

Kazimierz BOBKO¹, Wioletta BIEL¹, Roman PETRYSHAK², Izabela JASKOWSKA¹

ANALIZA SKŁADU CHEMICZNEGO I WARTOŚCI ODŻYWCZEJ BIAŁKA ZBÓŻ POCHODZĄCYCH Z GOSPODARSTWA EKOLOGICZNEGO

ANALYSIS OF THE CHEMICAL COMPOSITION AND THE NUTRITIONAL VALUE OF CEREAL FROM THE ECOLOGICAL FARM

¹ Katedra Żywienia Zwierząt i Żywności, Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie
ul. Doktora Judyma 2, 71–466 Szczecin

² Lwowska Państwowa Akademia Weterynarnej Medycyny im. S.Z. Gzhytskiego
ul. Pekarska 50, 79–010 Lwów, Ukraina

Abstract. Five species of cereals from 2008 harvest of the ecology farm were examined. All cereals were characterised by a low dry matter content. Barley was characterised by the highest protein content ($129.54 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1} \text{ d.m.}$) and maize – lowest ($93.57 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1} \text{ d.m.}$). The maximum value of AA was observed in the grain of the rye and the triticale. The first amino acid limiting the nutritive value of protein in all cereals was lysine. The EAAI (WE) values was characterised from 52.43 to 64.44, and a higher value of EAAI (MH) were observed in the grain of all cereals.

Słowa kluczowe: aminokwasy, skład chemiczny, wartość odżywcza, zboża.

Keywords: amino acid, cereal, chemical composition, nutritive value.

WSTĘP

Jedną z innowacyjnych kompleksowych technologii produkcji żywności jest ekologiczna uprawa roślin i hodowla zwierząt, przy zachowaniu odpowiedniej równowagi pomiędzy oboma tymi czynnikami. Rolnictwo ekologiczne, zwane inaczej biologicznym, organicznym bądź biodynamicznym, oznacza system gospodarowania o zrównoważonej produkcji roślinnej i zwierzęcej w obrębie gospodarstwa rolniczego. Głównym celem gospodarstwa ekologicznego jest wyeliminowanie w procesach produkcji żywności środków chemii weterynaryjnej, spożywczej oraz chemicznych środków ochrony roślin. O walorach zdrowotnych żywności decydują przede wszystkim warunki jej pozyskiwania, które mogą być zapewnione w gospodarstwach ekologicznych (Songin 1996), a głównym czynnikiem warunkującym wartość pokarmową tych pasz jest udział składników chemicznych (Lubowicki i in. 1997).

Celem badań była analiza składu chemicznego oraz określenie wartości odżywczej białka zbóż: jęczmienia, owsa, żyta, pszenżyta i kukurydzy, pochodzących z upraw ekologicznych.

MATERIAŁ I METODY

Materiał badawczy

Materiał badawczy, będący podstawą badań, składał się z pięciu gatunków zbóż: jęczmienia, owsa, żyta, pszenżyta, kukurydzy. Wszystkie zboża pochodziły ze zbiorów w 2008 roku z certyfikowanego gospodarstwa ekologicznego (posiadającego atest Ekolandu), Państwa Izabeli i Marka Dopadło z Rzystnowa, gmina Przybiernów.

Skład chemiczny

Podstawowy skład chemiczny (sucha masa, popiół surowy, białko ogólne, włókno surowe, bezazotowe wyciągowe) badanych ziaren zbóż oznaczono zgodnie z metodą podaną przez AOAC (1990) w dwóch powtórzeniach dla każdego ze zbóż. Oznaczenia chemiczne pozwoliły na uchwycenie zmienności składu chemicznego w obrębie gatunków.

Aminokwasy

Udział aminokwasów określono w analizatorze AAA-400 (INGOS, Czechy) po uprzednim zhydrolizowaniu próbki 6M kwasem solnym w temp. 105°C przez 24 h. W hydrolizie metioninę oznaczono metodą kalorymetryczną według Pawlika (1972). Tryptofan natomiast oznaczono zgodnie z metodą AOAC (1990).

Ocena wartości odżywczej białka

Skład aminokwasowy, uzyskany w wyniku analiz, pozwolił na ocenę jakości białka mierzoną następującymi wskaźnikami:

- Wskaźnik aminokwasu ograniczającego – CS (Chemical Score) – metoda Blocka i Mitchella (1946). Metoda ta polega na określeniu stosunku zawartości egzogenego aminokwasu ograniczającego w badanym białku (a_b) do zawartości tego samego aminokwasu w białku standardowym (a_s). Oblicza się go według następującego wzoru: $CS = a_b/a_s \cdot 100$. W badaniach zastosowano dwa wzorce: dorosłego człowieka (MH) (FAO/WHO, 1991) oraz jaja kurzego (WE) (Hidvégi i Békés 1984).
- Wskaźnik aminokwasów egzogenych – EAAI (Essential Amino-Acid Index) wg Osera (1951). Jest to średnia geometryczna stosunku zawartości aminokwasów egzogenych oraz histydyny w białku badanym do zawartości tych aminokwasów w białku wzorcowym (w g na 100 g białka); dla wzorca dorosłego człowieka (MH) z wyłączeniem histydyny. Obliczany na podstawie wzoru:

$$EAAI = 10^{\log EAA},$$

gdzie $\log EAA$ obliczamy według wzoru:

$$\log EAA = \frac{1}{10} \left(\log \frac{a_1}{a_{1s}} \times 100 + \log \frac{a_2}{a_{2s}} \times 100 + \dots + \log \frac{a_n}{a_{ns}} \times 100 \right)$$

Obliczenia statystyczne

Do stwierdzenia istotnych różnic pomiędzy gatunkami zbóż posłużył test F i wielokrotny test rozstępu Dancana ($P \leq 0,01$; $P \leq 0,05$). Wszystkie obliczenia przeprowadzono z wykorzystaniem programu Statistica® 8,0.

WYNIKI I DISKUSJA

Rozpatrując podstawowy skład chemiczny, który jest decydującym czynnikiem wartości pokarmowej pasz, można stwierdzić, że ziarna zbóż zalicza się do pasz węglowodanowych o małej i średniej zawartości białka ogólnego (Brand i in. 2003). Wartości średnie z dwóch powtórzeń podstawowych składników pokarmowych przedstawiono w tab. 1.

Tabela 1. Skład chemiczny zbóż [$\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$ suchej masy]
Table 1. Chemical composition of cereal [$\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$ dry matter]

Wyszczególnienie Item	Sucha masa [$\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$ ziarna] Dry mater [$\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$ grain]	Popiół surowy Crude ash	Białko ogólne Crude protein	Ekstrakt eterowy Oil	Włókno surowe Crude fibre	BAW NFE
Jęczmień Barley	859,1 ^{Aa}	20,74 ^{Aa}	129,54 ^{Aa}	19,19 ^{Aa}	22,52 ^{Aa}	808,01 ^{Aa}
Owies Oat	847,2 ^{Ab}	29,15 ^{Bb}	118,27 ^{Bb}	40,6 ^{Bb}	114,38 ^{Bb}	697,60 ^{Bb}
Żyto Rye	849,4 ^{Aa}	19,07 ^{Aa}	100,19 ^{Cc}	11,42 ^{Cc}	21,07 ^{Aa}	848,25 ^{Cc}
Pszenżyto Triticale	879,1 ^{Bc}	20,25 ^{Aa}	102,59 ^{CDc}	21,77 ^{Aa}	27,59 ^{Cc}	827,80 ^{Dd}
Kukurydza Maize	877,1 ^{Bc}	14,71 ^{Bb}	93,57 ^{Dd}	44,69 ^{Bd}	17,10 ^{Dd}	829,93 ^{Dd}

Wartości w kolumnach oznaczone innymi literami różnią się istotnie; A, B, C... – $P \leq 0,01$; a, b, c... – $P \leq 0,05$.
Means in the same column with different letters are significantly different; A, B, C... – $P \leq 0,01$; a, b, c... – $P \leq 0,05$.

Badane gatunki zbóż charakteryzowały się ogólnie niską zawartością suchej masy, a najniższą istotną ($P \leq 0,05$) wartość stwierdzono w owsie – 847,2 g w kg paszy. Natomiast w badaniach Biel i in. (2009) wartość suchej masy wynosiła od 886,0 do 887,8 $\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$ s.m. Może to powodować trudności z przechowywaniem lub większe nakłady na suszenie zboża. Spośród badanych zbóż najwyższą zawartością białka charakteryzował się jęczmień (129,54 $\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$ s.m.) różniącą się istotnie ($P \leq 0,01$) od pozostałych zbóż, i mieści się w – granicach 80–146 g (Jacyno i in. 1988; Koreleski 1993). Najniższą zawartość białka ($P \leq 0,01$) wykazano dla kukurydzy – 93,57 $\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$ s.m., co koresponduje z wynikami podanymi przez Souci (1986), ale jest niższa o ok. 10% w porównaniu z wynikami podawanymi przez Ziotecką i in. (1979). Tak może się zdarzyć, ponieważ kukurydza potrzebuje dużej ilości składników pokarmowych zawartych w glebie, a w przypadku gospodarstw ekologicznych ilość tych składników może być niewystarczająca. Według Petkov i in. (2000), wartość białka dla pszenżyta waha się od 90 do 142 $\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$ s.m. W badanym pszenżycie ilość białka ogólnego wynosiła 102,59 $\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$ s.m. i mieściła się w dolnych granicach podanych wartości. Natomiast ilość białka w badanym

życie była wyższa o 10 g od wyników otrzymanych przez Lubowickiego i in. (1997). Wartość białka dla owsa ($118,27 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1} \text{ s.m.}$) w badaniach własnych nie odbiegała od wartości uzyskanej przez Biel i in. (2009).

Jeżeli chodzi o ekstrakt eterowy, to najwyższą zawartością ($P \leq 0,05$) charakteryzuje się kukurydza $44,69 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1} \text{ s.m.}$ i w porównaniu z pozostałymi zbożami jest nieco niższa od wartości podanych przez Ziółecką i in. (1979), natomiast owies zawierał $40,6 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1} \text{ s.m.}$ i nie różnił się istotnie ($P \leq 0,01$) tylko od kukurydzy. Wynik ten koresponduje z badaniami Piecha i in. (2003), ale jest średnio o 6–7 g niższy w porównaniu z wynikami Biel i in. (2009). Zawartość tłuszczu w badanym życie w porównaniu z badaniami Jacyno i in. (1995) była prawie o 100% niższa i wynosiła $11,42 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1} \text{ s.m.}$ Tak niska zawartość może być spowodowana zbyt drobnym ziarnem, a co za tym idzie mało rozwiniętą warstwą aleuronową, w której w dużej mierze występują lipidy. Zawartość tłuszczu dla jęczmienia i pszenżyta kształtowała się na podobnym poziomie i wynosiła odpowiednio $19,19$ i $21,77 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1} \text{ s.m.}$ Wartość dla jęczmienia jest zbliżona do wyników Koreleskiego (1993) oraz Rubaja i Matyki (2004), zaś dla badanego pszenżyta jest wyższa od wyników uzyskanych przez Lubowickiego i in. (1997).

Jednym z czynników limitujących udział zbóż w mieszankach dla zwierząt jest włókno. W badaniach własnych najwyższą istotną ($P \leq 0,01$) wartość tego składnika w odniesieniu do innych zbóż uzyskano dla owsa ($114,38 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1} \text{ s.m.}$) i jest ona o ok. 20 g wyższa w porównaniu z wynikami Piecha i in. (2003), a ok. 20 g niższa niż podaje Biel i in. (2009). Najmniej włókna zawierała kukurydza a następnie żyto – odpowiednio $17,10$ i $21,07 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1} \text{ s.m.}$ różniące się znacząco ($P \leq 0,01$) między sobą. Wartości te są niższe od podawanych przez Jacyno i in. (1995) oraz Ziółecką i in. (1979). Natomiast zawartość włókna w pszenżycie wyniosła $27,59 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1} \text{ s.m.}$, a w jęczmieniu $22,52 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1} \text{ s.m.}$ Zawartość tych składników w suchej masie według różnych autorów przedstawia się następująco: w pszenżycie 28,3 g, w jęczmieniu 52 g (Xue i in. 1997; Medel i in. 2004). Najmniejszą istotną ($P \leq 0,01$) zawartością związków bezazotowych wyciągowych charakteryzował się owies, a wartość ta była nieco większa niż w badaniach Biel i in. (2009) która wynosiła średnio $678,4 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ suchej masy. Najwięcej ($P \leq 0,01$) związków bezazotowych wyciągowych (BAW) zawierało żyto – $848,25 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1} \text{ s.m.}$ i przewyższało wartości, które otrzymali w swoich badaniach Jacyno i in. (1995), Rubaj i Matyka (2004). Na dużą zmienność, pod względem składu chemicznego i wartości pokarmowej uprawianych w Polsce gatunków zbóż, występującej nie tylko między odmianami, ale też między gatunkami, wskazują badania Micek (2009).

Spośród 20 aminokwasów zarówno człowiek, jak i zwierzę są w stanie syntetyzować tylko 9, pozostałe aminokwasy należy dostarczyć z pożywieniem. Skład aminokwasowy oraz wartość odżywcza badanych zbóż podano w tab. 2.

Tabela 2. Skład aminokwasowy (g na 100 g białka) i wartość odżywcza białka w ziarnach zbóż
 Table 2. Amino acid composition (g per 100 g protein) and nutritional values of the grain

Aminokwasy Amino acid	Zboża Cereal					Wzorce Standards	
	jęczmień barley	owies oat	żyto rye	pszenżyto triticale	kukurydza maize	WE	MH
Białko g · kg ⁻¹ s.m. Protein g · kg ⁻¹ d.m.	129,54	118,27	100,19	102,59	93,57		
Asp	5,93	8,18	8,62	7,62	5,73		
Thr	2,42	2,98	3,36	3,26	3,77	4,70	4,0
Ser	3,28	4,19	4,44	4,39	5,12		
Glu	22,66	19,22	24,07	26,24	18,44		
Pro	6,25	5,06	7,75	7,14	7,30		
Gly	3,07	4,24	4,53	4,01	3,87		
Ala	3,22	4,43	4,69	4,35	4,75		
Val	3,38	3,59	3,80	3,75	3,88	6,60	5,0
Ile	3,04	3,29	2,40	2,53	1,88	5,40	4,0
Leu	4,89	5,73	5,79	5,98	11,84	8,60	7,0
Tyr	2,17	2,46	2,23	2,15	3,85		
Phe	3,71	3,69	3,84	3,70	3,58		
Phe + Tyr	5,88	6,16	6,07	5,86	7,43	9,30	6,0
His	1,61	1,65	2,00	1,96	2,56	2,20	
Lys	2,59	3,37	3,49	3,18	2,92	7,00	5,5
Arg	3,71	5,41	5,49	5,12	4,40		
Cys	1,42	2,16	2,21	2,12	1,93		
Met	1,20	1,35	1,02	1,52	1,12		
Trp	0,76	0,86	1,21	0,99	0,89	1,70	1,0
Met + Cys	2,62	3,51	3,22	3,64	3,06	5,70	3,5
CS (WE) _{Lys}	37,05 ^{Aa}	48,19 ^{Bb}	49,91 ^{Bb}	45,40 ^{Bc}	41,68 ^{ac}		
EAAI (WE)	52,43 ^{Aa}	60,25 ^b	62,53 ^b	61,30 ^b	64,44 ^{Bb}		
CS (MH) _{Lys}	47,16 ^{Aac}	61,34 ^{Bb}	63,54 ^{Bb}	57,78 ^{Bbc}	53,05 ^c		
EAAI (MH)	69,96 ^a	81,31 ^b	82,93 ^b	81,32 ^b	85,06 ^b		
Σ EAA	27,20 ^{Aa}	31,14 ^a	31,34 ^a	31,15 ^a	38,23 ^{Bb}		
Σ AA	75,33 ^{Aa}	81,89 ^b	90,94 ^c	90,02 ^{Bc}	87,83 ^{Bc}		

AA – wszystkie aminokwasy; EAA – aminokwasy egzogenne; CS – wskaźnik aminokwasu ograniczającego
 EAAI – wskaźnik aminokwasów niezbędnych; WE – wzorzec jaja kurzego; MH – wzorzec dorosłego człowieka
 Wartości w wierszach oznaczone innymi literami różnią się istotnie; A, B, C... – P≤0,01; a, b, c... – P≤0,05.
 AA – amino acid participation; EAA – essential amino acid participation; CS – chemical score of restrictive amino acid; EAAI – essential amino acid index; WE – whole egg protein standards; MH – mature human
 Means in the same row with different letters are significantly different; A, B, C... – P≤0.01; a, b, c... – P≤0.05.

Najwięcej aminokwasów (AA) zawiera żyto i pszenżyto – odpowiednio 90,94 i 90,02 g na 100 g białka i jest to wynik wyższy od uzyskanego przez Lubowickiego i in. (1997). Najmniej AA, i jest to istotna różnica (P≤0,01) stwierdzono w jęczmieniu – 75,33 g, dla pozostałych zbóż wartość ta kształtowała się na średnim poziomie i wynosiła dla kukurydzy 87,83 g na 100 g białka a dla owsa – 81,89 g na 100 g białka, co potwierdzają badania Biel i in. (2009). Zboża charakteryzują się niską zawartością lizyny, co potwierdzają badania własne. We wszystkich zbożach lizyna

była aminokwasem ograniczającym jakość białka zarówno w odniesieniu do wzorca WE, jak i MH. Takie same wyniki uzyskał w badaniach Shewry (2007). Taka sytuacja może być podyktowana systemem nawożenia, stosowanym w gospodarstwach ekologicznych, a dokładniej ilością nawożenia azotem, co zaobserwowali Wróbel i Budzyński (1994). Ziarno natomiast jest doskonałym źródłem aminokwasów siarkowych. Najbogatszym źródłem metioniny z cystyną jest pszenżyto (3,64 g na 100 g białka) i przewyższa wartość wzorca MH. Boros (1999) przedstawia nawet wyższy poziom tych aminokwasów, od 3,62 do 4,46 g na 100 g białka. Jak wykazały badania własne, pozostałe zboża były poniżej tych wartości, a najmniej metioniny z cystyną zawierał jęczmień. Jak podaje Sujak i in. (2006) zboża mogą być dobrym uzupełnieniem roślin strączkowych w mieszankach paszowych.

Wartość odżywcza białka, mierzona wskaźnikiem EAAI w odniesieniu do wzorca WE, kształtowała się od najniższej 52,43% dla jęczmienia do najwyższej 64,44% dla kukurydzy różniących się istotnie ($P \leq 0,01$), co potwierdzają badania Biel i in. (2009), Lubowickiego i in. (1997), Pisulewskiej i in. (2000). Natomiast otrzymane wartości EAAI w odniesieniu do wzorca MH są znacznie wyższe, różnią się istotnie ($P \leq 0,05$) i wynoszą od 69,96% dla jęczmienia do 85,06% dla kukurydzy.

WNIOSKI

Badane zboża z upraw ekologicznych charakteryzowały się w większości przypadków zbliżonym składem podstawowym w porównaniu do zbóż z upraw tradycyjnych przedstawianych w literaturze. Porównując wartości indeksów chemicznej oceny białka z wynikami różnych autorów, należy, w miarę możliwości, zwracać uwagę na zastosowane przez badaczy białko wzorcowe. Przedstawione wyniki badań wskazują na konieczność prowadzenia pełnej oceny wartości pokarmowej stosowanych pasz z gospodarstw ekologicznych w żywieniu zwierząt gospodarskich.

PODZIĘKOWANIA

Autorzy dziękują Panu Dominikowi Junakowi za pomoc w pozyskaniu materiału badawczego.

PIŚMIENNICTWO

- AOAC.** 1990. Official Methods of Analysis. 15th ed. Assoc. of Official Analytical Chemists. Washington, D.C.
- Biel W., Bobko K., Maciorowski R.** 2009. Chemical composition and nutritive value husked and naked oats grain. *J. Cereal Sci.* 49: 413–418.
- Block R.J., Mitchell H.H.** 1946. The correlation of the amino acid composition of proteins with their nutritive value. *Nutr. Abst. Rev.* 16, 249.
- Boros D.** 1999. Influence of R genome on the nutritional value of triticale for broiler chicks. *Anim. Feed. Sci. Tech.* 76, 219–226.

- Brand T.S., Cruyweggen C.W., Brandt D.A., Viljoen M., Burger W.W.** 2003. Variation in the chemical composition, physical characteristics and energy values of cereal grains produced in the Western Cape area of South Africa. *South Afr. J. Anim. Sci.* 33, 117–126.
- FAO/WHO.** 1991. Protein quality evaluation. Report of Joint FAO-WHO Expert Consultation. *Food Nutr.* 51, 4–8.
- Hidvégi M., Békés F.** 1984. Mathematical modelling of protein quality from amino acid composition. [w: *Proceedings of International Association of Cereal Chemistry*]. Symposium. Akademiai Kiadó. Budapest, 205–286.
- Jacyno E., Palusiński J., Czarnecki R.** 1995. Wartość pokarmowa mieszanek z udziałem żyta w żywieniu loch. *Rocz. Nauk. Zootech.* 22, 259–267.
- Koreleski J.** 1993. Wartość jęczmienia oplewionego i nieoplewionego w żywieniu kurcząt oraz skuteczność dodatku enzymów. *Rocz. Nauk. Zootech.* 20, 207–224.
- Lubowicki R., Kotlarz A., Petkov K., Jaskowska I.** 1997. Ocena składu chemicznego i wartości biologicznej białka ziarna pszenżyta, pszenicy i żyta. *Zesz. Nauk. AR w Szczecinie* 65, 243–248.
- Medel P., Latorre M.A., Blas C., Lázaro R., Mateos G.G.** 2004. Heat processing of cereals in mash or pellet diet for young pigs. *Anim. Feed Sci. Tech.* 113, 127–140.
- Micek P.** 2009. Przydatność żywieniowa ziarna krajowych gatunków i odmian zbóż dla przeżuwaczy. Pr. habilitacyjna, Kraków.
- Oser B.L.** 1959. An integrated essential amino acid index for predicting biological value of proteins. [w: *Protein and Amino Acid Nutritional*]. Academic Press, New York, 295–311.
- Pawlik I.** 1972. Oznaczanie metioniny w niektórych materiałach paszowych. *Biul. Cent. Stacji Oceny Pasz* 2, 39–42.
- Petkov K., Kowieska A., Jaskowska I.** 2000. Wartość pokarmowa łatwo hydrolizujących węglowodanów strukturalnych w niektórych odmianach pszenżyta. *Folia Univ. Agric. Stetin. Agricultura* 206 (82), 215–218.
- Piech M., Maciorowski R., Petkov K.** 2003. Plon ziarna i składników pokarmowych owsa nieoplewionego i oplewionego uprawianego przy dwóch poziomach nawożenia azotem. *Biul. IHAR* 229, 103–113.
- Pisulewska E., Ścigalska B., Szymczyk B.** 2000. Porównanie wartości pokarmowej ziarna polskich odmian pszenżyta jarego. *Folia Univ. Agric. Stetin. Ser. Agricultura* 206 (82), 219–224.
- Rubaj W., Matyka S.** 2004. Strawność i wartość energetyczna w żywieniu kurcząt brojlerów zgranulowanego jęczmienia i żyta z dodatkiem kompleksu enzymatycznego (ksylanaza, glukanaza i celuloza). *Rocz. Nauk. Zootech.* 31, 271–277.
- Shewry P.R.** 2007. Improving the protein content and composition of cereal grain. *J. Cereal Sci.* 46, 239–250.
- Songin W.** 1996. Niektóre problemy proekologicznej gospodarki rolnej na Pomorzu Zachodnim. *Zesz. Nauk. AR w Szczecinie* 63, 225–233.
- Souci.** 1986/87. Food composition and nutrition tables. Wissenschaft. Verl., Stuttgart.
- Sujak A., Kotlarz A., Strobel W.** 2006. Compositional and nutritional evaluation of several lupin seeds. *Food Chem.* 98, 711–719.
- Wróbel E., Budzyński W.** 1994. Porównanie różnych technologii upraw pszenżyta jarego. *Zesz. Nauk. AR w Szczecinie* 58, 287–292.
- Xue Q., Wang L., Newman R.K., Newman C.W., Graham H.** 1997. Influence of the hulls, waxy starch and short-awn genes on the composition of barleys. *J. Cereal Sci.* 26, 251–257.
- Ziolecka A., Kuźdowicz M., Kielanowski J.** 1979. Tabele składu chemicznego i wartości pokarmowych pasz. PWN, Warszawa.