

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

## OCENA CHEMICZNA I BIOCHEMICZNA MĄKI WYBRANYCH ODMIAN PSZENICY OZIMEJ

### Streszczenie

Materiał badawczy stanowiło 11 odmian pszenicy ozimej (Begra, Panda, Olcha, Almari, Gama, Wilga, Emika, Kobra, Roma, Jawa, Juma), ze Stacji Oceny Odmian w Tarnowie Śląskim, pochodzących ze zbioru w latach 1994–1996.

Wykazano zmienność zawartości białka ogółem, białka rozpuszczalnego w soli sodowej siarczanu dodecyłu (SDS), gluteniny wysokocząsteczkowej oraz białka nierozpuszczalnego. Stwierdzono, że mąka badanych odmian różniła się aktywnością enzymów proteolitycznych i  $\alpha$ -amylazy, mierzonej liczbą opadania. Wykazano skorelowanie liczby opadania z zawartością białka ogółem i zawartością pentozanów rozpuszczalnych. Pentozany rozpuszczalne w większym stopniu różnicowały odmiany pszenicy niż pentozany nierozpuszczalne i zawartość pentozanów ogółem. Odmiany pszenicy różniły się zawartością skrobi w mące. Zawartość skrobi była istotnie skorelowana z zawartością białka ogółem i białka nierozpuszczalnego.

### Wstęp

Prawidłowe wykorzystanie surowców zbożowych wymaga dokładnego poznania ich jakości. Jednym z czynników decydujących o wartości technologicznej zbóż jest skład chemiczny ziarna. Istotną rolę w kształtowaniu jakości wypiekowej pszenicy odgrywają właściwości białek glutenowych i struktura glutenu [28]. Uthayakumarari i wsp. [29] oraz Subda [25] wykazali, że korzystny wpływ na wartość wypiekową ziarna pszenicy wywiera glutenina wysokocząsteczkowa, natomiast białka o małej masie cząsteczkowej powodują pogorszenie jakości ciasta i chleba. Gliadyna określa lepkość i rozciągliwość ciasta oraz porowatość mięksiszu, glutenina natomiast nadaje ciastu siłę i elastyczność [20].

---

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

Zmiany w ilości i jakości białka i skrobi związane są z aktywnością enzymów proteolitycznych i  $\alpha$ -amylazy [13, 15]. Jeśli enzymy te wykazują podwyższoną aktywność, wówczas nadmiernie hydrolizują białko i skrobię, co pogarsza zarówno właściwości reologiczne ciasta, jak i sensoryczne chleba [14, 16]. Umiarkowana aktywność enzymów proteolitycznych i  $\alpha$ -amylazy wywiera korzystny wpływ na jakość ciasta i chleba [8, 17].

Ważnym składnikiem mąki są pentozany. Korzystnie na objętość chleba i strukturę miękiszu wpływają pentozany rozpuszczalne, natomiast pentozany nierozpuszczalne pogarszają jakość chleba [15]. Finney i wsp. [6] wykazali, że kompleks pentozanów z białkami przyczynia się do zatrzymywania gazów w cieście i zmniejszenia rozciągliwości glutenu. D'Appolonia i Morad [4] twierdzą ponadto, że pentozany rozpuszczalne opóźniają czerstwienie chleba.

Do niedawna odpowiedzialność za dobre właściwości wypiekowe mąki pszennej przypisywano wyłącznie glutenowi, jednak nowe badania wskazują, że to skrobia, a nie gluten jest substancją nie do zastąpienia w procesie wypieku [7]. Według Lelievre [12], w czasie mieszenia ciasta zachodzą interakcje pomiędzy białkami glutenowymi i skrobią. Dodatkowym czynnikiem decydującym o jakości mąki jest stopień uszkodzenia skrobi. Uszkodzone ziarna skrobiowe pochłaniają dużo wody i są podatne na działanie enzymów [28], skutkiem tego jest pogorszenie mechanicznych właściwości ciasta, zmniejszenie elastyczności miękiszu i objętości chleba.

Celem pracy była ocena składu chemicznego odmian pszenicy ozimej oraz określenie współzależności pomiędzy oznaczanymi składnikami.

## **Materiał i metody badań**

Materiał badawczy stanowiło 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. Odmiany Emika, Kobra i Juma pochodziły ze zbioru w 1994 roku, Almari i Jawa z 1994 i 1996 roku, a pozostałe odmiany z lat 1994–1995.

Mąkę o wyciągu około 66,9% otrzymano z przemiału ziarna w młynie Quadrumat Senior. Zawartość białka ogółem oznaczano metodą Kjeldahla ( $N \times 5,7$ ). Zawartość białka rozpuszczalnego w soli sodowej siarczanu dodecyłu (SDS) oraz gluteniny wysokocząsteczkowej rozpuszczalnej w merkaptoetanolu (ME) oznaczono metodą opisaną przez Subdę [24]. Aktywność enzymów proteolitycznych wyznaczono metodą Ayre-Andersona [1, 21], a aktywność  $\alpha$ -amylazy na podstawie liczby opadania, metodą Hagberga-Pertena [10]. Zawartość pentozanów określono metodą kolorymetryczną [22]. Zawartość skrobi oznaczono metodą opisaną przez Lue i wsp. [13].

Jakość mąki oceniono na podstawie wartości średnich obliczonych dla odmian i całego materiału. Zmienność cech określono za pomocą współczynników zmienności. Ponadto obliczono macierz współczynników korelacji liniowej prostej. Zawartość różnych form białka podano w procentach białka ogółem.

### Omówienie i dyskusja wyników

Huebner i Bietz [9] stwierdzili, że zawartość białka jest uwarunkowana genetycznie. W badaniach własnych, stwierdzono, że odmiany pszenicy różniły się zawartością białka ogółem w mące. Współczynnik zmienności wynosił 14,0% (tab. 1). Największe różnice w zawartości białka ogółem zaznaczyły się pomiędzy odmianą Gama (12,0%) i Juma (8,4%). Dużą zawartość białka ogółem stwierdzono również w pszenicy Panda i Begra, a niewielką w pszenicy odmiany Kobra i Roma.

Tabela 1

Średnie zawartości różnych form białka w ziarnie i w mące pszenicy ozimej ze zbioru 1994-1996 roku.  
Mean content of different forms of protein in grain and flour of winter wheat harvested in 1994-1996.

Zawartość białek Proteins content	Białko ogółem Total protein	Białko rozpuszczalne w SDS SDS-soluble protein	Glutenina wysokocząsteczkowa High-molecular glutenin	Białko nierozpuszczalne Insoluble protein
Odmiana Variety	[%]	[%]	[%]	[%]
Begra	11,2	69,4	18,5	12,1
Panda	11,6	71,9	16,8	11,3
Olcha	10,7	77,8	11,2	11,0
Almari	10,0	77,5	16,6	5,9
Gama	12,0	74,6	15,6	9,8
Wilga	10,3	79,4	10,7	9,9
Emika	8,4	72,3	13,2	14,5
Kobra	8,7	63,0	18,3	18,7
Roma	10,0	73,8	13,2	13,0
Jawa	9,6	74,1	14,0	11,9
Juma	8,4	67,1	12,8	20,1
$\bar{x}$	10,5	73,9	14,5	11,6
V [%]	14,0	9,8	40,5	48,3

Mąka pszenna o niskiej wartości wypiekowej zawiera więcej białka rozpuszczalnego w SDS niż mąka o dobrej jakości [23]. Danno i Hosney [5] uważają, że duża rozpuszczalność białka w mące odmian o niskiej wartości wypiekowej wynika z luźnej jego struktury oraz dużej liczby wiązań dostępnych działaniu SDS. Obecnie badane

odmiany pszenicy ozimej zawierały od 63,0 do 79,4% białka rozpuszczalnego w SDS (tab. 1). Niska wartość współczynnika zmienności ( $V = 9,8\%$ ) wskazuje na małą zmienność zawartości tego białka. Dobra pod względem wypiekowym mąka zawiera mało białka rozpuszczalnego w SDS i dużo gluteniny wysokocząsteczkowej [27]. Z wcześniejszych badań [26] wynika, że mąka o dobrej wartości wypiekowej z odmian Panda i Begra zawierała mniej białka rozpuszczalnego w SDS i dużo gluteniny wysokocząsteczkowej, w porównaniu z mąką odmiany Jawa o niskiej jakości. Potwierdziły to wyniki uzyskane w obecnych badaniach (tab. 1). Analiza tych wyników wykazała, że mało białka rozpuszczalnego w SDS i dużo gluteniny wysokocząsteczkowej zawierały odmiany Begra, Panda i Kobra. Stwierdzono, że zawartość gluteniny była zróżnicowana w dużym stopniu ( $V = 40,5\%$ ). Po ekstrakcji białka rozpuszczalnego w SDS i gluteniny, w osadzie pozostało od 5,9 do 20,1% białka nierozpuszczalnego (tab. 1). Ilość białka rozpuszczalnego w SDS była istotnie, ujemnie skorelowana z zawartością białka ogółem i gluteniny oraz zawartością białka nierozpuszczalnego (tab. 3).

Wyniki zestawione w tab. 2. wskazują, że oceniany materiał różnił się aktywnością enzymów proteolitycznych. Subda i Biskupski [23] uważają, że aktywność proteolityczna zależy od właściwości odmianowych. Badane obecnie pszenice odmian: Kobra, Olcha, Emika, Gama, Almari, Juma i Roma charakteryzowały się aktywnością enzymów proteolitycznych w granicach od 2,02 do 2,80 jednostki. Niższą aktywnością proteaz odznaczały się odmiany Begra, Wilga, Jawa i Panda (1,86 do 1,95 jednostki). Według Bushuka i Hwang [2] pszenica o dobrej jakości odznacza się mniejszą aktywnością proteolityczną niż pszenica o niskiej wartości wypiekowej. Zbyt wysoka aktywność proteolityczna powoduje nadmierną hydrolizę białka, co prowadzi do zmniejszenia ilości gluteniny wysokocząsteczkowej i podwyższenia zawartości gluteniny o niskiej masie cząsteczkowej [18].

Na wartość wypiekową mąki duży wpływ wywiera aktywność amylolityczna. Oceniane obecnie odmiany nieznacznie różniły się liczbą opadania, gdyż współczynnik zmienności wynosił 11,4% (tab. 2). Przeciętna liczba opadania uzyskała wartość 319 s, przy wahaniach od 279 (Almari) do 347 s (Gama, Emika). Wysokie wartości liczby opadania świadczą o niskiej aktywności amylolitycznej badanego materiału. Na podstawie obliczonych współczynników korelacji wykazano, że liczba opadania zwiększała się ze wzrostem zawartości pentozanów rozpuszczalnych ( $r = 0,42$ ) oraz ujemnie korelowała z ilością gluteniny (tab. 3).

Według Shogrena i wsp. [19] pentozany wywierają duży wpływ na właściwości reologiczne ciasta. Podczas mieszania ciasta pentozany wchodzi w interakcje z białkami, a powstały kompleks przyczynia się do poprawienia jakości ciasta i chleba [4]. D'Appolonia i Kim [3] uważają, że pentozany zasocjowane z białkami w większym stopniu wpływają na wartość wypiekową niż pentozany niezasocjowane. W niniejszej pracy stwierdzono dużą zmienność zawartości pentozanów rozpuszczalnych ( $V =$

Tabela 2

Średnie wartości cech jakościowych mąki z pszenicy ozimej ze zbioru 1994-1996 roku.  
 Mean values of qualitative traits of flour of winter wheat harvested in 1994-1996.

Cecha Trait	Aktywność enzymów proteolitycznych w jednostkach Activity of proteolytic enzymes in units	Liczba opadania Falling number [s]	Zawartość pentozańców Pentosans content [%]			Zawartość skrobi Starch content [%]
			rozpuszczalnych soluble	nierozpuszczalnych insoluble	ogółem total	
Odmiana Variety						
Begra	1,86	326	0,54	1,95	2,49	75,8
Panda	1,95	338	0,49	2,05	2,54	72,4
Olcha	2,39	325	0,50	2,21	2,71	78,5
Almari	2,07	279	0,53	2,13	2,66	69,7
Gama	2,11	347	0,49	2,00	2,49	74,6
Wilga	1,89	304	0,75	2,41	3,16	74,7
Emika	2,28	347	0,61	2,54	3,15	66,7
Kobra	2,80	307	0,46	2,15	2,61	63,0
Roma	2,02	329	0,82	2,68	3,50	73,3
Jawa	1,93	282	0,46	2,16	2,62	75,1
Juma	2,04	287	0,46	2,15	2,61	72,5
$\bar{x}$	2,07	319	0,57	2,21	2,78	73,6
V [%]	22,0	11,4	36,2	16,2	17,7	12,0

Tabela 3

Istotne wartości współczynników korelacji liniowej prostej ( $P = 0,95$ ).  
Significant values of linear correlation coefficients.

Cecha Trait	Białko ogółem w mące Total protein in flour	Białko roz- puszczalne w SDS SDS-soluble protein	Glutenina wysoko- cząsteczkowa High-molecular glutenin	Białko nierozpuszczalne Insoluble protein	Liczba opadania Falling number	Pentozany rozpuszczalne Soluble pentosans	Pentozany nierozpuszczalne Insoluble pentosans
Białko ogółem w mące Total protein in flour							
Glutenina wysokocząsteczkowa High-molecular glutenin		-0,66					
Białko nierozpuszczalne Insoluble protein	-0,42	-0,61					
Liczba opadania Falling number	0,43						
Pentozany rozpuszczalne Soluble pentosans			-0,52		0,42		
Pentozany nierozpuszczalne Insoluble pentosans						0,50	
Pentozany całkowite Total pentosans		0,41	-0,45			0,78	0,93
Skrobia w mące Starch in flour	0,65			-0,55			

n = 25

36,2%) (tab. 2), a mniejszą pentozanów nierozpuszczalnych ( $V = 16,2\%$ ) i ogółem ( $V = 17,7\%$ ). Zawartość pentozanów rozpuszczalnych wahała się w granicach od 0,46% (Juma, Jawa, Kobra) do 0,82% (Roma). Średnia zawartość pentozanów nierozpuszczalnych kształtowała się na poziomie 2,21%. Najmniejszą ich ilość stwierdzono w pszenicy odmiany Begra (1,95%), a największą w pszenicy odmiany Roma (2,68%). Pentozały ogółem stanowiły od 2,49 do 3,50% suchej masy. Dużą ich zawartość zawierały odmiany Roma, Emika i Wilga, a małą Gama i Begra. Z obliczonych współczynników korelacji wynika, że zawartość pentozanów rozpuszczalnych i pentozanów ogółem była ujemnie skorelowana z zawartością gluteniny wysokocząsteczkowej ( $r = -0,52$  i  $r = -0,45$ ) (tab. 2). Zawartość pentozanów ogółem korelowała dodatnio z zawartością białka rozpuszczalnego w SDS ( $r = 0,41$ ).

Składnikiem węglowodanowym występującym w mące w największej ilości jest skrobia. Według Kulpa [11] skrobia stanowi jeden z komponentów tworzących strukturę ciasta oraz dostarcza węglowodanów potrzebnych do jego fermentacji. Mąka obecnie ocenianych odmian pszenicy zawierała średnio 73,6% skrobi (tab. 2). Największą zawartością skrobi charakteryzowały się odmiany Olcha (78,5%), Begra (75,8%) i Jawa (75,1%). Mało skrobi zawierała mąka odmiany Kobra (63,0%).

Na podstawie analizy korelacji wykazano istotną, ujemną współzależność zawartości skrobi z zawartością białka nierozpuszczalnego ( $r = -0,55$ ) i dodatnią z zawartością białka ogółem ( $r = 0,65$ ) (tab. 3).

## Wnioski

1. Oceniane odmiany pszenicy różniły się zawartością: białka ogółem, gluteniny wysokocząsteczkowej i białka nierozpuszczalnego. Stwierdzono małą zmienność zawartości białka rozpuszczalnego w SDS.
2. Wykazano zmienność aktywności enzymów proteolitycznych i  $\alpha$ -amylazy, mierzonej liczbą opadania. Mąka z badanych odmian pszenicy charakteryzowała się niską aktywnością  $\alpha$ -amylazy. Liczba opadania była dodatnio skorelowana z zawartością białka ogółem i pentozanów rozpuszczalnych.
3. Wykazano większą zmienność zawartości pentozanów rozpuszczalnych niż pentozanów nierozpuszczalnych i pentozanów ogółem. Zawartość pentozanów ogółem istotnie korelowała z zawartością białka rozpuszczalnego w SDS i zawartością gluteniny.
4. Mąka z ocenianych odmian pszenicy różniła się zawartością skrobi. Wykazano istotne skorelowanie zawartości skrobi z zawartością białka ogółem i białka nierozpuszczalnego.

## LITERATURA

- [1] AACC. American Association of Cereal Chemists. Approved methods of the AACC. The association St. Paul M.N. 1976.
- [2] Bushuk W., Hwang P.: Proteolytic activity of maturing wheat grain, *Cereal Chem.*, **48**, 1971, 637.
- [3] D'Appolonia B.L., Kim S.K.: Recent development on wheat pentosans, *Bak. Dig.*, **51**, 1976, 45.
- [4] D'Appolonia B.L., Morad M.M.: Bread stalling, *Cereal Chem.*, **58**, 1981, 186.
- [5] Danno G., Hoseney R.C.: Changes in flour proteins during dough mixing, *Cereal Chem.*, **59**, 1982, 249.
- [6] Finney K.F., Jones B.L., Shogren D.: Functional (breadmaking) properties of wheat protein fractions obtained by ultracentrifugation, *Cereal Chem.*, **59**, 1982, 449.
- [7] Gambuś H.: Wpływ fizyczno-chemicznych właściwości skrobi na jakość i starzenie się pieczywa. *Zesz. Nauk. AR Kraków, Rozpr. hab.*, 226, 1997.
- [8] 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.
- [9] Huebner F.R., Bietz J.A.: Improvements in wheat protein analysis and quality prediction by reversed-phase highperformance liquid chromatography, *Cereal Chem.*, **64**, 1987, 15.
- [10] ICC Standards. Standard Methods of International Association for Cereal Chemistry (ICC), Wyd. Schäfer, Detmold 1972.
- [11] Kulp K.: Properties of starch granules derived from flour and parent wheats. *Bak. Dig.* **47**, 55.
- [12] Lelievre J.: Starch damage. *Starch/Stärke*, **26**, 1973, 85.
- [13] Lue S., Hsieh F., Huff H.E.: Estimation cooking of corn meal and sugar beet fiber: effects on expansion properties, starch gelatinization and dietary fiber content, *Cereal Chem.*, **68**, 1991, 227.
- [14] Lukow O.M., Bushuk W.: Influence of germination of wheat quality. I. Functional (breadmaking) and biochemical properties, *Cereal Chem.*, **61**, 1984, 336.
- [15] Patil S.K., Finney K.F., Shogren M.D., Tsen C.C.: Water soluble pentosans on loaf volume of reconstitution gluten on starch dough, *Cereal Chem.*, **53**, 1976, 347.
- [16] Preston K.R., Dexter J.E., Kruger J.E.: Relationship of exoproteolytic activity to storage protein hydrolysis in germinating durum and hard red spring wheat, *Cereal Chem.*, **55**, 1978, 877.
- [17] Ranum P., DeStefanis V.A.: Use of fungal  $\alpha$ -amylase in milling and baking. *Cereal Foods World*, **35**, 1990, 931.
- [18] Redman D.G.: Softening of gluten by wheat proteases, *J. Sci. Food Agricult.*, **22**, 1971, 75.
- [19] Shogren D.M., Hashimoto S., Pomeranz Y.: Cereal pentosans. Their estimation and significance. II. Pentosans and bread-making characteristics of hard red winter wheat flours, *Cereal Chem.*, **64**, 1987, 35.
- [20] Southan M., MacRitchie F.: Molecular weight distribution of wheat proteins. *Cereal Chem.*, **76**, 1999, 827.
- [21] Subda H.: Instrukcja wdrożeniowa oznaczania aktywności enzymów proteolitycznych, *Biul. Inst. Hod. Rośl.*, **152**, 1984, 139.
- [22] Subda H.: Metoda oznaczania zawartości pentozanów rozpuszczalnych w wodzie, *Instrukcja, Biul. Inst. Hod. Rośl.*, **155**, 1984, 225.
- [23] Subda H., Biskupski A.: Określenie wartości wypiekowej mąki pszennej w zależności od ilości i jakości białek, pentozanów i aktywności enzymów, *Biul. Inst. Hod. Rośl.*, **161**, 1987, 58.
- [24] Subda H.: Zależność wartości wypiekowej mąki pszennej od składu chemicznego. II Ekstraktywność białek pszenicy w różnych rozpuszczalnikach, *Hod. Rośl. Aklim.*, **33**, 1989, 37.



- [25] Subda H.: Charakterystyka biochemiczna i technologiczna pszenicy jarej i ozimej. I. Ilość i jakość białek, *Hod. Rośl. Aklim.*, **35**, 1991, 71.
- [26] Subda H., Karolini-Skaradzińska Z., Kunowski P., Czubaszek A., Gil Z.: Skład chemiczny i wartość wypiekowa mąki pszennej. Część I. Skład chemiczny, *Biul. Inst. Hod. Rośl.*, **201**, 1997, 95.
- [27] Subda H.: Określenie różnych form białka oraz ocena ich wpływu na wartość wypiekową pszenicy, *Zesz. Nauk. AR Wroc., Technol. Żyw.*, **XII**, 328, 1998, 195.
- [28] Tipples K.H.: The relation of starch damage to the baking performance of flour, *Bak. Dig.*, **43**, 1969, 28.
- [29] Uthayakumarari S., Gras P.W., Stoddard F.L., Bekes F.: Effect of varying protein content and glutenin-to-gliadin ratio on the functional properties of wheat dough, *Cereal Chem.*, **76**, 1999, 389.

## CHEMICAL AND BIOCHEMICAL ASSESSMENT OF FLOUR SELECTED WHEAT CULTIVARS

### S u m m a r y

The test material were 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.

In the cultivars tested there was found a variability in the contents of total protein, SDS - soluble and insoluble protein, as well as of high-molecular glutenin. Their flour appeared to differ in the activity of proteolytic enzymes and alpha-amylase measured by the falling number. The falling number was proved to have been correlated with the contents of total protein and soluble pentosans. The wheat cultivars were more differentiated by soluble pentosans than by the insoluble and total ones. Different, too, was the content of starch in them, the latter having been significantly correlated with total and insoluble protein contents. ❏