ACTA SCIENTIARUM POLONORUM *Acta Sci. Pol., Zootechnica 9 (4) 2010, 5–14*

WPŁYW ZRÓŻNICOWANEGO NAWOŻENIA AZOTEM NA SKŁAD CHEMICZNY ZIARNA DWÓCH ODMIAN ORKISZU (*TRITICUM AESTIVUM* SSP. *SPELTA* L.)

Wioletta Biel, Grzegorz Hury, Robert Maciorowski, Anna Kotlarz, Izabela Jaskowska

Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie

Streszczenie. Ziarno orkiszu (*Triticum aestivum* ssp. *spelta* L.) pochodziło z doświadczenia przeprowadzonego w 2008 roku w Rolniczej Stacji Doświadczalnej w Lipniku k. Stargardu Szczecińskiego. Doświadczenie zrealizowano z następującymi czynnikami: odmiany orkiszu (Franckenkorn i Oberkulmer Rotkorn) i dawka nawożenia azotem (0, 40, 80, 120 kg N · ha^{-1}). W ziarnie oznaczono zawartość składników pokarmowych, frakcje włókna, składniki mineralne oraz poziom aminokwasów. Analizy wykazały, że ziarno orkiszu jest bogate w składniki odżywcze. Odmiana Oberkulmer Rotkorn charakteryzowała się istotnie wyższą zawartością białka i niższą włókna surowego w porównaniu z odmianą Franckenkorn. Białko orkiszu cechuje korzystny skład aminokwasowy i wartość odżywcza białka potwierdzona wskaźnikiem EAAI. Pierwszym aminokwasem ograniczającym jakość białka we wszystkich badanych próbach okazała się lizyna. Zwiększone nawożenie azotem miało istotny wpływ na obniżenie ligniny (o 1,6 g · kg^{-1} SM) i ADF (o 4,0 g · kg^{-1} SM). Najkorzystniejszy skład aminokwasowy określono dla Oberkulmer Rotkorn (32 g 16 g^{-1} N).

Słowa kluczowe: aminokwasy, nawożenie azotowe, orkisz, składniki pokarmowe, wartość odżywcza

WSTĘP

Od paru lat zauważa się coraz większe zainteresowanie żywnością ekologiczną. Orkisz (*Triticum aestivum* ssp. *spelta* L.) – heksaploidalna pszenica – dobrze nadaje się do uprawy według zasad rolnictwa ekologicznego [Bavec i in. 2006]. Renesans orkiszu wiąże się z rozwojem rolnictwa alternatywnego i dążeniem do zachowania bioróżnorodności. W Polsce, według danych szacunkowych, uprawia się około 400–500 hektarów orkiszu [Majewska i in. 2007, Sulewska i in. 2008], a zainteresowanie tym zbożem rośnie z roku na rok. Mniejsze wymagania agrotechniczne tego gatunku i duża zdolność konkurencji w stosunku do chwastów sprawiają, że jest ono charakterystyczne dla gospodarstw ekologicz-

Adres do korespondencji – Corresponding author: dr inż. Wioletta Biel, Zakład Żywienia Zwierząt i Żywności, Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie, ul. Doktora Judyma 2, 71-466 Szczecin, e-mail: Wioletta.Biel@zut.edu.pl

nych i może być przydatne do uprawy w niskonakładowych gospodarstwach konwencjonalnych [Feledyn-Szewczyk i Duer 2005, 2006, Cyrkler-Degulis i Bulińska-Radomska 2006] poszukujących możliwości zwiększenia dochodów z produkcji roślinnej. W Europie zainteresowanie tym gatunkiem spowodowane jest coraz większym zapotrzebowaniem na żywność o wysokich walorach żywieniowych i smakowych [Sulewska 2004]. Pod względem odżywczym orkisz charakteryzowany jest jako bardziej wartościowe zboże niż pszenica zwyczajna, głównie pod względem jakości białka. Jak dotąd w naszym kraju wiedza na temat orkiszu jest niewielka. Szczególnie mało poznana jest reakcja tego zboża na nawożenie azotowe. Poziom nawożenia azotem nie tylko wpływa na wysokość plonu ziarna, ale także na cechy jakościowe decydujące o wartości pokarmowej ziarna. Uprawiane w Polsce odmiany orkiszu nie są wpisane do Krajowego Rejestru Odmian. Do badań w niniejszej pracy celowo wybrano odmiany ze względu na ich popularność uprawy w Polsce, bowiem od kilku lat trwają prace badawcze nad prawnym uregulowaniem uprawy orkiszu w kraju.

Celem przeprowadzonych badań jest poznanie wartości pokarmowej oraz stwierdzenie wpływu zróżnicowanego nawożenia azotem na skład chemiczny dwóch najczęściej uprawianych odmian ozimego orkiszu pszennego.

MATERIAŁ I METODY

Materiał badawczy stanowiło ziarno uzyskane z doświadczenia przeprowadzonego w 2008 roku w Rolniczej Stacji Doświadczalnej w Lipniku k. Stargardu Szczecińskiego, należącej do Zachodniopomorskiego Uniwersytetu Technologicznego w Szczecinie. Doświadczenie przeprowadzono w czterech powtórzeniach w układzie split-plot z następującymi czynnikami: odmiany ozimego orkiszu pszennego (Franckenkorn i Oberkulmer Rotkorn) i dawka nawożenia azotem (0, 40, 80, 120 kg N · ha^{-1}). Nawożenie zastosowano w następujących terminach: przed ruszeniem wegetacji wiosennej, strzelania w źdźbło oraz w fazie kłoszenia. Doświadczenie zlokalizowane było na glebie brunatnej o składzie mechanicznym piasku gliniastego przechodzącego w piasek średni – klasa bonitacyjna IV a (kompleks żytni dobry). Przedplonem orkiszu pszennego był łubin żółty (średni plon łubinu to około 6 dt · ha^{-1}). Po zbiorze łubinu, w drugiej dekadzie sierpnia, wykonano podorywkę. Następnie, na około dwa tygodnie przed siewem, wykonano orkę średnią – pługiem zagregatowanym z wałem Campbella. Pod uprawę przedsiewną, wykonaną w końcu września kultywatorem z wałem strunowym, zastosowano 40 kg · ha^{-1} P_2O_5, 60 kg · ha^{-1} K_2O oraz 12 kg · ha^{-1} N (w postaci Polifoski 6). Siew wykonano siewnikiem „Poznaniak" o szerokości roboczej dwa metry, stosując 229 kg · ha^{-1} materiału siewnego odmiany Franckenkorn oraz 247 kg · ha^{-1} odmiany Oberkulmer. Wiosną – na początku drugiej dekady marca – zastosowano pierwszą dawkę azotu, tj. 40 kg · ha^{-1}, oraz wykonano oprysk herbicydowy: Granstar 75 WG (20 g · ha^{-1}) w połączeniu z Pumą Uniwersal (1,2 dm^3 · ha^{-1}). Drugą dawkę azotu, tj. kolejne 40 kg · ha^{-1}, zastosowano na początku drugiej dekady kwietnia. Trzecią zaś na początku trzeciej dekady maja – wszystkie dawki

azotu zastosowano w postaci saletry amonowej. Zbiór wykonano kombajnem poletkowym Wintersteiger na początku trzeciej dekady lipca.

Po zbiorze pobrano 1 kg próby kłosków, z których następnie wymłócono ziarno. Do badań chemicznych użyto śruty orkiszowej po zmieleniu ziarna w młynku laboratoryjnym KNIFETEC 1095, Foss Tecator.

Analizy chemiczne

Podstawowy skład chemiczny oznaczono metodą standardową [AOAC 1990]. Frakcje włókna: NDF (neutral detergent fibre), ADF (acid detergent fibre), ADL (acid detergent lignin) oznaczono z zastosowaniem metody Van Soest i in. [1991] na aparacie ANCOM 220.

Hemicelulozę obliczono z różnicy pomiędzy NDF i ADF oraz celulozę – z różnicy ADF i ADL.

Wybrane składniki mineralne: wapń, potas, sód oznaczono metodą fotometrii płomieniowej na aparacie Flapho 4, natomiast fosfor wg PN-76/R-64781.

Udział aminokwasów w białku ocenianych prób ziarna orkiszu, z wyjątkiem tryptofanu, oznaczono na analizatorze aminokwasowym typ AAA-400, po uprzedniej hydrolizie 6 M HCl. Ponadto aminokwasy siarkowe poddano hydrolizie 6 M HCl po utlenieniu mieszaniną kwasu mrówkowego i nadtlenku wodoru w stosunku 9:1. Tryptofan oznaczono zgodnie z metodą AOAC [1990].

Ocena wartości odżywczej białka ziarna orkiszu

Aminokwas ograniczający jakość białka (amino acid score) obliczono z zastosowaniem standardu białka jaja kurzego, porównując ilość poszczególnych aminokwasów egzogennych zawartych w badanym białku (ai) z ich zawartością w białku wzorcowym (as) [FAO 1985]:

$$\text{Aminoacidscore} = (ai/as) \times 100.$$

Wskaźnik aminokwasów niezbędnych (EAAI – essential amino acid index) obliczono jako średnią geometryczną wszystkich aminokwasów egzogennych do zawartości tych aminokwasów we wzorcu.

Analizy statystyczne

Każdą analizę wykonano w dwukrotnym powtórzeniu i w tabelach przedstawiono jako wartości średnie. Analizę statystyczną wyników wykonano, stosując metodę analizy wariancji oraz technikę porównań wielokrotnych za pomocą procedury Tukeya. Obliczenia wykonano w programie Statistica® (StatSoft 2007).

WYNIKI I DYSKUSJA

Czynnikiem decydującym o wartości pokarmowej paszy jest jej skład chemiczny. Średnie wartości podstawowych składników pokarmowych dla obu badanych odmian orkiszu pszennego wraz z wpływem odmiany i nawożenia azotowego przedstawiono w tab. 1. Odmiana Oberkulmer Rotkorn zawierała statystycznie istotnie więcej białka ogólnego (161,56 g · kg^{-1} SM). Marconi i in. [2002] stwierdzili w ziarnie orkiszu od 114 do 137 g

białka. Sulewska i in. [2005] wykazali dużą zmienność zawartości białka w ziarnie 22 badanych odmian i rodów orkiszu (133–215 g) wynikającą z agrotechniki oraz warunków środowiskowych. W przeprowadzonych badaniach poziom pozostałych składników pokarmowych nie różnił się istotnie między obiema odmianami. Podobne wyniki składu chemicznego orkiszu różnych odmian podaje Grela [1996]. Pod wpływem zwiększonego nawożenia azotem nastąpił wzrost zawartości białka ogólnego w ziarnie z 133 na 179 g · kg^{-1} SM. Zawartość tłuszczu również wzrosła z 21,63 do 23,10 g · kg^{-1} SM, a włókna surowego nie uległa istotnej zmianie. Jak podają Sulewska i in. [2008], orkisz przewyższa pszenicę zwyczajną pod względem zawartości tłuszczu w ziarnie, który w ziarnie pszenicy nie przekracza 20 g.

Tabela 1. Wpływ odmiany, nawożenia azotowego na skład chemiczny ziarna orkiszu, g · kg^{-1} SM
Table 1. Effect of variety and nitrogen treatment on the chemical composition of spelt grain, g · kg^{-1} DM

Wyszczególnienie Item	Sucha masa, g · kg^{-1} Dry matter, g · kg^{-1}	Popiół Total ash	Białko Crude protein (N×6.25)	Ekstrakt eterowy Ether extract	Włókno Crude fibre	BNW N E
dmiana – ariety						
rankenkorn	66	21	1 5	22	16	515
berkulmer otkorn	6	2	162	22	15	5
NI – SD $_{,5}$	,6	ns	2,	ns	ns	ns
Nawo enie N – Nitrogen						
	6	21	1	22	1	51
	6	2	1	22	151	5 1
	6	2	156	22	1 2	52
12		2	1	2	16	6
NI – SD $_{,5}$	1,	ns	,	1,25	ns	,

* BNW – związki bezazotowe wyciągowe – NFE – nitrogen-free extract
ns – brak istotnych różnic – not significant.
NIR – najmniejsza istotna różnica – LSD – the least significant difference.

Włókno pokarmowe, strukturalnie bardzo zróżnicowane ze względu na jego niestrawność, obniża wartość energetyczną pasz dla zwierząt monogastrycznych. W tab. 2 przedstawiono wpływ odmiany i nawożenia azotowego na frakcje włókna, które w dużej mierze decydują o jego jakości. Poza frakcją NDF, pozostałe nie różniły się istotnie między odmianami. Warto podkreślić, że zawartość ligniny (ADL), która obniża strawność i wartość odżywczą ziarna w żywieniu zwierząt, jest stosunkowo niska w porównaniu z innymi zbożami [Fabijańska i in. 2003]. Natomiast zwiększone nawożenie azotem miało istotny wpływ jedynie na obniżenie poziomu ligniny i frakcji ADF. Najniższe wartości uzyskano przy nawożeniu 40 kg N · ha^{-1}.

Badaną wartość pokarmową ziarna orkiszu uzupełniają składniki mineralne. W tab. 3 umieszczono wartości średnie dla wybranych składników mineralnych, które są zbieżne z wy-

nikami otrzymanymi przez Rachonia i Szumiło [2009]. Zawartość związków mineralnych w postaci popiołu całkowitego w ziarnie orkiszu wyniosła średnio 20,40 g · kg^{-1} SM (tab. 1), co potwierdzają badania Ruibal-Mendieta i in. [2005]. Zawartość popiołu, w skład którego wchodzą makro- i mikroelementy, niewiele zmienia się pod wpływem terminu, gęstości siewu i odmiany [Cacak-Pietrzak i in. 1999]. Największy udział w składzie popiołu ma fosfor (średnia dla odmian 5,05 g · kg^{-1} SM), na drugim miejscu znajduje się potas (2,16 g · kg^{-1} SM). W przedstawionej pracy odmiany różnicowała jedynie zawartość potasu i sodu. Wraz ze wzrostem nawożenia azotem nastąpił wzrost poziomu fosforu, potasu i sodu.

Tabela 2. Wpływ odmiany, nawożenia azotowego na frakcje włókna ziarna orkiszu, g · kg^{-1} SM
Table 2. Effect of variety and nitrogen treatment on the fibre fraction of spelt grain, g · kg^{-1} DM

Wyszczególnienie Item	ND	D	D	Celuloza Cellulose	emiceluloza emicellulose
		dmiana – ariety			
rankenkorn	1 1,1	2 ,	,	26, 1	1 1,6
berkulmer otkorn	11 ,6	2 ,1	,5	25,66	,
NI – SD , 5	,26	ns	ns	ns	,1
		Nawo enie N – Nitrogen			
	112,	2, 5	,	2 ,1	,
	111,15	2 ,55	2,	2 ,	,6
	12 ,6	2 ,	,5	25,	,1
12	1 6, 5	2 ,	2,	26,2	11 ,
NI – SD , 5	16,21	,	1,56	ns	1 ,

Tabela 3. Wpływ odmiany, nawożenia azotowego na składniki mineralne ziarna orkiszu, g · kg^{-1} SM
Table 3. Effect of variety and nitrogen treatment on the mineral composition of spelt grain, g · kg^{-1} DM

Wyszczególnienie Item	Wap Calcium	os or Phosphorus	Potas Potassium	Sód Sodium
		dmiana – ariety		
rankenkorn	,5	5,	2, 6	,1 1
berkulmer otkorn	,55	5,	1, 6	,1
NI – SD , 5	ns	ns	1,52	,16
		Nawo enie N – Nitrogen		
	,56	, 5	1, 5	,22
	,55	, 2	2, 5	,15
	,62	5,1	2,	,2 2
12	,5	5,1	2,	,1
NI – SD , 5	ns	2,52	2,	, 2

Kolejnym badanym parametrem był skład aminokwasowy (tab. 4), który decyduje o wartości odżywczej białka, a ściślej – niezbędna ilość aminokwasów zawarta w białku. Pomimo względnie wysokiej zawartości białka ziarna orkiszu, ocena tej wartości wymaga weryfikacji. Spośród 20 aminokwasów człowiek, jak i zwierzęta, jest w stanie syntetyzować tylko dziewięć (non-essential amino acids). Pozostałe aminokwasy (essentials amino acids) należy dostarczyć z pożywieniem. Arginina zaliczana jest do EAA u ptaków i ryb. W związku z powyższym traktowana jest jako semi-essential amino acid. Również cystyna i tyrozyna są traktowane jako semi-essential amino acids, ponieważ mogą być syntetyzowane wyłącznie z metioniny i fenyloalaniny [Boisen i in. 2000]. Suma niezbędnych aminokwasów różniła się istotnie między obiema odmianami. Przy jednoczesnej wyższej zawartości białka (tab. 1) wyższy poziom EAA stwierdzono dla odmiany Oberkulmer Rotkorn – 32,03 g · 16 g^{-1} N (tab. 4). Poziom aminokwasów w ziarnie orkiszu jest zbliżony do pszenicy i pszenżyta [Grela 1996]. Uzyskany w prezentowanych badaniach poziom lizyny 1,20–2,33 g · 16 g^{-1} N był niższy w porównaniu z danymi podawanymi przez innych autorów [Grela 1996, Ranhotra i in. 1996]. Można to tłumaczyć wynikami badań, które podają Ralcewicz i Knapowski [2006], że zawartość białka i aminokwasów w ziarnach zbóż jest zależna od warunków pogodowych panujących podczas okresu wegetacyjnego. W porównaniu ze standardem lizyna okazała się pierwszym aminokwasem ograniczającym jakość białka we wszystkich badanych próbach. Wyższy poziom EAA w odmianie Oberkulmer Rotkorn znalazł odzwierciedlenie w uzyskanym wskaźniku wartości odżywczej białka, na podstawie wskaźnika aminokwasów niezbędnych, wynoszącym 61%. Wzrost nawożenia nie wpłynął istotnie na poziom aminokwasów.

Należy podkreślić, że pomimo relatywnie wysokiej zawartości aminokwasów w białku ziarna orkiszu, pozostaje ono nadal niepełnowartościowym białkiem. Orkisz pszenny, podobnie jak inne zboża, jest ubogi w lizynę, ale jest doskonałym źródłem aminokwasów siarkowych (2,95–3,44 g · 16 g^{-1} N). Może być zatem doskonałym uzupełnieniem w mieszankach z roślinami strączkowymi, których jak podają Sujak i in. [2006] jakość białka ogranicza metionina z cystyną.

Tabela 4. Wpływ odmiany, nawożenia azotowego na skład aminokwasowy (g · 16 g N^{-1}) i jakość białka ziarna orkiszu
Table 4. Effect of variety and nitrogen treatment on the amino acid composition (g · 16 g N^{-1}) and nutritive value of spelt grain

Wyszczególnienie Item	minokwasy niezb dne – Essential amino acids												minokwasy endogenne – Nonessential amino acids									
	ys	et	cys	Cys	Thr	Ile	Trp	al	eu	is	Phe	tyr	Tyr	rg	sp	Ser	lu	Pro	ly	la	E	E	I,
dmiana – ariety																							
rankenkorn	1,	,	1	1,	2,2	2,	2	1,1	,	6	5,	1,	5,2	1,	1	5,16	,	,	,5	,61	,	2,61	26,56	52
berkulmer otkorn	2,	,12		1,	2,62	2,		1,11	,	6,	6	2,2	,	2	2,5	,	,	2	,	,12	,5	,1	,	2,	61
NI – SD ,5	,15	,		,	51	,1	,2	NS	,26	,2		,12	,	1	,1	NS	,2	,25	NS	NS	,25	,2	1,	2,	5
Nawo enie N – Nitrogen																							
	2,	2	,	2,	2,5	2,1	1,2	,	5	6,1	2,	5,	2,12	5,	5	,65	,	,	,1	,56	,	2	,	56
	2,	,		1,	2,55	2,2	1,1	,5	6,	1	2,	6,1	2,1	5,2		,	,6	,1	,	2	, 2	,1	2	,66	5
	2,16	,2		1,	1	2,	2,	6	1,	,62	6,5	2,	5	6,65	2,	5,	,	5	,	6,	,	,	,	,11	5
12	2,	2,	5	1,6		2,	5	2,22	,	,	1	6,	1,	6,52	2,2	,52	,	,	6,	2	, 2	, 1	2,	2	,6	5
NI – SD ,5	ns	,1		,1		ns	ns	,1	ns	ns	ns	ns	ns	,	6	ns	ns	1,	5	,5	ns	ns	ns	ns

PODSUMOWANIE

Badane odmiany orkiszu zawierały duże ilości składników odżywczych. Odmianę Oberkulmer Rotkorn charakteryzuje wyższa koncentracja białka ogólnego (16%), o korzystnym składzie aminokwasów niezbędnych (32 g · 16 g^{-1} N), czego odzwierciedleniem jest również istotnie wyższa wartość odżywcza określona indeksem aminokwasów niezbędnych (EAAI = 61%) w porównaniu z odmianą Franckenkorn. Podwyższenie poziomu nawożenia azotem spowodowało wzrost zawartości białka ogólnego (o 4 g · kg^{-1} SM) i obniżenie włókna surowego (o 1,3 g · kg^{-1} SM). Nawożenie nie wpłynęło istotnie na skład aminokwasowy i wartość odżywczą białka.

PIŚMIENNICTWO

AOAC 1990. Official Methods of Analysis. Assoc. Off. Analytical Chemists. Arlington. 15th ed., Washington.

Bavec F., Rantaśa I., Makar S., Grobelnik S., Jakop M., Bavec M., 2006. Yield performance in spelta regarding to hulled and dehulled seed sown at different rates and dates. Bibl. Fragm. Agron. 11, 43–44.

Boisen S., Hvelplund T., Weisbjerg M.R., 2000. Ideal amino acid profiles as a basis for feed protein evaluation. Livest Prod. Sci. 64, 239–251.

Cacak-Pietrzak G., Ceglińska A., Chaber T., 1999. Cechy fizyko-chemiczne ziarna wybranych krajowych odmian pszenicy. Pam. Puł. 118, 35–43.

Cyrkler-Degulis M., Bulińska-Radomska Z., 2006. Plonowanie i zdrowotność odmian i populacji czterech gatunków pszenicy ozimej w warunkach gospodarstw ekologicznych. J. Res. Appl. Agric. Eng. 51 (2), 17–21.

FAO, 1985. FAO/WHO. Energy and protein requirements. Tech. Rep. Series No. 522. Rome. World Health Organization.

Fabijańska M., Kosieradzka I., Bekta M., 2003. Owies nagi w żywieniu trzody chlewnej i drobiu. Cz. I. Owies nagi w żywieniu tuczników. Biul. IHAR 229, 317–328.

Feledyn-Szewczyk B., Duer I., 2005. Konkurencyjność kilku odmian pszenicy ozimej uprawianej w ekologicznym systemie produkcji w stosunku do chwastów. Post. Ochr. Roślin. 45 (1), 126–133.

Feledyn-Szewczyk B., Duer I., 2006. Ocena konkurencyjności odmian pszenicy ozimej uprawianej w ekologicznym systemie produkcji w stosunku do chwastów. J. Res. Appl. Agric. Eng. 51 (2), 30–35.

Grela E.R., 1996. Nutrient composition and content of antinutritiond factors in spelt (*Triticum spelta* L.) cultivars. J. Sci. Food Agric. 71 (3), 399–404.

Majewska K., Dąbkowska E., Żuk-Golaszewska K., Tyburski J., 2007. Wartość wypiekowa mąki otrzymanej z ziarna wybranych odmian orkiszu (*Triticum spelta* L). Żywn. Technol. Jakość 2 (51), 60–71.

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, 634–639.

PN-76/R-64781. 1976. Pasze sypkie. Oznaczanie fosforu.

Rachoń L., Szumiło G., 2009. Comparison of chemical composition of selected winter wheat species. J. Elementol. 14 (1), 135–146.

Ralcewicz M., Knapowski T., 2006. The effect of some agrotechnical factors on grain yield and amino acid composition of protein of oat. Biul. IHAR. 239, 193–204.

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.

Ruibal-Mendieta N.L., Delacroix D.L., Mignolet J.M.P., Marques C., Rozenberg R., Petitjean G., Habib-Jiwan J.L., Meurens M., Qeentin-Leclerco J., Delzenne N.M., Larondelle Y., 2005. Spelt (*Triticum aestivum* ssp. *spelta*) as a source of breadmaking flours and bran naturally enriched in oleic acid and minerals but not phytic acid. J. Agric. Food Chem. 53, 2751–2759.

Sujak A., Kotlarz A., Strobel W., 2006. Compositional and nutritional evaluation of several lupin seeds. Food Chem. 98, 711–719.

Sulewska H., 2004. Wpływ wybranych zabiegów agrotechnicznych na plonowanie i skład chemiczny ziarna formy ozimej orkiszu pszennego (*Triticum aestivum* ssp. *spelta*). Pam. Puł. 135, 285–293.

Sulewska H., Nita Z., Kruczek A., 2005. Zróżnicowanie cech jakościowych wybranych genotypów orkiszu (*Triticum aestivum* ssp. *spelta* L.). Biul. IHAR 235, 65–74.

Sulewska H., Koziara W., Panasiewicz K., Ptaszyńska G., Morozowska M., 2008. Skład chemiczny ziarna oraz plon białka odmian ozimych orkiszu pszennego w zależności od wybranych czynników agrotechnicznych. J. Res. Appl. Agric. Eng. 53 (4), 92–95.

StatSoft, Inc. 2007. Statistica® (data analysis software system) ver. 8.0. www.statsoft.com.

Van Soest P.J., Robertson J.B., Lewis B.A., 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. J. Dairy Sci. 74, 3583–3597.

EFFECT OF NITROGEN FERTILIZATION ON CHEMICAL COMPOSITION OF SPELT WHEAT (*TRITICUM AESTIVUM* SSP. *SPELTA* L.) TWO VARIETIES

Abstract. Spelt samples were derived from the plot trials carried out in 2008 at the Lipnik Experimental Station near Szczecin. The treatments were: 4 nitrogen fertilization rates: 0, 40, 80 and 120 kg N · ha^{-1} and 2 spelt wheat varieties: Franckenkorn, Oberkulmer Rotkorn. Samples of spelt were analyzed for concentration of chemical composition, dietary fibre, minerals and amino acids. It was shown that spelt grain is rich in such nutritional ingredients. A statistically significantly higher content of protein and a lower value of crude fibre were observed in Oberkulmer Rotkorn cv. compared with Franckenkorn. The protein of spelt was characterized by a favorable amino acid composition of high quality protein which can be confirmed by the EAAI values. The first amino acid limiting the nutritive value of protein was lysine in all samples. Increased nitrogen treatment significantly decreased levels of lignin (by 1.6 g · kg^{-1} DM) and ADF fraction (by 4.0 g · kg^{-1} DM). The most beneficial content of essential amino acids was determined in Oberkulmer Rotkorn (32 g 16 g^{-1} N).

Key words: amino acids, chemical composition, nitrogen fertilization, nutritional value, spelt wheat

Zaakceptowano do druku – Accepted for print: 25.10.2010