

CHEMICAL COMPOSITION OF GRAIN AND PROTEIN YIELD OF SPELT VARIETIES DEPENDENT ON SELECTED AGROTECHNICAL FACTORS

Summary

Field trials have been carried out in experimental station Swadzim belonged to Poznań University of Live Sciences to evaluate the influence of sowing date and sowing rate on content of nutrients in grain and protein yield of two spelt varieties. Sowing was done in 1st and 3rd decade of October at amount of 200, 300 and 400 kg of spikelets ha⁻¹. The content of total protein of tested varieties amounted app. 14% DM. The differences in protein content caused by tested factors, although confirmed statistically, were small and ranged for sowing densities from 13,91% to 14,04% and for sowing dates from 13,61% to 14,38%. The increase of sowing rate caused higher protein yield up to 0,208 for var. Bauländer and 0,452 kg ha⁻¹ for var. Schwabenkorn 0,452 kg ha⁻¹, per each kg of spikelets ha⁻¹. Higher protein yield was observed at earlier sowing date despite from different reaction of varieties to delayed sowing.

SKŁAD CHEMICZNY ZIARNA ORAZ PLON BIAŁKA ODMIAN OZIMYCH ORKISZU PSZENNEGO W ZALEŻNOŚCI OD WYBRANYCH CZYNNIKÓW AGROTECHNICZNYCH

Streszczenie

W badaniach wykonanych w latach 1998-2000 na Uniwersytecie Przyrodniczym w Poznaniu oceniono wpływ terminu siewu oraz ilości wysiewu na zawartość składników pokarmowych w ziarnie dwóch odmian ozimych orkiszu pszennego oraz wielkość plonu białka. Wysiewu orkiszu dokonywano w I i III dekadzie października w ilości 200, 300, oraz 400 kg kłosek ha⁻¹. Ziarno porównywanych w doświadczeniu odmian zawierało ok. 14% białka ogólnego. Różnice w zawartości tego składnika spowodowane badanymi czynnikami, chociaż potwierdzone statystycznie, były niewielkie i wahały się dla stosowanych ilości wysiewu od 13,91% do 14,04%, a dla terminów siewu od 13,61% do 14,38%. Zwiększanie ilości wysiewu powodowało wzrost plonu białka, który u odmiany Bauländer osiągnął 0,208, a u Schwabenkorn 0,452 kg ha⁻¹ przy wzroście ilości wysiewanych kłosek o 1 kg ha⁻¹. Średnio większy plon białka uzyskano we wcześniejszym terminie siewu pomimo różnej reakcji odmian na opóźnienie siewu.

1. Wstęp

W ostatnich latach w Polsce obserwuje się wzrost zainteresowania uprawą orkiszu pszennego. Wynika to między innymi z rosnącego popytu na pieczywo produkowane z tego gatunku zboża, jak również z ciągle rosnącej liczby gospodarstw ekologicznych. Zubożenie składu gatunkowego spożywanych roślin z 2 tysięcy przed 6 tysiącami lat do około 180 obecnie stało się niebezpieczne dla zdrowia ludzi. Wśród produktów pochodzenia roślinnego obecnych w diecie współczesnych społeczeństw 90% stanowi 6 gatunków: pszenica, ryż, kukurydza, maniok, jęczmień, soja.

Orkisz zawiera duże ilości niezbędnych składników odżywczych, takich jak białka, błonnik, nienasycone kwasy tłuszczowe, węglowodany, witaminy i biopierwiastki, co wyróżnia go korzystnie spośród innych zbóż.

Renesans zainteresowania orkiszem wynika z wysokiej wartości odżywczej ziarna zawierającego substancje biologicznie czynne obok wyższej niż u pszenicy zwyczajnej zawartości białka połączonej z dobrą jakością glutenu [1, 5, 13, 14, 16, 17]. Włączenie orkiszu pszennego do codziennego spożywania może więc korzystnie oddziaływać na zdrowie ludzi. Ponadto jest to pokarm wspomagający leczenie chorób nowotworowych oraz zabezpieczający przed ich wystąpieniem.

Celem niniejszego opracowania była ocena wpływu terminu siewu oraz ilości wysiewu na zawartość składników pokarmowych w ziarnie dwóch odmian ozimych orkiszu pszennego. Ponadto badania miały wskazać poziom

osiąganych plonów białka porównywanych odmian orkiszu oraz oszacować wpływ wybranych czynników na jego wielkość.

W hipotezie badawczej przyjęto, że opóźnienie terminu siewu powoduje spadek plonu białka, pomimo wzrostu jego zawartości, a zwiększanie ilości wysiewu sprzyjać będzie wielkości plonu białka.

2. Materiał i metody

Założenia metodyczne dotyczące doświadczeń polowych analizowanych w niniejszym opracowaniu zamieszczono w pracy tego samego zespołu autorów [22]. Badania prowadzono w latach 1998-2000. Analizy zawartości składników organicznych (białko surowe, tłuszcz surowy, włókno surowe, bezazotowe wyciągowe) oraz popiołu w ziarnie orkiszu wykonano następującymi metodami: białko ogólne – metodą Kjeldahla, tłuszcz surowy – metodą Soxhleta, włókno surowe – metodą zhydrolizowania pozostałych składników materiału roślinnego, popiół – metodą spalania na sucho, bezazotowe wyciągowe – przez odjęcie od 100% sumy zawartości pozostałych składników.

Uzyskane wyniki poddano ocenie statystycznej stosując analizę wariancji dla doświadczeń czynnikowych ortogonalnych w układzie *split-split-plot* [8]. Istotność zróżnicowania wyników określono testem Fishera na poziomie ufności $P = 0,95$. Analizy wariancji uzupełniono analizą regresji liniowej.

3. Wyniki i dyskusja

Orkisz jest cennym źródłem genów odpowiedzialnych za wartość odżywczą ziarna [24]. Jego ziarno w porównaniu z ziarnem pszenic chlebowych posiada większy udział warstwy aleuronowej, dzięki czemu zawiera wiele składników mineralnych oraz więcej białka bogatego w gluten, która to właściwość jest już dobrze rozpoznana [2, 7, 9, 11, 12]. Jest to białko łatwiej strawne oraz o wyższej niż pszenica zwyczajna wartości biologicznej [6], chociaż Grela i in. [9] oraz Achremowicz i in. [1] stwierdzili niższą zawartość białka w mące orkiszu niż pszenicy zwyczajnej.

W doświadczeniach Sulewskiej i in. [21] zawartość białka w ziarnie 22 badanych odmian i rodów orkiszu wahała się w zależności od genotypu i roku badań od 13,3% do 21,5%. Również Stallknecht i in. [18] badając 164 form orkiszu, uzyskali wysokie zawartości białka oraz wykazali bardzo dużą zmienność zawartości tego składnika w ziarnie (18-40%) wynikającą z genotypu i wpływu lokalizacji, a więc agrotechniki oraz warunków środowiskowych. Z kolei Sulewska [19] we wcześniejszych badaniach wykazała, że skład chemiczny ziarna orkiszu, za wyjątkiem zawartości włókna, kształtował się niezależnie od odmian i sposobu nawożenia.

W latach prowadzenia badań stwierdzono niższą od podawanej w literaturze zawartość białka w ziarnie, która w zależności od odmiany wyniosła 13,95% (Bauländer) i 14,04% (Schwabenkorn), i różnicy tej nie potwierdzono statystycznie (tab. 1). Uzyskana koncentracja białka była jednak o ponad 3 pkt% wyższa od wartości średniej uzyskanej dla 14 odmian ozimych pszenicy zwyczajnej w badaniach Cacak-Pietrzak i in. [4]. Jak podaje Olivera [12] warunki środowiskowe bardzo wyraźnie modyfikują cechy jakościowe ziarna, w tym również zawartość białka.

Zawartość białka w ziarnie orkiszu w przeprowadzonym doświadczeniu modyfikowana była także terminem siewu (tab. 1). U obu odmian opóźnianie siewu z I do III dekady października prowadziło do wzrostu zawartości białka w ziarnie, istotnego u odmiany Bauländer (0,98 pkt%) i nieistotnego u odmiany Schwabenkorn (0,58 pkt%).

Tab. 1. Zawartość białka ogólnego w suchej masie ziarna w zależności od odmiany i terminu siewu

Table 1. Total protein content in dry matter of grain depended on variety and sowing date

Odmiana B Variety B	Termin siewu A – Sowing date A		Średnia Mean
	I dekada października 1st decade of October	III dekada października 3rd decade of October	
Bauländer	13,46	14,44	13,95
Schwabenkorn	13,75	14,33	14,04
Średnia	13,61	14,38	-
NIR; LSD $\alpha=0,05$	0,593		r.n.

NIR; LSD $\alpha=0,05$ A x B = 0,971

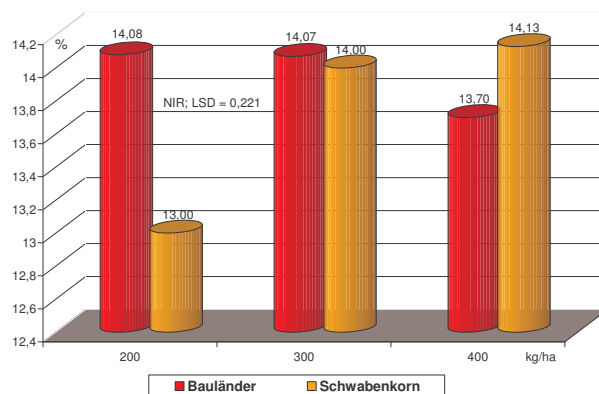
Koncentracja białka w ziarnie była również modyfikowana gęstością siewu, przy czym istotny wzrost średniej zawartości tego składnika następował dopiero przy zastosowaniu najwyższej z badanych norm wysiewu (tab. 2). Reakcja odmian orkiszu na zmianę ilości wysiewu była różna. U Bauländer przy wysiewie 200 i 300 kg·ha⁻¹ zawartość białka była podobna, natomiast przy dalszym

wzroście gęstości siewu do 400 kg·ha⁻¹ następował istotny spadek jego zawartości. Z kolei u Schwabenkorn każde zwiększenie ilości wysiewu powodowało istotny wzrost zawartości białka w ziarnie (rys. 1). Rachunek regresji wykazał, że u odmiany Bauländer, spadek zawartości wynosił 0,0019% przy zwiększaniu ilości wysiewu kłosek o 1kg·ha⁻¹, a u Schwabenkorn przyrost zawartości białka oszacowano na 0,0057% na każdy kilogram wzrostu ilości wysianych kłosek (tab. 3). We wcześniejszych badaniach Sulewskiej [20] stwierdzono, że zawartość białka modyfikowana była również innym czynnikiem agrotechnicznym – głębokością siewu. Siew płytszy (2 cm) prowadził do gromadzenia większej ilości białka w porównaniu z siewem głębokim (6 cm).

Tab. 2. Zawartość białka oraz plon białka ogólnego w zależności od ilości wysiewu (kg·ha⁻¹)

Table 2. Total protein content and protein yield depended on sowing rate (kg·ha⁻¹)

Ilość wysiewu kg·ha ⁻¹ Sowing rate	Zawartość białka Protein content %	Plon białka Protein yield kg·ha ⁻¹
200	14,04	342,6
300	14,03	374,6
400	13,91	395,0
NIR; LSD $\alpha=0,05$	0,113	20,01



Rys. 1. Zawartość białka ogólnego w suchej masie ziarna w zależności od odmiany i ilości wysiewu

Fig. 1. Total protein content in dry matter of grain depended on variety and sowing rate

Tab. 3. Równanie regresji dla zawartość białka ogólnego w suchej masie ziarna w zależności od ilości wysiewu

Table 3. Regression equation for total protein content in dry matter of grain depended on sowing rate

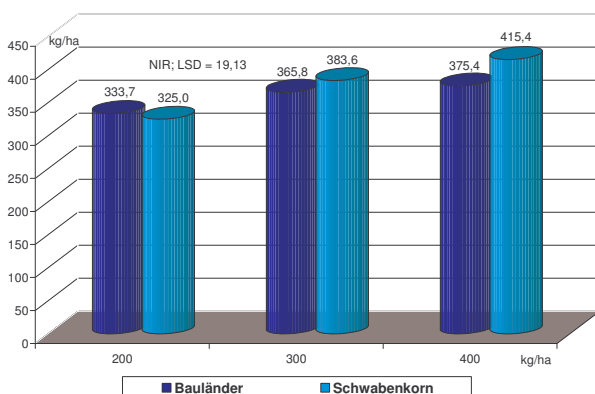
Odmiana Variety	Równanie regresji Regression equation	Współczynnik determinacji R ² Determination ratio R ²
Bauländer	y = -0,0019x + 14,71	0,7697
Schwabenkorn	y = 0,0057x + 11,45	0,835

Zarówno ziarno jak i słoma orkiszu pszennego w gospodarstwach ekologicznych bywają traktowane jako

pasza dla zwierząt, poprawiająca ich dobrostan. Ważnym elementem oceny wartości tej rośliny zarówno jako produktu spożywczego, jak i paszowego jest więc oszacowanie plonu zbieranego białka.

Plon białka ogólnego badanych odmian orkiszu był wyższy o 11,5 kg w przypadku odmiany Bauländer oraz o 36,3 kg u odmiany Schwabekorn w porównaniu do plonu uzyskanego w podobnych warunkach przez Małecką [10] dla pszenicy zwyczajnej uprawianej bez nawożenia azotem. Odmiana Schwabekorn przewyższała Bauländer zarówno plonem ziarna, jak i zawartością białka w suchej masie. Opóźnianie terminu siewu do III dekady października niekorzystnie wpływało na plon białka, obniżając go średnio o 23,0 kg·ha⁻¹ (tab. 4). Reakcja odmian orkiszu na opóźnianie siewu była zróżnicowana: u Bauländer miał miejsce wzrost plonu białka w ziarnie o 29,4 kg·ha⁻¹, podczas gdy u Schwabekorn spadek o 74,0 kg·ha⁻¹.

Zwiększanie ilości wysiewu korzystnie wpływało na wielkość plonu białka u obu odmian orkiszu (tab. 2, rys. 2). U odmiany Bauländer istotny przyrost plonu następował przy zwiększaniu ilości wysiewu z 200 do 300 kg·ha⁻¹, a z analizy regresji wynika, że przyrost ten wyniósł 0,2085 kg·ha⁻¹ na kilogram wysianych kłosek. Natomiast u odmiany Schwabekorn każdy wzrost gęstości siewu w badanych zakresach, prowadził do przyrostu plonu białka, który wyniósł 0,452 kg·ha⁻¹ na każdy kilogram wysianych kłosek (tab. 5).



Rys. 2. Plon białka ogólnego w zależności od odmiany i ilości wysiewu

Fig. 2. Total protein yield depended on variety and sowing rate

Orkisz przewyższa pszenicę zwyczajną również pod względem zawartości tłuszczu w ziarnie, który w ziarnie pszenicy zwykle nie przekracza 2% [3].

Dominującym kwasem w tłuszczu orkiszu jest cenny dla zdrowia kwas linolenowy. W badaniach własnych wykazano istotnie wyższą zawartość tłuszczu w ziarnie pochodzącym z wcześniejszego terminu siewu, a różnica w koncentracji między terminami wyniosła 0,3pkt%. Ilość wysiewu nie miała wpływu na koncentrację tego składnika w ziarnie.

Ponadto orkisz pszenny jest bogatym źródłem błonnika pokarmowego, którego zawartość nie była modyfikowana przez żaden z badanych czynników (tab. 6). Zaobserwowano jedynie tendencję do gromadzenia większej jego ilości przy późniejszym spośród badanych terminów siewu.

Koncentracja związków bezazotowych wyciągowych nie wykazała istotnych zmian pod wpływem badanych czynników, zauważono jednak tendencję do wyższej zawartości BNW przy wcześniejszym ze stosowanych terminów siewu, i przy najniższej normie wysiewu.

Tab. 4. Plon białka ogólnego w zależności od odmiany i terminu siewu (kg·ha⁻¹)

Table 4. Total protein yield depended on variety and sowing date (kg·ha⁻¹)

Odmiana B Variety B	Termin siewu A – Sowing date A		Średnia Mean
	I dekada października 1st decade of October	III dekada października 3rd decade of October	
Bauländer	344,6	374,0	358,5
Schwabekorn	419,4	345,4	383,3
Średnia	381,1	358,1	-
NIR; LSD $\alpha=0,05$	19,34		

NIR; LSD $\alpha=0,05$ A x B = 18,99

Tab. 5. Równanie regresji dla plonu białka ogólnego poszczególnych odmian w zależności od ilości wysiewu

Table 5. Regression equation for total protein yield of particular varieties depended on sowing rate

Odmiana Variety	Równanie regresji Regression equation	Współczynnik determinacji R ² Determination ratio R ²
Bauländer	y = 0,2085x + 274,9	0,9115
Schwabekorn	y = 0,452x + 193,87	0,9715

Zawartość popiołu w badaniach Cacak-Pietrzak i in. [4] przeprowadzonych na 14 odmianach pszenicy zwyczajnej wyniosła średnio 1,75% i była niższa niż w ziarnie orkiszu. Zawartość popiołu, w skład którego wchodzi makro i mikroelementy, niewiele zmieniała się pod wpływem terminu i gęstości siewu porównywanych odmian. W badaniach własnych ujawniła się tendencja do jego wyższej koncentracji przy wcześniejszym siewie oraz najniższej spośród stosowanych ilości wysiewu. Przeprowadzona analiza wariancji wykazała współdziałanie odmian i ilości wysiewu w kształtowaniu zawartości popiołu w ziarnie (tab. 7). Odmiana Bauländer nie reagowała na zmianę gęstości siewu, natomiast u Schwabekorn wzrost ilości wysiewu do 300 kg·ha⁻¹ prowadził do istotnego spadku koncentracji popiołu w ziarnie, a powyżej tej gęstości obniżenie było już nieistotne.

Orkisz pszenny był uznawany za cudowny lek i jedno z najsilniejszych ziół przez św. Hildegardę z Bingen, najwybitniejszą uzdrowicielkę średniowiecza [15]. Również współcześni lekarze - Gotfried Hertzka i naturoterapeuta Wighard Strehlow z Konstancji w badaniach trwających 35 lat dowiedli, że systematycznie stosowana dieta orkiszowa regenerując cały organizm, przywraca zdrowie [24].

Mimo wielu trudności związanych szczególnie z siewem i zbiorem można przypuszczać, że popularność

tego gatunku, z uwagi na duże walory odżywcze będzie rosła również w Polsce.

Tab. 6. Zawartość tłuszczu, włókna, BNW oraz popiołu w suchej masie ziarna orkisz w zależności od badanych czynników (%)
Table 6. Content of fat, fibre, NFE and ash in dry matter of spelt grain depended on tested factors (%)

Czynnik Factor	Poziomy czynnika Factor level	Tłuszcz surowy Crude fat	Włókno surowe Crude fibre	BNW NFE	Popiół Ash
Termin siewu Sowing date	I dekada października 1st decade of October	2,51	3,88	77,97	2,04
	III dekada października 3rd decade of October	2,21	3,96	77,53	1,92
	NIR; LSD $\alpha=0,05$	0,125	r.n.	r.n.	r.n.
Odmiany Varieties	Bauländer	2,38	3,99	77,66	2,03
	Schwabekorn	2,33	3,94	77,84	1,94
	NIR; LSD $\alpha=0,05$	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.
Gęstość siewu Sowing density	200	2,39	3,89	77,60	2,08
	300	2,32	3,97	77,80	1,98
	400	2,36	3,99	77,85	1,89
	NIR; LSD $\alpha=0,05$	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.

Tab. 7. Zawartość popiołu w suchej masie ziarna w zależności od odmiany i ilości wysiewu (%)

Table 7. Ash content in dry matter of grain depended on variety and sowing rate (%)

Odmiana B Variety B	Ilość wysiewu C – Sowing rate C		
	200	300	400
Bauländer	2,01	2,06	2,00
Schwabekorn	2,15	1,9	1,77
NIR; LSD $\alpha=0,05$ B x C	0,211		

4. Wnioski

Na podstawie wyników przeprowadzonych badań wprowadzono następujące wnioski:

- Ziarno porównywanych w doświadczeniu odmian zawierało ok. 14% białka ogólnego. Różnice w zawartości tego składnika powodowane badanymi czynnikami, potwierdzone statystycznie, były niewielkie i wahały się dla stosowanych ilości wysiewu od 13,91% do 14,04%, a dla terminów siewu od 13,61% do 14,38%.
- Zwiększanie ilości wysiewu powodowało wzrost plonu białka, który u odmiany Bauländer osiągnął około 0,208, a u Schwabekorn 0,452 kg·ha⁻¹ przy wzroście ilości wysiewanych kłosek o 1 kg·ha⁻¹. Większy plon białka uzyskano we wcześniejszym terminie siewu pomimo różnej reakcji odmian na opóźnianie siewu.

5. Literatura

[1] Achremowicz B., Kulpa D., Mazurkiewicz J.: Technologiczna ocena ziarna pszenicy orkiszowych. Zesz. Nauk. AR w Krakowie 360: 11-17, 1999.

[2] Baumgartel-Blaschke U.: Dinkel für die neue deutsche Küche. DLG-Mitteilungen 106 (12): 44-47, 1992.

[3] Budzyński W., Szempliński W.: Rośliny zbożowe – Pszenica. W: Szczegółowa uprawa roślin. (red. Z. Jasińska), Wyd. AR Wrocław, 71-132, 2003.

[4] Cacak-Pietrzak G., Ceglińska A., Haber T.: Cechy fizyko-chemiczne ziarna wybranych krajowych odmian pszenicy. Pam. Puł. 118: 35-43, 1999.

[5] Campbell K.G.: Spelt agronomy, genetics and breeding. Plant Breeding Reviews 15: 188-213, 1997.

[6] Chrenkova M., Ceresnakova Z., Sommer A., Galova Z., Kralova V.: Assessment of nutritional value in spelt (*Triticum spelta* L.) and Winter (*Triticum aestivum* L.) wheat by chemical and biological methods. Czech. J. Anim. Sci. 45: 133-137, 2000.

[7] Dvoráček V., Čurn V., Moudrý J.: Evaluation of Amino Acid Content and Composition in Spelt Wheat Varieties. Cereal Research Communications 30(1-2): 187-193, 2002.

[8] Elandt R.: Statystyka matematyczna w zastosowaniu do doświadczeń rolniczych. PWN, Warszawa, 1964.

[9] Grela E., Palys E., Günther K.D.: Skład chemiczny i wartość odżywcza ziarna orkisz (*Triticum spelta*) w żywieniu świń” Mat. z Symp. Proc. AR Lublin : 214-222, 1993.

[10] Małecka I.: Studia nad plonowaniem pszenicy ozimej w zależności od warunków pogodowych i niektórych czynników agrotechnicznych. Roczniki AR w Poznaniu, Rozp. Nauk. 335: ss.121, 2003.

[11] Moudrý J.: Productivity of spelt wheat (*Triticum spelta*) spike. Scientia Agriculturae Biochemica 30, (1): 15-26, 1999.

[12] Oliveira J.A.: North Spanish emmer and spelt wheat landraces: agronomical and grain quality characteristic evaluation, FAO – IPGRI Issue No. 125: 16-20, 2002.

[13] Palys E., Łabuda S.: Yielding and Elemental Composition of Spelt Wheat Grain and Straw” Rachis, Barley and Wheat Newsletter 1997, 16(1/2): 67-70, 1997.

[14] Piergiorganni A.R., Iaghetti G., Perrino P.: Characteristics of meal from hulled wheats (*Triticum dicoccum* and *T. spelta* L.): an evaluation of selected accessions. Cereal Chem. 73/6: 732-735, 1996.

[15] Posch H.: Co to jest medycyna Hildegardy? Wyd. Czuwajmy, Kraków-Michałowice: 235 ss., 1998.

[16] Ranhorta G.S., Gelroth J.A., Glaser B.K., Stallknecht G.F.: Nutritional profile of three spelt wheat cultivars grown at five different locations. Cereal Chem. 73/5: 533-535, 1996.

[17] Reither E., Schmidt L., Werteker M., Berghofer E.: Baking properties of spelt wheat varieties. XVII Conf. ICC 1999, Valencia, España, 6-9 June., 1999.

[18] Stallknecht G.F., Gilbertson K.M., Ranney J.E.: Alternative wheat cereals as food grains: einkorn, emmer, spelt, kamut, and triticale. Progress in new crops. ASHS Press, Alexandria, VA. 3: 156-170, 1996.

[19] Sulewska H.: Plonowanie i skład chemiczny ziarna dwóch odmian orkisz *Triticum spelta* w zależności od sposobu nawożenia. Monografia, ISBN 83-901206-9-., Wybrane zagadnienia ekologiczne we współczesnym rolnictwie”, PIMR, Poznań, – rozdział 2.1.6 : 225-232, 2004.

[20] Sulewska H.: Wpływ wybranych zabiegów agrotechnicznych na plonowanie i skład chemiczny ziarna formy ozimej orkisz pszenicznego (*Triticum aestivum ssp. spelta* Pam. Puł. Vol. 135: 285-293, 2004.

[21] Sulewska H., Nita Z., Kruczek A.: Zróżnicowanie cech jakościowych wybranych genotypów orkisz (*Triticum aestivum ssp. spelta* L.) Biuletyn IHAR 235: 65-74, 2005.

[22] Sulewska H., Koziara W., Panasiewicz K., Ptaszyńska G.: Plonowanie dwóch odmian ozimych orkisz pszenicznego w zależności od terminu i gęstości siewu w warunkach środkowej Wielkopolski. Journal of Res. and Appl. In Agric. Engin. 2008.

[23] Waga J., Węgrzyn S., Boros D., Cygankiewicz A.: Wykorzystanie orkisz (*Triticum aestivum ssp. spelta*) do poprawy właściwości odżywczych pszenicy zwyczajnej (*Triticum aestivum ssp. vulgare*) Biuletyn IHAR 221: 3-16, 2002.

[24] Woźniak M.: Cudowne zboże – orkisz. Cukiernictwo i piekarstwo nr 5: 50-51, 2004.