

PORÓWNANIE STRUKTURY WEWNĘTRZNEJ ORAZ WŁAŚCIWOŚCI PRZEMIAŁOWYCH ZIARNA ORKISZU I PSZENICY ZWYCZAJNEJ Z UPRAWY EKOLOGICZNEJ

Grażyna Cacak-Pietrzak¹, Ewa Gondek², Krzysztof Jończyk³

^{1,2}Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie

³Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa – Państwowy Instytut Badawczy w Puławach

Streszczenie. W artykule przedstawiono badania mające na celu porównanie struktury wewnętrznej oraz właściwości przemiałowych ziarna orkiszu (odmiana Schwabenkorn) oraz pszenicy zwyczajnej (odmiany Legenda i Parabola). Ziarno pochodziło z uprawy ekologicznej z doświadczenia przeprowadzonego w sezonie 2009/2010 w Stacji Doświadczalnej Osiny, należącej do IUNG-PIB w Puławach. Struktura wewnętrzna orkiszu była podobna jak ziarna pszenicy zwyczajnej odmiany Legenda, cechowała się luźnym ułożeniem ziaren skrobi i białka. W porównaniu z ziarnem pszenicy zwyczajnej, ziarno orkiszu cechowało się istotnie mniejszą masą 1000 ziaren, gęstością w stanie usypowym, wyrównaniem oraz większą zawartością popiołu. Wydajność mąki ogółem uzyskanej z przemiału ziarna orkiszu była na podobnym poziomie jak z ziarna pszenicy zwyczajnej odmiany Legenda, istotnie więcej mąki uzyskano z przemiału ziarna odmiany Parabola. 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, struktura ziarna, właściwości przemiałowe

WSTĘP

W Polsce pszenica jest podstawowym zbożem zajmującym największy spośród roślin zbożowych areal uprawy i zbieranym w największej ilości. Spośród 20 znanych podgatunków pszenicy w uprawie dominuje pszenica zwyczajna (*Triticum vulgare*).

Adres do korespondencji – Corresponding author: Grażyna Cacak-Pietrzak, Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego, Wydział Nauk o Żywności, Katedra Technologii Żywności, ul. Nowoursynowska 159c, 02-787 Warszawa, grazyna_cacak_pietrzak@sggw.pl

W ostatnich latach wraz ze wzrostem zainteresowania uprawą ekologiczną w gospodarstwach stosujących ten system produkcji wysiewany jest również orkisz (*Triticum spelta*), prastary podgatunek pszenicy. Orkisz znany był już 7000 lat temu i uprawiany w południowo-zachodniej części Azji. W okresie neolitu należał on do najważniejszych zbóż uprawianych w północnej i centralnej Europie. W XIX wieku został jednak wyparty przez pszenicę zwyczajną. Obecnie orkisz uprawiany jest głównie w gospodarstwach ekologicznych w Niemczech, Austrii, Belgii, Włoszech, Francji, Czechach, na Węgrzech i Słowacji, a także w Polsce. W 2010 roku w naszym kraju orkisz był uprawiany na obszarze ponad 1600 ha. Jednym z podstawowych kierunków wykorzystania ziarna orkiszu jest przemiał na mąkę stanowiącą surowiec do wypieku chleba, bułek, pieczywa chrupkiego i produkcji makaronu. Ze względu na korzystniejszy skład chemiczny ziarna orkiszu, w porównaniu z pszenicą zwyczajną, mąkę orkiszową stosuje się jako dodatek poprawiający wartość odżywczą i walory smakowe pieczywa pszennego [Abdel Aal i in. 1995, Achremowicz i in. 1999, Capouchová 2001, Marconi i in. 2002, Kohajdová i Karovičová 2008, Ceglińska i Cacak-Pietrzak 2009, Kuś i Jończyk 2010, <http://www.minrol.gov.pl/pol>].

Celem badań było porównanie struktury wewnętrznej oraz właściwości przemiałowych ziarna orkiszu i pszenicy zwyczajnej.

MATERIAŁ I METODY

Materiał badawczy stanowiło ziarno orkiszu odmiany ozimej Schwabenkorn oraz pszenicy zwyczajnej odmiany ozimej Legenda i odmiany jarej Parabola. Ziarno pochodziło z doświadczenia polowego przeprowadzonego w sezonie 2009/2010 w Stacji Doświadczalnej Osiny należącej do Instytutu Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa – Państwowego Instytutu Badawczego w Puławach. Uprawę zbóż prowadzono w systemie ekologicznym, w którym stosowano 5-polowe zmianowanie: ziemniaki – pszenica jara + wsiewka (koniczyna czerwona z trawą) – koniczyna czerwona z trawą I rok – koniczyna czerwona + trawa II rok – pszenica ozima + poplon. W omawianym obiekcie doświadczalnym nie stosowano syntetycznych nawozów mineralnych oraz środków ochrony roślin. Nawożenie ograniczało się do stosowania pod uprawę ziemniaka kompostu w dawce 30 t·ha⁻¹ oraz mechanicznej pielęgnacji zbóż z wykorzystaniem brony chwastownika [Kuś i Jończyk 2010].

Po zbiorze ziarno orkiszu odplewiono na obłuskiwaczu laboratoryjnym VGK 10. Strukturę wewnętrzną ziarna orkiszu i pszenicy zwyczajnej oceniano metodą mikroskopii elektronowej przy użyciu mikroskopu skaningowego FEJ typ Quanta 200 (parametry obserwacji: napięcie akcelerujące w kolumnie mikroskopu – 30,0 kV, ciśnienie 1,00). Badania prowadzono na przekrojach poprzecznych ziarniaków. Strukturę oceniano także na podstawie procentowego udziału ziaren szklistych i mączystych [PN-70/R-74008] oraz twardości określanej za pomocą przystawki do farinografu Brabendera przy szerokości szczeliny mielącej 100/5 [Praca zbiorowa 1983]. Dodatkowo oznaczono masę 1000 ziaren [PN-68/R-74017], gęstość w stanie usypowym [PN-ISO 7971-2:1998], celność i wyrównanie [Praca zbiorowa 1983], zawartość białka ogółem metodą Kjeldahla (N·5,70) [PN-EN ISO 20483:2007] oraz zawartość popiołu całkowitego

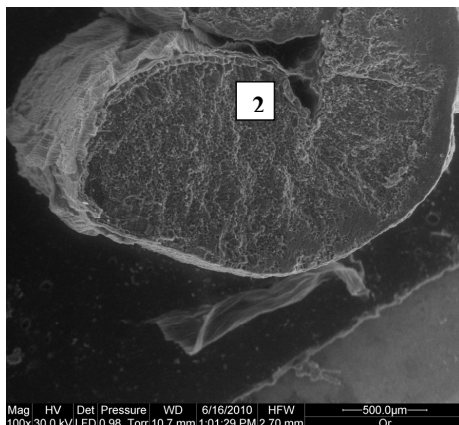
tęgo [PN-ISO 2171:1994]. Przemiał ziarna przeprowadzono w młynie laboratoryjnym MLU-202 firmy Bühler [Praca zbiorowa 1983]. Przed przemiałem ziarno poddano procesowi czyszczenia w granoteście firmy Brabender oraz 2-stopniowemu nawilżaniu (na 24 godziny przed przemiałem do wilgotności 13,5%, a na 30 minut przed przemiałem do wilgotności końcowej 14,0%). Na podstawie uzyskanych wyników sporządzono bilans procesu przemiału oraz wyznaczono zapotrzebowanie energetyczne na przemiał [Praca zbiorowa 2008].

Uzyskane wyniki opracowano statystycznie metodą jednoczynnikowej analizy wariancji. Istotność różnic oceniano testem Tukeya przy poziomie istotności $\alpha = 0,05$.

WYNIKI I DYKUSJA

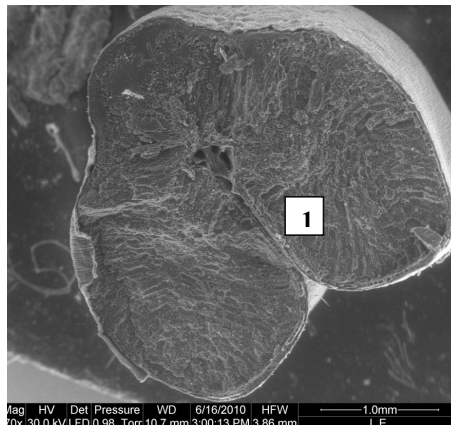
Wśród 20 podgatunków pszenicy występują pszenice wymłacalne oraz niewymłacalne. Uprawiane obecnie na szeroką skalę odmiany pszenicy zwyczajnej należą do pszenic wymłacalnych (nagoziarnistych), których plewka podczas młócenia łatwo odchodzi od ziarna, z kolei orkisz jest podgatunkiem niewymłacalnym. Plewka utrudnia proces przerobu ziarna orkiszu, dlatego przed przemiałem trzeba ją usunąć. W gospodarstwach ekologicznych plewki z orkiszu usuwa się najczęściej za pomocą odpowiednio przerobionego bukownika do koniczyny. Do odplewiania orkiszu można również zastosować łuszczarki [Tyburski i Babalski 2006, Ceglińska i Cacak-Pietrzak 2009]. W warunkach laboratoryjnych ziarno orkiszu odplewiano na obłuskiwaczu laboratoryjnym VGK 10. Wydajność tego procesu wynosiła 54%. Według Tyburskiego i Babalskiego [2006], wydajność odplewiania ziarna orkiszu, w zależności od stopnia związania plewki z ziarnem oraz zastosowanego urządzenia, mieści się w zakresie od 50 do nawet 70%.

Analiza zdjęć z mikroskopu skaningowego wykazała, że ziarno orkiszu, podobnie jak pszenicy zwyczajnej, charakteryzowało się „sercowatym” przekrojem poprzecznym (rys. 1, 2). W ziarniakach orkiszu (rys. 1) i pszenicy zwyczajnej odmiany Parabola szeroka bruzdka sięgała mniej więcej do połowy przekroju ziarniaka, pusta przestrzeń u szczytu bruzdki była stosunkowo duża. W ziarniaku pszenicy zwyczajnej odmiany Legenda (rys. 2) bruzdka była wąska, a przestrzeń u szczytu bruzdki mała. W ziarniaku orkiszu (rys. 3) okrywa owocowo-nasienna była grubsza i słabiej przylegała do warstwy aleuronowej niż w ziarniaku pszenicy zwyczajnej odmiany Legenda (rys. 4). Warstwa aleuronowa w ziarniaku orkiszu, podobnie jak w ziarniakach obu odmian pszenicy zwyczajnej, złożona była z jednej warstwy wielokątnych komórek różniących się kształtem i wielkością. Pomiedzy warstwą aleuronową a bielmem znajdowała się warstwa subaleuronowa, do której przylegały komórki bielma. W bielmie pszenicy orkiszu (rys. 5) oraz pszenicy zwyczajnej odmiany Legenda ułożenie ziaren skrobi i białka było stosunkowo luźne. Ziarna skrobi były zróżnicowane pod względem wielkości i kształtu, większe ziarna skrobi miały kształt owalny, mniejsze bardziej okrągłe. W bielmie pszenicy zwyczajnej odmiany Parabola ziarna skrobi były głęboko wtopione w matrycę białkową, częściowo pokrywała je warstewka białka przylegającego, skrobia i białko nie były wyraźnie odgraniczone od siebie (rys. 6).



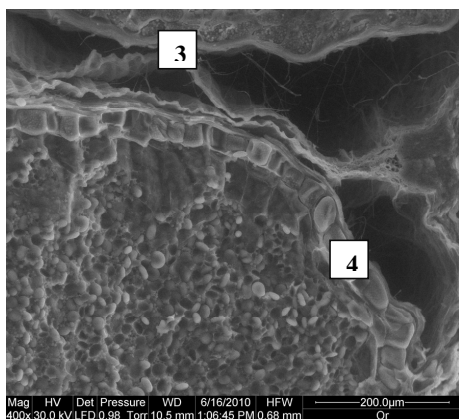
Rys. 1. Przekrój poprzeczny ziarniaka orkiszu – widok ogólny (2 – pusta przestrzeń u szczytu bruzdki)

Fig. 1. Cross-section of spelt grain – general view (2 – empty space at the top of crease)



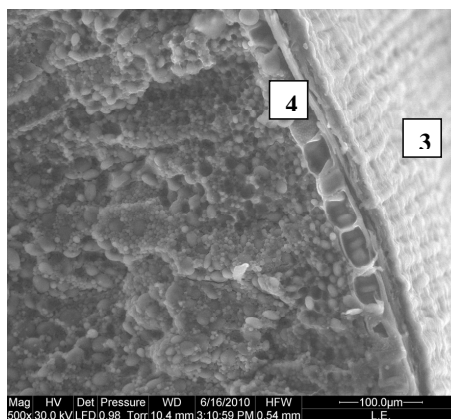
Rys. 2. Przekrój poprzeczny ziarniaka pszenicy odmiany Legenda – widok ogólny (1 – bruzdka)

Fig. 2. Cross-section of wheat grain (v. Legenda) – general view (1 – crease)



Rys. 3. Przekrój poprzeczny ziarniaka orkiszu – widok okrywy i warstwy aleuronowej (3 – okrywa owocowo-nasienna, 4 – warstwa aleuronowa)

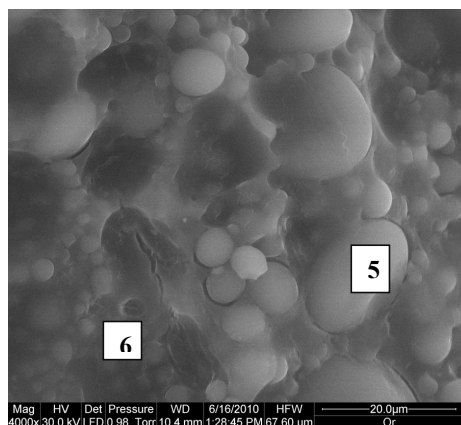
Fig. 3. Cross-section of spelt grain – seed coat and aleuronic layer (3 – seed coat, 4 – aleurone layer)



Rys. 4. Przekrój poprzeczny ziarniaka pszenicy odmiany Legenda – widok okrywy i warstwy aleuronowej (3 – okrywa owocowo-nasienna, 4 – warstwa aleuronowa)

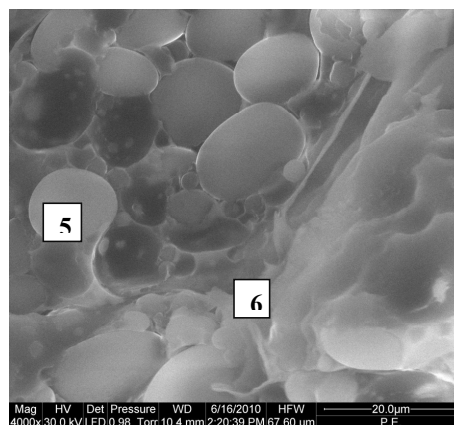
Fig. 4. Cross-section of wheat grain (v. Legenda) – seed coat and aleuronic layer (3 – seed coat, 4 – aleurone layer)

Ziarno orkiszu, w porównaniu z ziarnem badanych odmian pszenicy zwyczajnej, cechowało się istotnie mniejszą masą 1000 ziaren, gęstością w stanie usypowym oraz wyrównaniem (tab. 1). Masa 1000 ziaren orkiszu wynosiła 34,3 g, gęstość w stanie usypowym – 72,8 kg·hl⁻¹, a wyrównanie – 77%. Uzyskane wartości mieszczą się w przedziałach



Rys. 5. Przekrój poprzeczny ziarniaka orkiszu – fragment bielma mącznego (5 – ziarna skrobiowe, 6 – matryca białkowa)

Fig. 5. Cross-section of spelt grain – part of flour endosperm (5 – starch granules, 6 – protein matrix)



Rys. 6. Przekrój poprzeczny ziarniaka pszenicy odmiany Parabola – fragment bielma mącznego (5 – ziarna skrobiowe, 6 – matryca białkowa)

Fig. 6. Cross-section of wheat grain (v. Parabola) – part of flour endosperm (5 – starch granules, 6 – protein matrix)

Tabela 1. Cechy fizyczno-chemiczne ziarna orkiszu i pszenicy zwyczajnej

Table 1. Physical and chemical properties of grain of spelt and wheat

Odmiana Variety	Masa 1000 ziaren Weight of 1000 grain [g]	Gęstość w stanie usypowym Test weight [kg·hl ⁻¹]	Celność Selectness [%]	Wyrównanie Uniformity [%]	Szklistość Glassiness [%]	Twardość Hardness [j.B.]	Białko ogółem Protein content [% s.m.] [% d.m.]	Popiół Ash [% s.m.] [% d.m.]
Legenda	41,7 ^a	75,7 ^a	89 ^a	89 ^a	0 ^b	620 ^b	12,0 ^a	1,73 ^c
Parabola	42,7 ^a	75,0 ^a	70 ^b	84 ^a	65 ^a	750 ^a	12,1 ^a	1,88 ^b
Schwabenkorn	34,3 ^b	72,8 ^b	77 ^{ab}	77 ^b	0 ^b	420 ^c	11,4 ^b	1,92 ^a

Wartości średnie oznaczone tym samymi literami (w kolumnach) nie różnią się istotnie statystycznie przy $\alpha = 0,05$.

Mean values followed by the same letters (in columns) do not differ significantly at $\alpha = 0.05$.

wykazanych przez Makowską i innych [2008]. Wymienieni autorzy stwierdzili, że w zależności od odmiany orkisz cechuje się zróżnicowaną masą 1000 ziaren (32,5–44,4 g), a gęstość w stanie usypowym (72,5–73,9 kg·hl⁻¹) oraz wyrównanie ziarna (76,7–83%) wahają się w mniejszym zakresie.

Wcześniejsze badania własne [Cacak-Pietrzak i Gondek 2010] oraz Makowskiej i innych [2008] wskazują, że ziarno orkiszu cechuje się mączystą strukturą bielma. Na podstawie wyników przedstawionych w tabeli 1 można stwierdzić, że ziarno orkiszu

odmiany Schwabenkorn użyte w niniejszych badaniach również było mączyste, podobnie jak ziarno pszenicy zwyczajnej odmiany Legenda. Ziarno pszenicy zwyczajnej odmiany Parabola cechowało się natomiast szklistą strukturą bielma, co potwierdziło różnice w strukturze bielma wykazane wcześniej na zdjęciach z mikroskopu skaningowego.

Ziarno orkiszu i badanych odmian pszenicy zwyczajnej różniło się istotnie również pod względem twardości, najmniej twarde (420 j.B.) było ziarno orkiszu, a najbardziej ziarno pszenicy zwyczajnej odmiany Parabola (750 j.B.). Ziarno pszenicy odmiany Legenda wykazywało pośrednie wartości omawianej cechy. Mniejsza twardość ziarna orkiszu, w porównaniu z ziarnem pszenicy zwyczajnej, wystąpiła również we wcześniejszych badaniach własnych [Cacak-Pietrzak i Gondek 2010].

Jakość mąki pszennej zależy od ilości i jakości białka zawartego w ziarnie, dlatego porównując właściwości ziarna pszenicy orkisz z pszenicą zwyczajną oznaczono jego zawartość w badanym ziarnie. Zawartość białka ogółem w pszenicy zwyczajnej wynosiła 12,0–12,1%, a ziarno orkiszu zawierało istotnie mniej białka ogółem (11,4%) (tab. 1). Z danych literaturowych [Abdel Aal i in. 1995, Capouchová 2001, Marconi i in. 2002, Tyburski i Babalski 2006, Ceglińska i Cacak-Pietrzak 2009] wynika, że zawartość białka ogółem w ziarnie orkiszu mieści się w szerokim zakresie (12–17%). Według niektórych autorów [Abdel Aal i in. 1995, Capouchová 2001, Tyburski i Babalski 2006], ziarno orkiszu zawiera więcej białka ogółem niż ziarno pszenicy zwyczajnej, co nie znalazło jednak potwierdzenia w omawianych badaniach.

Ważnym wskaźnikiem przydatności ziarna do przemiału jest popiołowość ziarna. Zawartość popiołu w ziarnie orkiszu wynosiła 1,92% i podobnie jak we wcześniejszych badaniach [Cacak-Pietrzak i Gondek 2010] była ona większa niż w ziarnie pszenicy zwyczajnej (odmiana Legenda – 1,73%, odmiana Parabola – 1,88%). Można to tłumaczyć mniejszymi wymiarami ziarna i związanym z tym większym udziałem okrywy owocowo-nasiennej a mniejszym bielma w ziarniaku. Na wysoką popiołowość ziarna orkiszu wskazują także wyniki badań Capouchovej [2001] oraz Marconiego i innych [2002]. W badaniach przeprowadzonych przez Abdel Aal i innych [1995] zawartość popiołu w ziarnie orkiszu mieściła się w zakresie od 1,77 do 1,84% i była niższa niż w ziarnie pszenicy zwyczajnej.

Wydajność mąki ogółem otrzymanej z przemiału ziarna orkiszu wynosiła 73,2% i była na podobnym poziomie jak wydajność mąki z ziarna pszenicy zwyczajnej odmiany Legenda (tab. 2). Istotnie wyższą wydajność mąki (76,2%) otrzymano z przemiału ziarna pszenicy zwyczajnej odmiany Parabola. Wysokie wydajności mąki z ziarna orkiszu (73,3–75,4%) przemiałanego również w młynie laboratoryjnym MLU-202 firmy Bühler uzyskała Makowska i inni [2008]. Zdaniem niektórych autorów [Achremowicz i in. 1999, Capouchová 2001, Marconi i in. 2002], z przemiału ziarna pszenicy orkisz uzyskuje się mniejsze wydajności mąki niż z ziarna pszenicy zwyczajnej, co świadczy o jej gorszych właściwościach przemiałowych. Niskie wyciągi mąki z przemiału ziarna orkiszu (42,2–50,5%) uzyskała Achremowicz i inni [1999]. Różnice w wyciągach mąki mogą jednak wynikać z prowadzenia procesu przemiału w różnych konstrukcyjnie młynach laboratoryjnych.

Na podstawie bilansu przemiałowego stwierdzono, że udział mąki z pasazy śrutowych wynosił od 17,9 (odmiana Legenda) do 24,6% (orkisz) (tab. 2). Wyciąg mąki z pasazy wmiąłowych był wyższy niż z pasazy śrutowych od 2 do ponad 3 razy. Wyciąg mąki

Tabela 2. Wyniki przemiału laboratoryjnego ziarna orkiszu i pszenicy zwyczajnej
Table 2. Milling results of grain of spelt and wheat

Odmiana Variety	Wydajność mąki śrutowej Yield of break flour	Wydajność mąki wymiałowej Yield of reduction flour	Wydajność mąki ogółem Yield of total flour	Wydajność otrąb grubych Yield of bran	Wydajność otrąb drobnych Yield of shorts	Nakłady energetyczne na przemiał Energy expenditure for milling [kJ·kg ⁻¹]
	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	
Legenda	17,9 ^c	55,7 ^a	73,6 ^b	14,3 ^a	12,1 ^b	82 ^b
Parabola	20,5 ^b	55,7 ^a	76,2 ^a	13,4 ^b	10,4 ^c	104 ^a
Schwabenkorn	24,6 ^a	48,6 ^b	73,2 ^b	13,6 ^b	13,2 ^a	71 ^c

Wartości średnie oznaczone tymi samymi literami (w kolumnach) nie różnią się istotnie statystycznie przy $\alpha = 0,05$.

Mean values followed by the same letters (in columns) do not differ significantly at $\alpha = 0.05$.

wymiałowej z przemiału ziarna obu badanych odmian pszenicy wynosił 55,7%, a z przemiału ziarna orkiszu 48,6%. Podobne zależności w wydajnościach mąki z pasazy śrutowych i wymiałowych wystąpiły również w badaniach Capouchovej [2001] oraz we wcześniejszych badaniach własnych [Cacak-Pietrzak i Gondek 2010]. Nakłady energetyczne w procesie rozdrabniania ziarna orkiszu wynosiły 71 kJ·kg⁻¹ i podobnie jak we wcześniejszych badaniach własnych [Cacak-Pietrzak i Gondek 2010] były niższe w porównaniu z ilością energii zużytej na rozdrabnianie pszenicy zwyczajnej. Największym zapotrzebowaniem na energię podczas rozdrabniania cechowało się ziarno pszenicy zwyczajnej odmiany Parabola. Wynikało to z jego szklistej, zwartej struktury wewnętrznej oraz dużej twardości.

WNIOSKI

1. Orkisz, w porównaniu z ziarnem pszenicy zwyczajnej, cechował się grubszą okrywą owocowo-nasienną, słabiej przylegającą do warstwy aleuronowej. Struktura wewnętrzna bielma orkiszu była podobna jak ziarna pszenicy zwyczajnej odmiany Legenda. Cechowała się ona luźnym ułożeniem ziaren skrobi i białka. W bielmie pszenicy zwyczajnej odmiany Parabola ziarna skrobi były głęboko wtopione w matrycę białkową i częściowo pokryte warstewką białka przylegającego.

2. W porównaniu z ziarnem badanych odmian pszenicy zwyczajnej, ziarno orkiszu cechowało się istotnie mniejszą masą 1000 ziaren, gęstością w stanie usypowym oraz wyrównaniem. Zawierało ono mniej białka ogółem oraz więcej popiołu.

3. Wydajność mąki ogółem uzyskanej z przemiału ziarna orkiszu była na podobnym poziomie jak z ziarna pszenicy zwyczajnej odmiany Legenda, istotnie więcej mąki uzyskano z przemiału ziarna odmiany Parabola. W porównaniu z badanymi odmianami pszenicy zwyczajnej z ziarna orkiszu otrzymano więcej mąki z pasazy śrutowych a mniej z pasazy wymiałowych.

4. Nakłady energetyczne na przemiał ziarna orkiszu były istotnie niższe w porównaniu z ilością energii niezbędnej do przemiału ziarna badanych odmian pszenicy zwyczajnej. Wynikało to z różnic w strukturze bielma oraz z mniejszej twardości ziarna.

LITERATURA

- Abdel Aal E.-S.M., Hucl P., Sosulski F.W., 1995. Compositional and nutritional characteristics of spring einkorn and spelt wheats. *Cereal Chem.* 72 (6), 621–624.
- Achremowicz B., Kulpa D., Mazurkiewicz J., 1999. Technologiczna ocena ziarna pszenic orkiszowych. *Zeszyty Naukowe AR w Krakowie nr 360, Technologia Żywności z.* 11, 11–17.
- Cacak-Pietrzak G., Gondek E., 2010. Właściwości przemiałowe ziarna orkiszu i pszenicy zwyczajnej. *Acta Agrophysica* 182, 16 (2), 263–273.
- Capouchová I., 2001. Technological quality of spelt (*Triticum spelta* L.) from ecological growing system. *Sci. Agric. Bohem.* 32 (4), 307–322.
- 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.
- <http://www.minrol.gov.pl/pol/Jakosc-zywnosci/rolnictwo-ekologiczne> (data dostępu: 30.11.2013)
- Kohajdová Z., Karovičová J., 2008. Nutritional value and baking applications of spelt wheat. *Acta Sci. Pol., Technol. Aliment.* 7 (3), 5–14.
- Kuś J., Jończyk K., 2010. Produkcyjna i środowiskowa ocena różnych systemów gospodarowania. *Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych* 547, 193–204.
- Makowska A., Obuchowski W., Adler A., Sulewska H., 2008. Charakterystyka wartości przemiałowej i wypiekowej wybranych odmian orkiszu. *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-EN ISO 20483:2007. Ziarno zbóż i nasiona roślin strączkowych – oznaczanie zawartości azotu i przeliczanie na zawartość białka.
- PN-70/R-74008. Ziarno zbóż. Oznaczanie ziarn szklistych.
- PN-68/R-74017. Ziarno zbóż i nasiona strączkowe jadalne. Oznaczanie masy 1000 ziaren.
- PN-ISO 7971-2:1998. Ziarno zbóż. Oznaczanie gęstości w stanie zsypanym, zwanej „masą hektolitrami”.
- PN-ISO 2171:1994. Ziarno zbóż i przetwory zbożowe. Oznaczanie popiołu całkowitego.
- Praca zbiorowa 1983. Analiza zbóż i przetworów zbożowych. Red. T. Jakubczyk, T. Haber. Wydawnictwo SGGW-AR, Warszawa.
- Praca zbiorowa 2008. Wybrane zagadnienia z technologii żywności. Red. A. Jarczyk, E. Dłużewska. Wydawnictwo SGGW, Warszawa.
- Tyburski J., Babalski M., 2006. Uprawa i przetwórstwo pszenicy orkisz. Poradnik dla rolników. Centrum Doradztwa Rolniczego w Brwinowie, Oddział w Radomiu.

COMPARISON OF INTERNAL STRUCTURE AND MILLING PROPERTIES OF SPELT AND BREAD WHEAT FROM ECOLOGICAL FARMING

Summary. Comparison of internal structure and milling properties of spelt (variety Schwabenkorn) and bread wheat (variety Legenda and Parabola) was presented in this work. The seed came from organic cultivation from the experiment conducted in 2009/2010 season at the Experimental Station Osiny, belonging to IUNG-PIB in Pulawy. The internal structure of spelt was similar to bread wheat grain (variety Legenda), it was characterized by a loose arrangement of starch grains and protein. Compared with a grain of bread wheat, spelt grain were characterized by a significantly lower weight of 1000 grains, test weight, uniformity and higher ash content. Total yield of flour obtained from the milling of spelt grain was at a similar level as the grain wheat variety Legenda, significantly more flour obtained from the milling of grain variety Parabola. The energy expenditure for milling spelt grain were significantly lower compared to the amount of energy used during milling of wheat grain.

Key words: spelt, wheat, grain structure, milling properties