

HALINA GAMBUŚ¹**ELŻBIETA PISULEWSKA²****FLORIAN GAMBUŚ³**¹ Katedra Technologii Węglowodanów, Akademia Rolnicza w Krakowie² Katedra Szczegółowej Uprawy Roślin, Akademia Rolnicza w Krakowie³ Katedra Chemii Rolnej, Akademia Rolnicza w Krakowie

Zastosowanie produktów przemiału owsa nieoplewionego do wypieku chleba

The use of products of milled naked oat in baking bread

Oceniono jakość i proces starzenia się chleba pszennego ze zróżnicowanym dodatkiem (3, 5, 10% w stosunku do masy mąki pszennej) otrąb i mąki owsianej, uzyskanych z laboratoryjnego przemiału owsa nagiego odmiany Akt. W analizie sensorycznej zarówno chleby z otrębami, jak i mąką owsianą zostały zakwalifikowane do I klasy jakości. Dodatek 3% i 5% otrąb nie wpłynął znacząco na twardość miększu w porównaniu z chlebem standardowym, natomiast taka sama ilość mąki owsianej w niewielkim stopniu spowodowała zwiększenie twardości w dniu wypieku. Dodatek otrąb zwiększył zawartość włókna pokarmowego w odniesieniu do standardu. Obecność produktów owsianych w chlebie pszenym wpłynęła także na zwiększenie w nim zawartości oznaczonych makro- i mikroelementów. Otręby owsiane uzyskane z laboratoryjnego przemiału okazały się bardziej wartościowym dodatkiem technologicznym niż mąka owsiana zarówno ze względu na jakość, jak i wartość żywieniową otrzymanych chlebów. Mając na uwadze akceptację konsumentów do praktycznego stosowania zaleca się 5% dodatek otrąb owsianych do wypieku chleba pszennego.

Słowa kluczowe: jakość chleba, mąka owsiana, otręby owsiane, owies nagi, wartość żywieniowa chleba

The quality of wheat bread and ageing process after the addition to flour of different amounts (3, 5, 10%) of oat bran or oat flour, obtained by laboratory milling of naked oat (var. Akt) were evaluated. Both, loaves with oat bran and with oat flour have been qualified as I class in sensory analysis. The addition of bran in the amount of 3 and 5% had no essential effect on crumb hardness, as compared to standard bread, whereas the same amount of oat flour slightly increased the hardness in the day of baking. The content of dietary fibre was higher in bread with bran than in standard bread. The presence of oat products in wheat bread resulted in increasing the level of micro- and macroelements. Oat bran were found to be a more valuable technological additive than oat flour in relation both to the quality and nutritional value of wheat bread. Based on the opinions of consumers, the 5% additive of oat bran can be recommended to be applied at baking wheat bread.

Key words: quality of bread, oat flour, oat bran, naked oat, nutritional value of bread

WSTĘP

Ziarno owsa charakteryzuje się szczególnie wartościowym składem chemicznym, a występująca w nim kombinacja składników odżywczych stanowi o jego dużej przydatności żywieniowej dla człowieka. Ziarno owsa zawiera co najmniej 2–3 razy więcej tłuszczu od ziarna innych zbóż i jest też o 10–25% bogatsze w białko o korzystnym składzie aminokwasowym, co decyduje o jego wysokiej wartości biologicznej (Bartnikowska i Rakowska, 1994; Gąsiorowski, 1998). Ziarno owsa jest też źródłem witamin, zwłaszcza z grupy B i witaminy E (Bartnikowska i Rakowska, 1994; Gąsiorowski, 1996). Wytwarzane od niedawna otręby owsiane różnią się od otręb z innych zbóż, ponieważ zawierają też część bielmoży ziarna. Są one bogate w beta-glukany stanowiące rozpuszczalną frakcję włókna pokarmowego, którym przypisuje się m.in. niezwykle cenną rolę w stymulacji układu immunologicznego organizmu (Kiryłuk i in., 1994; Gąsiorowski, 1996).

Pomimo popularyzowania w Polsce wiedzy o zaletach przetworów owsianych i ich walorach zdrowotnych w żywieniu człowieka (Bartnikowska i Rakowska, 1994; Bartnik i Rothkaehl, 1997; Gąsiorowski, 1995, 1998), nie obserwuje się większego zainteresowania produkcją tych przetworów. Przetwórstwo owsa wymaga wysoko wyspecjalizowanych linii technologicznych i jest stosunkowo kapitałochłonne (Bartnik i Rothkaehl, 1997). Pewne nadzieje na zmianę tej sytuacji niosą odmiany owsa nieoplewionego (nagiego), charakteryzujące się ziarniakami pozbawionymi łuski, która jest balastem zbędnym w żywieniu człowieka i trudnym do wydzielenia w procesie technologicznym.

Do produkcji pieczywa w Polsce najczęściej wykorzystuje się jasne mąki pszenne i żytnie, a więc surowce zubożone w cenne składniki odżywcze, takie jak: białko, włókno pokarmowe, sole mineralne czy witaminy (Piesiewicz, 1996 a i b). W celu poprawienia wartości żywieniowej pieczywa można stosować różne dodatki technologiczne. Biorąc pod uwagę szczególnie skład chemiczny ziarna owsa i jego przetworów, zaleca się ich wykorzystanie w większym stopniu w przemyśle piekarskim i cukierniczym (Klopfstein i Hosene, 1987; Oomah, 1983; Oomah i Lefkovitch, 1988; Kawka i Gąsiorowski, 1993; 1995).

W 1997 roku wpisano do Rejestru Odmian pierwszą w Polsce odmianę owsa nagiego o nazwie Akt.

Celem podjętych badań było sprawdzenie możliwości wykorzystania otręb i mąki pochodzących z przemiału owsa tej odmiany do produkcji chleba pszenno-owsianego. Założenia pracy obejmowały nie tylko ustalenie optymalnego dodatku wymienionych produktów owsianych, ale także określenie ich wpływu na parametry jakości i proces starzenia się miękiszu uzyskanych chlebów.

MATERIAŁ I METODY

Materiałem do badań była handlowa mąka pszenna typu 650 oraz mąka i otręby owsiane otrzymane z laboratoryjnego przemiału owsa nagiego odmiany Akt. Materiał badawczy stanowiły również chleby pszenne, w których część mąki pszennej zastąpiono otrębami

owsianymi w ilości 3, 5, 7 i 10% masy tej mąki lub mąką owsianą w ilości 3, 5 i 10% w stosunku do masy mąki pszennej. Przed dodaniem do ciasta otręby dodatkowo mielono w młynku bijakowym uzyskując cząstki o średnicy $\leq 1\text{mm}$.

Chleby wypiekano metodą bezpośrednią. Objętość chlebów mierzono w materiale sypkim, posługując się nasionami rzepaku. Ocenę sensoryczną przeprowadził 10-osobowy zespół o sprawdzonej wrażliwości sensorycznej, metodą punktową, według PN-89/A-74108. Po 1,5 h chłodzeniu chleby ważono i wyliczano stratę wypiekową całkowitą oraz wydajność pieczywa (Jakubczyk i Haber, 1983). Badając proces starzenia się uzyskanych chlebów przechowywano je w woreczkach foliowych w stałych warunkach przez trzy dni i w kolejnych dniach przechowywania oznaczano wilgotność miększu metodą suszarkową (Jakubczyk i Haber, 1983) oraz twardość i elastyczność miększu analizatorem tekstury TA-XT2. Oceniając wartość żywieniową i dietetyczną badanych chlebów oznaczono w nich zawartość białka ogółem i składników mineralnych wyrażonych jako popiół całkowity (Jakubczyk i Haber, 1983), zawartość włókna pokarmowego metodą Hellendoorna (Rutkowska, 1981) oraz zawartość makro- i mikroelementów, takich jak: K, Ca, Mg, Fe, Mn i Zn, spektrofotometrem absorpcji atomowej PU 9100X firmy Philips, z korekcją tła prowadzoną z użyciem lampy deuterowej (D_2).

WYNIKI I DYSKUSJA

Z przemiału laboratoryjnego owsa nieoplewionego uzyskano tylko 18,5% mąki, co oznacza, że otrzymane otręby były bardzo bogate w część bielmową ziarniaków. Świadczą o tym wyniki oznaczenia składu chemicznego mąki owsianej i otrąb (tab. 1).

Tabela 1

Skład chemiczny mąki pszennej oraz otrąb i mąki owsianej
Chemical composition of wheat flour and oat bran and flour

Materiał Material	Białko ogółem Total protein (N·5,7) % s.m.; % d.m.	Włókno pokarmowe Dietary fibre % s.m.; % d.m.	Popiół całkowity Total ash % s.m.; % d.m.
Mąka pszenna Wheat flour	12,03	2,39	0,65
Otręby owsiane Oat bran	13,79	8,85	2,64
Mąka owsiana Oat flour	8,32	5,27	1,66

Otręby zawierały o około 40% więcej białka, włókna pokarmowego i popiołu niż mąka owsiana, wobec tego stanowiły bardziej korzystny od niej dodatek piekarski pod względem wartości dietetycznej i żywieniowej. Włókno pokarmowe owsa zawiera prawie 40% frakcji rozpuszczalnej w wodzie, której głównym składnikiem są beta-glukany absorbujące cholesterol w przewodzie pokarmowym, a białko odznacza się dużą wartością biologiczną (Bartnikowska i Rakowska, 1994; Owies..., 1995; Gąsiorowski, 1998).

Dla konsumentów ważna jest jednak nie tylko wartość odżywcza, ale także jakość proponowanego pieczywa. Jak wynika z danych zamieszczonych w tabeli 2, 3% i 5%

dotatki otrąb wpłynęły na niewielkie obniżenie objętości chlebów z ich udziałem, nie pogarszając ich oceny sensorycznej, w porównaniu ze standardowym chlebem pszennym.

Tabela 2

Ocena jakości chlebów z dodatkiem otrąb owsianych
Evaluation of wheat bread with the addition of oat bran

Rodzaj chleba Kind of bread	Masa pieczywa zimnego Weight of cold bread (g)	Objętość pieczywa Total volume of bread (cm ³)	Objętość pieczywa ze 100 g mąki Bread volume from 100 g of flour (cm ³)	Wydajność pieczywa Yield of bread (%)	Strata wypiekowa całkowita Total baking loss (%)	Wilgotność miękkiszu Moisture of crumb (%)	Ocena sensoryczna Sensoric evaluation	
							suma punktów scores	klasa jakości grade
Mąka pszenna typu 650 Wheat flour type 650 (standard)	223	830	541	145,4	10,8	45,3	40	I
Standard + 3% otrąb Standard + 3% bran	226	803	534	147,4	9,6	45,2	40	I
Standard + 5% otrąb Standard + 5% bran	224	759	494	146,2	10,3	44,9	39	I
Standard + 7% otrąb Standard + 7% bran	222	723	471	144,7	11,2	44,5	39	I
Standard + 10% otrąb+ Standard + 10% bran	223	663	432	145,4	10,8	44,5	37	I

Większy, 10% udział otrąb owsianych w chlebach pszennych spowodował już znaczące zmniejszenie objętości bochenków. Potwierdza to badania innych autorów (D'Appolonia i Youngs, 1978; Oomah, 1983; Oomah i Lefkovitch, 1988; Kawka i Gąsiorowski, 1993), którzy wskazują, że jest to związane ze wzrostem ilości białek rozpuszczalnych i frakcji azotu niebiałkowego oraz zmniejszeniem ilości frakcji gliadyny i gluteniny tworzących kompleks glutenowy. Ze względu na wydajność pieczywa i stratę wypiekową, tylko chleb z 7% udziałem otrąb charakteryzował się nieco gorszymi wynikami niż chleb pszenny.

W przypadku dodatku mąki owsianej znaczące zmniejszenie się objętości chlebów nastąpiło również dopiero przy zastosowaniu go w ilości 10%, natomiast już 3% i 5% jej udział w chlebie spowodował zmniejszenie wydajności pieczywa i zwiększenie straty wypiekowej (tab. 3). Było to prawdopodobnie związane z wodochłonnością mieszanki mąki pszennej i owsianej, na co wskazywały wcześniejsze badania, podczas których nie zaobserwowano większych zmian wodochłonności lub zanotowano jej zmniejszenie się wraz ze wzrostem udziału mąki owsianej w mieszance (Oomah, 1983; Gąsiorowski, 1995). Wynik oceny sensorycznej pozwolił jednak na zakwalifikowanie do I klasy jakości zarówno chlebów z otrębami (tab. 2), jak i tych z mąką owsianą (tab. 3).

Dodatek produktów owsianych nie spowodował wyraźnych zmian w wilgotności miękkiszu podczas całego okresu przechowywania (tab. 4 i 5).

Tabela 3

Ocena jakości chlebów z dodatkiem mąki owsianej
Evaluation of wheat bread with the addition of oat flour

Rodzaj chleba Kind of bread	Masa pieczywa zimnego Weight of cold bread (g)	Objętość pieczywa Total volume of bread (cm ³)	Objętość pieczywa ze 100 g mąki Bread volume from 100 g of flour (cm ³)	Wydajność pieczywa Yield of bread (%)	Strata wypiekowa całkowita Total baking loss (%)	Wilgotność miękkiszu Moisture of crumb (%)	Ocena sensoryczna Sensoric evaluation	
							suma punktów scores	klasa jakości grade
Mąka pszenna typu 650 Wheat flour type 650 (standard)	223	830	541	145,4	10,8	45,3	40	I
Standard + 3% mąki owsianej Standard + 3% oat flour	221	815	531	144,1	11,6	44,4	39	I
Standard + 5% mąki owsianej Standard + 5% oat flour	219	785	512	142,8	12,4	44,6	39	I
Standard + 10% mąki owsianej Standard + 10% oat flour	224	720	469	146,0	10,4	44,9	37	I

Tabela 4

Wpływ dodatku otrąb owsianych na starzenie się chlebów pszennych
Influence of oat bran addition on ageing of wheat bread

Rodzaj chleba Kind of bread	Dni przechowywania* Days of storage	Wilgotność miękkiszu Moisture of crumb (%)	Twardość miękkiszu Hardness of crumb (kg)	Elastyczność miękkiszu Resilience of crumb
Mąka pszenna typu 650 Wheat flour type 650 (standard)	0	45,3	0,337	0,495
	1	44,7	0,654	0,385
	2	44,6	0,937	0,196
	3	44,1	0,952	0,139
Standard + 3% otrąb Standard + 3% bran	0	45,2	0,377	0,481
	1	44,8	0,859	0,249
	2	44,8	0,996	0,154
	3	44,1	1,000	0,140
Standard + 5% otrąb Standard + 5% bran	0	44,8	0,535	0,459
	1	44,8	0,899	0,241
	2	44,7	0,935	0,161
	3	44,7	1,013	0,131
Standard + 7% otrąb Standard + 7% bran	0	44,5	0,691	0,437
	1	44,2	1,130	0,259
	2	44,2	1,194	0,170
	3	44,1	1,376	0,165
Standard + 10% otrąb Standard + 10% bran	0	44,5	0,656	0,426
	1	44,4	1,134	0,221
	2	44,3	1,144	0,166
	3	44,3	1,292	0,139

*0 — Dzień wypieku; Day of baking, 1 — Pierwszy dzień po wypieku; First day after baking, 2 — Drugi dzień po wypieku; Second day after baking, 3 — Trzeci dzień po wypieku; Third day after baking

Z kolei 3% i 5% dodatek otrąb nie wpłynął znacząco na wzrost twardości miększu badanych chlebów w porównaniu z chlebem standardowym, a żaden z zastosowanych dodatków otrąb nie pogorszył elastyczności miększu podczas przechowywania (tab. 4).

Przy 3% i 5% udziale mąki owsianej, odnotowano nieco większą twardość w dniu wypieku, jednak w trzecim dniu przechowywania wartość tego parametru była porównywalna z twardością chleba standardowego (tab. 5). Najbardziej niekorzystnie, zarówno na twardość jak i elastyczność miększu po 3 dobach przechowywania, wpłynęło 10% zastąpienie mąki pszennej mąką owsianą.

Tabela 5

Wpływ dodatku mąki owsianej na starzenie się chlebów pszennych
Influence of oat flour addition on ageing of wheat bread

Rodzaj chleba Kind of bread	Dni przechowywania* Days of storage	Wilgotność miększu Moisture of crumb (%)	Twardość miększu Hardness of crumb (kg)	Elastyczność miększu Resilience of crumb
Mąka pszenna typu 650 Wheat flour type 650 (standard)	0	45,3	0,337	0,495
	1	44,7	0,654	0,385
	2	44,6	0,937	0,196
	3	44,1	0,952	0,139
Standard + 3% mąki owsianej Standard + 3% oat flour	0	44,4	0,721	0,455
	1	44,1	0,768	0,224
	2	44,1	0,806	0,142
	3	44,0	0,837	0,147
Standard + 5% mąki owsianej Standard + 5% oat flour	0	44,6	0,603	0,447
	1	44,6	0,794	0,243
	2	44,5	0,803	0,189
	3	44,5	0,913	0,142
Standard + 10% mąki owsianej Standard + 10% oat flour	0	44,9	0,853	0,410
	1	44,6	1,062	0,195
	2	44,1	1,120	0,142
	3	44,0	1,234	0,106

*0 — Dzień wypieku; Day of baking, 1 — Pierwszy dzień po wypieku; First day after baking, 2 — Drugi dzień po wypieku; Second day after baking, 3 — Trzeci dzień po wypieku; Third day after baking

Dodatek otrąb owsianych do chleba pszennego minimalnie wpłynął na zwiększenie w nim zawartości białka (tab. 6), natomiast dodatek mąki owsianej spowodował niewielkie zmniejszenie zawartości tego składnika, w porównaniu z chlebem standardowym (tab. 7). Ponadto udział produktów owsianych przyczynił się do zwiększenia zawartości włókna pokarmowego w chlebach pszennych, co w większym stopniu wystąpiło w przypadku użycia otrąb owsianych (tab. 6).

Z informacji zgromadzonych w piśmiennictwie wynika, że ziarno owsa przewyższa ziarno pszenicy, żyta, kukurydzy i jęczmienia pod względem zawartości makro- i mikroelementów, takich jak: wapń, żelazo, cynk, mangan i miedź (Gąsiorowski, 1995). Analiza wybranych składników mineralnych podczas niniejszych badań modelowych potwierdziła te informacje, szczególnie w odniesieniu do otrąb owsianych (tab. 6). Dodatek mąki owsianej spowodował wzrost zawartości żelaza i manganu w ocenianych chlebach (tab. 7), a dodatek otrąb zwiększenie zawartości potasu, magnezu, wapnia, żelaza, manganu

i cynku. Zawartość tych pierwiastków zwiększała się proporcjonalnie do wielkości stosowanych dodatków otrąb (tab. 6).

Tabela 6

Zawartość włókna pokarmowego, białka ogółem oraz wybranych makro- i mikroelementów w powietrznie suchej masie chlebów z dodatkiem otrąb owsianych
Content of dietary fibre, total protein and some macro- and microelements in the air dry mass of bread with the addition of oat bran

Rodzaj chleba Kind of bread	Włókno pokarmowe Dietary fibre (%)	Białko ogółem Total protein (N·5,7) (%)	K	Ca	Mg	Fe	Mn	Zn
			mg·kg ⁻¹					
Mąka pszenna typu 650 Wheat flour type 650 (standard)	2,39	12,03	2522	104,1	495,7	47,3	6,7	13,6
Standard + 3% otrąb Standard + 33% bran	2,59	12,08	2604	105,2	549,7	48,3	7,5	14,2
Standard + 5% otrąb Standard + 5% bran	2,71	12,12	2660	106,0	585,6	48,9	8,1	14,6
Standard + 7% otrąb Standard + 7% bran	2,84	12,15	2714	106,8	621,6	49,5	8,6	15,0
Standard + 10% otrąb Standard + 10% bran	3,04	12,21	2796	107,9	675,5	50,5	9,4	15,6

Tabela 7

Zawartość włókna pokarmowego, białka ogółem oraz wybranych makro- i mikroelementów w powietrznie suchej masie chlebów z dodatkiem mąki owsianej
Content of dietary fibre, total protein and some macro- and microelements in the air dry mass of bread with the addition of oat flour

Rodzaj chleba Kind of bread	Włókno pokarmowe Dietary fibre (%)	Białko ogółem Total protein (N·5,7) (%)	K	Ca	Mg	Fe	Mn	Zn
			mg/kg					
Mąka pszenna typu 650 Wheat flour type 650 (standard)	2,39	12,03	2522	104,1	495,7	47,3	6,7	13,6
Standard + 3% mąki owsianej Standard + 3% oat flour	2,48	11,21	2505	103,9	495,4	50,0	7,0	13,7
Standard + 5% mąki owsianej Standard + 5% oat flour	2,53	11,85	2493	103,7	495,2	51,8	7,1	13,7
Standard + 10% mąki owsianej Standard + 10% oat flour	2,75	11,66	2464	103,3	494,7	56,2	7,5	13,9

Uzyskane wyniki sugerują, że aby otrzymać pieczywo o wyraźnie zwiększonej wartości odżywczej należałoby zastosować większe dawki otrąb owsianych. Jednak bez widocznego i odczuwalnego smakowo pogorszenia jakości tego typu produktów dla przeciętnego konsumenta, zdecydowanie można polecić tylko 5% dodatek otrąb do chlebów pszennych. Wzbogacenie chlebów pszennych otrębami w takiej ilości pozwoliło uzyskać produkty o niezmienionej objętości i poprawnej strukturze miękkiszu. Dodatek otrąb nie był wyczuwalny smakowo, a pieczywo zyskało bardzo przychylną ocenę konsumentów.

WNIOSKI

1. Otręby owsiane uzyskane z laboratoryjnego przemiału owsa nagiego okazały się bardziej wartościowym niż mąka owsiana dodatkiem do produkcji chleba pszennego, zarówno ze względu na jego jakość jak i wartość żywieniową.
2. Udział w chlebach pszennych otrąb i mąki owsianej w ilości 3 i 5% w niewielkim stopniu wpłynął na zmniejszenie objętości produktu w porównaniu z chlebem standardowym, nie pogarszając jego cech sensorycznych.
3. Żaden z zastosowanych dodatków otrąb do chleba pszennego nie pogorszył elastyczności miękiszu podczas przechowywania, a 3% i 5% ich udział nie wpłynął znacząco na wzrost twardości miękiszu po upływie 72 godzin od wypieku, w porównaniu z chlebem standardowym.
4. Dodatek obu analizowanych produktów przemiału owsa nagiego do chleba pszennego wzbogacił go w niewielką ilość włókna pokarmowego natomiast tylko udział otrąb spowodował wzrost zawartości większości oznaczonych makro- i mikroelementów.
5. Mając na uwadze akceptację konsumentów, do praktycznego zastosowania zaleca się 5% dodatek otrąb owsianych w procesie technologicznym wypieku chleba pszennego.

LITERATURA

- Bartnikowska E., Rakowska M. 1994. Wpływ włókna z owsa i jęczmienia na metabolizm lipidów u zwierząt i ludzi. *Biul. IHAR* 190, 67 — 74.
- Bartnik M., Rothkaehl J. 1997. Owies — zboże warte zainteresowania. *Przem. Spoż.* 51, 6: 17 — 20.
- D'Appolonia B. L., Youngs V. L. 1978. Effect of bran and high protein concentrate from oats on dough properties and bread quality. *Cereal Chem.* 55: 736 — 742.
- Gąsiorowski H. (red.). 1995. Owies. *Chemia i technologia*. PWRiL, Poznań.
- Gąsiorowski H. 1996. Co należy wiedzieć o owsie i przetworach owsianych. *Przegl. Zboż. Młyn.* 40, 6: 9 — 10.
- Gąsiorowski H. 1998. Współczesny pogląd na walory fizjologiczno-żywnościowe owsa. *Przegl. Zboż. Młyn.* 42, 12: 2 — 3.
- Jakubczyk T., Haber T. (red.). 1983. Analiza zbóż i przetworów zbożowych. Skrypt, SGGW-AR, Warszawa.
- Kawka A., Gąsiorowski H. 1993. Wykorzystanie produktów owsianych do produkcji chleba. *Przegl. Piek. i Cuk.* 41, 9: 7 — 9.
- Kawka A., Gąsiorowski H. 1995. Produkty owsiane w piekarstwie. *Przegl. Piek. i Cuk.* 43, 4: 4 — 5.
- Kiryłuk J., Gąsiorowski H., Kowalewski W. 1994. Otręby owsiane — produkt, który zdobywa świat. *Przegl. Zboż. Młyn.* 38, 6: 2 — 4.
- Klopfstein C. F., Hosney R. C. 1987. Cholesterol lowering effects of beta-glucans enriched bread. *Nutr. Rep. Intern.* 36: 1091 — 1096.
- Oomah B. D. 1983. Baking and related properties of wheat-oat composite flours. *Cereal Chem.* 60: 220 — 225.
- Oomah B. D., Lefkovitch L. P. 1988. Optimal oxidant of wheat-oat composite flours. *Die Nahrung* 32: 527 — 538.
- Piesiewicz H. 1996 a. Konsumpcja pieczywa w Polsce na tle nowoczesnych tendencji w żywieniu. Część I. Wartość energetyczna, znaczenie białka, błonnika i witamin. *Przegl. Piek. i Cuk.* 44, 3: 8 — 9.
- Piesiewicz H. 1996 b. Konsumpcja pieczywa w Polsce na tle nowoczesnych tendencji w żywieniu. Część II. Znaczenie związków mineralnych. *Przegl. Piek. i Cuk.* 44, 4: 4 — 7.
- PN-89/A-74108 — Pieczywo. Metody badań i ocena punktowa. 1989. Wydaw. Norm., Warszawa
- Rutkowska U. (red.). 1981. Wybrane metody badania składu i wartości odżywczej żywności., PZWL, Warszawa.