

Małgorzata Piecyk, Dorota Kulka, Elwira Worobiej

CHARAKTERYSTYKA I WARTOŚĆ ODŻYWCZA ZIARNA ORKISZU I PRODUKTÓW ORKISZOWYCH

Zakład Oceny Jakości Żywności Wydziału Nauk o Żywności
Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie
Kierownik: prof. dr hab. *M. Obiedziński*

Celem pracy była ocena wartości odżywczej nasion orkiszu i produktów orkiszowych. Wykazano, że ziarno orkiszu charakteryzuje się wysokim udziałem składników odżywczych tj. białka i tłuszczu. Ponadto jest źródłem błonnika, ale jest ubogie w skrobię oporną. Zabiegi technologiczne zastosowane podczas wytwarzania produktów orkiszowych wpłynęły na zawartość składników pokarmowych w tych produktach, a także na ich wartość odżywczą. Procesy zastosowane podczas produkcji makaronu i kaszy wpłynęły na podwyższenie strawności białka i skrobi w stosunku do ziarna. Ponadto we wszystkich produktach obniżyła się ilość białka, a w przypadku makaronu i mąki, także tłuszczu.

Hasła kluczowe: orkisz (*Triticum spelta*), produkty z orkisz, wartość odżywcza.
Key words: spelt wheat (*Triticum spelta*), spelt wheat products, nutritional value.

Orkisz (*Triticum spelta*) jest oplewionym i niewymłacalnym gatunkiem pszenicy i należy do najstarszych roślin uprawnych. Od pozostałych gatunków pszenicy różni się zarówno pod względem genetycznym, morfologicznym, jak i użytkowym. Przez wiele lat uprawy orkiszu zmniejszały się, ale obecnie wzrasta zainteresowanie tym zbożem, które znajduje zastosowanie w produkcji żywności ekologicznej (1). Pod względem odżywczym orkisz jest charakteryzowany jako bardziej wartościowe zboże niż pszenica zwyczajna pod względem zawartości białek i ich składu aminokwasowego, tłuszczu, błonnika pokarmowego oraz witamin i składników mineralnych (2, 3, 4). Mniej prac poświęcono badaniom strawności i przyswajalności tych składników zwłaszcza w produktach otrzymanych z tych nasion.

MATERIAŁ I METODY

Materiałem doświadczalnym było ziarno orkiszu ozimego odmiany Schwabenkorn ze zbiorów w 2007 roku oraz produkty z niego otrzymane, tj. mąka graham typu 1850 (wyciąg ok. 85%), makaron razowy wyprodukowany z mąki graham, otręby i kasza. Wszystkie badane produkty były produktami handlowymi i pochodziły od jednego producenta. Próbkę produktów przed oznaczeniem zmielono w młynku do kawy. Zawartość wody, popiołu, tłuszczu, błonnika pokarmowego i azotu (metodą *Kjeldahla*) wyznaczano metodami znormalizowanymi (5).

Strawność skrobi *in vitro* oznaczano metodą *Englysta* (6) w modyfikacji *Kumari* i współpr. (7). Do hydrolizy skrobi stosowano pankreatynę, amyloglukozyd-

zę, i inwertazę. Do pomiarów ilości uwolnionej glukozy po 20 min (RDS) i 120 min (SDS) trawienia oraz po całkowitym strawieniu stosowano test enzymatyczny GAGO–20 (Sigma). Natomiast ilość skrobi odpornej wyznaczano stosując metodę *Goniego* i współpr. (8). Uwolnioną glukozę podczas trawienia skrobi odpornej po jej uprzednim rozpuszczeniu w KOH oznaczano po reakcji z kwasem dinitrosalicylowym mierząc absorbancję w spektrofotometrze (Shimadzu, UV-1201V) przy 550 nm. Strawność *in vitro* białek oznaczano metodą wieloenzymatyczną (5), stosując enzymy firmy Sigma: pronazę, peptydazę, chymotrypsynę oraz trypsynę.

WYNIKI I ICH OMÓWIENIE

Wilgotność ziarna orkiszowego oraz otrąb i kaszy była na tym samym poziomie i wynosiła około 14% (tab. I). Otrzymana wartość dla otrąb była wyższa od maksymalnej wartości podawanej w normach dla spożywczych otrąb zbożowych (10%). Natomiast zawartość tłuszczu w ziarnie orkiszowej wynosiła 2,99% sm. i była większa od wartości podawanych dla jego innych odmian, tj. 1,99–2,34% s.m. (4), a w mące wynosiła 0,74% sm i była niższa od wartości, podawanych dla odmiany Rouquin, tj. 1,58% sm (9). Największą ilość białka stwierdzono w ziarnie, tj. 14,62% w s.m. i była ona wyższa od wartości podawanych dla tej samej odmiany, tj. 12,69% s.m. (10), ale mieściła się w przedziale podawanym dla innych odmian pszenicy orkisz, tj. 13–16,4% s.m. (2, 4). Natomiast niższą od ziarna ilość białka zawierała kasza, tj. 12,55% s.m. oraz otręby, tj. 13,76% s.m. i była to wartość niższa niż podawana dla otrębów pszennych, tj. 16,49% s.m. (11).

Tabela I. Wilgotność, zawartość tłuszczu i białka oraz strawność białka w nasionach orkiszowych i produktach orkiszowych

Table I. The moisture, fat and protein content and protein digestibility in spelt grain and products

Produkt	Wilgotność %	Tłuszcz % s.m.	Zawartość białka % s.m.	Strawność białka %
Ziarno	13,65 ^{a**} ± 0,20*	2,99 ^{ad} ± 0,23	14,62 ^{a**} ± 0,15*	82,6 ^a ± 0,4
Mąka	14,55 ^b ± 0,09	0,74 ^b ± 0,08	11,31 ^b ± 0,05	87,1 ^b ± 0,4
Kasza	13,95 ^{ab} ± 0,13	2,38 ^{ac} ± 0,07	12,55 ^c ± 0,03	83,2 ^a ± 0,5
Makaron	8,53 ^c ± 0,41	1,93 ^c ± 0,29	10,74 ^d ± 0,01	84,9 ^c ± 1,0
Otręby	14,09 ^a ± 0,79	3,32 ^d ± 0,40	13,76 ^f ± 0,03	76,5 ^d ± 0,8

* ± odchylenie standardowe.

** Te same litery w kolumnie oznaczają brak statystycznie istotnych różnic pomiędzy wartościami średnimi ($p \geq 0,95$).

Białko makaronu i mąki charakteryzowało się największą strawnością wynoszącą odpowiednio 84,9% i 87,1%. W makaronie wysoka strawność jest prawdopodobnie wynikiem stosowanych procesów termicznych, które powodują częściową denaturację białek oraz inaktywację inhibitorów enzymatycznych. Strawność białka w kaszy i ziarnie była niższa i wynosiła ok. 83% (różnice statystycznie nieistotne). Uzyskane wyniki są bardziej zróżnicowane niż podawane w literaturze dla białek mąki, ziarna, kaszy manny i mąki i makaronu z orkisz, które mieszczą się w wąskim zakresie

86,2–86,7% (3). W pracy najmniejszą strawność posiadały otręby (ok. 76,5%), które są źródłem składników odżywczych, ale są one niedostępne lub trudno dostępne dla enzymów z powodu uwieżenia wewnątrz ścian komórkowych zbudowanych z arabinoksylianów i celulozy i dodatkowo inkrustowanych ligniną.

Tabela II. Całkowita strawność skrobi oraz zawartość skrobi szybko trawionej (RDS), wolno trawionej (SDS) i skrobi odpornej (RS) w nasionach orkiszu i produktach orkiszowych

Table II. Total starch digestibility and of rapidly digestible starch (RDS), slowly digestible starch (SDS) and resistant starch (RS) content in spelt grain and products

Produktu	RDS % s.m.	SDS % s.m.	TS % s.m.	Strawność całkowita %	RS % s.m.
Ziarno	5,93 ^a ± 1,04	28,55 ^a ± 3,40	47,49 ^a ± 0,60	69,63 ^{ab} ± 0,35	0,30 ^a ± 0,01
Mąka	4,50 ^a ± 0,89	34,16 ^b ± 1,73	55,68 ^b ± 2,15	68,29 ^a ± 2,26	0,24 ^b ± 0,03
Kasza	7,50 ^b ± 0,70	28,74 ^{ab} ± 0,86	39,17 ^c ± 1,59	76,31 ^{ab} ± 3,28	0,32 ^a ± 0,02
Makaron	13,38 ^c ± 0,02	26,71 ^{ac} ± 2,59	44,35 ^d ± 1,34	84,41 ^c ± 5,40	–
Otręby	10,03 ^d ± 0,63	20,91 ^c ± 1,70	44,27 ^d ± 0,05	69,88 ^{ab} ± 2,40	0,24 ^b ± 0,01

* ± odchylenie standardowe

** Te same litery w kolumnie oznaczają brak statystycznie istotnych różnic pomiędzy wartościami średnimi ($p \geq 0,95$).

Najwyższą strawnością skrobi charakteryzowały się kasza i makaron natomiast w pozostałych produktach, tj. w mące, ziarnie i otrębach jej wartość kształtowała się na jednakowym poziomie ok. 70% (tab. II). We wszystkich produktach udział skrobi szybko trawionej (RDS) był znacznie niższy niż udział skrobi wolno trawionej (SDS). Najwięcej skrobi szybko trawionej zawierał makaron, w którym jej udział wynosił ok. 30,18% całkowitej ilości skrobi. W kaszy i otrębach udział tej frakcji kształtował się na podobnym poziomie, tj. ok. 20%. Najmniejszą zawartością RDS wynoszącą ok. 8% charakteryzowała się mąka. Wysoka strawność skrobi zawartej w makaronie i kaszy może być wynikiem zastosowanych podczas ich produkcji procesów termicznych. Strawność skrobi podwyższyła się w nich w stosunku do ziarna o ok. 20%. Produkty te charakteryzowały się także wyższym od ziarna udziałem RDS. Strawność skrobi w badanej mące orkiszowej wynosiła ok. 68% i była stosunkowo niska w porównaniu z danymi przedstawionymi w literaturze, np. w białej mące pszennej wynosiła ok. 97%, a udział poszczególnych frakcji był na jednakowym poziomie ok. 48% w stosunku do ilości skrobi całkowitej. Natomiast w innych badaniach strawność skrobi w nasionach orkiszu wahała się od 8,5–13,5% w zależności od sposobu przemiału i była niższa od pszenicy zwyczajnej, tj. 14,2–19,5% (12), a wyniku obróbki termicznej w produktach otrzymanych z orkiszu w była wyższa i wynosiła 63–84% (1, 12).

We wszystkich produktach ilość skrobi odpornej (RS) wynosiła poniżej 1%. Podobne wyniki dla mąki pszennej uzyskał *Goni* i współpr. (8), którą zaliczyli do produktów stanowiących nieznaczące źródło skrobi odpornej (<1% RS). Badania 5 odmian nasion orkiszu wykazały, że jej ilość waha się w szerokim zakresie od 0,45% do 5,21% (12), a więc jest uwarunkowana w znacznym stopniu jego odmianą. Oznaczona ilość RS jest uzależniona również od zastosowanej metody oraz od sposobu przygotowania próbki. W natiwnych nasionach pszenicy dominującym typem

skrobi odpornej jest typ RS1, której oporność jest tracona po dokładnym rozdrobieniu produktu. Natomiast w produktach poddanych obróbce termicznej zawartość RS jest uwarunkowana zachodzącymi procesami retrogradacji amylozy (6). Jednak przeprowadzone badania (12) wykazały, że w pieczywie przygotowanym z mąki o wysokiej zawartości RS (4%) jej ilość zmalała do poziomu 1–1,25%. W pracy również obserwowano nieznaczne jej obniżenie w makaronie, w czasie produkcji którego stosowana jest obróbka termiczna.

Tab e l a III. Zawartość błonnika pokarmowego oraz jego frakcji nierozpuszczalnej (NDF) i rozpuszczalnej (SDF) w nasionach orkiszu i produktach orkiszowych

Tab l e III. The dietary fiber and their non soluble content in spelt grain and products

Produktu	NDF % s.m.	SDF % s.m.	Błonnik całkowity % s.m.
Ziarno	11,1 ^{a**} ± 0,1*	2,6 ^a ± 0,1	13,7 ^a ± 0,1
Mąka	5,3 ^b ± 0,1	2,1 ^b ± 0,1	7,4 ^b ± 0,1
Kasza	10,9 ^c ± 0,1	2,8 ^{ac} ± 0,1	13,6 ^a ± 0,1
Makaron	4,5 ^d ± 0,1	3,8 ^d ± 0,1	8,3 ^c ± 0,2
Otręby	22,1 ^e ± 0,1	3,0 ^c ± 0,1	25,1 ^d ± 0,1

* ± odchylenie standardowe

** Te same litery w kolumnie oznaczają brak statystycznie istotnych różnic pomiędzy wartościami średnimi ($p \geq 0,95$).

Oznaczona całkowita zawartość błonnika (tab. III) w ziarnie była wysoka (13,7% s.m.) i zbliżona do wartości uzyskanych w badaniach 3 odmian pszenicy orkisz, tj. 12,9–13,85 s.m. i wyższa niż w 2 odmianach pszenicy zwyczajnej, tj. 12,3 i 12,8% s.m. (1). W produktach z orkiszu największą zawartością błonnika (25,1% s.m.) w porównaniu z innymi produktami odznaczały się otręby orkiszowe, których głównym składnikiem są warstwy peryferyjne ziarna najbogatsze w błonnik. Uzyskana ilość jest jednak mniejsza od wyników otrzymanych podczas badania otrębów pszennych (11), tj. 50,7%. Jednak zawartość błonnika w otrębach cechuje bardzo duża rozpiętość ze względu na niejednorodność składu otrąb. Najmniej błonnika zawierała mąka, tj. 7,4% s.m., ponieważ w czasie przemiału ziarna na mąkę, najbogatsze w błonnik pokarmowy zewnętrzne części ziarna są odrzucane (13). Stąd ilość błonnika zmniejsza się w miarę obniżania się wyciągu mąki. Jednak uzyskana w pracy jego ilość jest wysoka w porównaniu z danymi literaturowymi, tj. 1,76% (9) czy 4,4% (1) ze względu na niski wyciąg badanej mąki (ok. 85%). Zawartość błonnika w makaronie orkiszowym (8,3% s.m.) była porównywalna z wartością dla makaronu pełnoziarnistego z ziarna orkiszu odmiany Hercule, tj. 7,5% s.m (1).

We wszystkich produktach dominowały frakcje błonnika nierozpuszczalnego (NDF), ale jego udział był różny, np. w otrębach stanowił ponad 88% całkowitego błonnika, a w mące ponad 50%. Tak wysoki udział NDF w otrębach wiąże się z tym, że celulozy i ligniny występują w peryferyjnych częściach ziarna, które są głównym ich składnikiem. Natomiast udział błonnika rozpuszczalnego w mące zależy od jej wyciągu, ponieważ obniżenie wyciągu mąki ze 100% do 66% powoduje zwiększenie jego udziału nawet o 50% (4).

WNIOSKI

1. Ziarno orkiszu charakteryzuje się wysokim udziałem składników odżywczych tj. białka, składników mineralnych i tłuszczu i ponadto jest źródłem błonnika, ale jest ubogie w skrobię oporną.

2. Procesy zastosowane podczas produkcji makaronu i kaszy wpłynęły na podwyższenie strawności białka i skrobi w tych produktach w stosunku do ziarna. Ponadto we wszystkich produktach obniżyła się ilość białka, a w przypadku makaronu i mąki także tłuszczu.

M. Piecyk, D. Kulka, E. Worobiej

THE CHARACTERISTIC AND NUTRITIONAL VALUE OF SPELT GRAIN
AND ITS PRODUCTS

Summary

The aim of this research was the characteristic of nutritional value of spelt grains and its products. It was shown that spelt grain is rich in such nutritional ingredients as protein and fat. Furthermore is source of fiber, but is poor in resistant starch. The technological processing used while spelt products manufacture influenced the amount of nutritional ingredients and nutritional value. The process used during pasta and groats production resulted in increased protein and starch digestibility in those products comparing with spelt grain. What is more, in all products the content of protein was lower. In case of pasta and flour the content fat.

PIŚMIENNICTWO

1. Bonafaccia G., Galli V., Francisci R., Mair V., Skrabanja V., Kreft I.: Characteristic of spelt wheat products and nutritional value of spelt wheat-based bread. *Food Chemistry*, 2000, 68, 437-441. – 2. Abdel-Aal E. – S.M., Hucl P., Sosulski F.W.: Compositional and Nutritional Characteristics of Spring Einkorn and Spelt Wheats. *Cereal Chem.*, 1995, 72, 621-624. – 3. Abdel-Aal E. – S.M., Hucl P. Abdel-Aal E. – S.M., Hucl P.: Amino acid composition and *In vitro* protein digestibility of selected ancient wheats and their end products. *J. Food Comp. Anal.*, 2002, 15, 737-747. – 4. Ranhotra G.S., Gelroth J.A., Glaser B.K., Lorenz K.J.: Nutrient Composition of Spelt Wheat., *J. Food Comp. Anal.*, 1996, 9, 81-84. – 5. AOAC. Official Methods of Analysis; Association of Official Analytical Chemists: Arlington, VA, 1990. – 6. Englyst H. N., Kingman S.M., Cummings J.H.: Classification and measurement of nutritionally important starch fractions. *Eur. J. of Clin. Nutr.*, 1992, 46, S33-S50. – 7. Kumari M., Urooj A., Prasad N.N.: Effect of storage on resistant starch and amylose content of cereal-pulse based ready-to-eat commercial products. *Food Chem.*, 2007, 102, 1425-1430. – 8. Goni I., Garcia-Alonso A., Saura-Calixto F.: A starch hydrolysis procedure to estimate glycemic index. *Nutr. Res.*, 1997, 17, 3427-437. – 9. Marques C., D'Auria L., Cami P.D., Baccelli Ch., Rozenberg R., Ruibal-Mendieta N.L., Petitjean G., Delacroix D.L., Quetin-Leclercq J., Habib-Jiwan J.L., Meuwens M., Delzenne N.M.: Comparison of glycemic index of spelt and wheat bread in human volunteers. *Food Chem.*, 2007, 100, 1265-1271. – 10. Grela E.R.: Nutrient Composition and Content of Antinutritional Factors in Spelt (*Triticum spelta* L.) Cultivars. *J. Sci. Food Agric.* 1996, 71, 399-404.
11. Gualberto D. G., Bergman C. J., Kazemzadeh M., Weber C. W.: Effect of extrusion processing on the soluble and insoluble fiber, and phytic acid contents of cereal brans. *Plant Foods Hum. Nutr.*, 1997, 51, 187-198. – 12. El-Sayed M., Abdel-Aal E., Rafalski I.: Effect of baking on nutritional properties of starch in organic spelt whole grain products. *Food Chem.*, 2008, 111, 15-156. – 13. Görecka D.: Zabiegi technologiczne jako czynniki determinujące właściwości funkcjonalne włókna pokarmowego. *Roczniki AR w Poznaniu*, 2004, *Rozprawy Naukowe*, Zeszyt 344.