

ZBIGNIEW SEGIT**KRYSTYNA SZWED-URBAŚ**

Instytut Genetyki i Hodowli Roślin, Akademia Rolnicza w Lublinie

Ocena cech jakościowych ziarna wybranych linii pszenicy twardej

The estimation of qualitative traits of some durum wheat lines

Materiał badawczy stanowiło ziarno 18 linii *T. durum* ze zbioru 2003 i 2004 roku. Ocenie poddano następujące wyróżniki fizyko-chemiczne ziarna i mąki: masa 1000 ziaren, masa hektolitra, barwa ziarna, szklistość ziarna, zawartość popiołu, zawartość białka, ilość glutenu, liczba opadania. W próbkach mlewa całoziarnowego przesianego przez sito 230 oznaczono barwę mąki. Stwierdzono wpływ lat na wartość analizowanych cech. Większość ocenianych linii miała w 2004 roku wyższą zawartość białka w ziarnie, średnio 15,7% w porównaniu do roku 2003 (14,8%). Wyższa była również zawartość popiołu — 1,86% w 2004 roku, 1,73% w 2003 roku. Ilość glutenu wahała się od 30 do 38% i wynosiła średnio 34% w 2003 r. i 35% w 2004 r. Największe różnice pomiędzy latami dotyczyły liczby opadania (442 s — 2003 r., 222 s — 2004 r.). Również barwa mąki zależała nie tylko od linii, ale także od roku uprawy, przy czym mąka uzyskana z ziarna dwóch linii miała w obu latach barwę zbliżoną do wymagań przemysłu makaronowego.

Słowa kluczowe: pszenica twarda, jakość ziarna

The analyzed material consisted of grain of 18 lines of *T. durum*, harvested in 2003 and 2004. The following physical and chemical properties of grain and flour have been estimated: 1000 grains weight, test weight, color of grain, grain vitreosity, ash and protein content, quantity of gluten, falling number. Color of the flour has been determined in samples of full grain grist sifted through the 230 sieve. The influence of cultivation year on the value of the analyzed traits has been stated. In 2004, majority of the tested lines had high protein content, with the average of 15.7% compared with 14.8% in 2003. Ash content was also higher — 1.86% in 2004; 1.73% in 2003. The amount of gluten ranged from 30% to 38% and the average was 34% in 2003 and 35% in 2004. The biggest differences between the years have been observed in the falling number (442 s — in the year 2003; 222 s — in the year 2004). The color of the flour depended also on the year of cultivation and on the tested line. The flour obtained from two tested lines had the color suitable for pasta production.

Key words: durum wheat, grain quality

WSTĘP

Podstawową miarą wartości technologicznej ziarna pszenicy twardej jest jego przydatność do otrzymania odpowiedniej jakości produktu finalnego, jakim jest makaron.

Spożycie makaronu w Polsce jest od kilku do kilkunastu razy mniejsze niż w krajach, w których makarony stanowią znaczącą pozycję wśród produktów żywnościowych (Chudoba i Szajner, 2001; Urban, 2001, 2003). Utrzymująca się od kilku lat stała tendencja wzrostu spożycia makaronu (w świecie, ale również w Polsce) stawia przed przemysłem młynarskim i makaronowym coraz to wyższe wymagania. Obok dążenia do uzyskiwania możliwie najlepszych wyników finansowych istotnego znaczenia nabiera jakość produktu oraz zmieniające się preferencje konsumenta. Dobrej jakości makaron powinien charakteryzować się gładką, półprzezroczystą powierzchnią, szklistym przełomem, złocisto bursztynową barwą, specyficznym smakiem i zapachem zarówno przed, jak i po ugotowaniu oraz powinien być niekruszący się i niełamliwy. Taki „prawdziwy makaron”, można otrzymać wyłącznie z pszenicy *T. durum* o dobrych właściwościach technologicznych, tzn. o wysokiej zawartości białka w ziarnie, wysokiej zawartości glutenu mokrego, żółtokremowej barwie semoliny i innych (Obuchowski, 1997; Miedwiediew, 1998; Jurga, 2004).

W Polsce jak dotąd nie uprawia się pszenicy twardej (brak chociażby odmian tego gatunku), ale jak wskazują badania prowadzone w kilku ośrodkach hodowlanych otrzymanie rodzimych odmian o stosunkowo dobrych właściwościach technologicznych jest możliwe (Bojarczuk i Zalewski, 2002; Ceglińska i in., 2004; Szwed-Urbaś i in., 1995, 1996, 1997).

MATERIAŁ I METODY

Materiał badawczy stanowiło 18 linii pszenicy twardej (*T. durum*) o dobrej odporności na wyleganie i choroby grzybowe oraz wysokiej masie ziaren z kłosa i MTZ. Linie te wyselekcjonowano z kilku populacji mieszańcowych w Instytucie Genetyki i Hodowli Roślin AR w Lublinie. Wszystkie linie rozmnażano w 2003 i 2004 roku na poletkach o pow. 2 m² w Gospodarstwie Doświadczalnym Czesławice k/ Nałęczowa.

Badania jakościowe ziarna przeprowadzono w laboratorium Lubella S.A. w Lublinie wg metodyki wynikającej z norm PN i BN oraz wskazań analizatora NIR Inframatic 8600. Ziarno śrutowano na rozdrabniaczu laboratoryjnym 3100 (prod. Perten). Ocenie poddano następujące wyróżniki fizyko-chemiczne ziarna i mąki: masa 1000 ziaren, masa hektolitra, barwa ziarna, szklistość ziarna, zawartość popiołu, zawartość białka, ilość glutenu i liczba opadania. Wyniki badań zestawiono w tabelach 1–3. W próbach mlewa całoziarnowego przesianego przez sito 230 oznaczono wizualnie barwę mąki.

WYNIKI BADAŃ

Uwzględnione w badaniach linie były zróżnicowane pod względem wartości poszczególnych cech. Ziarno większości linii było szkliste, dobrze wykształcone, dlatego też masa 1000 ziaren była stosunkowo wysoka. Średnia dla roku 2003 wynosiła 51,6 g. W 2004 roku prawie wszystkie linie miały wyższą MTZ, przy średniej 55,8 g (wahania od 46,8 do 62,8 g.). Należy zaznaczyć, że 12 linii charakteryzowało się MTZ przekraczającą 50 g w obu latach badań (tab. 1 i 2). Wysoka była również masa objętościowa

przekraczająca wartość 76 kg/hl, tj. wartość przyjmowaną przez przemysł jako odpowiednią dla ziarna przeznaczonego do przetwórstwa. Średnie dla obu lat badań były zbliżone — 79,5 kg/hl w 2003 i 79,2 kg/hl w 2004 roku, przy wahaniach od 75,4 do 84,8 kg/hl. Ziarno 6 linii miało średnią gęstość w stanie zsypanym powyżej 80 kg/hl (tab. 2).

Tabela 1

Średnie i zakres zmienności analizowanych cech
Average and variability range of the analyzed traits

Cechy Traits	Rok Year	Min. – Max.	Średnia Average
Masa 1000 ziaren Weight of 1000 grains (g)	2003	42,0–62,3	51,6
	2004	46,8–62,8	55,8
Masa hektolitra Test weight (kg/hl)	2003	75,4–84,8	79,5
	2004	75,7–82,2	79,2
Zawartość białka Protein content (%)	2003	13,7–16,0	14,8
	2004	14,4–17,2	15,7
Ilość glutenu mokrego Wet gluten (%)	2003	30–37	34
	2004	32–38	35
Zawartość popiołu Ash content (%)	2003	1,59–1,97	1,73
	2004	1,73–1,98	1,86
Liczba opadania Falling number (sec)	2003	399–502	442
	2004	82–338	222
Szklistość ziarna Grain vitreosity (%)	2003	90–98	94
	2004	62–96	84

Zbliżone wartości omawianych cech uzyskano we wcześniejszych badaniach autorów, obejmujących większy liczebnie i inny zestaw linii (lata 1993–1996). Wg tych badań analizowane linie odznaczały się masą 1000 ziaren rzędu 43,1–52,6 g, przy wysokiej gęstości wynoszącej 78,4–82,7 kg/hl (Szwed-Urbaś i in., 1995, 1996, 1997). Pszenica amerykańska oferowana do handlu w latach 2002–2003 charakteryzowała się niższymi wartościami omawianych parametrów: MTZ — 33,8–36,9 g, gęstość 78,0–79,4 kg/hl (Crop Quality Report, 2003).

Zawartość białka, a szczególnie jego skład ilościowy i jakościowy istotnie wpływa na właściwości fizyko-chemiczne oraz wartość technologiczną ziarna pszenicy. W ziarnie *T. durum* białko bielma jest mocno związane z ziarnami skrobi dając monolityczną szklistą strukturę, wytrzymałą na kruszenie. Podczas przemiału otrzymujemy mąkę gruboziarnistą o regularnym kształcie cząstek. Tak uzyskana mąka nie ma tendencji do aglomerowania (Gąsiorowski i in., 1999). Według Obuchowskiego (2000) i Jurgi (2003) dobrej jakości mąka powinna zawierać nie mniej niż 12–13% białka (w ziarnie automatycznie więcej). Zbyt niska zawartość białka powoduje, że makaron będzie kruchy, łamliwy, podatny na pękanie.

Wyniki uzyskane w badaniach własnych wskazują, że oceniane linie prezentują się dość korzystnie. W 2003 roku zawartość białka ogólnego w ziarnie, zależnie od linii wynosiła od 13,7% do 16,0%; średnia 14,8%. W 2004 roku większość linii (14 spośród badanych) odznaczała się wyższym niż w roku poprzednim udziałem tego składnika wynoszącym 15,7%, przy wahaniach 14,4–17,2% (tab. 1 i 2). Dla porównania można podać, że zawartość białka w ziarnie pszenicy francuskiej ze zbioru 2000–01 wynosiła ok. 13,4%.

Nieco więcej białka zawierały pszenica niemiecka, grecka i austriacka 14,0–16,2% (Kostecki, 2003). Handlowe partie ziarna pszenicy amerykańskiej z 2003 roku miały średnio 14,5% białka (Crop Quality Report, 2003).

Tabela 2

Cechy fizyko-chemiczne ziarna badanych linii *T. durum*
Physical and chemical properties of grain of the investigated lines of *T. durum*

Linia Line	Rok Year	Masa 1000 ziaren Weight of 1000 grains (g)	Masa hektolitra Test weight (kg/hl)	Zawartość białka Protein kontent (%)	Ilość glutenu Wet gluten (%)	Zawartość popiołu Ash content (%)	Liczba opadania Falling number (sec)	Szkliwość ziarna Grain vitreosity (%)
LGR 2426/98/2	2003	55,7	79,2	13,8	30	1,74	410	94
	2004	59,7	78,9	15,0	33	1,89	128	86
LGR 520/99/4	2003	58,1	77,8	13,7	30	1,75	472	96
	2004	61,6	78,6	16,2	36	1,82	260	94
LGR 664/99/1	2003	56,2	84,8	14,4	34	1,71	424	94
	2004	60,6	82,2	16,3	37	1,80	202	96
LGR 657/99/3	2003	55,4	82,2	14,4	33	1,72	502	94
	2004	55,2	81,2	16,0	36	1,78	262	92
LGR 626b/99/4	2003	48,1	78,6	14,4	32	1,76	460	92
	2004	49,3	80,2	15,2	34	1,85	308	90
LGR 626a/99/1b	2003	53,0	81,8	15,1	35	1,78	457	94
	2004	55,8	79,9	16,8	37	1,73	280	92
LGR 626b/99/3	2003	45,6	78,4	15,0	34	1,69	454	94
	2004	48,2	79,4	14,8	33	1,89	338	84
LGR 626b/99/1	2003	47,8	78,2	15,4	35	1,68	420	96
	2004	46,8	79,5	15,2	34	1,86	304	90
LGR 635/99/10	2003	62,3	76,4	16,0	37	1,70	446	98
	2004	60,8	75,8	15,4	34	1,95	146	78
LGR 631/99/4	2003	50,0	77,4	15,8	36	1,69	410	94
	2004	55,4	78,6	15,8	36	1,82	139	84
LGR 635/99/7b	2003	53,8	75,4	15,3	35	1,68	437	94
	2004	59,6	75,7	16,0	36	1,88	191	88
LGR 639/99/2	2003	50,2	80,0	14,2	32	1,59	443	94
	2004	55,0	79,1	14,4	32	1,98	240	76
LGR 645/99/8	2003	55,9	80,0	14,0	33	1,67	417	92
	2004	62,8	79,4	14,6	33	1,88	145	62
LGR 629/99/3	2003	52,9	80,2	15,6	37	1,70	399	90
	2004	54,0	74,8	17,2	38	1,76	82	74
LGR 641/99/3	2003	45,9	80,0	14,8	34	1,70	457	92
	2004	55,4	82,0	15,5	35	1,89	257	84
LGR 629/99/2	2003	53,4	79,6	14,8	34	1,71	401	94
	2004	57,2	76,2	16,1	36	1,81	125	90
LGR 609/99/3	2003	42,5	82,1	14,2	31	1,90	500	92
	2004	52,0	81,8	16,4	37	1,88	260	78
LGR 2470/98/5	2003	42,0	79,2	15,8	34	1,97	450	90
	2004	54,3	81,6	15,3	34	1,96	332	80

Z zawartością białka bardzo ściśle związana jest ilość glutenu. Posiada on nieco inną strukturę niż gluten pszenicy zwyczajnej, zawierając więcej frakcji gliadynowej i gluteniny wysokocząsteczkowej. Gliadyna pszenicy twardej jest bardziej wytrzymała na działania

mechaniczne i cieplne, co jest niezmiernie istotne przy produkcji makaronu (Szwed-Urbaś i in., 1995; Miedwiediew, 1998). Dobrej jakości gluten powinien być mocny a zarazem rozciągliwy i plastyczny a jego ilość zgodnie z BN i PN nie powinna być niższa niż 28% w ziarnie i 30% w semolinie. Mniejsze ilości glutenu powodują zwiększenie strat suchej masy ugotowanych makaronów, zmniejszenie ich wytrzymałości, pogorszenie konsystencji i tworzenie zlepów (Miedwiediew, 1998). Jak podaje Obuchowski (2000) i Jurga (2003) ziarno pszenicy twardej odznacza się glutenem o lepszych właściwościach makaronowych niż ziarno pszenicy zwyczajnej.

Wszystkie oceniane linie w obu latach badań odznaczały się wysokim poziomem glutenu, przekraczającym 30% (wahania od 30 do 38%). Średnie dla lat były bardzo podobne — 34% w 2003 roku i 35% w 2004 roku (tab. 1 i 2). Nieznacznie niższym poziomem glutenu charakteryzował się materiał badany przez autorów w latach 1995–1996, ale wskazano także na szereg linii zawierających więcej niż 30% glutenu w obu latach (Szwed-Urbaś i in., 1996, 1997). Powyżej 30% glutenu miało także 40% linii pszenicy twardej z Hodowli Roślin Strzelce (Ceglińska i in., 2004). Powyższe dane dotyczące zawartości białka i glutenu wskazują na możliwość wytworzenia polskich odmian pszenicy twardej o dobrych właściwościach technologicznych.

Ziarno pszenicy twardej z natury rzeczy odznacza się wyższą zawartością popiołu, co niewątpliwie związane jest z wysoką zawartością tych składników w bielmie (0,65–0,80%), przy czym jest to cecha odmianowa w dużym stopniu determinowana warunkami klimatycznymi i uprawowymi (Zwengelberg, 1996; Obuchowski, 2000; Muenzig i Zwengelberg, 2000). Zbyt duża zawartość tych substancji jest niekorzystna za względów technologicznych, szczególnie jeśli dotyczy to substancji mineralnych pochodzących z zewnętrznych części ziarna. Do produktu przemiału (semoliny) trafiają wtedy mało przydatne substancje białkowe nietworzące glutenu lub go osłabiające (Obuchowski, 2000). W badaniach własnych zawartość popiołu oznaczono w całym ziarnie stąd wyższe jego wartości. W 2003 roku ilość popiołu wynosiła, zależnie od genotypu, od 1,59 do 1,97%; średnio 1,73%. Wyższą zawartość popiołu miało ziarno ze zbioru w 2004 roku; średnio 1,86%, przy wahaniami od 1,73 do 1,98% (tab. 1 i 2). Podobny poziom popiołu miało ziarno pszenicy niemieckiej, włoskiej, francuskiej, austriackiej 1,72–1,94% (Zwengelberg, 1996; Muenzig i Zwengelberg, 2000; Kostecki, 2003). Znacznie mniej (1,53–1,56%) popiołu zawierała pszenica amerykańska ze zbioru 2002–2003, przy średniej 5-letniej 1,67% (Crop Quality Report, 2003).

Ważnym wyróżnikiem jakości surowca jest liczba opadania, która wskazuje nam czy mamy do czynienia z ziarnem, którego aktywność enzymatyczna jest w normie czy też jest podwyższona. Charakteryzuje ona nie tylko aktywność enzymu α -amylazy, ale również innych enzymów z grupy hydrolaz. Wzrost aktywności tych enzymów zdecydowanie pogarsza technologiczną wartość ziarna (Obuchowski, 2000; Jurga, 2003; Gąsiorowski, 2004).

Według BN-88-9131-04 wartość tego wskaźnika nie powinna być niższa niż 300 s. Wszystkie linie w 2003 roku charakteryzowały się znacznie wyższymi wartościami liczby opadania. Wynosiły one od 399 s do 502 s, przy średniej 442 s. W 2004 roku zanotowano bardzo dużą obniżkę wartości tej cechy, spowodowaną prawdopodobnie ukrytym

procesem porostu ziarna, czego przyczyną mogła być większa niż w 2003 roku wilgotność powietrza w okresie zbioru. Średnia dla roku wynosiła 222 s przy wahaniami od 82 s do 338 s. Pomimo tego 4 linie posiadały liczbę opadania powyżej 300 s, a 5 dalszych linii miało liczbę opadania powyżej 250s, tj. wyższą od minimalnych wymagań normy (tab. 2).

Ziarno pszenicy twardej odpowiadające wymogom norm i przemysłu powinno charakteryzować się jednolitą barwą od jasno do ciemnobursztynowej. Ziarno wszystkich badanych linii, niezależnie od roku zbioru, miało barwę bursztynową do ciemno bursztynowej, stąd podobnie jak dla barwy mąki wyniki oceny pominięto w zestawieniach tabelarycznych.

Barwa mąki lub semoliny otrzymana z pszenicy twardej stanowi jeden z ważniejszych wskaźników jakości surowca, który jak wykazuje wieloletnia praktyka jest szczególnie przydatny do produkcji najwyższej jakości makaronów. Przemysł wymaga produktu o barwie żółtej, względnie kremowo-żółtej, a taki uzyskuje się z pszenicy *T. durum* pochodzącej z Kanady lub USA (Zwingelberg, 1996; Szwed-Urbaś i in., 1997; Muenzig i Zwingelberg, 2000; Kuczyński i in., 2000). Spośród 18 analizowanych linii mąka 16 linii miała niekorzystną ciemnokremową z odcieniem szarym barwę. Jedynie mąka dwóch linii: LGR 626a/99/1b i LGR 631/99/4 miała dość korzystną barwę - kremowo-żółtą i kremową z odcieniem żółtym.

W tabeli 3 podano współczynniki korelacji pomiędzy badanymi cechami ziarna. Wysoce dodatnią współzależność stwierdzono dla pary cech — zawartość białka w ziarnie — ilość glutenu mokrego ($r_{xy} = 0,894$ i $0,977$). Korelacje dla pozostałych cech są na ogół nieistotne, bądź rozbieżne w latach.

Tabela 3

Współczynniki korelacji dla badanych cech *T. durum*
Correlation coefficients for the investigated traits of *T. durum*

Cechy Traits	Rok Year	Masa hektolitra Test weight (kg/hl)	Zawartość białka Protein content (%)	Ilość glutenu Wet gluten (%)	Zawartość popiołu Ash content (%)	Liczba opadania Falling number (sec)	Szklistość ziarna Grain vitreosity (%)
Masa 1000 ziaren	2003	-0,093	-0,143	0,098	-0,467	-0,233	0,583*
Weight of 1000 grains (g)	2004	-0,233	0,104	0,106	-0,012	-0,588*	-0,121
Masa hektolitra	2003		-0,392	-0,208	0,195	0,208	-0,329
Test weight (kg/hl)	2004		-0,185	-0,097	0,070	0,642**	0,190
Zawartość białka	2003			0,894**	0,085	-0,274	0,014
Protein content (%)	2004			0,977**	-0,761**	-0,240	0,349
Ilość glutenu mokrego	2003				-0,213	-0,397	0,047
Wet gluten (%)	2004				-0,761**	-0,234	0,350
Zawartość popiołu	2003					0,407	-0,423
Ash content (%)	2004					0,184	-0,452
Liczba opadania	2003						0,040
Falling number (sec)	2004						0,329

Uzyskane wyniki, jak również wcześniejsze badania autorów tego opracowania (Szwed-Urbaś i in., 1995, 1996, 1997) wskazują na możliwość uprawy w kraju pszenicy twardej o stosunkowo dobrych parametrach jakościowych.

WNIOSKI

1. Badane linie *T. durum* były zróżnicowane pod względem wartości poszczególnych cech. Stwierdzono również modyfikacyjny wpływ środowiska (warunków pogodowych) na ich poziom. Dotyczy to szczególnie liczby opadania i szklistości ziarna.
2. Z badanego zestawu linii *T. durum* można wybrać kilka o stosunkowo korzystnym układzie cech jakościowych, które z powodzeniem mogłyby być uprawiane w kraju i chociażby częściowo zastąpić import ziarna tego gatunku.
3. Ilość glutenu mokrego jest istotnie skorelowana z zawartością białka w ziarnie. Korelacje dla pozostałych cech są na ogół nieistotne, bądź rozbieżne w latach.

LITERATURA

- Bojarczuk J., Zalewski D. 2002. Efektywność stosowania mutagenezy w polepszaniu cech ilościowych w pszenicy twardej (*Triticum durum* Desf.) jarej. VI Ogólnopolskie Sympozjum „Genetyka ilościowa roślin uprawnych, Duszniki Zdrój: 16 — 17.
- Ceglińska A., Cacak-Pietrzak G., Romanowski H., Nita Z. 2004. Wartość technologiczna polskiej pszenicy twardej (*Triticum durum*). Przegląd Zbożowo-Młynarski 8: 4 — 7.
- Crop Quality Report. 2003.: 22 — 25.
- Chudoba Ł., Szajner P. 2001. Krajowy rynek makaronu w połowie 2001 roku. Przegląd Zbożowo-Młynarski 12: 10 — 12.
- Gąsiorowski H., Kołodziejczyk P., Obuchowski W. 1999. Twardość ziarna pszenicy. Przegląd Zbożowo-Młynarski 7: 6 — 8.
- Gąsiorowski H. 2004. Pszenica, chemia i technologia. PWRiL, Poznań.
- Jurga R. 2003. Przemiał ziarna pszenicy. Cz. 27. Wymagania jakościowe pszenicznych surowców makaronowych. Przegląd Zbożowo-Młynarski, 4: 37 — 39.
- Jurga R. 2004. Jakość makaronu i jego charakterystyka żywieniowa. Przegląd Zbożowo-Młynarski 10: 29 — 31.
- Kostecki Z. 2003. Światowa sytuacja na rynkach pszenicy durum. Przegląd Zbożowo-Młynarski 5: 26 — 28.
- Kuczyński A., Grundas S., Szwed-Urbaś K., Segit Z. 2000. Metoda oceny barwy semoliny otrzymanej z wybranych linii pszenicy twardej (*Triticum durum* Desf.). Acta Agrophysica 7: 105 — 112.
- Miedwiediew G. M. 1998. Główne problemy teorii i praktyki produkcji makaronów. Cz. I. Własności produktów przemiału pszenicy jako podstawowego surowca makaronowego. Przegląd Zbożowo-Młynarski 6: 42-44.
- Norma Branżowa. BN-88/9131-04. Ziarno zbóż. Pszenica.
- Muenzig K., Zwingelberg H. 2000. Bewertung von Durumweizengriessen durch unterschiedliche Verfahren der Teigwarenherstellung. Getreide, Mehl und Brot 54, 2: 132 — 139.
- Obuchowski W. 1997. Barwniki jako substancje dodatkowe w produkcji makaronu. Przegląd Zbożowo-Młynarski 6: 19 — 22.
- Obuchowski W. 2000. Ocena jakości surowców zbożowych wykorzystywanych do produkcji makaronu. Przegląd Zbożowo-Młynarski 1: 32 — 34.
- Polska Norma. PN-92/A-74021. Przetwory zbożowe. Mąka makaronowa durum.
- Szwed-Urbaś K., Segit Z., Grundas S. 1995. Wstępna ocena jakości ziarna pszenicy twardej w warunkach Lubelszczyzny. Biul. IHAR 194: 149 — 154.

- Szwed-Urbaś K., Grundas S., Segit Z. 1996. Wartość ważniejszych cech technologicznych ziarna pszenicy twardej. Biul. IHAR 200: 299 -305.
- Szwed-Urbaś K., Segit Z., Mazurek H. 1997. Parametry jakościowe ziarna krajowych linii pszenicy twardej. Biul. IHAR 204: 129 — 140.
- Urban R. 2001. Stan finansowy przemysłowego przetwórstwa zbóż. Przegląd Zbożowo- Młynarski 12: 2 — 4.
- Urban R. 2003. Stan przemysłowego przetwórstwa zbóż w Polsce. Przegląd Zbożowo- Młynarski 9: 13 — 15.
- Zwingleberg H. 1996. Mahleigenschaften von Durumweizenprovenienzen. Getreide, Mehl und Brot 50, 6: 328 -332.