

TADEUSZ ŚMIAŁOWSKI**MARIA STACHOWICZ**

Zakład Oceny Jakości i Metod Hodowli Zbóż, IHAR Kraków

Ocena wartości technologicznej nowych polskich rodów pszenicy ozimej z doświadczeń wstępnych w latach 2005–2006

The evaluation of baking quality of new Polish strains of winter wheat investigated in pre-registration field experiments in the years 2005–2006

Celem badań była ocena wartości technologicznej 181 nowych polskich hodowlanych rodów pszenicy ozimej badanych w doświadczeniach przed rejestracyjnych w latach 2005–2006. Oznaczono parametry jakości: liczbę sedimentacji z SDS, liczbę opadania, zawartość białka w suchej masie ziarna, wodochłonność mąki, rozmiękczenie ciasta, energię ciasta, wydajność mąki ogółem, objętość chleba oraz dodatkowo czas stałości i liczbę jakości, gluten mokry i indeks gluten oraz liczbę wartości chleba jako wskaźnik jakości miększu. Stwierdzono dużą zmienność CV (%) rodów pszenicy ozimej w obu latach badań pod względem cech takich jak: liczba sedimentacji, liczba opadania, czas stałości, liczba jakości, rozmiękczenie ciasta, energia ciasta, indeks gluten oraz niską wartość CV (%) dla cech: wodochłonność, wydajność mąki i objętość chleba. Przeprowadzona klasyfikacja jakościowa na podstawie 8 cech: liczba sedimentacji, liczba opadania, zawartość białka, wodochłonność mąki, rozmiękczenie ciasta, energia ciasta, wydajność mąki, objętość chleba ujawniła 56 rodów pszenicy ozimej w klasie jakości E i A co stanowiło 31% wszystkich badanych rodów. Aż 29 badanych rodów pszenicy ozimej łączyła wysoką jakość technologiczną z bardzo dobrą i dobrą plennością. Uzyskane w ostatnich latach wyniki hodowli nowych rodów pszenicy ozimej dowodzą skuteczności stosowanych metod i prac hodowlanych w polskich stacjach hodowlanych.

Słowa kluczowe: jakość technologiczna, plon, pszenica ozima, rody hodowlane.

The aim of the study was estimation of baking quality parameters for 181 new Polish strains tested in the pre-registration field trials of the years 2005 and 2006. The following quality parameters were analyzed: sedimentation value (with SDS, Axford method), falling number (1800), protein content in grain (NIR method), water absorption of flour, dough softness and stability, quality number (farinograph), dough energy (extensograph), flour yield (Quadrumat Senior, Brabender), bread volume and bread quality (baking test), wet gluten and gluten index (Glutomatic 2200). High CV (%) values were recorded in both years for sedimentation value, falling number, quality number, dough stability, dough softness, dough energy and gluten index. Low variation was found for water absorption, flour yield and bread volume. As a result of quality assessment based on eight parameters: sedimentation value, falling number, protein content, water absorption, dough softening, dough energy, flour yield and bread volume, 56 wheat strains (31%) were classified into the E (elite) and A (quality) groups. In

29 strains high technological value was combined with high or very high grain yield. The results confirm high efficiency of the methods used in the Polish breeding stations.

Key words: breeding, the technological value, the grain, the winter wheat

WSTĘP

Na podstawie publikowanych danych przez Centralny Ośrodek Badań Roślin Uprawnych w 2007 roku na liście odmian pszenic ozimych rekomendowanych do uprawy w Polsce znajdowało się 56 pozycji. Spośród nich 24 odmiany charakteryzowały się wysoką jakością technologiczną, a tylko 16 z nich to odmiany polskie (COBORU, 2007).

W ostatnich 2 latach zarejestrowano 7 nowych odmian pszenicy ozimej, charakteryzujących się dobrą jakością wypiekową, a tylko 2 odmiany zgłosiły polskie firmy hodowlane COBORU (2007). Zatem czy grozi nam zalew zagranicznych jakościowych odmian pszenicy ozimej? Odpowiedź na to pytanie mogą stanowić wyniki analiz technologicznych najnowszych rodów hodowlanych rodów pszenicy ozimej badanych w doświadczeniach wstępnych w latach 2005–2006. Zanim rody pszenicy zostaną przebadane w doświadczeniach wstępnych przechodzą przez skomplikowane sito doświadczeń polowych i laboratoryjnych, wieloetapowych od poziomu doświadczeń zakładowych, międzyzakładowych zwanych też międzyzastacyjnymi, przedwstępnych aż do doświadczeń wstępnych, będących ostatnim etapem przed skierowaniem ich do badań rejestracyjnych w Centralnym Ośrodku Badań Odmian Uprawnych w Słupi Wielkiej. Oprócz wysokiego i stabilnego plonu oraz mrozoodporności, odporności na choroby i wyleganie, a także dobrych cech struktury plonu, rody powinny, w przypadku pretendowania do roli odmiany jakościowej, charakteryzować się wysokimi walorami technologicznymi mąki i ciasta (Banaszak, 2006; Zych, 2006). Badania jakości technologicznej ziarna rodów pszenicy ozimej przeprowadzane w latach poprzednich przez Bichońskiego (1995) oraz Cygankiewicza (1995, 1997), wskazują na pojawienie się w doświadczeniach wstępnych rodów pszenicy ozimej o wysokiej przydatności do wypieku chleba, jednak nie łączyły tych właściwości z zadawalającym plonowaniem. Postęp w hodowli nowych odmian pszenicy ozimej przełamał niekorzystne korelacje pomiędzy cechami jakościowymi, a także cechami jakości i plonem oraz ważnymi cechami rolniczymi (Ceglińska i in., 2003; Śmiałowski, 2005), pomimo trudności wynikających z silnych genetycznych uwarunkowań cech technologicznych (Węgrzyn i in., 2002). Inne badania (Wrightley, 2005) podkreślają wpływ różnych często niekorzystnych czynników środowiskowych modyfikujących jakość ziarna i otrzymanych produktów z pszenic ozimych.

Przedstawione wyniki prac ilustrują, jakimi problemami obarczona jest hodowla twórcza nowych rodów pszenicy ozimej również w warunkach polskich. Do tego dochodzi szereg problemów związanych z dostępnością materiałów wyjściowych, atestacją już otrzymanych linii i populacji oraz utrzymaniem odpowiedniego zadawalającego poziomu jakości wszystkich parametrów technologicznych decydujących o wysokiej wartości wypiekowej mąki (Banaszak i in., 2006; Śmiałowski, 2004). Dlatego celem niniejszej pracy była ocena wartości technologicznej najnowszych rodów polskiej hodowli oraz

poznanie ich zróżnicowania pod względem badanych cech. Ocena wartości technologicznej odpowie nam na pytanie o aktualny stan polskiej hodowli, natomiast określenie poziomu zmienności rodów pod względem badanych cech wskaże czy możliwy jest wybór z badanego materiału źródeł do ich wykorzystania w celu poprawiania w procesie hodowli młodszych materiałów hodowlanych.

MATERIAŁ I METODY

Do badań przeprowadzonych w latach 2005–2006 użyto 181 obiektów pszenicy ozimej pochodzących z siedmiu firm hodowlanych; Danko, Małopolska Hodowla Roślin, Poznańska Hodowla Roślin, Hodowla Roślin Rolniczych Kobierzyce, Hodowla Roślin Strzelce, Hodowla Roślin Smolice i Hodowla Roślin Szelejewo. Rody te badano w zespołowych doświadczeniach wstępnych stanowiących ostatni etap selekcji przed skierowaniem ich do badań rejestrowych w Centralnym Ośrodku Badania Roślin Uprawnych w Słupi Wielkiej. Odmianami wzorcowymi były Kobra i Tonacja oraz Finezja i Korweta.

Ocena jakości technologicznej wykonywana jest metodami standardowymi zgodnie z metodyką stosowaną w COBORU. Materiał oceniano pod względem 13 cech w tym 8 cech klasyfikowanych jako wskaźniki jakości: liczba sedymentacji (L.S z SDS) z siarczanem dodecylosodowym wykonana metodą Axforda (Akxford i in., 1997) modyfikacja mikro Cygankiewicza (1997), liczba opadania (L.O.) — Falling Number 1800 Norma ICC Standard No. 117, zawartość białka w suchej masie ziarna — metodą NIR w aparacie Infratec 1255 Norma ICC Standard No. 159, wodochłonność mąki — Farinograph Norma ICC Standard No. 115/1, rozmiękczenie ciasta — Farinograph Norma ICC Standard No. 115/1, energia ciasta — Ekstensograph Norma ICC Standard No. 114 — (ICC Standard, 2005), wydajność mąki ogółem — Quadrumat Senior f-y Brabender, objętość chleba — standardowy wypiek laboratoryjny w przeliczeniu na 100 g mąki po zarobieniu ciasta w miesiarce intensywnego miesienia Diosna f-y Geth, oraz dodatkowo czas stałości i liczbę jakości (analiza farinograficzna), gluten mokry i indeks glutenu (Glutomatic 2200; ICC Standards, 2005) oraz liczbę wartości chleba (L.W.CH.) jako wskaźnik jakości męki. Ocenę wartości technologicznej rodów badano zgodnie z oceną jakości i klasyfikacji stosowaną w COBORU, dokonując podziału wskaźników jakościowych na 9 klas bonitacyjnych. Osiągnięcie przez badany ród wartości odpowiednich minimalnych progów jakościowych rekomendowanych przez COBORU (Zych, 2006) umożliwiło zaliczenie badanego rodu do jednej z 5 grup jakościowych (Elitarne E, Jakościowe A, Chlebowe B, Pozostałe C, Ciastkarskie K). W oparciu o uzyskane wyniki analiz laboratoryjnych przeprowadzono analizę statystyczną parametrów technologicznych, która obejmowała obliczenie średnich arytmetycznych i współczynników zmienności dla cech w każdym roku badań.

WYNIKI BADAŃ

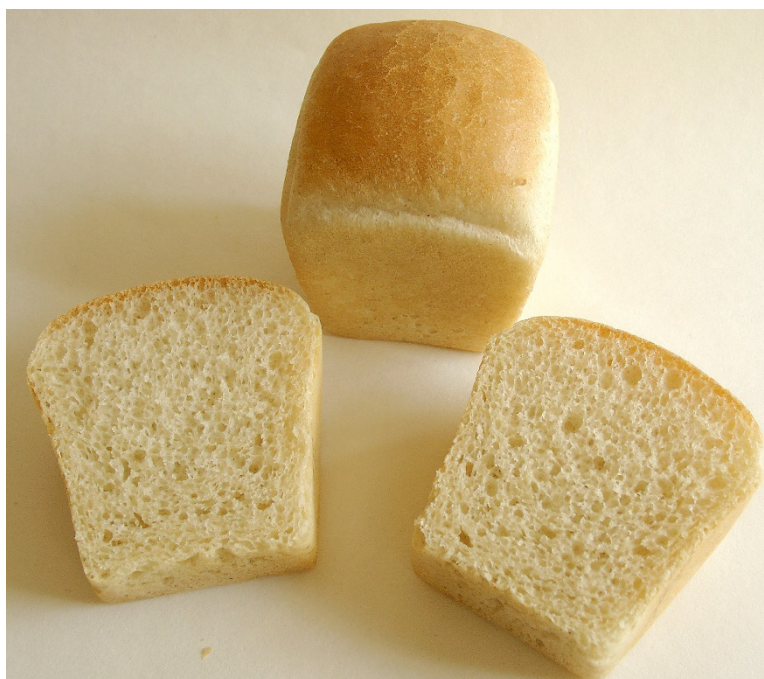
Na podstawie przeprowadzonych analiz w 2005 i 2006 roku dokonano klasyfikacji badanych rodów pszenicy ozimej. Okazało się, że w badanym materiale znaczny udział stanowią wysokiej jakości technologicznej rody, które odpowiednio zaliczono do klasy A i B (tab. 1).

Tabela 1

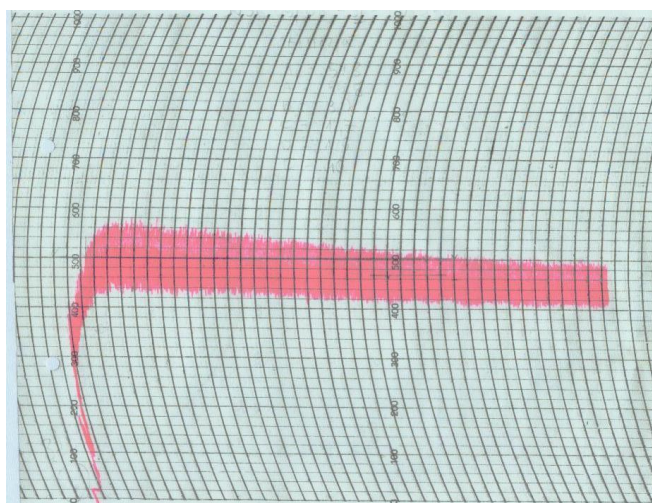
Rezultaty hodowli nowych polskich rodów pszenicy ozimej o wysokiej jakości technologicznej na podstawie doświadczeń przed rejestracyjnych (wstępnych) w latach 2005–2006
The results of Polish breeding of new of winter wheat strains with high bread-making quality, based on the pre-registration trials of the years 2005 and 2006

Rok Year	Klasy jakości — Quality class					Razem Total
	Elitarna — E Elite	Jakościowa — A Quality	Chlebowa — B Bread	Pozostałe — C Remained	Ciastkarska — K Cookies	
2005	1	29	37	20	—	87
2006	—	26	39	29	—	94
Razem Total	1	55	76	49	—	181

Pszenice zaliczone do grupy E należy raczej traktować jako poprawiacze mąk o niższych parametrach jakościowych, natomiast zaliczone do grupy A i B jako przydatne do wypieku chleba. W naszych badaniach w grupie E był jeden ród, a w grupie A — 55 rodów, łącznie obie grupy stanowiły aż 31% wszystkich badanych rodów (tab. 1). Rody zaliczane do grupy A powinny spełniać pewien określony wysoki poziom progowy (dla 8 cech jakości). Doskonałą ilustrację wybranych parametrów jakości stanowi wzorcowa odmiana jakościowa Finezja. Odmiana ta od 2006 roku zastąpiła inną wzorcową odmianę Korwetę. Wyniki analiz wartości technologicznej odmiany Finezja ilustrują rysunki 1 oraz 2 i 3. Tak jak Finezja inne rody pszenicy ozimej zaliczone do klasy jakościowej (A) muszą mieć ziarno odporne na porastanie o dużej zawartością białka (>12,5%), bardzo dobrej wartości wymiławowej i wypiekowej. Otrzymana po wymiale mąka powinna charakteryzować się wysoką zawartością (>28%) glutenu o wysokim wskaźniku indeks gluten (> 90). Otrzymane z takiej mąki ciasto powinno posiadać odpowiednie właściwości reologiczne tzn. charakteryzować się niewielkim rozmiękczeniem (<70 j.B.), dużą stałością (wykres 1), rozciągliwością, elastycznością, o odpowiedniej energii ciasta (osiągać po 135 min >80 cm²) (wykres 2) (Stachowicz i in., 2007). W trakcie wypieku otrzymujemy lekki i dobrze wykształcony chleb o dużej objętości i delikatnym miększu (rys. 1). Wyniki analiz technologicznych 181 rodów pszenicy ozimej przedstawiono w tabeli 2.

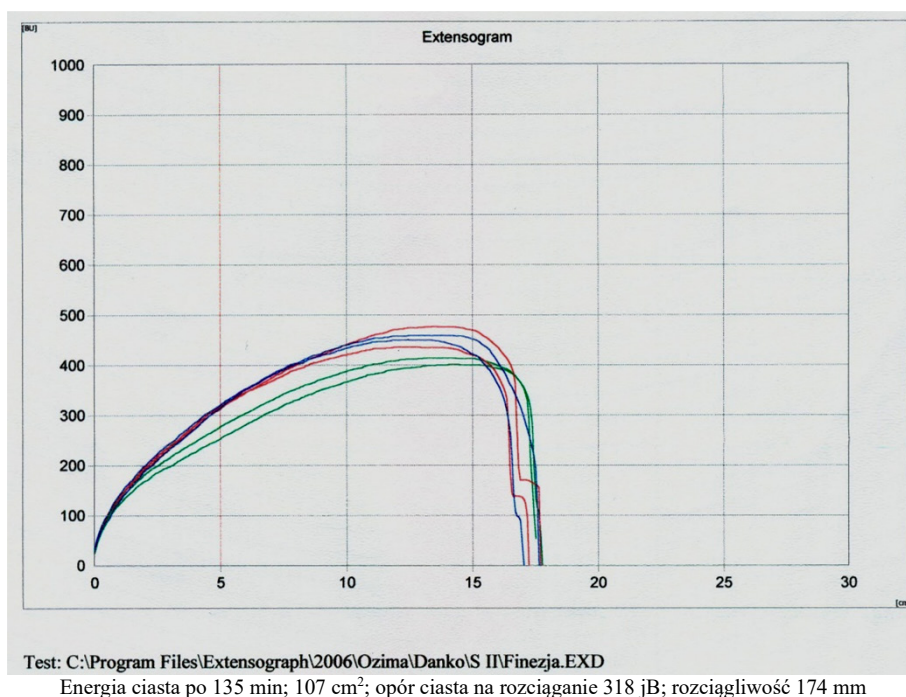


Rys. 1. Próbny wypiek z mąki odmiany jakościowej Finezja (A)
Fig. 1. Experimental bread ample of the Finezja cultivar (the A — quality class)



Wodochłonność: 55,8%; czas stałości 12,7 min; liczba jakości 125 mm; rozmięczenie 40 jB
Water absorption: 55.8%; dough stability 12.7 min; quality number 125 mm; dough softness 40 Br.u.

Rys. 2. Farinogram z mąki odmiany jakościowej Finezja (A)
Fig. 2. Farinogram of the flour produced from the Finezja cultivar



Rys. 3. Ekstensogram z mąki odmiany jakościowej Finezja (A)
Fig. 3. Extensogram for dough from flour of the quality (A) cultivar Finezja

W badanym materiale stwierdzono znaczną liczbę rodów jakościowych o wysokich parametrach jakości przewyższających odmiany wzorcowe dla badanych cech (w 2005 roku Korwety a w 2006 Tonacji). Wymienione odmiany wzorcowe w 2 kolejnych latach ze względu na niższy poziom wielu cech nie spełniły oczekiwań. Z wyżej wymienionych powodów w badanym materiale znaczna liczba rodów pszenicy ozimej okazała się lepsza zarówno w 2005 i 2006 od zastosowanych odmian wzorcowych (Korwety i Tonacji). Pod względem wydajności mąki aż 80 rodów było lepszych od odmiany wzorcowej w 2005 roku (Korweta charakteryzuje się niską wydajnością mąki ogółem), natomiast pod względem jakości męki w 2006 aż 82 obiekty pszenicy ozimej okazało się lepszych od odmiany wzorcowej (Tonacja w tym roku odznaczyła się niską jakością męki) (tab. 2). Stwierdzono również dużą liczbę rodów pszenicy ozimej lepszych od odmian wzorcowych pod względem innych cech np. wodochłonności (39 w 2005 i 35 w 2006 roku), zawartości białka (43) i liczby opadania (78) w 2006 roku (tab. 2). Porównanie wyników analiz technologicznych z obu lat badań wskazuje na zauważalną powtarzalność przeciętnych wartości badanych cech zarówno minimalnych i maksymalnych zakresów wartości. Wyjątkiem była niższa zawartość białka w ziarnie badanych rodów pszenicy ozimej w 2006 roku (tab. 2).

Tabela 2

Zakresy, średnie wartości cech technologicznych oraz liczba rodów lepszych od jakościowych odmian wzorcowych na podstawie wyników analiz technologicznych rodów pszenicy ozimej badanych w doświadczeniach wstępnych w latach 2005–2006

Ranges and average values of baking quality traits, and numbers of strains better than quality standard cultivars, based on the quality analyses of winter wheat strains tested in pre-registration trials of the years 2005 and 2006

Rodzaj analizy Analyses	Jednostka miary Measure	2005				2006			
		min	max	średnia mean	> wz.	min	max	średnia mean	> wz.
L.S. z SDS Sedimentation value	cm ³	21	67	47,9	27	24	73	51,6	19
L.O. Falling number	s	145	464	375,3	24	85	506	379,7	78
Zawartość białka Protein content	%	12,1	15,1	13,5	27	9,1	12,8	11,3	43
Wodochłonność Water absorption	ml/ 100g	56	68	60,4	39	51	63	57,6	35
Czas stałości ciasta Dough stability	min	0,9	12	4,5	25	0,6	12,9	5,7	35
Liczba jakości Quality number	mm	25	132	59	24	17	143	63,4	38
Rozmiękczenie ciasta Dough softness	j.Br	163	38	92	29	125	20	78,7	39
Energia ciasta Dough energy	cm ²	11	116	53,3	23	31	142	75,7	38
Wydajność mąki Flour yield	%	69	81,5	74,6	80	66,4	76,4	71,1	26
Objętość chleba Bread volume	cm ³	505	625	579,6	20	559	646	608,7	10
Jakość miękiszu Bread quality	pkt	94	167	134,8	13	121	185	152,2	82
Ilość glutenu (mokry) Gluten content (wet)	%	19,3	33,7	26,4	30	9,7	34,7	26,9	50
Indeks glutenowy Gluten index	liczba	40	99	78,7	21	52	99	88,4	47

Stwierdzona duża rozpiętość pomiędzy maksymalnymi i minimalnymi wartościami cech znalazła odbicie w różnych wartościach współczynników zmienności dla badanych cech (tab. 3). Jest to zjawisko naturalne wywoływane przez współdziałanie genotypów ze środowiskiem. Wartości współczynników zmienności dla niektórych badanych cech okazały się porównywalne w obu latach np. wysoką zmienność odnotowano dla czasu stałości ciasta (52,6% w 2005 i 44,5% w 2006 roku), energii ciasta (odpowiednio 44,7% w 2005 r., 34,4% w 2006 roku), natomiast niską zmienność dla wydajności mąki (3,5% w obu latach), objętości chleba (4,2% w 2005 r., 3,5% w 2006 roku), wodochłonności (3,9% w 2005, 3,7% w 2006 roku). Wysokie wartości współczynników zmienności dla niektórych cech wskazują na możliwości selekcji, czyli wyboru lepszych rodów, natomiast niższe dla innych cech taką możliwość ograniczają. Okazało się, że sporo rodów pszenicy ozimej nie spełnia wszystkich 8 parametrów często z powodu niewielkiego przekroczenia wartości progowych tylko jednej cechy i nie zostały zaliczone do klasy jakościowej (A).

Tabela 3

Zmienność cech badanych rodów pszenicy ozimej
Variability of the traits of the strains of winter wheat

Rodzaj analizy Analyses	Jednostka Measure	2005	2006
		CV (%)	CV (%)
Liczba Sedymentacji z SDS — Sedimentation vaule	cm ³	21,4	21,7
Liczba Opadania — Falling number	s	17,2	18,0
Zawartość białka — Protein content	%	4,4	7,4
Wodochłonność — Water absorption	ml/ 100 g	3,9	3,7
Czas stałości ciasta — Dough stability	min	52,6	44,5
Liczba jakości — Quality number	mm	39,2	38,6
Rozmiękczenie ciasta — Dough softness	j.Br	24,9	28,2
Energia ciasta — Dough energy	cm ²	44,7	34,4
Wydajność mąki — Flour yield	%	3,5	3,5
Objętość chleba — Bread volume	cm ³	4,2	3,5
Jakość miękiszu L.W.C.H. — Bread quality	pkt	12,5	8,6
Ilość glutenu (mokry) — Gluten content (wet)	%	10,2	17,4
Indeks glutenowy — Gluten index	liczba	20,3	14,5

Jednak wyróżniały się one unikalnym wysokim poziomem pojedynczej cechy lub grupy cech. Mogą one być źródłem służącym poprawianiu innych rodów np. poprzez krzyżowanie z młodszymi materiałami hodowlanymi. Porównując wyniki analiz cech jakościowych badanych rodów z wynikami uzyskiwanymi w latach poprzednich (Bichoński, 1995; Cygankiewicz, 1995, 1997; Zych, 2006) nie stwierdzono wyraźnej różnicy, która wskazywałaby na radykalne zwiększenie wartości poszczególnych cech technologicznych. Utrzymują się one w pewnych wymaganiach progowych, gwarantujących zaliczenie do określonej klasy jakościowej. Wyraźnym postępem była duża liczba rodów pszenicy ozimej (29 obiektów) łączących wysoką jakość technologiczną (zaliczonych do klasy A) z wysokim potencjałem plonowania, przewyższającym średni plon wzorcowych odmian plenności Kobry i Tonacji lub tylko nieznacznie im ustępując (tab. 4).

Tabela 4

Liczba rodów pszenicy ozimej łączących wysoką jakość technologiczną z wysokim poziomem plonowania (w odniesieniu do plonu 2 odmian wzorcowych Kobry i Tonacji)
Number of strains of winter wheat combining high quality with high of level of yield (yield standard varieties: Kobra and Tonacja)

Klasy jakości Quality class	2005 rok — year		2006 rok — year	
	liczba rodów number of strains	plon (%) wzorca yields (% of standard)	liczba rodów number of strains	plon (% wz.) yields (% of standard)
E	1	103,4	—	—
A	9	100,0–106,5	21	100,0–115,0
A	19	92,1–100,0	5	95,0–100,0
Razem Total	29		26	—

Wniosek ten wynika z porównania jakości i plonu rodów pszenicy ozimej badanych w doświadczeniach polowych przeprowadzonych w 7 miejscowościach w latach 2005–2006 (tab. 4). Spośród badanych rodów pszenicy ozimej na uwagę zasługuje 1 ród pszenicy

ozimej o jakości elitarnej (E), który w 2005 roku plonował aż o 3,4% powyżej średniego plonu 2 odmian wzorcowych (Kobry i Tonacji).

Zatem uzyskane w ostatnich latach wyniki hodowlane dla nowych rodów pszenicy ozimej dowodzą skuteczności stosowanych metod i prac hodowlanych w polskich stacjach hodowlanych i wskazują, że w niedługim czasie zostaną zarejestrowane nowe odmiany pszenicy ozimej o wysokim potencjale plonowania i wysokiej jakości technologicznej ziarna.

WNIOSKI

1. Uzyskane wyniki wskazują na znaczny udział rodów pszenicy ozimej o wysokiej jakości technologicznej „klasa A” badanych w doświadczeniach wstępnych w latach 2005–2006. Większość tych rodów łączyła wysoką jakość z wysokim potencjałem plonowania.
2. Wartości większości badanych cech były bardzo zbliżone w obu latach badań pomimo odmiennych warunków środowiska. Zjawisko to może świadczyć o silnym genetycznym uwarunkowaniu badanych cech technologicznych pszenicy ozimej.
3. Spośród rodów pszenicy, których kompleksowa jakość uniemożliwiła objęcia klasą „A” można wyodrębnić obiekty o wysokich ponad przeciętnych wartościach cech jakościowych np. wysokiej zawartości białka, liczbie sedymentacji lub wysokiej energii ciasta. Mogą one jako źródła genetyczne służyć w twórczej hodowli dla poprawiania innych w programach krzyżowań. Uzyskane w ostatnich latach wyniki hodowlane dla nowych rodów pszenicy ozimej dowodzą skuteczności stosowanych metod i prac hodowlanych w polskich stacjach hodowlanych.

LITERATURA

- Axford D. W. E., Mc Dermott E.E., Retman D. G. 1979. Dodecyl-sulfate test of bread-making quality: Comparison with Pelshenke and Zeleny tests. *Cereal Chem.* 56 (6): 582.
- Banaszak Z. Majchrzycki D. 2006. Pszenica jakościowa — od hodowcy do młynarza. *Przegląd Zbożowo — Młynarski VII*: 17 — 19.
- Bichoński A. 1995. Ocena wybranych cech technologicznych z kolekcji pszenicy ozimej. *Biul. IHAR 194*: 131 — 138.
- Bichoński A., Stachowicz M. 1998. Powiązanie białek gliadynowych i gluteninowych z wybranymi cechami technologicznymi rodów i odmian pszenicy ozimej. *Biul. IHAR 208*: 43 — 47.
- Ceglińska A., Cacak-Pietrzak. G., Haber T. 2003. Współzależność pomiędzy cechami jakościowymi rodów pszenicy ozimej. *Biul. IHAR 230*: 65 — 70.
- COBORU. 2007. Lista Opisowa Odmian. COBORU, Słupia Wielka.
- Cygankiewicz A. 1995. Ocena niektórych cech jakościowych nowych rodów hodowlanych pszenicy ozimej i jarej. *Biul. IHAR 194*: 139 — 148.
- Cygankiewicz A. 1997. Wartość technologiczna ziarna materiałów hodowlanych pszenicy ozimej i jarej na tle badań własnych i światowych. *Biul. IHAR 204*: 219 — 238.
- Węgrzyn S., Wojas T., Śmiałowski T. 2002. Uwarunkowania genetyczne oraz współzależność plonu i wybranych cech użytkowych pszenicy ozimej (*Triticum aestivum* L.) *Biul. IHAR 223/224*: 77 — 88.
- ICC Standards. 2005. Standard Methods of the International Association for Cereal Science and Technology (ICC). Amylograph Nr. 126; Falling Number 1800 Nr 117: 58 — 81; Farinograph Resistograph Nr. 115: 20 — 54; Glutomatic System 2200 Nr. 137.

- Śmiałowski T. 2004. Ocena rodów pszenicy ozimej z polskiej hodowli w doświadczeniach przed rejestrowych w roku 2004. Biul. IHAR 235: 13 — 22.
- Śmiałowski T., Nita Z., Witkowski E. 2006. Ocena współzależności cech pszenicy ozimej na podstawie analizy ścieżek. Biul. IHAR 240/241: 43 — 50.
- Wrigley C. W. 2005. Mitigating the damaging effects of growth and storage conditions on grain quality. Wheat CRC and Ford Science Australia. (Sydney).
- Zych. J. 2006. Wartość technologiczna odmian pszenicy. Przegląd Zbożowo — Młynarski VII: 7 — 12.
- Stachowicz M., Śmiałowski T. 2007. Jakość technologiczna nowych rodów pszenicy ozimej badanych w doświadczeniach wstępnych. Konferencja Nauka dla Hodowli Roślin Uprawnych. Streszczenia: 181 — 182.