

<sup>1</sup>Katedra Szczegółowej Uprawy Roślin, Akademia Rolnicza w Lublinie,  
ul. Akademicka 15, 20-950 Lublin 1, skr. poczt. 158, Poland  
<sup>2</sup>Instytut Technologii Żywności Pochodzenia Roślinnego AR w Poznaniu

Leszek Rachoń<sup>1</sup>, Szymon Dziamba<sup>1</sup>, Wiktor Obuchowski<sup>2</sup>,  
Piotr Kołodziejczyk<sup>2</sup>

*Ocena przydatności ziarna odmian pszenicy twardej  
(Triticum durum) i zwyczajnej (Triticum aestivum ssp. vulgare)  
do produkcji makaronu*

---

The usefulness of durum wheat (*Triticum durum*) and common wheat  
(*Triticum aestivum ssp. vulgare*) cultivars for pasta production

ABSTRACT. Evaluation of the grain from two durum and two common wheat cultivars used for pasta production is presented in the paper. The raw material was obtained from the field experiment performed in the years 1998-1999 at Experimental Farm, Felin. The measurement of grain hardness was performed including the following indexes: torque, time of grinding, energy input, flour yield, wheat hardness index (WHI) and particle size index (PSI). Milling value and the content of ash in grain and semoline, total protein and wet gluten were also determined. The evaluation of pasta value was performed on the basis of yellow pigment content index and pasta dough darkening level. The results showed that durum wheat cultivars are characterised with higher grain hardness, yield of gluten proteins gluten and yellow pigments amount in comparison to common wheat. The dough made from durum wheat was distinguished by a higher yellow index achieving higher scores for pasta color in comparison to common wheat, which points to better usefulness of durum wheat grains for pasta production. However, common wheat varieties were characterised by more favorable values of semolina purity index and a lower content of ash. A better semoline purity index of common wheat was revealed. However, it is the result of significantly lower, genetically determined mineral content in common wheat endospermin in comparison with durum wheat.

KEY WORDS: carotenoids, yellow pigments, semoline, durum wheat, common wheat, grain hardness, milling value

W wielu krajach obok chleba i kasz podstawowym produktem zbożowym jest makaron. Z technologicznego punktu widzenia najlepszym surowcem do produkcji makaronu jest semolina, gruboziarnista kaszka otrzymana z pszenicy twardej (*Triticum durum*). Gatunek ten poza pszenicą zwyczajną (*Triticum aestivum ssp. vulgare*) ma największe znaczenie gospodarcze. Produkcja światowa ziarna pszenicy *durum* kształtuje się w ostatnich latach na poziomie 27-34 mln ton [World Grain 1997] i ma tendencje wzrostowe (korzystne relacje cenowe w porównaniu z pszenicą zwyczajną). W Polsce także obserwuje się zwiększone zainteresowanie możliwością uprawy tego gatunku. Badania prowadzone przez Rachonia [1994, 1998, 1999] oraz Szwed-Urbaś [1983, 1990, 1992, 1993, 1997] wskazują na to, że polskie linie hodowlane plonują na poziomie 65-82% pszenicy zwyczajnej i charakteryzują się dobrą jakością ziarna. Pod względem zawartości białka i glutenu dorównują, a często przewyższają odmiany zagraniczne. Cechują się także dobrym wyrównaniem ziarna. Czynnikiem decydującym o tym, że ziarno pszenicy *durum* osiąga wysoką cenę i jest poszukiwanym artykułem na rynku międzynarodowym, jest jego wysoka jakość. W porównaniu z pszenicą zwyczajną charakteryzuje się wyższą zawartością żółtych barwników, lepszym składem jakościowym białek glutenowych, jaśniejszą i cieńszą okrywą, wyższą szklistością oraz twardością bielma [Gąsiorowski, Obuchowski 1978]. W Polsce i krajach, w których nie uprawia się pszenicy *durum*, do produkcji makaronu wykorzystuje się także mąkę lub kaszkę z pszenicy zwyczajnej. Jest ona gorszym surowcem do produkcji makaronu, ale ma niższą cenę i jest bardziej dostępna, co powoduje, że wykorzystywana jest bądź jako domieszka do produktów przemiału pszenicy *durum*, bądź jako samodzielny surowiec [Obuchowski 2000]. W pracy podjęto próbę oceny przydatności ziarna pszenicy *durum* i zwyczajnej do produkcji makaronu.

#### METODY

Materiał do badań pochodził z doświadczenia polowego prowadzonego w latach 1998 i 1999 w Gospodarstwie Doświadczalnym Felin Katedry Szczegółowej Uprawy Roślin AR w Lublinie na glebie lessowej, kompleksu pszennego dobrego przy zastosowaniu 90 kg N/ha. W eksperymencie oceniano linię LGR<sub>896/79</sub>, wyselekcjonowaną w Instytucie Genetyki i Hodowli Roślin AR w Lublinie i odmianę francuską 'Primadur' pszenicy *durum* oraz dwie odmiany pszenicy zwyczajnej 'Sigma' i 'Torka'. Ocena przydatności ziarna do produkcji makaronu obejmowała pomiar twardości ziarna przy użyciu twardościomierza Brabendera oraz młyna Quadrumat Junior. Za pomocą twardościomierza Brabendera wyznaczono następujące wyróżniki twardości: moment skręcający wyrażony maksymalną wysokością wykresu, czas rozdrabniania ziarna, powierzch-

nię wykresu jako funkcję energii zużywanej na rozdrobnienie ziarna, ilość wytworzonej mąki o wielkości cząstek poniżej 150  $\mu\text{m}$ , wskaźnik twardości ziarna WHI (Wheat Hardness Index), według Greenawaya [1969], obliczony jako stosunek maksymalnej wysokości wykresu, wyrażonej w jednostkach Brabendera, do ilości wytworzonej mąki, wyrażonej w %. Za pomocą laboratoryjnego młyna Quadrumat Junior przemielono ziarno, a następnie wyznaczono wskaźnik wielkości cząstki PSI (Particle Size Index) według Stenverta [1974]. PSI określa ilość mąki o wielkości cząstek poniżej 150  $\mu\text{m}$ , wyrażonej w % masy przemielonego ziarna. Ocenę wartości przemiałowej ziarna pszenicy przeprowadzono opierając się na dwu wskaźnikach: 1) wydajności kaszek nieoczyszczonych w %, obliczonej w stosunku do masy przemielonego ziarna, 2) czystości kaszek, obliczonej jako stosunek zawartości popiołu w kaszkach nieoczyszczonych w % s.m. do zawartości tego składnika w ziarnie w % s.m. Zawartość popiołu w ziarnie oraz w kaszkach oznaczono według ICC-Standard Nr 104 [1971]. Z otrzymanych kaszek wydzielono frakcję o najwyższej czystości, którą następnie poddano ocenie przydatności jako surowca do produkcji makaronu. Oceny wartości makaronowej dokonano na podstawie oznaczenia zawartości żółtych barwników oraz określenia stopnia ciemnienia ciasta makaronowego. Zawartość żółtych barwników oznaczono według Standard Methoden für Getreide, Mehl und Brot [1971]. Metoda ta polega na ekstrakcji barwników z kaszek za pomocą n-butanolu nasyconego wodą i kolorymetrycznym oznaczeniu ich stężenia w przeliczeniu na  $\beta$ -karoten, przy długości fali 440 nm. Zawartość  $\beta$ -karotenoidów obliczono z krzywej regresji o postaci:

$$C = 16,57 E + 0,174$$

gdzie: C – zawartość  $\beta$ -karotenu (ppm w 10 ml n-butanolu), E – gęstość optyczna roztworu (-).

Ocenę stopnia ciemnienia ciasta makaronowego bezpośrednio po przygotowaniu i po 3-godzinnym termostataowaniu przeprowadzono wizualnie (natężenie i kierunek zmian barwy oceniano przyjmując jedno z określeń: nie ciemnieje, lekko ciemnieje, mocno ciemnieje) oraz instrumentalnie na podstawie pomiaru barwy w świetle odbitym przy użyciu kolorymetru Minolta Chroma Meter CR 200 wobec wzorca bieli o parametrach:  $Y = 94,0$ ,  $x = 0,313$ ,  $y = 0,320$ . Z przyrządu odczytywano wartości Y, x, y, natomiast pozostałe współrzędne trójchromatyczne X i Z obliczano z następującego układu równań:

$$x + y + z = 1 \quad (1)$$

$$x = \frac{X}{X+Y+Z}; \quad (2) \quad y = \frac{Y}{X+Y+Z}; \quad (3) \quad z = \frac{Z}{X+Y+Z}; \quad (4)$$

Na podstawie wartości Y i Z obliczono następnie jasności L [%] i wskaźnik żółtości b [%] z następujących wzorów:

$$L = 10Y^{0,5} [\%] \quad (5)$$

$$b = 7(Y - Z)/Y^{0,5} [\%] \quad (6)$$

Zmianę barwy ciasta makaronowego oceniano na podstawie różnic wartości wskaźników jasności  $\Delta L$  i żółtości  $\Delta b$ , obliczonych dla ciasta bezpośrednio po przygotowaniu i po 3-godzinnym termostatowaniu. Obliczone wartości L i b dla ciasta po 3-godzinnym termostatowaniu nanoszono na mapę do punktowej oceny przewidywanej barwy makaronu, zaproponowanej przez Walsha [1970]. Charakterystyka ziarna badanych odmian obejmowała także oznaczenie zawartości białka ogólnego (metoda Kjeldahla  $N\% \cdot 5,7$ ) i ilości glutenu mokrego. Oznaczenia chemiczne wykonano w dwóch powtórzeniach, sensoryczne w trzech, z których średnie wartości zawarto w zestawieniach.

Dane opracowano statystycznie przy zastosowaniu analizy wariancji. Wartość półprzedziałów ufności wyliczono stosując test Tukeya.

#### WYNIKI

1. Wartość przemiałowa. Twardość ziarna jest istotnym wskaźnikiem jego wartości przemiałowej. Cechę tę scharakteryzowano na podstawie 6 wyróżników (tab. 1). Pszenice o twardym ziarnie charakteryzują się wyższą wysokością wykresu, wyższą wartością energii zużywanej na rozdrobnienie ziarna i wyższą wartością wskaźnika WHI oraz krótszym czasem rozdrobnienia, mniejszą ilością powstałej mąki i niższą wartością wskaźnika PSI niż pszenice o miękkim ziarnie. Porównywane linia i odmiany istotnie różniły się pod względem wszystkich przyjętych wyróżników oceny twardości. Wyraźnie wyodrębniają się dwie grupy pszenic: *Triticum durum* o twardym ziarnie ('Primadur' i LGR<sub>896/79</sub>) oraz *Triticum aestivum ssp vulgare* o miękkim ziarnie ('Sigma' i 'Torka'). Wskaźnik twardości ziarna WHI dla odmiany i linii pszenicy *durum* przyjmował wyższe wartości (82,0 j.B/% dla 'Primadur' i 72,0 j.B/% dla LGR<sub>896/79</sub>), natomiast wskaźnik wielkości cząstki PSI wykazywał niższe wartości i wahał się od 30,8 dla 'Primadur' do 31,2% dla LGR<sub>896/79</sub>, podczas gdy WHI dla odmian pszenicy zwyczajnej mieścił się w przedziale od 21,0 j.B/% dla 'Sigmy' do 25,0 j.B/% dla 'Torki', a PSI od 48,6 dla 'Torki' do 45,2% dla 'Sigmy'. Spośród porównywanej odmiany i linii pszenicy *durum* bardziej twardym ziarnem charakteryzowała się odmiana 'Primadur' (wyższy wskaźnik WHI i niższy wskaźnik PSI w porównaniu z linią LGR<sub>896/79</sub>). Pierwsza grupa pszenic

o wyższej twardości ziarna stanowi potencjalnie lepszy surowiec do produkcji kaszek makaronowych. Na duże zróżnicowanie twardości ziarna w obrębie odmian zwracają uwagę również inni autorzy [Obuchowski i in. 1981; Simmonds 1974], którzy obok czynników środowiskowych i agrotechnicznych wskazują na czynnik genetyczny jako źródło dużej zmienności. Ponadto Obuchowski i in. [1981] wskazują na związek między niektórymi cechami przemiałowymi ziarna pszenicy, jak np.: zdolnością do kaszkowania, granulacją i szorstkością produktów rozdrabniania, wydajnością mąki, a jego twardością.

Tabela 1. Wyniki oceny twardości ziarna pszenicy jarej  
Table 1. Estimation of spring wheat grain hardness

Odmiana i linia Cultivar and line	Twardościomierz Brabendera Brabender hardness tester					Młyn Mill Quadrumat Junior
	Moment skręcający Torque j. B	Czas roz- drabniania Time of grinding s	Zużycie energii Energy input cm <sup>2</sup>	Ilość mąki Flour %	WHI Wheat Hardness Index j.B/%	PSI Particle Size Index %
LGR <sub>896/79</sub>	645	26,8	78,0	9,0	72,0	31,2
'Primadur'	695	23,3	76,7	8,5	82,0	30,8
Średnio Mean <i>Tr. durum</i>	670	25,0	77,4	8,8	77,0	31,0
'Sigma'	635	25,1	74,0	30,0	21,0	45,2
'Torka'	550	27,0	65,0	21,8	25,0	48,6
Średnio Mean <i>Tr. aestivum</i>	595	26,0	69,5	25,9	23,0	46,9
NIR 0,05 LSD 0.05	27	1,6	3,9	0,9	4,3	1,9

Poza twardością ziarna ocenę wartości przemiałowej odmian pszenicy przeprowadzono na podstawie wydajności kaszek nieoczyszczonych oraz ich czystości (tab. 2). Im wyższa wydajność kaszek nieoczyszczonych i niższa wartość wskaźnika ich czystości, tym lepszą wartością przemiałową cechuje się badane ziarno. Wszystkie porównywane odmiany charakteryzowały się dobrą wydajnością kaszek (od 63,5% dla Sigmy do 61,1% dla 'Primadur'), nie stwierdzono przy tym różnic pomiędzy pszenicą twardą i zwyczajną. Przyjmuje się, że z ziarna pszenicy o dobrych właściwościach przemiałowych można otrzymać kaszki nieoczyszczone o wydajności powyżej 60% w stosunku do przemielonego ziarna oraz ich czystości poniżej 0,50. Ten drugi parametr został spełniony

tylko przez odmiany pszenicy zwyczajnej (0,36-0,37). W przypadku odmiany i linii pszenicy twardej wskaźnik ten został nieznacznie przekroczony (0,56-0,58). Należy przy tym zaznaczyć, że kaszki otrzymane zarówno z pszenicy *durum*, jak i pszenicy zwyczajnej zawierały zbyt dużo substancji mineralnych. Dla pszenicy zwyczajnej zawartość popiołu kształtowała się na poziomie 0,70-0,72%, a dla pszenicy *durum* 1,18-1,24%, co stwarza niebezpieczeństwo uzyskania makaronu o gorszych właściwościach. Dobrej jakości kaszka makaronowa z pszenicy *durum* nie powinna zawierać więcej niż 0,8-0,9% popiołu, natomiast z pszenicy zwyczajnej nie więcej niż 0,4-0,5% [Obuchowski 2000].

Tabela 2. Wyniki oceny wartości przemiałowej ziarna pszenicy jarej  
Table 2. Results of spring wheat milling value evaluation

Odmiana i linia Cultivar and line	Zawartość popiołu Ash content % sm d.m		Wydajność kaszek Semolina effectiveness %	Czystość kaszek Semolina purity -
	ziarno grain	kaszka semolina		
LGR <sub>896/79</sub>	2,11	1,18	61,7	0,56
'Primadur'	2,13	1,24	61,1	0,58
Średnio Mean <i>Triticum durum</i>	2,12	1,21	61,4	0,57
'Sigma'	1,90	0,70	63,5	0,37
'Torka'	2,00	0,72	61,2	0,36
Średnio Mean <i>Triticum aestivum</i>	1,95	0,71	62,3	0,36
NIR 0,05			n. i.	
LSD 0.05	0,13	0,09	n. s.	0,04

2. Ocena przydatności kaszek do produkcji makaronu. Otrzymane kaszki po oczyszczeniu poddano pośredniej ocenie przydatności do produkcji makaronu (tab. 3). Ocenę tę przeprowadzono na podstawie poziomu zawartości żółtych barwników oraz po oznaczeniu podatności ciasta makaronowego na ciemnienie. Określono także zawartość białka ogółem i glutenu mokrego. Kaszki o wyższej zawartości barwników karotenoidowych i cięście o mniejszej podatności na ciemnienie są lepszym surowcem do produkcji makaronu niż kaszki o niższej zawartości żółtych barwników oraz cięście bardziej podatnym na niepożądane zmiany barwy [Obuchowski 2000]. Spośród porównywanych odmian i linii najwyższą zawartością karotenoidów cechowała się odmiana pszenicy *durum* 'Primadur' 2,88 mg/kg. Istotnie niższe wartości przyjmowały linia pszenicy *durum* LGR<sub>896/79</sub> 1,82 mg/kg oraz odmiany pszenicy zwyczajnej 'Torka' 1,76 mg/kg i 'Sigma' 1,60 mg/kg. Średnio pszenica *durum*

wykazywała się o około 30% wyższą zawartością żółtego barwnika w porównaniu z pszenicą zwyczajną. Na wyższą zawartość karotenoidów w pszenicy *durum* zwracają uwagę również Irvine [1964], Obuchowski i Gąsiorowski [1978]. Stosunkowo niski poziom zawartości żółtych barwników we wszystkich badanych próbach świadczy o tym, że otrzymanie z nich makaronu o pożądanej słonecznej, żółtożółcistej barwie będzie dość trudne.

Tabela 3. Wyniki oceny przydatności kaszek do produkcji makaronu  
Table 3. Results of estimation of semolina usefulness to pasta production

Odmiana i linia Cultivar and line	Białko ogólne Total protein %	Gluten mokry Wet gluten %	Zawartość żółtych barwników Yellow pigments mg/kg	Ocena wizualna Visual evaluation	Ocena stopnia ciemnienia ciasta makaronowego Evaluation of pasta dough darkening level						
					Jasność Brightness %			Wskaźnik żółtości Yellowness %			Ocena punktowa Colour score
					0h	3h	ΔL	0h	3h	Δb	
LGR <sub>896/79</sub>	14,0	31,1	1,82	l.c./sz.ż.*	76,3	71,9	4,4	13,3	11,8	1,5	6,5
'Primadur'	15,1	36,7	2,88	l.c./sz.ż.	71,6	68,2	3,4	17,0	14,8	2,2	7,5
Średnio Mean <i>Tr. durum</i>	14,5	33,9	2,35	-	74,0	70,0	4,0	15,2	13,3	1,9	7,0
'Sigma'	12,9	30,7	1,60	l.c./sz.ż.	80,1	74,2	5,9	11,4	12,3	-0,9	6,3
'Torka'	12,3	29,4	1,76	m.c./sz.ż.	81,9	76,6	5,3	12,5	12,3	0,2	6,0
Średnio Mean <i>Tr. aestivum</i>	12,6	30,0	1,68	-	81,0	75,4	5,6	12,0	12,3	-0,3	6,1
NIR 0,05 LSD 0.05	0,6	1,4	0,12	-	-	-	-	-	-	-	-

\* n.c. – nie ciemnieje not getting dark, l.c. – lekko ciemnieje getting slightly dark, m.c. – mocno ciemnieje getting very dark, sz. – szary grey, ż. – żółty yellow.

Duże znaczenie praktyczne ma także określenie podatności ciasta na ciemnienie. Wskazuje ono w pewnym przybliżeniu, jaką barwą będzie charakteryzował się makaron wyprodukowany z badanej kaszki oraz z jakim natężeniem i w jakim kierunku będą zachodzić ewentualne zmiany barwy w czasie jego produkcji. Zamieszczone w tabeli 3 wyniki wizualnej oceny podatności ciasta makaronowego na ciemnienie wykazały, że większość odmian jest dość podatna na ciemnienie, w szczególności dotyczy to odmiany 'Torka'. Częściowym po-

twierdzeniem tej oceny są wyniki uzyskane na podstawie instrumentalnej oceny podatności ciasta makaronowego na ciemnienie. Barwę ciasta bezpośrednio po przygotowaniu i po 3-godzinnym termostatowaniu oceniono instrumentalnie na podstawie dwóch wskaźników: jasności – L i żółtości – b. Większe zróżnicowanie barwy zaobserwowano dla ciast ocenianych bezpośrednio po przygotowaniu niż dla ciast po 3-godzinnym termostatowaniu. Wynika z tego, że procesy enzymatyczne zachodzące w badanych ciastach w czasie spowodowały zmniejszenie różnic barwy między badanymi odmianami, co z kolei dowodzi nierównomiernego natężenia reakcji brązowienia enzymatycznego w ocenianych próbach. Ciasta z kaszek pszenicy zwyczajnej, oceniane bezpośrednio po przygotowaniu, charakteryzowały się wyższą jasnością (81,0-81,9%) oraz niskimi wartościami wskaźnika żółtości (11,4-12,5%), natomiast ciasta otrzymane z kaszek odmian pszenicy *durum* – niższą jasnością (71,6-76,3%) oraz wysokimi wartościami wskaźnika żółtości (13,3-17,0%). W tym miejscu należy zwrócić uwagę na fakt, że kaszki o najwyższej zawartości karotenoidów cechowały się również najwyższymi wartościami wskaźnika żółtości – b i odwrotnie, kaszkom o najniższej zawartości tych barwników odpowiadały najniższe wartości tego wskaźnika. Po 3-godzinnym termostatowaniu jasność wszystkich ocenianych prób ciasta zmniejszyła się, co świadczy o przesunięciu ich barwy w kierunku odcienia szarości, natomiast wartość wskaźnika żółtości dla odmian pszenicy *durum* i odmiany pszenicy zwyczajnej 'Sigma' malała, a dla odmiany 'Torka' wzrastała. Ocenę stopnia ciemnienia ciasta makaronowego przeprowadzono na podstawie analizy wielkości różnic wartości wskaźników jasności  $\Delta L$  i żółtości  $\Delta b$ , obliczonych dla ciasta bezpośrednio po przygotowaniu i po 3-godzinnym termostatowaniu. Wyniki oceny barwy ciasta po 3-godzinnym przechowywaniu naniesiono na nomogram służący do przewidywania barwy gotowego makaronu. Zgodnie ze skalą punktową oceny barwy makaronu, zaproponowaną przez Walsh [1970], najwyższą ocenę 7,5 pkt uzyskała odmiana pszenicy *durum* 'Primadur', najniższą 6,0 pkt odmiana pszenicy zwyczajnej 'Torka'. Przyjmuje się, że makaron dobrej jakości charakteryzuje się wskaźnikami barwy o wartościach powyżej 8,0 pkt.

Dla porównywanych odmian określono także zawartość białka i glutenu mokrego. Wyższe wartości tych wyróżników stwierdzono u linii i odmiany pszenicy *durum* (14,0-15,1% białka i 31,1-36,7% glutenu mokrego). Odmiany pszenicy zwyczajnej zawierały 12,3-12,9% białka i 29,4-30,7% glutenu mokrego. Przyjmuje się, że dobrej jakości semolina powinna zawierać 12-13% białka. Wysoka, nie mniejsza niż 30% powinna być też ilość glutenu mokrego [Obuchowski 2000]. Przy niższej zawartości białka (10-11%) powstaje niebezpieczeństwo, że makaron będzie kruchy, łamliwy i podatny na pęknięcie w czasie suszenia i transportu.



## WNIOSKI

1. Badane linia i odmiana pszenicy *durum* charakteryzowały się zdecydowanie wyższą twardością ziarna oraz zawierały więcej barwników karotenoidowych niż odmiany pszenicy zwyczajnej.

2. Stosowany jako kryterium prawidłowości przemiału wskaźnik czystości kaszek w przypadku pszenicy zwyczajnej był zdecydowanie korzystniejszy w porównaniu z pszenicą *durum*. Jest to wynik niższej, determinowanej genetycznie, zawartości substancji mineralnych w bielmie pszenicy zwyczajnej w porównaniu z *durum* i świadczy o tym, że porównań takich można dokonywać tylko w obrębie danego gatunku pszenicy.

3. Ciasto sporządzone z kaszek pszenicy *durum* charakteryzowało się wysokimi wartościami wskaźnika żółtości, choć nieco niższą jasnością w porównaniu z ciastem otrzymanym z kaszek pszenicy zwyczajnej. Generalnie wyższa była także ocena punktowa barwy makaronu z pszenicy *durum*.

## PIŚMIENICTWO

- Gąsiorowski H., Obuchowski W. 1978. Pszenica makaronowa *durum*. Post. Nauk Rol. 1/166, 35-52.
- Greenaway W. T. 1969. A wheat hardness index. Cereal Science Today, 14, 4-7.
- Irvin G. N. 1964. *Durum* wheat and pasta products. Wheat chemistry and technology. AACC St. Paul.
- Obuchowski W. 2000. Ocena jakości surowców zbożowych wykorzystywanych do produkcji makaronu. Przegl. Zboż. Młyn. 1, 32-34.
- Obuchowski W., Gąsiorowski H., Kołodziejczyk P. 1981. Twardość ziarna pszenicy jako kryterium jego jakości. Post. Nauk Rol. 5, 97-108.
- Rachoń L. 1994. Porównanie plonowania jarej pszenicy twardej (*Triticum durum* Desf.) z jarą pszenicą zwyczajną (*Triticum aestivum ssp. vulgare*). Annales UMCS, Sec. E, 49, Suppl. 79-83.
- Rachoń L. 1997. Plonowanie i jakość niektórych odmian pszenicy twardej (*Triticum durum* Desf.). Biuletyn IHAR, 204, 141-144.
- Rachoń L. 1999. Porównanie plonowania i jakości jarej pszenicy twardej (*Triticum durum* Desf.) oraz pszenicy zwyczajnej (*Triticum aestivum ssp. vulgare*) przy opóźnionym terminie siewu. Mat. Konf. Środowiskowe i agrotechniczne uwarunkowania jakości płodów rolnych. SGGW Warszawa, 60-65.
- Simmonds D. H. 1974. Chemical basis of hardness and vitreosity in the wheat kernel. Bakers Dig. 48, 5, 16-81.
- Standard Methoden für Getreide, Mehl und Brot. 1971. Verlag Moritz Schäfer, 5 Aufl., Detmold.
- Stenvert N. L. 1974. Grindig resistance. A simple measure of wheat hardness. Flour and Anim. Feed Milling, 7, 24-27.
- Szwed-Urbaś K. 1983. Zmienność i współzależność ważniejszych cech ilościowych pszenicy twardej. Zesz. Prob. Post. Nauk Rol. 290, 261-271.

- Szwed-Urbaś K. 1990. Zawartość białka i cechy fizyczne ziarna wybranych odmian pszenicy twardej (*Triticum durum* Desf.). Biuletyn IHAR, 173/174, 35-39.
- Szwed-Urbaś K. 1992. Wartość ważniejszych cech rolniczych w kolekcji jarej pszenicy twardej (*Triticum durum* Desf.). Biuletyn IHAR, 181/182, 31-38.
- Szwed-Urbaś K. 1993. Zmienność ważniejszych cech użytkowych jarej pszenicy twardej z uwzględnieniem interakcji genotypowo-środowiskowej. Rozprawa habilitacyjna. Wyd. AR w Lublinie, 159.
- Szwed-Urbaś K. 1997. Wyniki oceny materiałów kolekcyjnych *Triticum durum* Desf. w 1996 roku. Biuletyn IHAR, 203, 115-127.
- Walsh D.E. 1970. Measurement of spaghetti color. The Macaroni J. 8, 20-22.
- World Grain, 1997, 7.