

WŁAŚCIWOŚCI PRZEMIAŁOWE ZIARNA ORKISZU I PSZENICY ZWYCZAJNEJ*

Grażyna Cacak-Pietrzak, Ewa Gondek

Wydział Nauk o Żywności, Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego
ul. Nowoursynowska 159c, 02-776 Warszawa
e-mail: grazyna_cacak_pietrzak@sggw.pl

Streszczenie. Celem pracy była ocena właściwości przemiałowych ziarna orkiszu odmiany Schwabenkorn oraz wybranych ozimych odmian pszenicy zwyczajnej: Figura, Ostka Strzelecka, Smuga, Tonacja i Wydma. Ziarno pochodziło z uprawy ekologicznej z doświadczenia przeprowadzonego w latach 2007-2009 w Stacji Doświadczalnej Osiny, należącej do IUNG-PIB w Puławach. Ziarno orkiszu cechowało się mniejszą celnością i wyrównaniem oraz mniejszą twardością i szklistością bielma niż ziarno badanych odmian pszenicy zwyczajnej. Wydajności mąki uzyskanej z przemiału ziarna orkiszu i pszenicy zwyczajnej były porównywalne, znaczące różnice wystąpiły w ilości mąki z pasazy śrutowych i wymiałowych. Nakłady energetyczne na przemiał ziarna orkiszu były istotnie niższe, w porównaniu z ilością energii zużywanej podczas przemiału ziarna pszenicy zwyczajnej.

Słowa kluczowe: orkisz, pszenica zwyczajna, jakość ziarna, właściwości przemiałowe

WSTĘP

W Polsce pszenica jest podstawowym zbożem, zajmującym największą powierzchnię zasiewów oraz produkowanym w największej ilości. Roczne zbiory ziarna pszenicy wynoszą około 9 mln ton, z tego około połowę przeznaczają się na cele konsumpcyjne. Obecnie spośród 20 podgatunków pszenicy dominujące znaczenie w uprawie ma pszenica zwyczajna (*Triticum vulgare*) (Cacak-Pietrzak 2008). W ostatnich latach w naszym kraju znaczącym w uprawie podgatunkiem pszenicy jest także orkisz (*Triticum spelta*), zaliczany do najstarszych roślin uprawnych. Orkisz znany był już około 7000 lat temu i uprawiany w południowo-zachodniej części Azji. Do Europy został sprowadzony najprawdopodobniej

*Praca finansowana w ramach grantu nr N 312158834 MNiSW w latach 2008-2010.

z Iranu. Uprawiano go głównie w Skandynawii, w górskich rejonach Niemiec i Szwajcarii, a także w Polsce. Jeszcze w XIX wieku w niektórych krajach europejskich orkisz był najbardziej rozpowszechnionym podgatunkiem pszenicy, jednak stopniowo został wyparty z uprawy przez nowe wysokopienne odmiany pszenicy zwyczajnej. Obserwowany w ostatnich latach ponowny wzrost zainteresowania uprawą orkiszu związany jest z rozwojem rolnictwa ekologicznego. Orkisz jest zbożem, które zachowało swoje pierwotne cechy i dlatego jest dobrze przystosowane do tego typu uprawy. Cechuje się stosunkowo niewielkimi wymaganiami klimatycznymi oraz glebowymi, nie wymaga stosowania intensywnego nawożenia ani chemicznych środków ochrony roślin (Gąsiorowski 2004, Tyburski i Babalski 2006). Z danych literaturowych (Tyburski i Babalski 2006, Ceglińska i Cacak-Pietrzak 2009, Czerwińska 2009) wynika, że ziarno orkiszu ma korzystniejszy skład chemiczny, w porównaniu do pszenicy zwyczajnej, zawiera więcej białka, błonnika, tłuszczu, składników mineralnych i witamin. Jednym z głównych działów przetwórstwa spożywczego, który przetwarza ziarno orkiszu dla innych użytkowników jest młynarstwo. O przydatności ziarna do przemiału decydują jego cechy fizyczne oraz skład chemiczny. Bezpośrednią metodą oceny właściwości przemiałowych ziarna jest przeprowadzenie próbnego przemiału, przy użyciu specjalnych młynów laboratoryjnych, według ściśle ustalonej metodyki przemiału (Sitkowski 1994, Cacak-Pietrzak 2008).

Celem pracy była ocena właściwości przemiałowych ziarna orkiszu odmiany Schwabenkorn oraz wybranych ozimych odmian pszenicy zwyczajnej. Ocenę przeprowadzono metodami pośrednimi – na podstawie cech fizyczno-chemicznych ziarna oraz bezpośrednio – w oparciu o wyniki próbnego przemiału laboratoryjnego.

MATERIAŁ I METODY

Materiał badawczy stanowiło ziarno pszenicy orkisz odmiany Schwabenkorn oraz ozimych odmian pszenicy zwyczajnej: Figura, Ostka Strzelecka, Smuga, Tonacja i Wydma. Ziarno pochodziło z doświadczenia polowego przeprowadzonego w latach 2007-2009 w Stacji Doświadczalnej Osiny, należącej do Instytutu Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa – Państwowego Instytutu Badawczego w Puławach. Uprawę prowadzono w systemie ekologicznym, w którym stosowano następujące zmianowanie roślin: ziemniaki – pszenica jara + wsiewka – koniczyna czerwona z trawą użytkowana przez 2 lata – pszenica ozima + poplon. Zwalczanie chwastów polegało na intensywnych zabiegach mechanicznych (trzykrotne bronowanie). Glebę nawożono stosując kompost pod ziemniaki ($30 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$) + poplon ścierniskowy na przyoranie oraz nawozy potasowe dopuszczone do stosowania w rolnictwie ekologicznym w dawce $50 \text{ kg K}_2\text{O}\cdot\text{ha}^{-1}$.

Po zbiorze ziarno orkiszu odplewiono na obłuskiwaczu laboratoryjnym V GK 10. Wydajność tego procesu wynosiła średnio 52%. Ocena jakościowa ziarna obejmowała określenie: gęstości w stanie usypowym (PN-ISO 7971-2:1998), masy 1000 ziaren (PN-68/R-74017), celności i wyrównania, twardości przy użyciu przystawki do farinografu Brabendera przy szerokości szczeliny mielącej 100/5 (Praca zbiorowa 1983), szklistości i mączystości (PN-70/R-74008) oraz zawartości popiołu całkowitego (PN-ISO 2171:1994). Przemiał ziarna wykonano w młynie laboratoryjnym MLU-202 firmy Bühler. Przed przemiałem ziarno poddano procesowi czyszczenia oraz 2-stopniowego nawilżenia (na 24 godziny przed przemiałem do wilgotności 13,5%, a na 30 minut przed przemiałem do wilgotności końcowej 14,0%). Na podstawie uzyskanych produktów sporządzono bilans procesu przemiału. W uzyskanych mąkach oznaczono zawartość popiołu całkowitego (PN-ISO 2171:1994), a następnie obliczono wskaźniki efektywności przemiału K oraz liczby popiołowe (Sitkowski 1994). Wyznaczono także zapotrzebowanie energetyczne na przemiał ziarna (Praca zbiorowa 2008).

Uzyskane wyniki poddano analizie wariancji, istotność różnic pomiędzy średnimi weryfikowano testem Tukey'a. W celu określenia zależności pomiędzy cechami fizyczno-chemicznymi ziarna a wynikami przemiału wyznaczono współczynniki korelacji liniowej prostej. Korzystano z programu statystycznego Statgraphics Plus 4.1. Obliczenia wykonano przy poziomie istotności $\alpha = 0,05$.

WYNIKI

Wyniki oceny cech fizyczno-chemicznych ziarna orkiszu oraz badanych odmian pszenicy zwyczajnej zamieszczono w tabeli 1. Gęstość ziarna w stanie usypowym była mało zróżnicowana – mieściła się w zakresie od 76,6 do 78,6 kg·hl⁻¹. Ziarno orkiszu cechowało się podobną gęstością w stanie usypowym, jak ziarno pszenicy zwyczajnej (77,2 kg·hl⁻¹). Większe różnice wystąpiły w masie 1000 ziaren, która wynosiła od 36,5 do 45,2 g. Masa 1000 ziaren orkiszu (37,8 g) była porównywalna z masą 1000 ziaren pszenicy zwyczajnej odmian Wydma i Ostka Strzelecka, pozostałe odmiany pszenicy cechowały się ziarnem o większej masie 1000 ziaren. Celność ziarna mieściła się w przedziale od 64 do 88%, a wyrównanie ziarna wynosiło od 76 do 90%. Celność pokrywała się z wyrównaniem ziarna tylko w przypadku dwóch odmian pszenicy zwyczajnej – Figura i Smuga. Najmniejszą celnością i wyrównaniem cechowało się ziarno orkiszu (odpowiednio: 64 i 76%). Twardość badanych prób ziarna wynosiła od 505 j.B (orkisz) do 760 j.B (Ostka Strzelecka). Ziarno pszenicy zwyczajnej odmian Ostka Strzelecka, Tonacja i Wydma cechowało się szklistą strukturą bielma, natomiast ziarno pozostałych badanych prób ziarna, w tym orkisz, było mączyste. Zawartość popiołu

w ziarnie orkiszu wynosiła 1,78%. Ziarno pszenicy zwyczajnej, za wyjątkiem odmiany Ostka Strzelecka, cechowało się mniejszą popiołowością.

Tabela 1. Cechy fizyczno-chemiczne ziarna orkiszu i pszenicy zwyczajnej (średnie z lat 2007-2009)
Table 1. Physical and chemical properties of grain of spelt and wheat (2007-2009 mean)

Odmiana Variety	Gęstość w stanie usypow- wym Test weight (kg·hl ⁻¹)	Masa 1000 ziaren Weight of 1000 grain (g)	Cel- ność Select ness (%)	Wyrów- nanie Uni- formity (%)	Twar- dość Hard- ness (j.B)	Szkli- stość Glassi- ness (%)	Popiół (% s.m.) Ash (% d.m.)
Orkisz – Spelt							
Schwa- benkorn	77,2ab	37,8c	64d	76c	505d	6e	1,78a
Pszenica zwyczajna – Wheat							
Figura	77,0b	43,9ab	88a	88a	700c	37c	1,67b
Ostka Strzelecka	76,6b	38,7c	77c	83b	760a	61b	1,84a
Smuga	77,5ab	45,2a	84ab	84b	695c	21d	1,68b
Tonacja	77,9ab	41,9b	82bc	90a	730b	59b	1,65b
Wydma	78,6a	36,5c	78bc	88ab	715bc	71a	1,71b

a, b, c, d – grupy jednorodne – homogeneous groups.

Wydajności mąki uzyskanej z przemiału ziarna badanych odmian pszenicy wynosiły od 72,7 do 75,2% (tab. 2). Najwięcej mąki otrzymano z ziarna pszenicy odmiany Figura, a najmniej z ziarna pszenicy odmiany Ostka Strzelecka oraz orkisz. Ze wszystkich przemielanych prób ziarna uzyskano ponad dwukrotnie więcej mąki z pasazy wymiiałowych niż śrutowych. Między badanymi odmianami wystąpiły znaczące różnice w ilości mąki uzyskanej z poszczególnych pasazy. Najwięcej mąki wymiiałowej (55,9%) otrzymano z ziarna pszenicy odmiany Tonacja, a najmniej (50,1%) z orkisz. Ilość otrąb z pasazy śrutowych wynosiła od 13,6 do 15,9%, a z pasazy wymiiałowych od 11,0 do 12,1%. Zawartość popiołu w mąkach mieściła się w przedziale od 0,56 do 0,63%. Najmniej popiołu zawiera-

Tabela 2. Bilans przemiału ziarna orkiszu i pszenicy zwyczajnej (średnie z lat 2007-2009)**Table 2.** Milling result of grain of spelt and wheat (2007-2009 mean)

Odmiana Variety	Mąka śrutowa Break flour (%)	Mąka wymiałowa Reduction flour (%)	Wydajność mąki Yield of flour (%)	Otręby grube Bran (%)	Otręby drobne Shorts (%)	Popiół (% s.m.) Ash (% d.m.)	Współczynnik efektywności przemiału K Milling efficiency factor K	Liczba popiołowa Ash number	Nakłady energetyczne na przemiał Energy expenditure for milling (kJ·kg ⁻¹)
Orkisz – Spelt									
Schwabenkorn	22,7a	50,1d	72,8b	15,9a	11,3bc	0,62ab	117c	852b	83d
Pszenica zwyczajna – Wheat									
Figura	21,8b	53,4c	75,2a	13,9bc	11,0c	0,57c	132a	759e	105b
Ostka Strzelecka	18,4d	54,4b	72,7ab	14,5b	12,0ab	0,63a	116c	867a	121a
Smuga	20,3c	53,5c	73,8ab	14,2bc	12,1a	0,59abc	126b	793d	94c
Tonacja	19,2d	55,9a	75,1ab	13,6c	11,4abc	0,56c	134a	746f	119a
Wydma	18,5d	55,2a	73,7ab	14,b	11,8ab	0,59abc	125b	801c	123a

Objaśnienia jak w tabeli 1 – Explanations, see Table 1.

Tabela 3. Istotne statystycznie wartości współczynników korelacji liniowej prostej pomiędzy cechami fizyczno-chemicznymi ziarna a cechami określającymi przemiał

Table 3. Significant value of linear correlation for physical and chemical properties of grain and properties milling characteristic

Cecha Trait	Mąka śrutowa Break flour	Mąka wymiałowa Reduction flour	Wydajność mąki Yield of flour	Otręby grube Bran	Otręby drobne Shorts	Popiół w mące Ash in flour	Współczynnik efektywności przemiału K Milling efficiency factor K	Liczba popiołowa Ash number	Nakłady energetyczne na przemiał Energy expenditure for milling
Gęstość w stanie usypowym Test weight									
Masa 1000 ziaren Weight of 1000 grain									
Celność Selectness				-0,812		-0,825	0,899	-0,869	
Wyrównanie Uniformity		0,812							
Twardość Hardness	-0,815	0,896							0,818
Szklistość Glassiness	-0,860	0,872							0,984
Popiół w ziarnie Ash in grain						0,820	-0,878	0,899	

ła mąka otrzymana z ziarna pszenicy odmiany Tonacja, a najwięcej popiołu było w mąkach z ziarna pszenicy odmiany Ostka Strzelecka oraz orkiszu. Wartości współczynnika efektywności przemiału K wynosiły od 116 do 134, a liczby popiołowe mieściły się w zakresie od 746 do 867. Wartości tych wskaźników uzyskane dla ziarna orkiszu wynosiły odpowiednio: 117 i 852. Nakłady energetyczne poniesione na przemiał ziarna pszenicy zwyczajnej były znacząco większe (od 94 do 123 kJ·ha⁻¹), w porównaniu z ilością energii zużywanej podczas przemiału ziarna orkiszu (83 kJ·ha⁻¹).

Wyliczone współczynniki korelacji cech fizyczno-chemicznych ziarna z cechami określającymi przemiał wykazały, że wydajność mąki wymiałowej zwiększała się ze wzrostem wyrównania oraz twardości i szklistości ziarna (tab. 3). Ilość mąki z pasaży śrutowych malała wraz ze wzrostem twardości i szklistości ziarna (odpowiednio: $r = -0,815$ i $r = -0,860$). Zawartość popiołu w mące zależała dodatnio od zawartości popiołu w ziarnie ($r = 0,820$), natomiast ujemnie od celności ziarna ($r = -0,825$). Energochłonność procesu przemiału wzrastała wraz ze wzrostem twardości ($r = 0,818$) oraz szklistości ziarna ($r = 0,984$).

DYSKUSJA

Podstawowym wskaźnikiem stosowanym do oceny właściwości przemiałowych ziarna pszenicy jest wydajność uzyskanej mąki. W omawianej pracy wydajność mąki otrzymanej z ziarna orkiszu (72,8%) była zbliżona do ilości mąki otrzymanej z przemiału ziarna większości badanych odmian pszenicy zwyczajnej. Statystycznie istotnie więcej mąki otrzymano tylko z przemiału ziarna pszenicy zwyczajnej odmiany Figura. Zdaniem niektórych autorów (Abdel-Aal i in. 1997, Capouchová 2001, Marconi i in. 2002, Ceglińska 2003, Krawczyk i in. 2008) z przemiału ziarna orkiszu uzyskuje się nieco mniejsze wydajności mąki niż z pszenicy zwyczajnej, co świadczy o jego gorszych właściwościach przemiałowych. Nie znalazło to jednak potwierdzenia w wynikach omawianej pracy, a także w badaniach przeprowadzonych przez Makowską i in. (2008). Wykazane przez różnych autorów różnice w wydajności mąki uzyskanej z ziarna orkiszu mogły wynikać m.in. z prowadzenia procesu przemiału w różnych młynach laboratoryjnych. W omawianej pracy, podobnie jak w badaniach Makowskiej i in. (2008), proces przemiału ziarna odbywał się w sześciopasażowym młynie laboratoryjnym MLU-202 firmy Bühler.

Podczas oceny właściwości przemiałowych ziarna pszenicy dużą uwagę zwraca się na ilość mąki otrzymanej z poszczególnych pasaży. Za najlepszą jakościowo uważana jest mąka pochodząca z pasaży wymiałowych (Jurga 1994). W omawianej pracy wystąpiły istotne różnice w ilości mąki z pasaży śrutowych i wymiałowych otrzymanych z ziarna orkiszu oraz badanych odmian pszenicy

zwyczajnej. Z ziarna orkiszowego, w porównaniu do pszenicy zwyczajnej, otrzymano więcej mąki z pasazy śrutowych, a mniej mąki z pasazy wymiałowych. Wskazuje to na jego większą podatność na rozdrabnianie, ale jednocześnie na gorszą zdolność do kaszkowania oraz gorszą wymielność kaszek i miałów. Z badań przeprowadzonych w Centralnym Laboratorium Technologii Przetwórstwa i Przechowywania Zboż w Warszawie (Sitkowski 1994) oraz w Zakładzie Technologii Zboż SGGW w Warszawie (Cacak-Pietrzak i in. 2009) wynika, że dobra wymielność kaszek i miałów zależy od szklistości i twardości ziarna. Wymienieni autorzy są zgodni, że ze wzrostem tych cech poprawia się wydajność mielenia kaszek i zwiększa się wydajność mąki z pasazy wymiałowych, a maleje wydajność mąki z pasazy śrutowych. Znalazło to potwierdzenie także w wynikach omawianej pracy, o czym świadczą uzyskane współczynniki korelacji pomiędzy ilością mąki z poszczególnych pasazy a strukturą bielma pszenicy.

Obliczenia statystyczne wykazały także istotne zależności pomiędzy szklistością i twardością ziarna pszenicy a zapotrzebowaniem na energię w procesie jego rozdrabniania. Orkisz cechujący się mączystą strukturą bielma nie wymagał w procesie przemiału tak dużych nakładów energii, jak bardziej szkliste ziarno pszenicy zwyczajnej. Z wcześniejszych badań przeprowadzonych w Zakładzie Technologii Zboż SGGW w Warszawie (Cacak-Pietrzak i in. 2009) wynika, że ziarno mączyste cechuje się luźną strukturą bielma, w której ziarna skrobi są oddzielone od siebie, a przestrzenie między nimi są puste lub częściowo wypełnione białkiem. W ziarnie szklistym ziarna skrobi są natomiast głęboko wtopione w matrycę białkową. Ziarno takie jest bardziej wytrzymałe na działanie sił niszczących i dlatego wymaga większych nakładów pracy koniecznych na pokonanie odkształceń sprężystych i plastycznych oraz na wytworzenie nowych powierzchni.

Przy ocenie właściwości przemiałowych ziarna pszenicy oprócz wydajności mąki należy brać pod uwagę także jej popiołowość (Sitkowski 1994). W omawianej pracy zawartość popiołu w mące orkiszowej (0,62%) była zbliżona do ilości popiołu w mąkach uzyskanych z przemiału ziarna pszenicy zwyczajnej odmian Ostka Strzelecka, Smuga i Wydma. Znacząco mniej popiołu zawierały natomiast mąki uzyskane z ziarna pszenicy zwyczajnej odmian Figura i Tonacja. Na podobne ilości popiołu w mąkach z orkiszowego wskazują wyniki badań Capouchovej (2001), natomiast mniej popiołu zawierały mąki orkiszowe oceniane przez Markowską i in. (2008). Badania przeprowadzone przez Krawczyka i in. (2008) wskazują, że mąki orkiszowe i mąki z pszenicy zwyczajnej nie różnią się znacząco pod względem zawartości popiołu. Z przeprowadzonych w niniejszej pracy obliczeń statystycznych wynika, że mniejszą zawartością popiołu cechowały się mąki uzyskane z ziarna wyrównanego pod względem wielkości, natomiast popiołowość mąki zwiększała się wraz z zawartością popiołu w ziarnie. W badanym w omawianej pracy ziarnie orkiszowego zawartość popiołu wynosiła 1,78% i była po-

równywalna z zawartością popiołu w ziarnie pszenicy zwyczajnej odmiany Ostka Strzelecka. Ziarno pozostałych odmian pszenicy zwyczajnej cechowało się znacząco niższą popiołowością. Na większą popiołowść ziarna orkiszu niż pszenicy zwyczajnej wskazują także Berez i in. (2001). W badaniach przeprowadzonych przez Ranhotra i in. (1996) zawartość popiołu w ziarnie orkiszu wynosiła od 1,7 do 2,00%. Duże ilości popiołu (powyżej 2%) zawierało ziarno orkiszu badane przez Capouchová (2001), Bojňanską i Frančákovą (2002) oraz Marconiego i in. (2002), natomiast stosunkowo mało popiołu (1,68-1,77%) było w ziarnie orkiszu badanym przez Abdel-Aal i in. (1995). Z badań przeprowadzonych przez Bojňanską i Frančákovą (2002) wynika, że duży wpływ na zawartość popiołu w ziarnie orkiszu mają czynniki genetyczne (odmiana) oraz warunki pogodowe panujące w czasie wzrostu i zbioru ziarna.

W celu standardowego porównania właściwości przemiałowych ziarna pszenicy stosuje się różne wskaźniki oceny wartości przemiałowej, np. współczynniki efektywności przemiału K oraz liczby popiołowe, wyliczane na podstawie wydajności i popiołowoci uzyskanej mąki. Wysokie wartości współczynnika efektywności przemiału K oraz niskie wartości liczby popiołowej wskazują na możliwość uzyskania dużego wyciągu jasnej mąki (Sitkowski 1994). Biorąc pod uwagę wartości tych wskaźników spośród badanych prób najwyżej oceniono ziarno pszenicy zwyczajnej odmian Tonacja i Figura. Wartości współczynnika efektywności przemiału K oraz liczby popiołowej uzyskane dla ziarna orkiszu wskazują na jego gorsze właściwości przemiałowe, w porównaniu z ziarnem większości badanych odmian pszenicy zwyczajnej (za wyjątkiem odmiany Ostka Strzelecka).

WNIOSKI

1. Ziarno orkiszu cechowało się istotnie mniejszą celnością i wyrównaniem niż ziarno badanych odmian pszenicy zwyczajnej.

2. Spośród badanych prób ziarna pszenicy orkisz cechował się najniższą twardością i najbardziej mączystą strukturą bielma oraz jedną z najwyższych zawartości popiołu.

3. Pomimo znaczących różnic w cechach fizycznych i składzie chemicznym ziarna wydajności mąki otrzymanej z przemiału ziarna orkiszu i pszenicy zwyczajnej były porównywalne. Z ziarna orkiszu uzyskano jednak istotnie mniej mąki z pasażu wymiałowych. Na ilość mąki z tych pasażu korzystny wpływ miała duża twardość i szkliwość ziarna oraz jego duże wyrównanie.

4. Nakłady energetyczne na przemiał ziarna orkiszu były znacząco niższe, w porównaniu z ilością energii zużywanej podczas przemiału ziarna pszenicy zwyczajnej. Wynikało to z mniejszej szkliwości i twardości ziarna orkiszu.

PIŚMIENNICTWO

- Abdel-Aal E.S., Hucl P., Sosulski F.W., 1995. Compositional and nutritional characteristics of spring einkorn and Spelt Wheats. *Cereal Chem.*, 72 (6), 621-624.
- Abdel-Aal E.S., Hucl P., Sosulski F.W., Bhirud P.R., 1997. Kernel, milling and baking properties of spring-type spelt and einkorn wheats. *J. of Cereal Sci.*, 26, 363-370.
- Berecz K., Simon-Sarkadi L., Ragasits I., Hoffmann S., 2001. Comparison of protein quality and mineral element concentrations in grain of spelt (*Triticum spelta* L.) and common wheat (*Triticum aestivum* L.). *Arch. Acker Pfl. Boden.*, 47, 389-398.
- Bojňanská T., Frančáková H., 2002. The use of spelt wheat (*Triticum spelta* L.) for baking applications. *Rost. Vyr.*, 48 (4), 141-147.
- Cacak-Pietrzak G., 2008. Wykorzystanie pszenicy w różnych gałęziach przemysłu spożywczego. *Przegl. Zboż.-Młyn.*, 52 (11), 11-13.
- Cacak-Pietrzak G., Ceglińska A., Gondek E., Jakubczyk E., 2009. Wpływ struktury ziarna pszenicy na proces rozdrabniania. *Postępy Techniki Przetwórstwa Spożywczego*, 2, 19/35, 53-56.
- Capouchová I., 2001. Technological quality of spelt (*Triticum spelta* L.) from ecological growing system. *Sci. Agric. Bohem.*, 32, 307-322.
- Ceglińska A., 2003. Technological value of a spelt and common wheat hybrid. *Electr. J. Pol. Agric. Univ.*, 6, 1.
- Ceglińska A., Cacak-Pietrzak G., 2009. Mity a nauka. Magiczne właściwości dzikich zbóż św. Hildegardy – orkisz, szarłat, komosa ryżowa. Wrocławskie Wydawnictwo Naukowe ATLA 2, Wrocław.
- Czerwińska D., 2009. Walory żywieniowe i zastosowanie orkisz. *Przegl. Zboż.-Młyn.*, 53 (2), 14-15.
- Gąsiorowski H., 2004. Pszenica orkisz – zboże ekologiczne. *Przegl. Zboż.-Młyn.*, 48 (5), 13-14.
- Jurga R., 1994. Wartość technologiczna ziarna pszenicy. *Przegl. Zboż.-Młyn.*, 38 (2), 19-21.
- Krawczyk P., Ceglińska A., Izdebska K., 2008. Porównanie właściwości reologicznych ciasta i jakości pieczywa otrzymanego z mąki orkisz i pszenicy zwyczajnej. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 4 (59), 141-151.
- Makowska A., Obuchowski W., Adler A., Sulewska H., 2008. Charakterystyka wartości przemiałowej i wypiekowej wybranych odmian orkisz. *Fragmenta Agronomica*, 1 (97), 228-239.
- Marconi E., Carcea M., Schiavone M., Cubadda R., 2002. Spelt (*Triticum spelta* L.) pasta quality: combined effect of flour properties and drying conditions. *Cereal Chem.*, 79 (5), 634-639.
- PN-ISO 2171:1994. Ziarno zbóż i przetwory zbożowe. Oznaczanie popiołu całkowitego.
- PN-ISO 7971-2:1998. Ziarno zbóż. Oznaczanie gęstości w stanie zsypanym, zwanej „masą hektolitra”.
- PN-68/R-74017. Ziarno zbóż i nasiona strączkowe jadalne. Oznaczanie masy 1000 ziarn.
- PN-70/R-74008. Ziarno zbóż. Oznaczanie ziarn szklanych.
- Praca zbiorowa, 1983. Analiza zbóż i przetworów zbożowych (red. T. Jakubczyk, T. Haber). Wyd. SGGW-AR, Warszawa.
- Praca zbiorowa, 2008. Wybrane zagadnienia z ogólnej technologii żywności. Wyd. SGGW, Warszawa.
- Ranhotra G.S., Gelroth J.A., Glaser B.K., Lorenz K.J., 1996. Nutrient composition of Spelt Wheat. *J. Food Comp. Anal.*, 9, 81-84.
- Sitkowski T., 1994. Ocena wartości przemiałowej ziarna pszenicy za pomocą wyników przemiału laboratoryjnego. *Przegl. Zboż.-Młyn.*, 38 (6), 23-24.
- Tyburnski J., Babalski M., 2006. Uprawa pszenicy orkisz. Poradnik dla rolników. Centrum Doradztwa Rolniczego w Brwinowie, Oddział w Radomiu.

MILLING VALUE OF SPELT WHEAT AND WHEAT GRAIN

Grażyna Cacak-Pietrzak, Ewa Gondek

Faculty of Food Sciences, Warsaw University of Life Sciences
ul. Nowoursynowska 159c, 02-776 Warszawa
e-mail: grazyna_cacak_pietrzak@sggw.pl

Abstract. The objective of the study was estimation on milling properties of spelt grain variety Schwabenkorn and some wheat varieties: Figura, Ostka Strzelecka, Smuga, Tonacja and Wydma. The grain came from a ecological crop production from a field experimental conducted in the years 2007-2009 at the Experimental Station Osiny, belonging to the Institute of Soil Science and Plant Cultivation – National Research Institute in Puławy. The grain of spelt were the smaller selectness, uniformity, hardness and glassiness to compare grains wheat varieties. Total flour yield of the grain of spelt and wheat was comparison. Significantly difference was on yield from break and reduction flour. Energy expenditure for milling the grain of spelt was significantly smaller to the energy quantity for milling wheat grain.

Keywords: spelt, wheat, quality of grain, milling value