąb owsianych w masie ciasta pszenno-owsianego przyczynił się do zwiększenia wydajności ciasta oraz skrócenia czasu fermentacji końcowej kęsów ciasta w porównaniu z ciastem pszennym. Otręby owsiane jako zamiennik mąki pszennej w ilości do 40% powodowały zmniejszenie objętości pieczywa, co jest związane z mniejszą zdolnością zatrzymywania gazu niż jego wytwarzania w kęsach ciasta. Wilgotność i kwasowość pieczywa pszenno-owsianego była większa niż pieczywa pszennego. Zaobserwowano pewne zróżnicowanie w wartościach oceny sensorycznej pieczywa zawierającego otręby owsiane.

Słowa kluczowe: jakość pieczywa pszennego, pieczywo pszenno-owsiane, otręby owsiane, właściwości fizyczne ciasta

White wheat flour was substituted with up to 40% of oat bran to determine the effects on dough and bread quality. Physical dough properties of the wheat flour and the oat-wheat blends were determined with a Brabender farinograph by the constant flour weight. The wheat and wheat-oat breads were produced by one-stage method and oat bran 'soak-stage' method, respectively. 20%–40% of oat bran in flour blends increased water absorption, improved dough development, dough stability and mixing tolerance index as the amounts of oat bran in the blends increased. Oat bran in dough mass increased dough yield and decreased fermentation of dough pieces compared with the wheat dough. Replacing up to 40% of wheat flour with oat bran decreased the loaf volume. The decrease probably resulted from the lower gas retention rather than gas production. The higher moisture and acidity of wheat-oat crumb were found. Some differences in scores for overall acceptability of breads containing oat bran were observed.

Key words: oat bran, physical properties of dough, wheat bread quality, wheat-oat bread

WSTĘP

Pieczywo jako podstawowy produkt zbożowy zajmuje wysoką pozycję w racji pokarmowej Polaka i stanowi około 70% ogólnej ilości spożywanych przetworów zbożowych. Z wielu rodzajów pieczywa konsumenci krajowi nadal preferują pieczywo jasne, produkowane z mąki jasnej zawierającej mniej wartościowych składników odżywczych, niż pieczywo ciemne. Poprawę wartości odżywczej tego rodzaju pieczywa możemy uzyskać stosując naturalne surowce bogate w bioaktywne składniki decydujące o jego jakości żywieniowej (Dojczew i in., 2001; Gąsiorowski, 2004; Flaczyk i Kawka, 1999; Kawka, 2004; Świdorski, 1999).

W ostatnich latach obserwuje się wzrost zainteresowania zbożami niechlebowymi, w szczególności owsem i jęczmieniem uznanymi za rośliny XXI wieku. Zboża te, o odmiennym od innych zbóż składzie chemicznym, zawierają składniki odżywcze, które stanowią o ich przydatności do wykorzystania w żywieniu człowieka, jak również do produkcji wzbogacanej żywności, w tym pieczywa (Gąsiorowski, 1994; Kawka, 2004; Kiryluk i in., 1994; Slavin i in., 2001).

Owies, w odróżnieniu od zbóż chlebowych, cechuje się mniejszą zawartością skrobi oraz większą ilością nieskrobiowych polisacharydów, w szczególności β -glukanów i pentozanów jako istotnych składników błonnika pokarmowego. Białka owsa charakteryzują się wysoką wartością odżywczą i są zasobne w aminokwasy egzogenne. Owies zawiera też cenne witaminy grupy B i wszystkie natywne formy witaminy E (Doehlert i Moore, 1997; Gąsiorowski, 1992, 1995; Petkov i in., 1999; Webster, 1986).

W świetle pojawiających się coraz częściej informacji zwiększenie udziału produktów owsianych w diecie jest szczególnie polecane dla osób z zaburzeniami gospodarki lipidowej. Bogate w błonnik pokarmowy, w tym jego frakcję rozpuszczalną produkty owsiane przyczyniają się do obniżenia poziomu cholesterolu całkowitego i jego frakcji (Bartnikowska, 1997; Bartnikowska i Lange, 2000; Czerwiński i in., 2004; Gąsiorowski, 1994; Kahlon i Chow, 1997; Mäklki i Virtanen, 2001).

Produkty przetwarzania owsa, bogate w białko, lipidy, błonnik pokarmowy i jego składniki, sole mineralne i witaminy, stanowią wartościowy surowiec, który w maksymalnym stopniu należy wykorzystać w celu zwiększenia produkcji nowych rodzajów pieczywa.

W technologii piekarstwa, owies i jego przetwory, ze względu na swoisty skład frakcyjny substancji białkowych i sacharydowych mogą być stosowane jako zamienniki mąki chlebowej do produkcji pieczywa (Gąsiorowski i Kawka, 1998; Kawka, 1995; Kawka i Gąsiorowski, 1995; Webster, 1986).

Celem pracy było określenie wpływu otrębów owsianych na jakość ciasta i pieczywa pszenno-owsianego. Otręby owsiane stosowano jako zamiennik mąki pszennej w ilości 20%, 30% i 40% w stosunku do ogólnej masy. Wykonano cykl doświadczeń obejmujących analizę farinograficzną ciasta pszennego i z 20%–40% udziałem otrębów owsianych oraz ocenę pieczywa pszennego i pszenno-owsianego otrzymanego podczas wypieków laboratoryjnych.

MATERIAŁ I METODY

Materiał doświadczalny stanowiły handlowa mąka pszenna typu 550 oraz otręby owsiane, które stosowano jako zamiennik mąki pszennej w doświadczeniach technologicznych dla uzyskania pieczywa o wysokiej jakości żywieniowej.

Handlową mąkę pszenną typu 550 otrzymano z zakładów Komplexmłyn w Wągrowcu. Otręby owsiane, produkowane według technologii opracowanej w Instytucie Technologii Żywności Pochodzenia Roślinnego Akademii Rolniczej w Poznaniu, otrzymano z Przedsiębiorstwa Zbożowo-Młynarskiego w Kruszwicy.

Charakterystykę surowców stosowanych w doświadczeniach wykonano uwzględniając oznaczenia: wilgotności, zawartości składników mineralnych, białka, β -glukanów (ICC-Standards Methods, 1998), lipidów (Standard-Methoden, 1971), błonnika pokarmowego według metody Asp i wsp. (1983), przy użyciu aparatu Fibertec System E, kwasowości według normy PN-A-74007:1960 oraz ilości i jakości glutenu zgodnie z metodą zamieszczoną w normie PN-A-74043-2:1994, a wyniki badań przedstawiono w tabeli 1.

Tabela 1

Charakterystyka surowców stosowanych w doświadczeniach Characteristics of raw material used in experiments		
Wskaźniki Indices	Mąka pszenna typu 550 Wheat flour type 550	Otręby owsiane Oat bran
Wilgotność (%) Moisture (%)	13,2	7,4
Zawartość popiołu (% s.m.) Ash content (% d.m.)	0,53	3,11
Zawartość białka (% s.m.) Protein content (% d.m.)	12,8	18,4
Zawartość lipidów (% s.m.) Lipids content (% d.m.)	1,5	6,2
Zawartość błonnika pokarmowego (% s.m.): Dietary fiber content (% d.m.):		
nierozpuszczalnego — insoluble dietary fiber	2,4	13,2
rozpuszczalnego — soluble dietary fiber	2,0	7,1
ogółem — total dietary fiber	4,4	20,3
Zawartość β -glukanów (% s.m.) β -glucans content (% d.m.)	0,2	6,0
Kwasowość (°) Acidity (°)	2,8	3,8
Gluten:		—
wydajność glutenu mokrego (%) — wet gluten yield (%)	34	—
rozpywalność glutenu (mm) — gluten spreadability (mm)	6	—
liczba glutenowa — gluten number	55	—

Badano wpływ 20%, 30% i 40% udziału otręb owsianych (w stosunku do masy mieszanek) na właściwości fizyczne ciasta wykorzystując farinograf firmy Brabender. Określono wodochłonność mąki pszennej i mieszanek pszenno-owsianych przy konsystencji 500 j.B. oraz wykreślano ich krzywe normalne (ICC-Standards Methods, 1998).

Dla określenia wpływu otręb owsianych na cechy jakościowe pieczywa pszenno-owsianego wykonano próbne wypieki laboratoryjne. Wstępnie wykonano serię wypieków

laboratoryjnych dla ustalenia konsystencji ciast pszenno-owsianych. Przygotowywano ciasta z 20%–40% udziałem otrębów owsianych o zróżnicowanej konsystencji — 160, 165, 170 i 175. W oparciu o uzyskane wyniki, w dalszych doświadczeniach zastosowano konsystencje 170 oraz 175 przy wytwarzaniu ciasta odpowiednio z 20%–30% oraz 40% udziałem otrębów owsianych.

Ciasta pszenne przygotowywano metodą jednofazową (Jakubczyk i Haber, 1981). Ciasta z 20%–40% udziałem otrębów owsianych wytwarzano metodą z fazą wstępnego rozmiękania produktu owsianego. W metodzie tej otręby owsiane w ilości 20%, 30% i 40% masy mąki zalewano wodą ($t = 20^{\circ}\text{C}$) w stosunku 1:1,5 i pozostawiano w temperaturze pokojowej w czasie 12 godzin. Następnie do rozmięczonych otrębów owsianych (20%, 30%, 40%) dodawano odpowiednie ilości mąki pszennej typu 550, drożdże, sól i wodę w ilości niezbędnej do uzyskania konsystencji ciasta 170 oraz 175 odpowiednio przy sporządzaniu ciasta zawierającego do 30% otrębów owsianych oraz ciasta z 40% ich udziałem. Ciasta mieszo w mieszarce szybkoobrotowej zachowując stały czas miesienia 1,5 min.

W próbkach ciasta, po wstępnej fermentacji, oznaczano kwasowość zgodnie z normą PN-A-74100:1992.

Charakterystykę jakościową pieczywa wykonano po 24 godz. od wypieku uwzględniając oznaczenia: objętości w aparacie Sa-Wy, wilgotności i kwasowości miękkiszu zgodnie z normą PN-A-74108:1996 oraz przeprowadzono ocenę sensoryczną według skali punktowej 1-10 (Kawka i in., 1999) i porowatości według tablic Dallmanna (Jakubczyk i Haber, 1981).

Analizy wykonano w 3 równoległych powtórzeniach, a wyniki badań przedstawione w tabelach i na wykresach stanowią ich średnie wartości.

WYNIKI I DYSKUSJA

W badaniach stosowano mąkę pszenną typu 550 o średniej wartości wypiekowej oraz otręby owsiane o wyższej zawartości składników mineralnych, białka, lipidów i nieskrobiowych polisacharydów (tab. 1) niż w mące pszennej. Różnice w składzie chemicznym mąki pszennej i otrębów owsianych wynikają zarówno ze zróżnicowanego składu chemicznego komórek poszczególnych części anatomicznych ziarna jak również rodzaju zboża i procesu jego przetwarzania.

Charakterystykę farinograficzną ciasta pszennego z udziałem otrębów owsianych (20%–40%) w stosunku do mąki ogółem przedstawiono w tabeli 2. Otręby owsiane w mieszance z mąką pszenną wpływają na zmianę jej wodochłonności i cech fizycznych ciasta, takich jak: rozwój, stałość, wskaźnik tolerancji na miesienie (MTI). Zwiększenie udziału otrębów owsianych w mieszance pszenno-owsianej powodowało wyraźny wzrost jej wodochłonności. Udział otrębów owsianych w ilości do 40% w masie ciasta wpływał na wydłużenie czasu jego rozwoju. Czas stałości ciasta natomiast wyraźnie zwiększył się przy 20% udziale otrębów owsianych, a przy 30%–40% ich udziale jego wartości były mniejsze w porównaniu z ciastem pszennym. Oporność ciasta na miesienie, jako wskaźnik sumy czasu rozwoju i czasu stałości ciasta, jest zdecydowanie większa w odniesieniu do ciasta

z otrębami owsianymi. Większe udziały otręb owsianych (30%, 40%) powodowały obniżenie wartości MTI, co wskazuje na lepszą tolerancję ciasta na tzw. przemieszenie.

Tabela 2

Wpływ otręb owsianych na charakterystykę farinograficzną ciasta
Effects of oat bran on farinographic characteristic of dough

Ciasto Dough	Otręby owsiane Oat bran (%)	Wodochłonność Water absorption (%)	Rozwój Development (min)	Stołość Stability (min)	MTI* (j. B.)
Pszenne — Wheat	0	59,4	2,0	3,0	80
Pszemno-owsiane	20	63,9	2,5	6,0	75
Wheat-oat	30	67,2	5,0	3,2	70
	40	70,4	7,5	2,5	65

* Wskaźnik tolerancji na mieszenie.* Mixing tolerance index.

Powyższe wyniki badań potwierdzają wcześniejsze doniesienia piśmiennictwa (Kawka i Gąsiorowski, 1995; Kirshnan i in., 1987; Webster, 1986) dotyczące wpływu produktów owsianych na właściwości fizyczne ciasta. Wykazano, że skład chemiczny produktów owsianych, ich procentowy udział w mieszance, jak również granulacja mają istotny wpływ na właściwości fizyczne ciasta pszenno-owsianego.

Oomah i Lefkovitch (1988), Pomeranz i wsp. (1977) sugerują, że zmiany właściwości fizycznych ciasta pszenno-owsianego, w porównaniu z ciastem pszennym, są spowodowane wzrostem ilości białek rozpuszczalnych i frakcji azotu niebiałkowego oraz obniżeniem ilości prolamin.

W cyklu wypieków laboratoryjnych wykonano ciasta pszenne i z 20%–40% udziałem otręb owsianych, a wyniki przedstawiono w tabelach 3, 4, 5. Wydajność ciasta pszennego wynosiła 162,4%, a ciasta z 20%, 30% i 40% udziałem otręb owsianych była wyższa odpowiednio o 4,8, 4,9 i 11,2% w porównaniu z ciastem pszennym (tab. 3). Wartości kwasowości ciasta pszennego i pszenno-owsianego były zróżnicowane, przy czym w ciastach z udziałem otręb owsianych były wyższe niż w cieście pszennym.

Tabela 3

Wpływ otręb owsianych na parametry technologiczne prowadzenia ciasta i wypieku pieczywa pszenno-owsianego

Effects of oat bran on technological parameters of wheat-oat bread making

Próbka Sample	Otręby owsiane Oat bran (%)	Wydajność ciasta Dough yield (%)	Kwasowość ciasta Dough acidity (°)	Czas fermentacji (min) Fermentation time		Czas wypieku Baking time (min)
				ciasta dough	kęsów pieces	
Pszenna — wheat	0	162,4	2,6	60	47	27
Pszemno-owsiana	20	167,2	2,9	20	40	26
Wheat-oat	30	167,3	3,2	20	38	27
	40	173,6	3,3	20	37	26

Tabela 4

Cechy jakościowe pieczywa pszennego i pszenno-owsianego*
Quality of wheat and wheat-oat bread*

Pieczywo Bread	Otręby owsiane (%) Oat bran (%)	Objętość pieczywa (cm ³ /100 g mąki) Volume of bread (cm ³ /100 g of flour)	Współczynnik porowatości (punkty) Porosity index (score)	Wilgotność miękkiszu (%) Crumb moisture (%)	Kwasowość miękkiszu (°) Crumb acidity (°)	Ocena sensoryczna* (punkty) Sensory evaluation* (score)
Pszenne Wheat	0	484	95	45,1	1,1	10,0
Pszенno- owsiane Wheat-oat	20	433	95	46,7	1,3	9,9
	30	395	90	47,5	1,3	9,7
	40	346	85	47,6	1,4	9,7

* 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 (color, grain of crumb — 5 points; flavor — 4 points).

Kwasowość ciasta z udziałem produktów ze zbóż niechlebowych np. owsa, jęczmienia, a tym samym kwasowość pieczywa, jest zależna od ich ilości wprowadzanych jako zamiennik mąki chlebowej, sposobu wytwarzania ciasta, wydajności poszczególnych faz oraz warunków prowadzenia procesu technologicznego (Kawka, 1995, 2004).

Czas fermentacji końcowej kęsów ciasta z 20% 30% i 40% udziałem otrębów owsianych wahał się w granicach od 37 do 40 min i był krótszy w porównaniu z ciastem pszenным (47 min). Wypieki laboratoryjne wszystkich rodzajów pieczywa prowadzono przy stałym ubytku wypiekowym — 7%, a czas wypieku kęsów ciasta wahał się w granicach 26–27 minut.

W oparciu o wyniki badań własnych stwierdzono, że otręby owsiane jako zamiennik mąki pszennej w ilości 20%–40% ogólnej jej masy wpływają na zwiększenie wydajności i kwasowości ciasta oraz skrócenie czasu fermentacji końcowej kęsów ciasta.

Uzyskane rezultaty pozostają w zgodności z sugestiami wielu autorów (Kawka i Gąsiorowski, 1995; Krishnan i in., 1987; Pomeranz i in., 1977; Webster, 1986), którzy podają, że zmniejszenie udziału mąki pszennej przez wprowadzenie produktów owsianych przyczynia się do zwiększenia wodochłonności mieszanki pszenno-owsianej, a tym samym wydajności ciasta pszenno-owsianego. Zwiększona zdolność wiązania wody w cieście pszenno-owsianym uzależniona jest od składu chemicznego, granulacji, a także obróbki termicznej otrębów owsianych.

Procentowy udział otrębów owsianych w masie ciasta wpływa na zróżnicowanie wskaźników jakościowych pieczywa pszenno-owsianego, takich, jak objętość, współczynnik porowatości oraz wilgotność i kwasowość miękkiszu (tab. 4). Pieczywo z udziałem otrębów owsianych, cechowało się mniejszą objętością niż pieczywo pszenne. Największą jednak objętość uzyskało pieczywo z 20% udziałem otrębów owsianych. Wilgotność i kwasowość pieczywa zawierającego do 40% otrębów owsianych była większa niż pieczywa pszennego.

Tabela 5

Wyniki oceny sensorycznej pieczywa pszennego i pszenno-owsianego
Sensory evaluation results of wheat and wheat-oat-breads

Pieczywo Bread	Otręby owsiane Oat bran (%)	Wygląd zewnątrzny Appearance	Miękiśz Crumb			Smak i zapach Flavour
			elastyczność elasticity	porowatość porosity	pozostałe cechy other properties	
Pszenne Wheat	0	dobrze wyrośnięty, barwa skórki złocista well grown, golden crust colour	bardzo dobra very good	równomierna, pory drobne, cienkościenne uniform, pores small, with thin walls	równomiernie zabarwiony, o dobrej krajalności uniform pigmentation easy slicing	właściwy, typowy proper, typical
Pszenno- owsiane Wheat- oat	20	dobrze wyrośnięty gładka powierzchnia, barwa skórki ciemnozłocista well grown, surface smooth, dark-golden crust	bardzo dobra very good	równomierna pory drobne, cienkościenne uniform, pores small, with thin walls	równomiernie zabarwiony, barwa miękkiszu nieco ciemniejsza, lekko wilgotny w dotyku, o dobrej krajalności uniform pigmentation, crumb slightly darkened, slight moisture palpable, easy slicing	aromatyczny, delikatnie wyczuwalny smak orzeszkowy aromatic, delicate walnut flavour
	30	lekko chropowata powierzchnia, barwa skórki ciemnozłocista slightly coarse surface, dark-golden crust	dobra good	dość równomierna, pory drobne rather uniform, pores small	równomiernie zabarwiony, barwa miękkiszu szara, bardziej wilgotny w dotyku, o dobrej krajalności uniform pigmentation crumb pigmentation grey, more moisture palpable, easy slicing	właściwy, przyjemny, wyczuwalny smak orzeszkowy proper, nice delicate walnut flavour
	40	delikatne pęknięcia na powierzchni, barwa skórki ciemnozłocista surface subtly cracked dark-golden crust	mało elastyczny poor	równomierna, pory drobne, zbite uniform, pores small, dense	barwa miękkiszu ciemnoszara, bardzo wilgotny w dotyku crumb dark-grey, much moisture palpable	przyjemny, wyraźnie wyczuwalny smak orzeszkowy nice, distinct walnut flavour

W wyniku ogólnej oceny sensorycznej pieczywo z 20% udziałem otrąb owsianych uzyskało 9,9 punktów, a z 30%–40% ich udziałem 9,7 punktów (tab. 4). Pieczywo to

uzyskało niższe noty ze względu na mniejszą objętość i bardziej zbity, o mniejszej elastyczności miękisz, ale jego wyjątkowa smakowitość nie uległa zmianie.

Miękisz pieczywa pszenno-owsianego był lekko wilgotny w dotyku, o barwie nieco ciemniejszej, dobrej elastyczności i dość równomiernej porowatości oraz wysokiej smakowitości (tab. 5)

Podsumowując powyższe rezultaty należy stwierdzić, że zastosowanie otrąb owsianych jako zamiennika mąki pszennej do wypieku pieczywa, przy pewnej modyfikacji receptury oraz procesu technologicznego, pozwala uzyskać pieczywo o cechach jakościowych akceptowanych przez konsumenta.

WNIOSKI

1. Otręby owsiane stosowane jako zamiennik mąki pszennej przy produkcji pieczywa wpływają na zmianę cech fizycznych ciasta i jakości pieczywa.
2. Zaobserwowano, że 20–40% udział otrąb owsianych w mieszance pszenno-owsianej wyraźnie wpływa na zwiększenie jej wodochłonności oraz poprawę właściwości fizycznych ciasta, takich jak: czas rozwoju i czas stałości oraz wskaźnik tolerancji na miesienie.
3. Udział otrąb owsianych przy wytwarzaniu ciasta metodą z fazą wstępnego ich rozmiękania przyczynia się do zwiększenia jego wydajności oraz skrócenia czasu fermentacji końcowej kęsów ciasta w porównaniu z ciastem pszennym.
4. Zwiększając do 40% udział otrąb owsianych w pieczywie obserwuje się wyraźne zmniejszenie objętości pieczywa, nieznaczne pogorszenie struktury miękiszu, zwiększenie jego wilgotności i kwasowości, przy zachowaniu wysokiej smakowitości wyrobu.

LITERATURA

- Asp N. G., Johansson C. G., Hallmer H., Siljestrom M. 1983. Rapid enzymatic assay of insoluble and soluble dietary fiber. *J. Agric. Chem.* 31: 476 — 482.
- Bartnikowska E. 1997. Włókno pokarmowe w żywieniu człowieka zdrowego i chorego. W: Mater. Symp. Nauk., Radzików: 101 — 118.
- Bartnikowska E., Lange E. 2000. Znaczenie dietetyczne przetworów owsianych i ich wpływ na stężenie cholesterolu w osoczu oraz poposiłkową glikemię. *Żyw. Techn. Jakość* 7: 18 — 36.
- Czerwiński J., Bartnikowska E., Leontowicz H., Lange E., Leontowicz M., Katrich E., Trakhtenberg S., Gorinstein S. 2004. Oat (*Avena sativa* L.) and amaranth (*Amaranthus hypochondriacus*) meals positively affect plasma lipid profile in rats fed cholesterol-containing diets. *J. Nutritional Biochem.*, 15: 622 — 629.
- Dojczew D. M., Kosiewicz D., Lewczuk J. 2001. Wpływ dodatków naturalnych na jakość pieczywa pszennego. *Przegl. Piek. i Cukiern.*, 49: 16 — 19.
- Doehlert C. D., Moore R. W. 1997. Composition of oat bran and flour prepared by three different mechanism of dry milling. *Cereal Chem.*, 74: 403 — 406.
- Flaczyk E., Kawka A. 1999. Zastosowanie wybranych dodatków technologicznych do pieczywa. W: Surowce, technologia i dodatki a jakość żywności. J. Czapski, W. Grajek, E. Pospiech (red.), Wyd. Akad. Rol., Poznań: 177 — 183.
- Gąsiorowski H. 1992. Owies w żywieniu zdrowego i chorego człowieka. Wlkp. Oddz. PTTŻ, Poznań.
- Gąsiorowski H. 1994. Opracowanie racjonalnego sposobu wykorzystania ziarna owsa i produktów jego przerobu do celów konsumpcyjnych. Projekt badawczy KBN Nr 5 0009 91 01.

- Gąsiorowski H. 1995. Owies. Chemia i Technologia. PWRiL, Poznań.
- Gąsiorowski H. 2004. Pszenica. Chemia i technologia. PWRiL, Poznań.
- Gąsiorowski H., Kawka A. 1998. Jak wykorzystać żyto, jęczmień i owies do produkcji pieczywa specjalnego. Mater. Międzynar. Konf. Nauk., Bydgoszcz: 49 — 55.
- ICC — Standards Methods 1998. ICC-Methods, Vienna, Austria.
- Jakubczyk T., Haber T. 1981. Analiza zbóż i przetworów zbożowych. Skrypt SGGW, Warszawa.
- Kahlon T. S., Chow F. I. 1997. Hypocholesterolemic effects of oat, rice, and barley dietary fibers and fractions. Cereal Foods World 2: 86 — 92.
- Kawka, A. 1995. Wykorzystanie produktów owsianych do produkcji pieczywa. W: Owies. Chemia i Technologia. H. Gąsiorowski (red.), PWRiL, Poznań: 269 — 174.
- Kawka A. 2004. Jęczmień i jego produkty. Charakterystyka, otrzymywanie i wykorzystanie w żywieniu człowieka. Rocz. AR Poznań, Rozpr. Nauk. 342: 1 — 78.
- Kawka, A., Gąsiorowski, H. 1995. Produkty owsiane w piekarstwie. Cz. I. Wpływ otrąb owsianych dietetycznych na jakość chleba. Przegl. Piek. i Cukiern., 43: 4— 5.
- Kawka A., Górecka D., Gąsiorowski, H. 1999. The effect of commercial barley flakes on dough characteristic and bread composition. Electronic Journal of Polish Agricultural Universities, Food Science and Technology 2 (2): 1 — 8.
- Kiryłuk J., Gąsiorowski H., Kowalewski W. 1994. Otręby owsiane - produkt, który zdobywa świat. Przegl. Zboż.-Młyn. 38: 2 — 4.
- Krishnan P. G., Chang K. C., Brown G. 1987. Effect of commercial oat bran on the characteristics and composition of bread. Cereal Chem. 64: 55 — 58.
- Mäkki Y., Virtanen E. 2001. Gastrointestinal effects of oat bran and oat gum — a review. Lebensm. Wiss. Technol. 34: 337 — 347.
- Polskie normy: PN-A-74007:1960. Przetwory zbożowe. Oznaczenie kwasowości.
- PN-A-74043-2:1994. Ziarno zbóż i przetwory zbożowe. Oznaczenie glutenu mokrego. Mąka pszenna.
- PN-A-74100:1992. Półprodukty piekarskie. Metody badań.
- PN-A-74108:1996. Pieczywo. Metody badań i ocena punktowa.
- Oomah B. D., Lefkovich L. P. 1988. Optimal oxidant of wheat-oat composite flours. Die Nahrung 32: 527 — 538.
- Petkov K., Piech M., Łukaszewski Z., Kowieska A. 1999. Porównanie składu chemicznego i wartości pokarmowej owsa nieoplewionego i oplewionego. Żyw. Techn. Jakość. 6: 253 — 259.
- Pomeranz Y., Shorgen M. D., Finney K. F., Bechtel D. B. 1977. Fiber in breadmaking — effects on functional properties. Cereal Chem. 54: 25 — 41.
- Slavin J. L., Jacobs D., Marquart L., Wiemer K. 2001. The role of whole grains in disease prevention. J. Am. Dietetic. Associat., 101: 780 — 785.
- Standard Methoden für Getreide Mehl und Brot 1971. Arbeitsgemeinschaft Getreide Forschung. Verlag Moritz Schäfer, Detmold, Deutschland.
- Świdorski F. 1999. Żywność wygodna i żywność funkcjonalna. PWNT, Warszawa.
- Webster F. H. 1986. Oats: Chemistry and Technology. AACC, St. Paul, MN, USA.