

LESZEK RACHOŃ

Katedra Szczegółowej Uprawy Roślin, Akademia Rolnicza w Lublinie

Ocena przydatności ziarna krajowych i zagranicznych linii i odmian jarej pszenicy twardej (*Triticum durum* Desf.) do produkcji makaronu

Assessment of usefulness of domestic and foreign cultivars of spring durum wheat (*Triticum durum* Desf.) for pasta production

W opracowaniu dokonano oceny przydatności ziarna krajowych i zagranicznych odmian jarej pszenicy *durum* do produkcji makaronu. Materiał do badań pochodził z doświadczeń polowych prowadzonych w latach 2000-01 w Gospodarstwie Doświadczalnym Felin AR w Lublinie. Uzyskane wyniki pokazują, że krajowe linie pszenicy *durum* w porównaniu z odmianami zagranicznymi charakteryzowały się porównywalną zawartością białka i glutenu, zbliżoną zawartością popiołu w kaszkach oraz niższą zawartością żółtego barwnika. Wysoka popiołowość kaszek, niski poziom żółtego barwnika oraz dość duża podatność na ciemnienie ciasta makaronowego, zarówno linii krajowych jak i zagranicznych uprawianych w naszych warunkach klimatycznych wskazują, że otrzymanie makaronu o bardzo dobrych parametrach jakościowych jest dość trudne.

Słowa kluczowe: żółty barwnik, makaron, pszenica twarda, twardość ziarna, wartość przemiałowa

The paper deals with usefulness of domestic and foreign cultivars and strains of spring durum wheat for pasta production. The grain used in the study came from a research field at the Felin experiment farm of the Agricultural University of Lublin. The results showed that the domestic cultivars are comparable to the foreign ones with respect to protein, gluten and ash levels in semolina, while being lower in yellow pigment. The high levels of semolina ash, as well as the low yellow pigment and high propensity to pasta dough darkening indicated that obtaining high quality pasta from grain grown in the Polish climate conditions is rather difficult for both the domestic and foreign cultivars.

Key words: yellow pigment, durum wheat, grain hardness, milling value, pasta

WSTĘP

Pszenica twarda (*Triticum durum* Desf.), obok pszenicy zwyczajnej (*Triticum aestivum* ssp. *vulgare*) jest głównym surowcem do produkcji makaronu. Ze względu na specyficzne wymagania klimatyczne (klimat kontynentalny, stepowy, wysoka temperatura powietrza, niedobór opadów) najlepsze jakościowo ziarno uzyskujemy w Kanadzie (Manitoba,

Saskatchewan), USA (północna Dakota), basenie Morza Śródziemnego (Algieria, Maroko, Turcja, Włochy) lub Kazachstanie (Gąsiorowski i Obuchowski, 1978). Zapotrzebowanie na surowiec o wysokiej jakości oraz korzystne relacje cenowe w ostatnich latach spowodowały, że zwiększa się zarówno zasięg jak i areal uprawy tego gatunku (Aufhamer i Federolf, 1995; Tokes i Bagyinka, 1996). Także w Polsce obserwuje się zwiększone zainteresowanie możliwością uprawy tego gatunku. Badania prowadzone w latach 90. przez Rachonia (1994, 1998, 2001) oraz Szwed-Urbaś (1990, 1992, 1993, 1997) wskazują, 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. Elementem 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; Rachon, 2001). W pracy podjęto próbę oceny przydatności ziarna krajowych i zagranicznych odmian i linii pszenicy *durum* do produkcji makaronu.

MATERIAŁ I METODY

Materiał do badań pochodził z doświadczenia polowego prowadzonego w latach 2000–2001 w Gospodarstwie Doświadczalnym Felin Katedry Szczegółowej Uprawy Roślin Akademii Rolniczej w Lublinie na glebie lessowej, kompleksu pszennego dobrego przy zastosowaniu 90 kg N/ha. W eksperymencie oceniano 4 linie wyselekcjonowane w Instytucie Genetyki i Hodowli Roślin AR w Lublinie: LGR 1359/2, LGR 899/62a, LGR 1359/8 i LGR 896/23 oraz 4 odmiany: Primadur z Francji, Puławska Twarda z Polski, AD z Kanady i AD z Rosji. 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, powierzchnię wykresu jako funkcję energii zużywanej na rozdrobnienie ziarna, ilość wytworzonej mąki o wielkości cząstek poniżej 150µm, wskaźnik twardości ziarna — WHI (Wheat Hardness Index), wg Greenawaya (1969), obliczony jako stosunek maksymalnej wysokości wykresu, wyrażony w j. B. do ilości wytworzonej mąki wyrażonej w %. Za pomocą laboratoryjnego młyna Quadrumat Junior wyznaczono natomiast wskaźnik wielkości cząstki — PSI (Particle Size Index) według Stenverta (1974). PSI określa ilość mąki o wielkości cząstek poniżej 150µm, wyrażonej w % masy przemielonego ziarna. Ocenę wartości przemiałowej ziarna pszenicy przeprowadzono w oparciu o dwa wskaźniki: 1 — wydajność kaszek nieoczyszczonych w %, obliczoną w stosunku do masy przemielonego ziarna, 2 — czystość kaszek, obliczoną 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 wg ICC-Standard Nr 104 (1971). Z otrzymanych kaszek wydzielono frakcje o najwyższej

czystości, którą następnie poddano ocenie przydatności jako surowca do produkcji makaronu. Oceny wartości makaronowej dokonano na podstawie oznaczenia zawartości białka i glutenu oraz jego właściwości (rozpływalność, liczba glutenowa) w kaszkach oczyszczonych, zawartości żółtych barwników w ziarnie i kaszkach oczyszczonych oraz określenia stopnia ciemnienia ciasta makaronowego. Zawartość białka w kaszkach oznaczono metodą Kjeldahla. Przy przeliczeniu azotu na białko zastosowano współczynnik $N \times 5,7$. Zawartość glutenu oraz jego rozpływalność oznaczono wg PN-77/A-74011. Liczbę glutenową — LG obliczono na podstawie następującego równania:

$$LG = A(2 - 0,0656R)$$

gdzie:

LG — liczba glutenowa (-), A — wydajność mokrego glutenu (%), R — rozpływalność mokrego glutenu (mm), 0,065 — stały współczynnik przeliczeniowy (-).

Zawartość żółtych barwników w mg% suchej masy oznaczono wg Standard Methoden für Getreide, Mehl und Brot. Metoda ta polega na ekstrakcji barwników z kaszek za pomocą n-butanolu nasyconego wodą i kolorymetrycznym oznaczeniu ich stężenia w przeliczeniu na β -karoten, przy długości fali 440 nm. Zawartość żółtych barwników obliczono z równania o postaci:

$$A = \frac{25(16,57E + 0,174)}{m(100 - W)}$$

gdzie:

A — zawartość żółtych barwników (mg% s.m.),

E — gęstość optyczna roztworu (-),

m — naważka (g),

W — wilgotność próby (%).

Ocenę stopnia ciemnienia ciasta makaronowego bezpośrednio po przygotowaniu i po 3 godzinym termostatowaniu przeprowadzono wizualnie (natężenie i kierunek zmian barwy oceniano przyjmując jedno z określeń: nie ciemnieje, lekko ciemnieje, mocno ciemnieje, szary, żółty) oraz instrumentalnie na podstawie pomiaru barwy w świetle odbitym przy użyciu kolorimetru 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 trójkolorowe X i Z obliczano z następującego układu równań:

$$X + Y + Z = 1 \quad (1)$$

$$X = \frac{X}{X + Y + Z} \quad (2)$$

$$Y = \frac{Y}{X + Y + Z} \quad (3)$$

$$Z = \frac{Z}{X + Y + Z} \quad (4)$$

Na podstawie wartości Y i Z obliczono następnie jasność $L(\%)$ i wskaźnik żółtości $b(\%)$ z następujących wzorów (3):

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

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

Zmianę barwy ciasta makaronowego oceniano na podstawie różnic wartości wskaźników jasności ΔL i żółtości Δb 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 Walsh (1970). Oznaczenia chemiczne wykonano w dwóch powtórzeniach, sensoryczne w trzech, z których średnie wartości zawarto w zestawieniach.

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

WYNIKI I DYSKUSJA

Wartość przemiałowa

Twardość ziarna jest jednym z ważniejszych wskaźników oceny jego wartości przemiałowej. Cechę tę scharakteryzowano na podstawie 6 następujących wyróżników: momentu skręcającego wyrażonego maksymalną wysokością wykresu, czasu rozdrabniania ziarna, energii zużywanej na rozdrobnienie tego ziarna, ilości powstałej mąki, wskaźnika twardości ziarna — WHI oraz wskaźnika wielkości cząstki — PSI. 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. Największe zróżnicowanie ocenianych linii i odmian pszenicy *durum* stwierdzono dla czasu rozdrobnienia ziarna, zużycia energii oraz wskaźników WHI i PSI (tab. 1). Krajowe linie cechowały się dłuższym czasem rozdrobnienia ziarna (30,0–31,1 s) w porównaniu z pszenicą rosyjską — 27,6 s, oraz zbliżonym do pszenicy kanadyjskiej — 29,7 s i francuskiej — 30,5 s. Najwięcej energii zużyto podczas przemiału krajowej linii LGR 1359/2 — 87,2 cm², najniższe wartości przyjmowały pszenica rosyjska i krajowa linia LGR 1359/8 — 79,8 cm². Wskaźnik twardości ziarna WHI przyjmował najwyższe wartości dla krajowych linii LGR 896/23–130 j.B/% i LGR 899/62a — 127 j.B/%, natomiast był istotnie niższy dla odmian zagranicznych (115–119 j.B/%) i pozostałych linii krajowych (114–116 j.B/%). Twardość ziarna mierzona wskaźnikiem PSI potwierdza, że spośród krajowych linii pszenicy *durum* twardszym ziarnem cechują się linie LGR 899/62a — 30,6% i LGR 896/23–30,9%, natomiast z zagranicznych odmian wyraźnie twardsze ziarno ma pszenica kanadyjska — 28,2% i francuska — 30,2% a mniej twarde pszenica rosyjska — 35,7%. Pszenice o wyższej twardości ziarna stanowią potencjalnie lepszy surowiec do produkcji kaszek makaronowych. Wykazano związek między niektórymi cechami przemiałowymi ziarna

pszenicy, jak np.: zdolnością do kaszkowania, granulacją i szorstkością produktów rozdrabniania, wydajnością mąki a jego twardością. Obuchowski i wsp. (1981), Rachóń i wsp. (2002), Simmonds (1974), stwierdzają, że źródłem zróżnicowania twardości ziarna są zarówno czynniki genetyczne, jak również środowiskowe i agrotechniczne.

Tabela 1

Wyniki oceny twardości ziarna pszenicy twardej
The comparison of durum wheat grain hardness

Odmiany i linie Cultivars and lines	Twardościomierz Brabendera Brabender hardness tester					Młyn-Mill. Quadrumat Junior
	moment skręcający (j.B) torque	czas rozdrabniania (s) time of grinding	zużycie energii (cm ²) energy input	ilość mąki (%) flour yield	WHI (j.B/%) wheat hardness index	PSJ (%) Particle Size Index
LGR 1359/2	642	30,0	87,2	5,5	117	31,5
LGR 899/62a	610	31,1	84,7	4,8	127	30,6
LGR 1359/8	613	30,8	79,8	5,4	114	34,1
LGR 896/23	613	31,0	82,5	4,7	130	30,9
Puławska Twarda	605	30,0	83,3	5,2	116	31,0
Primadur	597	30,5	83,5	5,2	115	30,0
AD Kanada	610	29,7	83,3	5,3	115	28,2
AD Rosja	640	27,6	79,8	5,4	119	35,7
	średnio — mean					
	616	30,1	83,0	5,2	119	31,5
	NIR /p = 0,05					
	LSD /p = 0,05					
	r.n.*	2,8	6,1	r.n.	8	3,0

* — Różnica nieistotna; Not significant

Kompleksowa ocena wartości przemiałowej odmian pszenicy obejmuje także wydajność kaszek nieoczyszczonych oraz ich czystość. Im wyższa jest wydajność kaszek nieoczyszczonych i niższa wartość wskaźnika ich czystości, tym lepszą wartością przemiałową charakteryzuje się badane ziarno. 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. Wydajność kaszek na poziomie 60% uzyskała jedynie krajowa odmiana Puławska Twarda. Pozostałe linie i odmiany, zarówno krajowe jak i zagraniczne, charakteryzowały się niższą wydajnością kaszek od 58,5% (pszenica rosyjska) do 55,0% (pszenica kanadyjska). Trudnym do osiągnięcia okazał się także poziom wskaźnika czystości kaszek — 0,50. Zadawalający wynik uzyskała jedynie odmiana rosyjska — 0,49. Krajowe linie i odmiana przyjmowały wartości w zakresie 0,57–0,63. Należy przy tym zauważyć, że wszystkie kaszki otrzymane z ziarna pszenicy *durum* zawierały zbyt dużo substancji mineralnych (1,02–1,30%), co stwarza duże niebezpieczeństwo uzyskania makaronu o gorszej barwie i wytrzymałości oraz nieodpowiednich cechach kulinarnych. Dobrej jakości kaszka makaronowa z pszenicy *durum* nie powinna zawierać więcej niż 0,8–0,9% popiołu (Obuchowski, 2000).

Tabela 2

Wyniki oceny wartości przemiałowej ziarna pszenicy twardej
The results of durum wheat milling value evaluation

Odmiany i linie Cultivars and lines	Zawartość popiołu (% sm.) Ash content		Wydajność kaszek (%) Semolina yield	Czystość kaszek (-) Semolina purity
	ziarno grain	kaszki semolina		
LGR 1359/2	2,14	1,25	57,2	0,58
LGR 899/62a	2,05	1,20	56,7	0,58
LGR 1359/8	2,04	1,17	57,0	0,57
LGR 896/23	2,20	1,30	55,5	0,59
Puławska Twarda	1,84	1,15	60,0	0,63
Primadur	2,12	1,28	56,0	0,60
AD Kanada	2,15	1,28	55,0	0,60
AD Rosja	2,06	1,02	58,5	0,49
	średnio — mean			
	2,08	1,21	57,0	0,58
	NIR /p = 0,05			
	LSD /p = 0,05			
	0,15	0,09	4,1	0,05

Tabela 3

Cechy jakościowe ziarna pszenicy twardej
Quality of durum wheat grain

Odmiany i linie Cultivars and lines	Białko ogółem (% s.m.) Total protein	Gluten mokry (%) Wet gluten	Rozpływalność glutenu (mm) Quality of wet gluten	Liczba glutenowa (-) Gluten number
LGR 1359/2	16,2	41,4	13	48
LGR 899/62a	16,6	39,0	12	49
LGR 1359/8	16,6	39,0	8	58
LGR 896/23	16,8	41,3	7	65
Puławska Twarda	17,0	39,5	12	49
Primadur	16,4	41,2	9	59
AD Kanada	17,4	42,9	8	64
AD Rosja	16,4	39,5	9	59
	średnio — mean			
	16,7	40,5	10	57
	NIR /p = 0,05			
	LSD /p = 0,05			
	1,0	2,8	1	4

Ocena przydatności kaszek do produkcji makaronu

Otrzymane kaszki po oczyszczeniu poddano pośredniej ocenie ich przydatności do produkcji makaronu. Ocenę tą przeprowadzono na podstawie zawartości białka i glutenu oraz jego jakości, poziomu zawartości żółtych barwników oraz oznaczeniu podatności ciasta makaronowego na ciemnienie. Kaszka makaronowa o odpowiedniej jakości powinna zawierać nie mniej niż 12–13% białka oraz nie mniej niż 30% glutenu. Przy niższych zawartościach tych składników istnieje potencjalne niebezpieczeństwo produkcji makaronu o gorszych właściwościach, zwłaszcza mechanicznych. Z danych zamieszczonych w tabeli 3 wynika, że badane linie i odmiany istotnie różniły się zarówno pod względem zawartości białka i glutenu, jak i jego właściwości. Najwyższą zawartością

białka w kaszkach (17,4%) i glutenu mokrego (42,9%) charakteryzowała się pszenica kanadyjska. Istotnie niższą zawartość białka stwierdzono u linii krajowej LGR 1359/2–16,2%, a najmniej glutenu mokrego zawierały inne krajowe linie LGR 899/62a i LGR 1359/8 — 39,0%. Nie mniej należy stwierdzić, że wszystkie badane linie i odmiany cechowały się wysoką zawartością białka i glutenu. Poza różnicami w wydajności glutenu, stwierdzono istotne różnice w jego właściwościach (rozpływalność, liczba glutenowa). Odpowiedni gluten dla przemysłu makaronowego nie powinien być zbyt „silny” i „krótki” (zbyt niska rozpływalność), ale również nie może być zbyt „słaby” (wysoka rozpływalność). Przyjmuje się, że gluten z pszenicy *durum* powinien charakteryzować się rozpływalnością w przedziale 8–12 mm i liczbą glutenową powyżej 50 (Obuchowski, 1999). Wszystkie odmiany zagraniczne oraz linie krajowe LGR 1359/8 i LGR 896/23 spełniają te warunki. Ważnym wyróżnikiem oceny jakości kaszek makaronowych, poza ilością i jakością białka oraz glutenu są: zawartość żółtego barwnika oraz podatność ciasta makaronowego na ciemnienie, które jest determinowane przede wszystkim aktywnością enzymów z grupy oksydoreduktaz (lipoksygenazy i polifenyllooksydazy) oraz hydrolaz (zwłaszcza endo- i egzopeptydaz). Kaszki o wyższej zawartości żółtego barwnika i mniejszej podatności na ciemnienie są lepszym surowcem do produkcji makaronu niż kaszki o niższej zawartości żółtych barwników oraz bardziej podatne na niepożądane reakcje brązowienia enzymatycznego i nieenzymatycznego (Obuchowski, 2000). Spośród porównywanych linii i odmian najwyższą zawartością żółtego barwnika cechowała się odmiana francuska Primadur — 0,401 mg%. Istotnie niższe, średnio o około 30% w porównaniu z odmianami zagranicznymi, przyjmowały linie krajowe (od 0,223 mg% LGR 899/62a do 0,280 mg% LGR 1359/8). W badaniach Münziga i Zwingelberga (2000) zawartość żółtego barwnika kształtowała się na wyższym poziomie od 0,47 mg% dla mieszanki włoskiej do 0,71 mg% dla niemieckiej odmiany Mondur. Stosunkowo niski poziom zawartości żółtego barwnika we wszystkich badanych próbach wskazuje, że otrzymanie z nich makaronu o pożądanej słonecznej, żółto-żłocistej barwie będzie dość trudne.

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 4 wyniki wizualnej oceny podatności ciasta makaronowego na ciemnienie wykazały, że większość odmian jest dość podatnych na ciemnienie. Częściowym potwierdzeniem 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. Badane ciasta zarówno tuż po przygotowaniu, jak i po 3-godzinnym termostatowaniu istotnie różniły się pod względem wartości obu wskaźników.

Tabela 4

Wyniki oceny przydatności kaszek do produkcji makaronu
The results for usefulness of semolina to pasta production

Odmiany i linie Cultivars and lines	Zawartość żółtych barwników (mg%) Yellow pigments	Ocena wizualna Visual evaluation	Ocena stopnia ciemnienia ciasta makaronowego Evaluation of pasta dough darkening level								
			wskaźnik jasności l (%) brightness			wskaźnik żółtości (%) yellowness			ocena punktowa colour score		
			0h	3h	ΔL	0h	3h	Δb			
LGR 1359/2	0,260	l.c./sz.ż.*	70,1	66,0	4,1	11,1	12,4	-1,3	6,5		
LGR 899/62a	0,223	l.c./sz.ż.	70,1	67,3	2,8	13,0	13,7	-0,7	6,5		
LGR 1359/8	0,280	l.c./ż.	71,9	68,9	3,0	16,2	16,3	-0,1	7,5		
LGR 896/23	0,254	m.c./sz.ż.	70,6	64,4	6,2	14,1	15,4	-1,3	7,5		
Puławska Twarda	0,250	l.c./sz.ż.	71,0	68,0	3,0	12,2	11,9	0,3	6,0		
Primadur	0,401	l.c./sz.ż.	70,1	68,0	2,1	16,8	15,1	1,7	6,5		
AD Kanada	0,340	l.c./sz.ż.	68,5	65,2	3,3	17,0	16,2	0,8	7,5		
AD Rosja	0,260	m.c./sz.ż.	73,0	66,6	6,4	14,6	15,0	-0,4	7,5		
			średnio — mean								
			0,284	—	70,5	66,8	3,7	14,4	14,5	-0,1	7,0
			NIR /p = 0,05								
			LSD /p = 0.05								
			0,022	—	—	—	—	—	—	—	

* n.c. — nie ciemnieje; not getting dark
m.c. — mocno ciemnieje; getting very dark
ż — żółty; yellow

l.c. — lekko ciemnieje; getting slightly dark
sz. — szary; grey

Ciasta oceniane bezpośrednio po przygotowaniu z kaszek uzyskanych z pszenic krajowych wykazywały mniejsze zróżnicowanie wskaźnika jasności (71,9–70,1%) w porównaniu z odmianami zagranicznymi (73,0–68,5%). Po 3-godzinnym termostataowaniu jasność wszystkich ocenianych prób ciasta zmniejszała się, co świadczy o przesunięciu ich barwy w kierunku odcienia szarości, natomiast wartości wskaźników żółtości dla niektórych prób malały (Primadur, pszenica kanadyjska i Puławska Twarda), a dla innych rosły (linie krajowe i pszenica rosyjska). Oznacza to, że zmiana barwy ciasta w wyniku zachodzących w nim procesów biochemicznych zmieniała się w pierwszym przypadku w kierunku szarości, natomiast w drugim była bardziej nasycona kolorem żółtym. W tym miejscu należy zwrócić uwagę na fakt, że kaszki o najwyższej zawartości żółtego barwnika charakteryzowały się również najwyższymi wartościami wskaźnika żółtości — b i odwrotnie kaszkom o najniższej zawartości tego barwnika odpowiadały najniższe wartości tego wskaźnika. 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. uzyskały: 2 krajowe linie LGR 1359/8 i LGR 896/23 oraz pszenica kanadyjska i rosyjska, najniższą ocenę — 6,0 pkt. krajowa odmiana Puławska Twarda. Przyjmuje się, że makaron dobrej jakości powinien charakteryzować się wskaźnikiem barwy o wartościach powyżej 8,0 pkt.

WNIOSKI

1. Najbardziej twardym ziarnem, mierzonym wskaźnikiem WHI, cechowały się krajowe linie LGR 899/62a i LGR 896/23.
2. Krajowe linie wykazywały wysoką zawartość białka i glutenu, porównywalną z odmianami zagranicznymi, ale o większej zmienności jakościowej (rozpływalność glutenu, liczba glutenowa).
3. Odmiany zagraniczne charakteryzowały się wyższą, średnio o 30%, zawartością żółtego barwnika.
4. Wysoka popiołowość kaszek, niezbyt wysoki poziom żółtego barwnika oraz dość duża podatność na ciemnienie ciasta makaronowego zarówno w badanych liniach krajowych jak i odmianach obcej hodowli uprawianych w warunkach klimatyczno-glebowych Polski wskazują, że produkcja makaronu o bardzo dobrych parametrach jakościowych będzie dość trudna.

LITERATURA

- 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. 1999. Charakterystyka jakościowa pszenicy *durum* i jej wpływ na cechy makaronu. *Przegląd Zbożowo-Młynarski* 1: 33 — 34.
- Obuchowski W. 2000. Ocena jakości surowców zbożowych wykorzystywanych do produkcji makaronu. *Przegląd Zbożowo-Młynarski* 1: 32 — 34.
- Obuchowski W., Gąsiorowski H., Kołodziejczyk P. 1985. 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 Lublin, s. E, vol. XLIX, suppl. 10*: 79 — 83.
- Rachoń L. 1997. Plonowanie i jakość niektórych odmian pszenicy twardej (*Triticum durum* Desf.). *Biul. IHAR* 204: 141 — 144.
- Rachoń L. 2001. *Studia nad plonowaniem i jakością pszenicy twardej (Triticum durum Desf.)*. Rozprawy Naukowe, Wydaw. AR Lublin: 248 ss.
- 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 Miling*, 7: 24 — 27.
- Szwed-Urbaś K. 1990. Zawartość białka i cechy fizyczne ziarna wybranych odmian pszenicy twardej (*Triticum durum* Desf.). *Biul. IHAR* 173/174: 35 — 39.
- Szwed-Urbaś K. 1992. Wartość ważniejszych cech rolniczych w kolekcji jarej pszenicy twardej (*Triticum durum* Desf.). *Biul. 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 ss.
- Szwed-Urbaś K. 1997. Wyniki oceny materiałów kolekcyjnych *Triticum durum* Desf. w 1996 roku. *Biul. IHAR* 203: 115 — 127.
- Tokes G., Bagyinka T. 1996. Sensitivity to ethephon CCC growth regulators of cereal crops grown in Hungary. *I. Winter wheat Nerenyvedelen*, 32/ 2: 57 — 65.
- Walsh D. E. 1970. Measurement of spaghetti color. *The Macaroni J.* 8: 20 — 22.