

**ZYGMUNT GIL**

Zakład Technologii Zbóż  
Katedra Technologii Owoców, Warzyw i Zbóż  
Akademia Rolnicza, Wrocław

## Charakterystyka cech fizycznych, chemicznych i przemiałowych ziarna pszenżyta jarego i ozimego

### Characteristic of physical, chemical and milling qualities of spring and winter triticale grain

Badano ziarno czterech odmian pszenżyta ozimego i trzech odmian pszenżyta jarego pochodzących z trzech miejsc uprawy z lat 1996–1998. Stwierdzono znaczne zróżnicowanie ocenianych prób pszenżyta zarówno pod względem cech fizycznych, chemicznych, jak i przemiałowych ziarna. Szczególny wpływ na te wyróżniki wywarły warunki glebowo-pogodowe, a w mniejszym stopniu czynnik odmianowy. Zaznaczyło się to głównie w masie 1000 ziaren, szklistości i grubości ziarna. Pszenżyto ozime w porównaniu do jarego charakteryzowało się lepiej wykształconym ziarnem oraz niższą zawartością białka i składników mineralnych. Z ziarna form ozimych pszenżyta uzyskiwano przeciętnie więcej mąki. Z ocenianych odmian najlepszymi właściwościami przemiałowymi charakteryzowały się Presto i Vero.

**Słowa kluczowe:** cechy fizyczne, pszenżyto, skład chemiczny, właściwości przemiałowe, ziarno

The investigations were carried out on the grain of 4 winter and 3 spring triticale cultivars, coming from 3 locations, harvested in 1996–1998. It has been proved that triticale cultivars differ considerably as to the physical, chemical and milling features. Winter triticale is characterized by better 1000 kernel weight, test-weight and accuracy as compared with spring triticale. Total protein and ash content were higher in grain of spring triticale. The Presto and Vero cultivars showed by the best milling value.

**Key words:** grain, chemical composition, milling properties, physical features, triticale

#### WSTĘP

Pszenżyto weszło na stałe do uprawy w Polsce. Aktualnie uprawia się je na obszarze około 650 tys. ha. Stosunkowo duży areal uprawy pszenżyta wynika m.in. z postępu hodowlano-odmianowego. Program hodowli pszenżyta w Polsce ukierunkowany jest głównie na poprawę plenności oraz cech rolniczo użytkowych, takich jak zimotrwałość, skłonność do wylegania, późne dojrzewanie oraz skłonność do porastania. W tym zakresie hodowla ma już znaczące osiągnięcia. Pszenżyto jest zbożem o wysokiej wartości

paszowej ziarna. Wieloletnie badania wykazały, że może ono być również z powodzeniem wykorzystane w przerobie na mąkę i chleb (Haber i in., 1989; Haber i Lewczuk, 1990; Sitkowski i in., 1990). Wyniki tych badań sprawiły, iż w pracach hodowlanych w coraz większym stopniu zwraca się uwagę na jakość przetwórczą ziarna na cele technologiczne głównie w młynarstwie i piekarstwie. Do tej pory nie udało się jednak wyhodować w pełni chlebowej odmiany pszenżyta. Stała ocena jakości ziarna pszenżyta uprawianego w Polsce ważna jest z punktu widzenia hodowli zachowawczej, jak i w pracach nad doborem materiału do otrzymywania nowych odmian tego zboża o podwyższonej wartości technologicznej.

Celem pracy było ocena cech fizycznych, chemicznych i przemiałowych ziarna wybranych odmian pszenżyta jarego i ozimego.

#### MATERIAŁ I METODY

Materiałem badawczym było ziarno czterech odmian pszenżyta ozimego (Presto, Bogo, Moreno, Vero) oraz trzech odmian pszenżyta jarego (Gabo, Maja, Migo) ze zbiorów w latach 1996–1998. Pochodziło ono z doświadczeń odmianowych przeprowadzonych przez Stację Doświadczalną Oceny Odmian w Lubiniku, Pokoju i Kawęczynie.

Ziarno oceniono na podstawie masy 1000 ziaren, gęstości w stanie zsypanym, szklistości, rozdziału ziarna na frakcje o różnej grubości, wyliczając na tej podstawie celność ziarna. Spośród składników chemicznych w ziarnie oznaczono zawartość białka ogółem, skrobi i składników mineralnych. Wartość przemiałową ziarna określono na podstawie przemiału laboratoryjnego za pomocą młynka Quadrumat Senior. Przeprowadzając przemiał zwrócono uwagę na wydajność mąki z poszczególnych pasaży (śrutowego i wymiałowego) oraz łączną ilość tego produktu, a także na wydajność kaszek przy śrutowaniu. Ponadto w mące określono zawartość popiołu oraz obliczono współczynnik efektywności przemiału jako stosunek wyciągu mąki do jej popiołowości. Wymienione analizy wykonano metodami powszechnie stosowanymi w technologii zbóż (Jakubczyk i Haber, 1983).

#### WYNIKI I DYSKUSJA

Oznaczenia cech fizycznych ziarna zbóż odgrywają istotną rolę w ocenie jego przydatności rolniczej, jak i przetwórczej. Cechy te decydują zarówno o wynikach przemiału, jak i jakości uzyskanej mąki. W badaniach porównawczych z pszenicą i żytem, stwierdzono, że pszenżyto charakteryzuje się większą niż oba zboża chlebowe ilością ziarna dorodnego, a mniejszym udziałem ziaren niedostatecznie wykształconych. Szklistość ziarna pszenżyta jest dość zróżnicowana, a wartości tej cechy podobnie jak twardości kształtują się pośrednio pomiędzy pszenicą i żytem (Biskupski i in., 1992; Haber i in., 1989).

Oceniane próby pszenżyta miały zróżnicowaną masę 1000 ziaren (tab. 1). Wartości tej cechy u pszenżyta jarego zawierały się w przedziale od 25,1 do 54,2 g, a u ozimego od 26,1 do 57,5g. Przeciętnie pszenżyto jare miało niższą masę 1000 ziaren niż pszenżyto ozime. Największą średnią wartość tego wyróżnika miała odmiana Vero (43,2g), dużą Presto

(40,0g), a najmniejszą Bogo, Moreno i Gabo. Pszenżyto z 1998 roku oraz uprawiane w miejscowości Pokój charakteryzowało się mniejszą masą 1000 ziaren w porównaniu do prób z pozostałych lat i miejscowości. Wysoką masą 1000 ziaren wyróżniało się pszenżyto zebrane w 1996 roku (tab. 2).

Tabela 1

**Średnie wartości cech fizycznych ziarna pszenżyta jarego i ozimego**  
**Mean values of physical features of spring and winter triticale grain**

Odmiany Cultivars	Masa 1000 ziaren 1000 kernel weight [g]	Gęstość ziarna w stanie zsypanym Test weight [kg/hl]	Szklistość Vitreosity [%]	Fracja ziarna o grubości Share of grain of coarseness [%]			Celność Accuracy [%]
				2,2–2,5 mm	2,5–2,8 mm	> 2,8 mm	
Presto	40,0	73,8	43,0	9,1	29,7	58,1	87,9
Bogo	36,6	69,3	42,0	8,2	27,7	62,0	89,7
Moreno	36,2	71,0	33,2	14,0	34,0	47,7	81,7
Vero	43,2	72,1	37,1	8,0	21,9	67,4	83,3
Ozime means	39,7	71,9	41,7	3,0	27,6	60,8	88,4
Winter X min	26,1	65,3	7	0,7	4,1	13,6	51,0
X max	57,5	77,5	96	34,2	44,2	95,1	99,2
współczynnik zmienności variability coefficient (%)	21,1	4,9	67,1	93,9	41,5	35,3	13,2
Gabo	36,6	69,6	36,2	12,8	27,6	54,3	81,8
Maja	37,2	71,3	51,8	14,5	27,3	51,4	78,7
Migo	38,5	68,7	37,3	12,3	24,0	57,4	81,4
Jare means	38,7	70,2	42,3	11,2	25,2	58,7	83,9
Spring X min	25,1	61,7	3	1,1	8,1	9,8	37,1
X max	54,2	75,6	86	38,1	45,4	90,7	98,8
współczynnik zmienności variability coefficient (%)	23,0	5,2	57,0	104,8	40,6	44,0	22,7

Tabela 2

**Średnie wartości cech fizycznych ziarna pszenżyta w zależności od roku zbioru i miejsca uprawy**  
**Mean values of physical features of triticale grain depending on the year of harvest and location**

Lata zbioru i miejsca uprawy Years of harvest and locations	Masa 1000 ziaren 1000 kernel weight [g]	Gęstość ziarna w stanie zsypanym Test weight [kg/hl]	Szklistość Vitreosity [%]	Fracja ziarna o grubości Share of grain of coarseness [%]			Celność Accuracy [%]	
				2,2–2,5 mm	2,5–2,8 mm	> 2,8 mm		
Lata Years	1996	47,1	71,3	79	2,4	13,5	83,9	97,4
	1997	37,3	71,0	26	9,0	28,6	59,2	87,8
	1998	33,2	71,4	33	15,8	33,2	44,7	77,9
Miejscowości Location	Pokój	34,8	67,9	40	15,5	26,4	49,3	75,7
	Kawęczyn	40,2	71,5	45	6,8	24,6	66,1	90,7
	Lubinicko	42,6	74,1	53	5,0	21,0	72,3	93,4

Gęstość ziarna w stanie zsypanym mieściła się w granicach 61,7–75,6 kg/hl u pszenżyta jarego i 65,3–77,5 kg/hl u pszenżyta ozimego. Średnia wartość tej cechy dla pszenżyta ozimego była nieznacznie wyższa (71,9 kg/hl) niż dla odmian jarych (70,2 kg/hl). Spośród odmian najwyższą gęstością ziarna w stanie zsypanym charakteryzowała się odmiana ozima Presto (73,8 kg/hl) (tab. 1). Na tę cechę w większym stopniu oddziaływały warunki środowiska w miejscowościach niż przebieg pogody w latach (tab. 2).

W badaniach zaznaczył się znaczny wpływ przebiegu pogody na szklistość ziarna pszenżyta. Świadczą o tym różnice pomiędzy wartościami uzyskanymi dla pszenżyta z różnych lat zbioru (tab. 2). Szklistość ziarna pszenżyta z 1996 roku wynosiła przeciętnie 79 %, a z dwóch pozostałych lat tylko 26 i 33 %. Wartości tej cechy u pszenżyta jarego zawierały się w granicach od 3 do 86%, a u ozimego od 7 do 96% (tab. 1). Dużą zmienność wartości tej cechy potwierdzają obliczone współczynniki zmienności ( $V = 57,0\%$ ;  $V = 67,1\%$ ) Przeciętna szklistość ziarna pszenżyta jarego i ozimego była zbliżona. Spośród odmian największą przeciętną szklistością charakteryzowała się odmiana jara Maja (tab. 1).

Rozdzielając ziarno pszenżyta na frakcje o różnej grubości stwierdzono duże zróżnicowanie wyników. Zróżnicowanie to spowodowane było nie tylko czynnikiem odmianowym, ale również w dużym stopniu warunkami glebowymi i pogodowymi. Świadczą o tym wartości średnie dla pszenżyta uprawianego w różnych miejscowościach i latach (tab. 2). Najbardziej dorodne ziarno zebrano w 1996 roku (97,4%), a najmniej w 1998 (77,9). Pszenżyto uprawiane w Lubinicku i Kawęczynie było bardziej dorodne niż pszenżyto z miejscowości Pokój. O dużej zmienności w grubości ziarna pszenżyta świadczą szerokie zakresy wahań wartości dla poszczególnych frakcji ziarna oraz obliczone współczynniki zmienności (tab. 1). Przeciętnie w trzyletnim okresie badań przeważającą masę ziarna stanowiła frakcja o grubości powyżej 2,8 mm (około 60%). Najdrobniejszym ziarnem spośród ocenianych odmian charakteryzowało się pszenżyto Moreno oraz Maja. Najbardziej dorodnym ziarnem wyróżniały się Vero i Bogo. Przeciętnie pszenżyto ozime charakteryzowało się lepszą dorodnością, celnością i wyrównaniem ziarna niż pszenżyto jare.

Uzyskane wyniki, wskazują na duże zróżnicowanie badanych prób pszenżyta pod względem cech fizycznych ziarna. Ta duża zmienność spowodowana była głównie warunkami środowiska, a w mniejszym stopniu czynnikiem odmianowym. Potwierdzają to wyniki wcześniejszych badań (Ceglińska i Cacak-Pietrzak, 1996; Gil, 1996). Biskupski i wsp. (1979) stwierdzili, że gęstość ziarna w stanie zsypanym oraz masa 1000 ziaren pszenżyta są wprawdzie uwarunkowane genetycznie, jednak w dużym stopniu podlegają zmiennym wpływom czynników środowiska. Zwracają na to uwagę również Drews i wsp. (1976). Silny wpływ warunków środowiska na stopień wykształcenia ziarna zaznacza się u żyta (Bolling, 1979). We właściwościach fizycznych ziarna są niewielkie różnice pomiędzy odmianami żyta. Natomiast u pszenicy wielkość i wypełnienie ziarna w dużym stopniu zależą od czynnika genetycznego. Lukow i Mc Vetty (1991) podają, że masa 1000 ziaren i gęstość ziarna w stanie zsypanym pszenicy w ponad 50% zależą od odmiany. Badania Gila (1996) przeprowadzone na bogatym odmianowo i środowiskowo materiale

badawczym, wskazują na większy wpływ warunków glebowo-klimatycznych niż cech odmianowych, na kształtowanie się cech fizycznych ziarna pszenżyta.

Spośród składników chemicznych występujących w ziarnie zbóż, szczególnie dużo uwagi poświęca się zawartości białka ogółem. Jest to składnik ważny zarówno z punktu widzenia paszowego, jak i technologicznego. Białko odgrywa ważną rolę w procesie wypieku pieczywa.

Oceniając odmiany pszenżyta pod tym względem stwierdzono, że wszystkie odmiany jare zawierały średnio więcej białka niż ozime (tab. 3). Przeciętna wartość tej cechy dla form ozimych wyniosła 12,4%, a dla jarych 13,9%. Wskazuje to, iż pszenżyto jare w porównaniu do ozimego może odegrać większą rolę jako surowiec do produkcji pieczywa. Badane odmiany jare bardziej różniły się zawartością białka niż ozime. Najwięcej tego składnika w ziarnie stwierdzono u odmiany Maja. Różnice pomiędzy odmianami ozimymi były niewielkie i wynosiły przeciętnie 0,1 do 0,3% (tab. 3). Ilość białka w pszenżycie zależała od warunków glebowo-pogodowych. Porównując zawartość białka w ziarnie z różnych lat zbioru i miejscowości stwierdzono, że najmniej białka zawierało pszenżyto z 1998 roku (12,7%) oraz pochodzące z miejscowości Lubinicko (12,8%) (tab. 4).

Tabela 3

**Średnie wartości cech chemicznych ziarna pszenżyta jarego i ozimego**  
**Mean values of chemical features of spring and winter triticale grain**

Odmiany Cultivars	Zawartość w % Content in %		
	białka ogółem total protein	skrobi starch	popiołu ash
Presto	12,6	58,0	1,69
Bogo	12,3	56,4	1,77
Moreno	12,3	57,7	1,74
Vero	12,4	57,5	1,72
Ozime Winter	średnie means	57,5	1,73
	X min	54,8	1,62
	X max	60,3	1,89
	współczynnik zmienności variability coefficient (%)	2,8	4,4
Gabo	14,0	55,7	1,90
Maja	15,1	55,9	1,91
Migo	13,2	57,1	1,85
Jare Spring	średnie means	56,4	1,87
	X min	51,2	1,60
	X max	60,3	2,33
	współczynnik zmienności variability coefficient (%)	4,1	10,3

Zawartość skrobi w ziarnie badanych prób pszenżyta jarego mieściła się w granicach od 51,2 do 60,3%, a ozimego od 54,8 do 60,3%. Przeciętnie pszenżyto jare zawierało nieznacznie mniej skrobi od pszenżyta ozimego (tab. 3). Różnice w ilości tego składnika w ziarnie uprawianym w różnych miejscowościach i latach były niewielkie (tab. 4).

**Średnie wartości cech chemicznych i przemiałowych ziarna pszenżyta w zależności od roku zbioru i miejsca uprawy**

**Mean values of chemical and milling properties of triticale depending on the year of harvest and localization**

Lata zbioru i miejsca uprawy Years of harvest and locations	Zawartość w % Content in %			Wydajność mąki Flour yield			Wydajność kaszek Middlings yield [%]	Zawartość popiołu w mące Ash content in flour %	Współczynnik efektywności przemiału Milling effectiveness coefficient	
	białka ogółem total protein	skrobi starch	popiołu ash	śrutowej breaking %	Wymiało- wej reduction %	ogółem total %				
Lata Years	1996	13,4	57,2	1,76	34,6	30,3	64,9	32,4	0,50	129,8
	1997	13,4	56,6	1,86	40,2	23,0	63,2	25,4	0,48	131,7
	1998	12,7	57,1	1,73	35,3	24,7	60,0	26,8	0,45	133,3
Miejsco- wości Locations	Pokój	13,3	56,3	1,83	37,2	23,5	61,3	25,7	0,49	124,1
	Kawęczyn	13,1	57,3	1,74	37,0	26,5	63,5	28,5	0,46	138,0
	Lubinicko	12,8	57,1	1,77	35,9	28,1	63,3	30,4	0,49	129,1

Zawartość składników mineralnych w ziarnie była wyższa u odmian jarych i wynosiła przeciętnie 1,87%, podczas gdy u ozimych 1,73%. Współczynniki zmienności oraz zakresy wahań wartości tej cechy wskazują na jej większą zmienność u pszenżyta jarego. Z ocenianych odmian najmniejszą zawartością składników mineralnych charakteryzowało się ziarno odmiany Presto.

Podstawowym wyróżnikiem stosowanym przy ocenie właściwości przemiałowych ziarna zbóż jest wyciąg maki. Należy przy tym zwracać uwagę na jej ilość otrzymywaną oddzielnie z pasazy śrutowych i wymiałowych. Za bardziej wartościowe pod tym względem uważa się ziarno, przy przemiale, którego uzyskuje się jak najwięcej mąki z pasazy wymiałowych. W młynarstwie mąka śrutowa zaliczana jest do jakościowo gorszych, ze względu na mniej korzystną (drobniejszą) granulację w porównaniu z mąką z pasazy wymiałowych (Biskupski i in., 1989). Istotne znaczenie ma również zawartość popiołu w otrzymanej mące. Z odmian o dobrych właściwościach przemiałowych uzyskuje się wysoki wyciąg mąki o niskiej zawartości popiołu, czego wyrazem jest wysoka wartość współczynnika efektywności przemiału.

Oceniane obecnie odmiany pszenżyta różniły się pod względem cech przemiałowych ziarna (tab. 5). Ogólny wyciąg maki wahał się u pszenżyta jarego w granicach od 54,5 do 62,7%, a u ozimego od 56,3 do 68,6%. Przeciętnie z ziarna odmian ozimych uzyskiwano o 3% więcej mąki (w tym o 1% mąki wymiałowej) niż z ziarna odmian jarych. Przeciętna zawartość popiołu w uzyskanych mąkach była u obu form pszenżyta zbliżona. Wynikiem tego jest wyższa wartość współczynnika efektywności przemiału dla pszenżyta ozimego (111,5) niż dla pszenżyta jarego (106,7). Najlepszą wartością przemiałową ziarna wyróżniały się odmiany Presto i Vero, a najgorszą Bogo i Gabo. Porównując właściwości przemiałowe pszenżyta z różnych lat zbioru stwierdzono, że najwięcej mąki ogółem uzyskano z ziarna zebranego w 1996 roku (64,9%) (tab. 4). Wpłynęła na to wysoka szklistość oraz dorodność ziarna z tego roku badań (tab. 2).

**Średnie wartości cech przemiałowych ziarna pszenżyta jarego i ozimego**  
**Mean values of milling properties of spring and winter triticale grain**

Odmiany Cultivars	Wydajność mąki (%) Flour yield (%)			Wydajność kaszek Middlings yield %	Zawartość popiołu w mące Ash content in flour %	Współczynnik efektywności przemiału Milling effectiveness coefficient	
	śrutowej breaking	wymiałowej reduction	ogółem total				
Presto	39,4	27,2	66,6	29,3	0,58	115,0	
Bogo	37,0	23,1	69,2	25,4	0,56	108,2	
Moreno	36,8	25,4	62,0	27,9	0,50	104,5	
Vero	39,5	25,9	65,4	28,0	0,46	118,1	
średnie means	37,8	25,9	63,8	28,2	0,58	11,5	
Ozime Winter	Xmin	30,8	17,5	56,3	20,3	0,49	91,0
	Xmax	45,0	33,7	68,6	36,2	0,68	139,4
	współczynnik zmienności variability coefficient (%)	10,2	16,1	5,5	14,7	8,5	9,9
Gabo	34,7	24,6	59,4	26,9	0,59	102,0	
Maja	35,6	25,9	61,4	28,0	0,58	106,5	
Migo	37,1	22,8	59,9	24,9	0,56	106,8	
średnie means	35,8	24,9	60,7	27,0	0,57	106,7	
Jare Spring	X min	30,8	15,0	54,5	17,2	0,50	88,3
	X max	44,4	30,0	62,2	33,0	0,66	126,1
	współczynnik zmienności variability coefficient (%)	10,6	16,3	6,6	14,8	8,7	10,7

Przedstawione rezultaty badań przemiałowych ziarna wskazują na możliwość doboru odmian pszenżyta najbardziej nadających się do produkcji mąki. Również w warunkach przemysłowych przy dobraniu odpowiednich parametrów procesu technologicznego można uzyskać zadowalające rezultaty. Wskazują na to wyniki badań prezentowane w pracy Sitkowskiego i wsp. (1990).

#### WNIOSKI

1. Oceniane próby pszenżyta charakteryzowały się dużą zmiennością cech fizycznych, chemicznych i przemiałowych ziarna. Zmienność ta była spowodowana głównie warunkami glebowo-pogodowymi w latach i miejscowościach, a w mniejszym stopniu czynnikiem odmianowym. Szczególny wpływ warunków środowiska zaznaczył się w masie 1000 ziaren, szklistości i grubości ziarna, a w konsekwencji również wydajności mąki.
2. Pszenżyto ozime przewyższało formy jare pod względem masy 1000 ziaren, gęstości ziarna w stanie zsypanym oraz celności i wyrównania ziarna. Szklistość ziarna była zbliżona u obu form pszenżyta.

3. Zawartość białka ogółem i składników mineralnych w ziarnie pszenżyta jarego była przeciętnie wyższa niż u pszenżyta ozimego. Odmiany ozime zawierały nieznacznie więcej skrobi.
4. Właściwości przemiałowe ziarna pszenżyta ozimego były lepsze niż pszenżyta jarego. Wyraziło się to wyższym wyciągiem mąki ogółem, w tym również mąki wymiałowej, oraz korzystniejszymi wartościami współczynnika efektywności przemiału.
5. Z ocenianych odmian najlepszą wartością przemiałową charakteryzowały się Presto i Vero. Odmiana Maja wyróżniała się wysoką szklistością ziarna i zawartością białka ogółem.

#### LITERATURA

- Biskupski A., Subda H., Bogdanowicz M. 1979. Skład chemiczny i właściwości technologiczne ziarna pszenżyta /Triticale/. *Hod. Rośl. Aklim.* 23, 6: 381 — 392.
- Biskupski A., Maćkowiak W., Subda H., Bogdanowicz M., Ludwiczak A. 1989. Skład chemiczny i właściwości biochemiczne oraz technologiczne ziarna i mąki pszenżytniej. *Hod. Rośl. Aklim.* 33, 1/2: 1 — 16.
- Biskupski A., Bogdanowicz M., Subda H. 1992. Wartość technologiczna ziarna pszenżyta. Cz. I. Charakterystyka biochemiczna i technologiczna. *Hod. Rośl. Aklim.* 36, 3/4:73 — 89.
- Bolling H. 1979. Qualitätskriterien für die Vermahlung von Roggen. *Getreide, Mehl und Brot.* 33, 8: 216 — 218.
- Ceglińska A., Cacak-Pietrzak G. 1996. Charakterystyka technologiczna wybranych krajowych odmian pszenżyta w zależności od miejsca uprawy. *Przegl. Zboż.-Młyn.* 40(8):, 26 — 29.
- Drews E., Weipert D., Meyer D. 1976. Orientierende Untersuchungen über die Verarbeitungseigenschaften von inländischen Triticale. *Getreide Mehl und Brot*, 11: 285 — 291.
- Gil Z. 1996. Wartość technologiczna odmian pszenżyta jarego i ozimego w zależności od warunków środowiska. *Zesz. Nauk. AR Wroc.* 298: 1 — 90.
- Haber T., Jakubczyk T., Lewczuk J., Leszczyński K., Sitkowski T. 1989. Wartość technologiczna polskich odmian pszenżyta. Cz. I. Fizykochemiczne cechy ziarna i mąki pszenżyta. *Przem. Spoż.* 43 (8): 209.
- Haber T., Lewczuk J. 1990. Wartość technologiczna polskich odmian pszenżyta. Cz. IV. Wartość wypiekowa pszenżyta. *Przem. Spoż.* 44 (4/5): 108.
- Lukow O. M., McVetty P. B. E. 1991. Effect of cultivar and environment on quality characteristics of spring wheat. *Cereal Chem.* 68, 6: 597 — 601.
- Jakubczyk T., Haber T. (red.) 1983. *Analiza zbóż i przetworów zbożowych.* Wyd. SGGW — AR Warszawa.
- Sitkowski T., Haber T., Lewczuk J. 1990. Wartość technologiczna polskich odmian pszenżyta. Cz. III. Technologia przemiału pszenżyta. *Przem. Spoż.* 44 (1): 18 — 21.