

ZOFIA KAROLINI-SKARADZIŃSKA, HANNA SUBDA, BEATA KORCZAK,
MAGDALENA KOWALSKA, MIROSŁAW ŻMIJEWSKI, ANNA CZUBASZEK

OCENA TECHNOLOGICZNA ZIARNA I MĄKI WYBRANYCH ODMIAN PSZENICY OZIMEJ

Streszczenie

Materiałem badawczym było ziarno 11 odmian pszenicy ozimej: Begra, Panda, Olcha Almari, Gama, Wilga, Emika, Kobra, Roma, Jawa, Juma, ze zbioru w latach 1994–1996.

Stwierdzono, że oceniane odmiany różniły się wartościami badanych cech. Małe różnice zaznaczyły się tylko w końcowej temperaturze i czasie kleikowania mąki. Mąka pszenna charakteryzowała się niską aktywnością α -amylazy, mierzonej liczbą opadania. Na ilość glutenu, liczbę sedimentacji i wartość wypiekową mąki korzystnie wpływała zawartość białka ogółem i aktywność α -amylazy. Stwierdzono, że ziarna skrobi badanych odmian pszenicy odznaczały się dużą trwałością w czasie ogrzewania w temperaturze 95°C, a po ochłodzeniu do 50°C kleiki skrobiowe trudno retrogradowały. Chleby wypieczone z mąki pszennej różniły się objętością, nadpiekiem i porowatością miękiszu.

Wstęp

Białko odgrywa dużą rolę w procesie tworzenia ciasta pszennego. Johansson i Svensson [8] wykazali, że glutenina wysokocząsteczkowa wywiera korzystny wpływ na właściwości reologiczne ciasta i jakość chleba. Natomiast białka niskocząsteczkowe powodują pogorszenie właściwości wypiekowych [17].

O jakości mąki pszennej oraz przydatności jej do produkcji pieczywa decyduje również aktywność α -amylazy [7].

W ostatnich latach coraz większe znaczenie przypisuje się roli skrobi w kształtowaniu struktury wielu produktów żywnościowych [5]. W technologii piekarstwa zwraca się uwagę na zdolność wchłaniania przez mąkę wody, zdolność kleikowania i podatność skrobi na działanie enzymów [6].

Dr inż. Z. Karolini-Skaradzińska, prof. dr hab. H. Subda, mgr inż. B. Korczak, mgr inż. M. Kowalska, mgr inż. M. Żmijewski, dr inż. A. Czubaszek, Katedra Technologii Zbóż, Akademia Rolnicza we Wrocławiu, ul. C.K. Norwida 25/27, 50-375 Wrocław.

Celem badań było określenie zawartości białka ogółem, aktywności alfa-amylazy, ilości i rozplywalności glutenu mokrego, liczby sedimentacji, właściwości kleików mącznych oraz cech reologicznych ciasta, a także ocena jakościowa wypieczonego chleba.

Materiał i metody badań

Materiałem badawczym było ziarno 11 odmian pszenicy ozimej (Begra, Panda, Olcha, Almari, Gama, Wilga, Emika, Kobra Roma, Jawa, Juma) otrzymane ze Stacji Doświadczalnej Oceny Odmian w Tarnowie Śląskim, ze zbioru w latach 1994–1996. Odmiany Emika, Kobra i Juma pochodziły ze zbioru w 1994 roku, Almari i Jawa z 1994 i 1996 roku, a pozostałe odmiany z lat 1994–1996.

Ziarno przemielono w młynie Quadrumat Senior, uzyskując mąkę o wyciągu około 66,9%. Zawartość białka ogółem oznaczano metodą Kjeldahla ($N \times 5,7$), a aktywność α -amylazy na podstawie liczby opadania, metodą Hagberga – Pertena. Ilość i rozplywalność glutenu oznaczano metodą podaną w PN [13]. Liczbę sedimentacji określano metodą Axforda i wsp. [2], a właściwości kleików mącznych oznaczano za pomocą amylografu Brabendera [3].

Ocenę jakości mąki pszennej przeprowadzono na podstawie wartości średnich obliczonych dla odmian i całego materiału oraz współczynników zmienności. Wykonano także obliczenia wartości współczynników korelacji liniowej prostej. Wyniki oznaczeń amylograficznych pochodzą z lat 1995–1996, a pozostałe wyniki z lat 1994–1996. Oznaczanie zawartości białka ogółem wykonano w ziarnie, a pozostałych cech w mące.

Ocenę właściwości reologicznych ciasta przeprowadzano za pomocą farinografu Brabendera, wykonując krzywe normalne metodą standardową. Farinogramy wyceniono metodą AACC [1]. Chleb wypiekano metodą Biskupskiego, według podanej poniżej receptury. Do przygotowania ciasta stosowano: 250 g mąki o wilgotności 14%, 7,5 g drożdży i 3,75 g soli. Ciasto zarabiano w mieszarce farinografu do osiągnięcia przez nie konsystencji 300 jB, do zakończenia jego rozwoju. Fermentację ciasta prowadzono w komorze fermentacyjnej w temperaturze 30°C, przy wilgotności względnej powietrza 75–85%. Czas fermentacji wstępnej wynosił 90 min, a fermentacja końcowa trwała do uzyskania przez ciasto optymalnego rozrostu. Ciasto przegniatano dwukrotnie: po 60 min fermentacji i następnie po 30 min fermentacji. Wypiek chleba trwał 30 min, w temperaturze 230°C.

Wyniki i dyskusja

Ziarno ocenianych odmian pszenicy różniło się zawartością białka ogółem (od 9,8 do 13,3%) ($V = 12,3\%$) (tab. 1). Dużą zawartością białka ogółem odznaczały się od-

miany Gama, Begra i Panda. Najmniej białka oznaczono w ziarnie odmiany Juma.

Mąka badanych odmian charakteryzowała się niską aktywnością α -amylazy, mierzonej liczbą opadania (od 279 do 338 s). Wykazano zmienność wartości liczby opadania ($V = 11,4\%$).

Tabela 1

Wartości średnie cech jakościowych ziarna i mąki pszenicy ozimej ze zbioru 1994–1996 roku.
Mean values of qualitative traits of grain and flour of winter wheat harvested in 1994–1996.

Cecha Trait Odmiana Variety	Białko ogółem w ziarnie Total protein in grain [%]	Liczba opadania Falling number [s]	Gluten mokry Wet gluten [%]	Rozpływalność glutenu Flowness of gluten [mm]	Liczba sedymentacji Sedimentation value [cm ³]
Begra	12,6	326	29,3	7	64
Panda	12,9	338	31,4	9	59
Olcha	11,8	325	29,0	16	49
Almari	11,8	279	27,0	11	52
Gama	13,3	347	34,4	12	53
Wilga	11,8	304	27,3	11	41
Emika	10,0	347	20,3	9	40
Kobra	10,2	307	24,6	13	51
Roma	11,4	329	25,1	11	56
Jawa	11,8	282	27,1	10	43
Juma	9,8	287	22,1	12	49
— x	11,9	319	28,2	11	52
V [%]	12,3	11,4	20,0	39,0	15,9

Stwierdzono dużą zmienność zawartości i rozpływalności glutenu (odpowiednio $V = 20$ i $V = 39\%$) (tab. 1). Najwięcej glutenu uzyskano z mąki pszenicy Gama (34,4%). Odznaczał się on jednak dużą rozpływalnością (12 mm). Nieco mniejszą zawartością glutenu charakteryzowały się odmiany Panda i Begra, przy rozpływalności 9 i 7 mm. Mało glutenu zawierały odmiany pszenicy Emika i Juma (20,3 i 22,1%). Rozpływalność glutenu ocenianych odmian wahała się od 7 do 16 mm. Dużą rozpływalnością odznaczał się gluten otrzymany z mąki odmian Olcha, Gama, Kobra i Juma, a najmniejszą gluten odmiany Begra. Na dużą zmienność zawartości i rozpływalności glutenu wskazują badania wykonane wcześniej [18]. Wartość wypiekowa mąki pszennej w dużym stopniu zależy od ilości i jakości glutenu [9]. Według Jurgi [9] pszenne mąki chlebowe powinny charakteryzować się zawartością glutenu nie mniejszą niż 25% i rozpływalnością nie większą niż 9 mm.

W badaniach własnych stwierdzono, że na zawartość glutenu mokrego duży, korzystny wpływ wywierała zawartość białka ogółem ($r = 0,87$) (tab. 2). Ponadto wykazano, że z mąki charakteryzującej się niską aktywnością alfa amylazy wymywa się dużo glutenu.

Tabela 2

Istotne wartości współczynników korelacji liniowej prostej ($P = 0,95$).

Significant values of linear correlation coefficients ($P = 0,95$).

Cecha Trait	Białko ogółem w ziarnie Total protein in grain	Liczba opadania Falling number	Temperatura początkowa kleikowania Initial temperature of gelatinization	Lepkość po 30 min w temperaturze 95°C Viscosity at end of hold
Gluten mokry Wet gluten	0,87	0,51		-0,60
Rozplywalność glutenu Flowness of gluten			0,78	
Liczba sedymentacji Sedimentation value	0,56	0,42		
Wodochłonność mąki Water absorption	0,73	0,49		
Rozwój ciasta Development of dough		0,57		
Stołość ciasta Stability of dough			-0,79	
Współczynnik tolerancji na mieszanie Tolerance index			0,88	
Wartość walorymetryczna Valorimetric value			-0,73	
Objętość chleba Bread volume			-0,67	
Nadpiek chleba Overbake		-0,60	-0,74	
Porowatość miękiszu Porosity	0,56			

$n = 14$ dla cech amylograficznych
for amylographic traits

$n = 25$ dla pozostałych cech
for others traits

Wykazano dużą zmienność liczby sedymentacji ($V = 15,9\%$) (tab. 1). Wartości liczby sedymentacji kształtowały się od 40 do 64 cm^3 . Największą liczbą sedymentacji wyróżniała się mąka odmiany Begra (64 cm^3), najmniejszą natomiast mąka odmian Emika (40 cm^3), Wilga (41 cm^3) i Jawa (43 cm^3). Muller i Bernardin [12] twierdzą, że zdolność pęcznienia i osadzania dużych cząsteczek białka decyduje o wartości sedymentacji mąki. Na podstawie wyników uzyskanych wcześniej [17] można wnioskować, że zawartość gluteniny wysokocząsteczkowej i białka ogółem wywiera korzystny wpływ na liczbę sedymentacji. W obecnych badaniach (tab. 2), większa zawartość białka ogółem powodowała zwiększenie liczby sedymentacji. Liczba sedymentacji była ujemnie skorelowana z aktywnością α -amylazy.

Wodochłonność mąki ocenianych odmian pszenicy wahała się od 52,8 do 63,7% (tab. 3). Dużą zdolnością wiązania wody odznaczała się mąka z pszenicy odmian: Roma, Olcha, Panda i Begra, mniejszą natomiast z pszenicy odmian Kobra i Emika. Z badań własnych oraz Bichońskiego i Stachowicz [4] wynika różnicowanie odmian pszenicy pod względem wodochłonności mąki. W badaniach obecnych (tab. 2) oraz wcześniejszych [16] wykazano korzystny wpływ ogólnej zawartości białka i aktywności α -amylazy na wodochłonność mąki. Na tej podstawie można stwierdzić, że znajdująca się w mące α -amylaza odznacza się niską aktywnością. Lukow i Bushuk [11] stwierdzili, że nadmierna aktywność α -amylazy powoduje obniżenie wodochłonności mąki, natomiast niewielka aktywność wywiera korzystny wpływ na tę cechę.

Ciasto otrzymane z mąki badanych odmian pszenicy różniło się właściwościami reologicznymi ($V = 12,8$ do 51,3%) (tab. 3). Dobrymi właściwościami reologicznymi odznaczało się ciasto z mąki odmian Begra, Panda, Almari, Gama i Roma. Gorszą jakością cechowało się ciasto z mąki odmian Jana, Juma, Kobra, Emika. Właściwości reologiczne ciasta zależą od aktywności α -amylazy [10]. W obecnej pracy (tab. 2) stwierdzono, że niska aktywność α -amylazy spowodowała wydłużenie czasu rozwoju ciasta.

Badania Prestona i wsp. [14] oraz Slaughtera i wsp. [15] wykazały zależność właściwości reologicznych ciasta od zawartości białka. Subda [16] uważa, że z mąki zawierającej dużą ilość gluteniny wysokocząsteczkowej otrzymuje się ciasto o dobrych właściwościach reologicznych. W badaniach własnych stwierdzono brak skorelowania właściwości reologicznych ciasta z zawartością białka ogółem.

Mąka pszenna cechowała się wysoką początkową (od 70,0 do 80,5°C) i końcową (od 91,0 do 91,5°C) temperaturą kleikowania oraz długim czasem tego procesu (od 44,0 do 44,3 min) (tab. 4). Stwierdzono, że oceniane odmiany mało różniły się końcową temperaturą i czasem kleikowania. Najwyższą początkową temperaturą wyróżniał się kleik z mąki odmian Olcha i Wilga (80,5 i 80,0°C), a najniższą kleik mączny z pszenicy odmiany Jawa (70,0°C).

Tabela 3

Wartości cech farinograficznych mąki pszenicy ozimej ze zbioru 1994-1996 roku.

Values of farinographic characteristics of flour of winter wheat harvested in 1994-1996.

Cecha Trait Odmiana Variety	Cechy farinograficzne / Farinographic traits				
	Wodochłonność mąki Water absorption [%]	Rozwój ciasta Development of dough [min]	Stołość ciasta Stability of dough [min]	Współczynnik tolerancji na mie- szenie [jB] Tolerance index [UB]	Wartość waloryme- tryczna [ju] Valorimetric value
Begra	61,3	1,4	4,4	60	44
Panda	62,2	1,3	4,9	60	44
Olcha	62,3	1,6	1,9	100	38
Almari	58,1	1,2	3,2	80	42
Gama	60,2	1,6	3,9	60	46
Wilga	58,8	1,5	1,6	80	41
Emika	54,0	1,2	2,2	90	37
Kobra	52,8	1,1	2,5	100	39
Roma	63,7	1,5	3,3	80	43
Jawa	55,8	1,1	1,8	80	39
Juma	56,0	1,3	1,7	90	38
\bar{x}	59,8	1,4	2,9	80	42
V [%]	7,2	18,1	51,3	28,7	12,8

Zbadano, że mąka pszenna charakteryzowała się małą maksymalną lepkością kleików (od 210 do 300 jB). Największą lepkość kleiku z mąki oznaczono w przypadku odmian: Roma (300 jB), Panda i Wilga (280 jB), a najmniejszą w przypadku mąki z odmiany Gama (210 jB).

Stwierdzono, że lepkość kleików po 30 minutach ogrzewania w temperaturze 95°C uległa niedużej zmianie (o 10 do 40 jB). Lepkość kleiku mącznego z odmian Begra i Olcha nie zmieniła się. Bhatti [3] twierdzi, że nieduże zmiany lepkości w czasie ogrzewania kleiku w temperaturze 95°C wskazują, że ziarna skrobi są trwałe i trudno ulegają rozpadowi.

Lepkość kleików po ochłodzeniu do 50°C wahała się od 330 do 440 jB (tab. 4). Ponadto zaobserwowano, że lepkość po ochłodzeniu zwiększyła się o 100 do 170 jB, w porównaniu z lepkością po ogrzewaniu w temperaturze 95°C. Bhatti [3] oraz Subda i wsp. [18] twierdzą, że zwiększenie lepkości kleiku po ochłodzeniu wskazuje, że ziarna skrobiowe ulegają rozpadowi w gorącym kleiku, a w czasie chłodzenia amyloza łatwo retrograduje.

Cechy amylograficzne i wypiekowe mąki z pszenicy ozimej ze zbioru 1994-1996 roku.
Amylographic and baking traits of flour of winter wheat harvested in 1994-1996.

Cecha Trait	Cechy amylograficzne \ Amylographic traits						Cechy wypiekowe Baking traits		
	Temperatura początkowa kleikowania Initial temperature of gelatinization [°C]	Temperatura końcowa kleikowania Terminal temperature of gelatinization [°C]	Czas kleikowania Time of starch gelatinization [min]	Maksymalna lepkość kleiku [JB]	Lepkość po 30 min w temperaturze 95°C [JB]	Lepkość po ochłodzeniu do temperatury 50°C [JB]	Objętość chleba ze 100 g mąki Bread volume from 100 g of flour [cm ³]	Nadpiek Overbake [%]	Porowatość według skali Dallmanna Porosity of Dallmann's score
Odmiana Variety									
Begra	75,5	91,0	44,0	240	240	360	492	46,3	6
Panda	71,5	91,5	44,3	280	240	400	527	46,6	5
Olcha	80,5	91,0	44,0	240	240	380	522	47,0	6
Almari	71,5	91,0	44,0	220	240	350	577	46,7	5
Gama	71,0	91,0	44,0	210	220	340	527	46,2	7
Wilga	80,0	91,0	44,0	280	260	430	495	45,8	7
Emika	-	-	-	-	-	-	400	42,8	6
Kobra	-	-	-	-	-	-	452	46,8	4
Roma	71,5	91,5	44,3	300	280	440	539	48,9	7
Jawa	70,0	91,0	44,0	240	230	330	457	50,5	7
Juma	-	-	-	-	-	-	448	43,6	3
- x	74,5	91,0	44,0	260	240	390	507	46,8	6
V [%]	10,6	0,2	0,2	15,0	9,4	11,6	13,3	11,7	27,6

Wykazano, że początkowa temperatura kleikowania zależy od rozplywalności glutenu ($r = 0,78$) (tab. 2). Lepkość kleiku, po ogrzewaniu w temperaturze 95°C , zmniejszyła się wraz ze zwiększeniem się ilości glutenu mokrego.

Chleby wypieczone z mąki pszennej różniły się objętością ($V = 13,3\%$) (tab. 4). Objętość chleba wahała się od 400 do 577 cm^3 . Dużą objętością wyróżniał się chleb z mąki pszennej odmiany Almari (577 cm^3), mniejszą z mąki pochodzącej z odmian: Panda, Olcha, Gama i Roma ($522\text{--}539\text{ cm}^3$), a najmniejszą – chleb z mąki odmiany Emika (400 cm^3). Wykazano ujemne skorelowanie objętości chleba z początkową temperaturą kleikowania mąki ($r = -0,67$) (tab. 2).

Nadpiek chleba był zróżnicowany ($V = 11,7\%$) i wahał się od 42,8 do 50,5%. Dużym nadpiekiem odznaczał się chleb z mąki odmiany Jawa, a najmniejszym z mąki odmiany Emika (tab. 4). Z porównania współczynników korelacji wynika, że nadpiek chleba zwiększał się wraz z podwyższeniem aktywności α -amylazy (tab. 2). Ponadto cecha ta ujemnie korelowała z początkową temperaturą kleikowania mąki (tab. 2).

Wykazano dużą zmienność porowatości miękiszu chleba ($V = 27,6\%$) (tab. 4). Najkorzystniejszą ocenę uzyskał mięksisz chleba z mąki odmian Gama, Wilga i Jawa (7 punktów). Najniżej oceniono mięksisz chleba z mąki odmiany Juma (3 punkty) i Kobra (4 punkty). Na porowatość miękiszu chleba korzystny wpływ wywarła zawartość białka ogółem (tab. 2).

Wnioski

1. W ocenianym ziarnie i mąkach wybranych odmian pszenicy ozimej stwierdzono zmienność zawartości białka i aktywności α -amylazy, mierzonej liczbą opadania.
2. Wykazano, że odmiany pszenicy różniły się zawartością i jakością glutenu oraz liczbą sedymentacji. Gluten pszenny charakteryzował się dużą rozplywalnością, a jego zawartość była skorelowana z zawartością białka ogółem i aktywnością α -amylazy. Liczba sedymentacji zwiększała się przy podwyższonej ilości białka ogółem i niskiej aktywności alfa amylazy.
3. Odmiany pszenicy były zróżnicowane pod względem wodochłonności mąki. Wykazano zmienność cech reologicznych ciasta. Wodochłonność mąki i właściwości reologiczne zależały od zawartości białka ogółem i aktywności α -amylazy.
4. Mąka wszystkich ocenianych odmian pszenicy odznaczała się wysoką początkową i końcową temperaturą kleikowania oraz długim jego czasem.
5. Kleiki z mąki pszennej charakteryzowały się niską lepkością maksymalną. Wykazano, że ziarna skrobi pszennej są trwałe. W czasie ogrzewania przez 30 minut, w wysokiej temperaturze, trudno rozpadają się, a po ochłodzeniu do 50°C trudno retrogradują. Lepkość kleików mącznych po ogrzewaniu w temperaturze 95°C zależała od zawartości białka ogółem.

6. Chleby wypieczone z mąki pszennej różniły się objętością, nadpiekiem i porowatością miękiszu. Właściwości chleba zależały od zawartości białka ogółem i aktywności enzymów amylolitycznych.

LITERATURA

- [1] AACC. The farinograph handbook, St. Paul M.N., 1972.
- [2] Axford D.W.E., McDermott E.E., Redman D.G.: Note on the sodium dodecyl sulfate test on bread making quality comparison with Pelshenke and Zeleny tests, *Cereal Chem.*, **56**, 1979, 582.
- [3] Bhatti R.S.: Physicochemical properties of roller milled barley bran and flour, *Cereal Chem.*, **70**, 1993, 397.
- [4] Bichoński A., Stachowicz M.: Ocena wartości technologicznej materiału wyjściowego pszenicy ozimej, *Biul. Inst. Hod. Aklim. Rośl.*, **207**, 1998, 135.
- [5] Gudmundsson M., Eliasson A.C.: Rheological behaviour of barley starches in comparison with other cereal starches, *International Symposium, Uppsala, Sweden, September 7-10, 1992*, 179.
- [6] Haber T., Haberowa H., Miszczuk A.: Charakterystyka wybranych właściwości fizykochemicznych skrobi wyizolowanej z ziarna pszenicy, żyta i pszenżyta, *Zagad. Piek.*, **2**, 1986, 20.
- [7] Harada O., Lysenko E.D., Preston K.R.: Effects of commercial hydrolytic enzyme additives on Canadian short process bread properties and processing characteristics, *Cereal Chem.*, **77**, 2000, 70.
- [8] Johansson E., Svensson G.: Contribution of the high molecular weight glutenin subunit 21* to bread-making quality of Swedish wheats, *Cereal Chem.*, **72**, 1995, 287
- [9] Jurga R.: Wartość technologiczna ziarna pszenicy, *Przegl. Piek. i Cuk.*, **5**, 1994, 7.
- [10] Kruger J.E., Marchylo B.A.: A comparison of the catalysis of starch components by isoenzymes to two major groups of germinated wheat α -amylase, *Cereal Chem.*, **62**, 1985, 11.
- [11] Lukow O.M., Bushuk W.: Influence of germination of wheat quality. I. Functional (breadmaking) and biochemical properties, *Cereal Chem.*, **61**, 1984, 336.
- [12] Muller H.G., Bernardin J.E.: A note on the flocculation mechanism of the Zeleny sedimentation test, *Cereal Chem.*, **52**, 1975, 122.
- [13] PN-77/A-74041. Oznaczanie ilości i jakości glutenu.
- [14] Preston K.R., Lukow O.M., Morgan B.: Analysis of relationships between flour quality properties and protein fractions in a world wheat collection, *Cereal Chem.*, **69**, 1992, 560.
- [15] Slaughter D.C., Norris K.H., Hruschka W.R.: Quality and classification of hard red wheat, *Cereal Chem.*, **69**, 1992, 428.
- [16] Subda H.: Zależność wartości wypiekowej mąki pszennej od składu chemicznego. Cz. I Jakość technologiczna mąki odmian pszenicy, *Hod. Rośl. Aklim.*, **33**, 1989, 27.
- [17] Subda H.: Charakterystyka biochemiczna i technologiczna pszenicy jarej i ozimej. Cz. II. Wartość technologiczna, *Hod. Rośl. Aklim.*, **35**, 1991, 83.
- [18] Subda H., Karolini-Skaradzińska Z.: Ocena składu chemicznego i wartości wypiekowej kilku odmian pszenicy, *Zesz. Nauk. AR Wrocław, Technol. Żyw.*, **X**, 305, 1996, 57.

TECHNOLOGICAL ASSESSMENT OF GRAIN AND FLOUR OF SELECTED WINTER CULTIVARS**S u m m a r y**

The test material was 11 cultivars of winter wheat harvested in the years 1994-1996 (Begra, Panda, Olcha, Almari, Gama, Wilga, Emika, Kobra, Roma, Jawa, Juma), coming from the Strain Test Station at Tarnów Śląski.

The assessed cultivars were found to differ in the qualities tested. Little differences were only those in the terminal temperature and time of flour gelatinization. Activity of alpha-amylase, measured by the falling number, was low in the wheat flour. The amount of gluten, sedimentation value and baking value of flour were positively influenced by total protein and activity of alpha-amylase. Starch grains in the wheat cultivars tested were characterized by high durability when kept at 95°C, and after cooling down to 50°C they were hard to retrograde. Breads baked of the wheat flour differed in their volume, overbake and crumb porosity. ☒