

SKŁAD AMINOKWASOWY, PROFIL KWASÓW TŁUSZCZOWYCH I WARTOŚĆ POKARMOWA ODMIAN I RODÓW ZIARNA OWSA*

Franciszek Brzóska¹, Beata Szymczyk¹, Aleksandra Szołkowska²,
Bogdan Śliwiński¹, Mariusz Pietras¹

¹Instytut Zootechniki Państwowy Instytut Badawczy, Zakład Fizjologii Żywienia,
32-083 Balice k. Krakowa

²Zakład Hodowli Roślin, DANKO Hodowla Roślin Sp. z o.o. Choryń 27, 64-005 Racot

Celem badań było określenie wartości pokarmowej, składu aminokwasowego oraz profilu kwasów tłuszczowych odmian i rodów trzech postaci owsa zwyczajnego, dwóch oplewionych o barwie żółtej, brązowej i owsa nagiego. Owies pochodził ze Stacji Hodowli Roślin DANKO Sp. z o.o. Owies oplewiony żółty zawierał średnio 22,6%, natomiast owies brązowy 27,1% wagowych łuski nasiennej. Zawartość białka ogólnego w owsie zwyczajnym żółtym, brązowym i nagim wynosiła odpowiednio 131,0; 130,9 i 146,8 g/kg SM. Zawartość tłuszczu w poszczególnych formach owsa wynosiła odpowiednio 42,9; 42,0 i 71,7 g/kg SM. Poziom białka i tłuszczu w ziarnie owsa nagiego był istotnie wyższy niż w ziarnie owsa żółtego i brązowego ($P < 0,05$). Zawartość włókna surowego wynosiła odpowiednio: 101,7; 117,8 i 39,7 g/kg SM ($P < 0,05$), a poziom skrobi w poszczególnych odmianach owsa wynosił odpowiednio: 447,5; 425,6 i 497,7 g/kg SM. Poziom włókna w ziarnie owsa brązowego był istotnie wyższy niż w ziarnie owsa żółtego, a w owsie nagim istotnie niższy niż w formach barwnych owsa ($P < 0,05$). Owies zwyczajny brązowy zawierał w porównaniu do owsa żółtego i nagiego istotnie więcej frakcji ścian komórkowych, w tym ADF i ADL ($P < 0,05$). Wartość energetyczna dla drobiu owsa żółtego, brązowego i nagiego wynosiła odpowiednio: 10,54; 10,04 i 13,87 MJ ME/kg, a różnice pomiędzy owsami oplewionymi i nagim była istotna ($P < 0,05$). Zawartość lizyny w ziarnie odmian owsa oplewionego i nagiego wynosiła odpowiednio 4,64; 4,75 i 5,21 g/kg i była istotnie wyższa w ziarnie owsa nagiego ($P < 0,05$). Poziom metioniny wynosił odpowiednio 1,87; 1,85 i 2,06 g/kg SM, a treoniny 4,14; 4,23 i 4,53 g/kg SM, przy braku istotnych różnic pomiędzy formami owsa. Ziarno owsa nagiego zawierało istotnie więcej kwasu asparaginowego i glutaminowego ($P < 0,05$). Suma aminokwasów egzogennych wynosiła odpowiednio: 38,38; 38,65 i 42,54 g/kg SM. Poziom nienasyconych kwasów tłuszczowych (UFA) wynosił odpowiednio: 85,14; 85,24 i 84,85% sumy kwasów, przy braku różnic istotnych. Poziom wielonienasyconych kwasów tłuszczowych (PUFA) wynosił odpowiednio: 57,53; 58,99 i 56,28% sumy kwasów. Nie stwierdzono istotnych różnic w zawartości poszczególnych kwasów tłuszczowych w ziarnie badanych form i odmian owsa. Nie stwierdzono istotnej różnicy w strawności rzeczywistej białka owsa żółtego i brązowego bez i z dodatkiem enzymu (TD). Wykazano istotnie wyższą wartość biologiczną (BV) białka ziarna owsa żółtego, przy braku istotnego wpływu dodatku enzymu do diety oraz braku istotnej interakcji dla obu czynników doświadczalnych. Wykorzystanie białka netto (NPU) przyjmowało wartości istotnie wyższe dla odmiany owsa żółtego, z tendencją do wartości wyższych dla diet z dodatkiem enzymu.

Słowa kluczowe: wartość pokarmowa, owies zwyczajny, owies nagi, odmiany oplewione

Owies jest jednym z 6 zbóż, oprócz żyta, pszenicy, pszenżyta, jęczmienia i kukurydzy, uprawianych w strefie klimatu umiarkowanego. Zainteresowanie ziarnem owsa, odmianami oplewionymi, w tym nagoziarnistymi, wynika z relatywnie wysokiej zawartości tłuszczu, w tym nienasyconych kwasów tłuszczowych oraz potencjalnym wykorzystaniem w żywieniu człowieka (Zhou i in., 1998; Sangwan i in., 2014; Rasane i in., 2015). W Polsce dominuje uprawa owsa jarego na ziarno, natomiast nie uprawia się owsa na kiszonkę. Aktualne zalecenia dotyczące technologii uprawy owsa na ziarno zawarte są w Instrukcji Upowszechnieniowej wydanej przez IUNG (Sułek i Brzóska, 2007). Prowadzona jest systematyczna praca hodowlana zmierzająca do wyhodowania nowych wysokoplonujących odmian owsa (Kukuła, 2001). Klasykzne odmiany owsa oplewionego uprawianego w Polsce określane przez biologów jako owies zwyczajny posiadają kolor żółty. Nasiona owsa zawarte są w łusce będącej plewką nasienną, co zwiększa w ziarnie poziom włókna surowego i frakcji ścian komórkowych ADF i ADL. Ze względu na relatywnie wysoką zawartość włókna owies nie jest zbożem przeznaczonym dla drobiu i świń, z wyjątkiem odmian genetycznie pozbawionych plewki, określanych popularnie jako nagie lub nagoziarniste (Peltonen-Sainio, 1994). Na skład chemiczny ziarna owsa wpływa wiele czynników, w tym genetycznych i środowiskowych, jak rodzaj gleby i jej wilgotność, poziom nawożenia, szczególnie azotowego, gęstość siewu i nasłonecznienie (Michalski i in., 1999; Givens i in., 2004; Podolska i in., 2009; Tobiasz-Salach i in., 2010; Sułek, 2003; Koziara, 2004; Hebda i Micek, 2007; Sykut-Domańska, 2012). Skład aminokwasowy owsa zależny od czynników agrotechnicznych opisano w pracy Ralcewicz i Knapowskiego (2006). Uwzględniając wysoką zawartość i skład kwasów tłuszczowych w owsie nagoziarnistym, badano jego wpływ na profil kwasów tłuszczowych szczurów (Szymczyk i Hanczakowski, 1997).

Genetycy i hodowcy roślin podjęli prace selekcyjne nad otrzymaniem w Polsce odmian owsa zwyczajnego o barwie brązowej. Nasiona w okresie dojrzewania zmieniają kolor z zielonego w fazie dojrzałości mleczej, na kolor brązowy w fazie dojrzałości pełnej nasion. W opinii hodowców zbóż owies brązowy jest rodzajem ziarna powszechnie stosowanym we Francji w żywieniu koni, jakkolwiek nie wiadomo, jakimi szczególnymi cechami wyróżnia się ta postać owsa i jej odmiany. Badania Biel i in. (2009) obejmowały 2 odmiany i 9 rodów owsa nagoziarnistego i oplewionego w zakresie składu chemicznego podstawowego i aminokwasowego białka, z pominięciem składu kwasów tłuszczowych ziarna. Z punktu widzenia wartości odżywczej ziarna owsa dla zwierząt istotny jest również skład kwasów tłuszczowych lipidów ziarna (Cave i Burrows, 1993; Szymczyk i in., 2007). Szeroko zakrojone badania zawartości białka i aminokwasów w 289 próbkach ziarna owsa komercyjnie uprawianego w USA opisano w pracy Robbins i in. (1971). Badania zawartości białka i aminokwasów w 11 odmianach ziarna owsa odmian amerykańskich oraz skład chemiczny nasion owsa surowych i przetworzonych na żywność w aspekcie żywienia człowieka zawarte są w przeglądowej pracy Pomeranz i in. (1972).

Zakład Hodowli Roślin DANKO Sp. z o.o. specjalizujący się m.in. w hodowli nowych odmian owsa udostępnił nam nasiona 10 odmian i 4 rodów owsa zwyczajnego żółtego i brązowego, a także owsa nagoziarnistego celem określenia jego składu chemicznego, w tym kwasów tłuszczowych lipidów i wartości pokarmowej w badaniach

na zwierzętach laboratoryjnych. Obie formy ziarna owsa zwyczajnego oplewionego badane były przez Ciołek i in. (2008). Inne badania ziarna owsa oplewionego i nagoziarnistego wykonane zostały przez Myszkę i Boros (2013), a także Sternę i in. (2015) na Litwie. Badania te poświęcono różnym aspektom jakości ziarna owsa.

Badania żywieniowe porównawcze owsa żółtego i brązowego wykonano w Instytucie Zootechniki PIB, Zakładzie Doświadczalnym Kołuda Wielka, na gęsiach rzeźnych określanych jako owsiane, ukazane zostaną w następnej publikacji. Dodatkowe próby smakowe wykonano również na koniach rekreacyjnych. Ze względu na ograniczoną ilość otrzymanego ziarna owsa obserwacje te posiadają ograniczoną wartość naukową i nie były publikowane.

Celem badań było poszukiwanie różnic w składzie chemicznym form barwnych owsa zwyczajnego i jednej z odmian owsa nagoziarnistego, w tym podstawowych składników pokarmowych, składu aminokwasowego, profilu kwasów tłuszczowych i wartości biologicznej białka badanej w doświadczeniu na szczurach laboratoryjnych.

Material i metody

Zakład Hodowli Roślin DANKO Sp. z o.o. pow. Kościan przekazał do badań składu chemicznego ziarno 14 odmian i rodów owsa zwyczajnego żółtego, owsa zwyczajnego brązowego oraz owsa nagoziarnistego (bezluskiego). Odmiany zostały wytypowane na podstawie opinii dotyczącej walorów agrotechnicznych tych odmian i rodów oraz ich znaczenia w uprawie. Próbki owsa pochodziły z poletek uprawowych Stacji. Owies uprawiano na glebie klasy IVa, typu pszennego wadliwego. Zasobność w mg/100 g gleby wynosiła: P_2O_5 18; K_2O 13 i Mg 5,2. Stosowano nawożenie mineralne N: 91,3 kg/ha; P_2O_5 48,5 kg i K_2O 74,9 kg/ha. Od stycznia do lipca stwierdzono następujące ilości opadów atmosferycznych (mm): 35,5; 63,3; 20,0; 24,0; 97,4; 35,2 i 87,0. Suma opadów w okresie wegetacji od marca do lipca wynosiła 263,6 mm. Ziarno zebrane z poletek stanowiących powtórzenia w doświadczeniu, połączono dla każdej odmiany i wydzielono próbki analityczne. W badaniach oznaczono podstawowy skład chemiczny, w tym poziom białka ogólnego, tłuszczu surowego, włókna surowego, NDF i frakcji ścian komórkowych (ADF, ADL), a także skrobi oraz skład aminokwasowy białka. W próbkach lipidów ziarna owsa oznaczono profil kwasów tłuszczowych. Podstawowy skład chemiczny analizowanych odmian i rodów owsa porównano do informacji o składzie chemicznym owsa zawartych w Zaleceniach Żywienia Drobiu i Tabelach Wartości Pokarmowej Pasz (Smulikowska i Rutkowski, 2005) oraz w Tabelach Wartości Pokarmowej Pasz Krajowych (Brzóska i in., 2015). Formę owsa zwyczajnego, odmiany Rajtar i owsa brązowego odmiany Gniady użyto do oznaczenia wartości biologicznej białka w doświadczeniu bilansowym wykonanym na szczurach laboratoryjnych, bez i z użyciem dodatku enzymu o szerokim spektrum działania proteolitycznego, amylolitycznego, ksylanolitycznego i celulolitycznego. Ocenę wartości pokarmowej ziarna owsa wykonano na szczurach laboratoryjnych w doświadczeniu bilansowym metodą Thomasa-Mitchella, w modyfikacji Egguma (1973), w doświadczeniu dwuczynnikowym (forma owsa × dodatek

enzymu). W badaniach użyto 24 szczury laboratoryjne, albinotyczne samce odmiany Wistar-W w wieku około 8 tygodni o masie ciała około 110–120 g. Zwierzęta podzielono losowo na 4 grupy żywieniowe po 6 sztuk zwierząt. Szczury żywiono dietami półsyntetycznymi, zawierającymi jako jedyne źródło białka ziarno owsa oplewionego żółtego (grupy I i II) i owsa brązowego (grupy III i IV). Owies stanowił 70% diet doświadczalnych. Dodatkowo diety w grupach II i IV uzupełniono preparatem enzymatycznym Hamecozyme II (proteaza-14, amylaza-15, ksylanaza-400, beta-glukanaza-400 i celulaza-600 jednostek aktywności/g), stosowanym w ilości 1 g na 1 kg diety. Pozostałe składniki diet doświadczalnych stanowiły: sacharoza 18%, dodatek mineralny 4%, dodatek witaminowy 2% i olej sojowy 6% zgodnie z procedurą opisaną przez Egguma (1973). Diety pokarmowe racjonowano, podając w ilości 12 g/szczura dziennie.

Zawartość suchej masy, białka ogólnego, tłuszczu surowego, włókna surowego i popiołu surowego w paszach oznaczano zgodnie z metodami analitycznymi (PN-EN ISO 665:2004; PN-EN ISO 771:2000). Zawartość energii metabolicznej w odmianach owsa wyliczano z ich składu chemicznego według wzorów i z zastosowaniem współczynników strawności podanych w Europejskich Tabelach Wartości Energetycznej Pasz dla Drobiu (ETEVP, 1989). Zawartość włókna neutralnego (NDF), włókna kwasnego (ADF) i ligniny kwasnej (ADL) oznaczano zgodnie z procedurą opisaną przez Van Soesta (1994). Zawartość skrobi w paszach oznaczano metodą polarymetryczną (PN-R-64785:1994).

Zawartość kwasów tłuszczowych oznaczano metodą opisaną w procedurze ISO 12966-2:2011. Kwasy tłuszczowe oznaczano w postaci estrów metylowych metodą chromatografii gazowej, na kolumnie długości 105 m. Z próbki analitycznej wyekstrahowano tłuszcz za pomocą mieszaniny chloroformu i metanolu (2/1), po czym ekstrakt odparowano w 65°C pod azotem, pozostałość zmydlno z 0,5 N wodorotlenku sodu (NaOH) w metanolu (20 min, 80°C), a następnie zestryfikowano z trójfluorkiem boru (BF₃) w metanolu (ISO 12966-2:2011; Loor i Herbein, 2001) w czasie 10 minut, w 80°C i dodano heksanu. Po wysoleniu nasyconym roztworem chlorku sodu (NaCl) pobrano warstwę heksanową do fiolki i oznaczono na chromatografie gazowej VARIAN 3400 (kolumna Rtx 2330, długość 105 m, średnica 0,32 mm, 0,2 μ, detektor: FID, Hel, 3 ml/min) z użyciem automatycznego dozownika próbek 8200 CX i programu komputerowego obróbki danych (Varian Star 4.5). Identyfikację kwasów CLA potwierdzono metodą spektrometrii masowej przy użyciu chromatografu gazowego, sprzężonego ze spektrometrem masowym (GCMS-QP 2010 Plus, Shimadzu).

Aminokwasy w próbkach owsa oznaczono metodą wysokosprawnej chromatografii cieczowej (HPLC), po postkolumnowej derywatyzacji próbek (AOAC, 2000) w trzech grupach, jako: aminokwasy po hydrolizie kwasnej w roztworze kwasu solnego (15 aminokwasów), zgodnie z procedurą opisaną w normie AOAC (1999), aminokwasy po hydrolizie kwasnej z utlenianiem (cystyny i metioniny), zgodnie z procedurą opisaną w normie AOAC (1999), tryptofan po hydrolizie zasadowej w roztworze wodorotlenku baru (Landry i in., 1992). Do oznaczeń posłużył analizator Beckmana 126 AA System Gold. Aminokwasy oznaczano w postaci ich barwnych pochodnych z ninhydryną przy użyciu detektora UV-VIS, pracującego w zakresie fal o długościach

odpowiadających promieniowaniu ultrafioletowemu (UV) i widzialnemu (VIS). Zawartość aminokwasów skorygowano z uwagi na niepełny odzysk z hydrolizy.

Analiza statystyczna

Dla zawartości składników pokarmowych w próbkach owsa wyliczono wartości średnie i odchylenie standardowe. Analizą Tukeya badano istotność różnic pomiędzy średnimi dla owsa oplewionego żółtego, brązowego i owsa nagoziarnistego. Wyniki doświadczenia bilansowego na szczurach opracowano statystycznie przy użyciu programu Statistica 6 PL, stosując dwuczynnikową analizę wariancji ANOVA do analizy zmienności (czynnik 1 – owiec żółty vs owiec brązowy, czynnik 2 – bez enzymu vs z enzymem). Różnice pomiędzy średnimi wartościami uzyskanymi dla efektów głównych doświadczenia analizowano przy użyciu rozstępu Duncana, przyjmując 5% poziom istotności. Ponadto dokonano obliczenia błędu średniej arytmetycznej (SEM), będącego miarą zmienności w całym doświadczeniu oraz określono interakcję pomiędzy badanymi czynnikami doświadczenia, barwą owsa a dodatkiem enzymu.

Wyniki

Owies oplewiony żółty zawierał średnio 22,6%, natomiast owies brązowy 27,1% wagowych łuski nasiennej. Zawartość białka ogólnego w ziarnie owsa zwyczajnego żółtego i brązowego była zbliżona i nie różniła się istotnie (tab. 1). Stwierdzono znaczne różnice pomiędzy poszczególnymi odmianami, które dla owsa żółtego mieściły się w zakresie 115,0 g/kg dla odmiany Deresz i 146,7 g/kg dla odmiany Hetman. Różnica pomiędzy formami barwnymi wynosiła 0,1 g/kg SM. Średnia zawartość białka ogólnego w ziarnie owsa nagiego była istotnie wyższa niż w obu formach owsa oplewionego ($P < 0,05$), a różnica wynosiła 15,8 g/kg SM. Odmiany owsa w obrębie poszczególnych form różniły się znacząco pod względem zawartości białka ogólnego. Zawartość tłuszczu surowego w owsie nagim była istotnie wyższa niż w obu formach owsa oplewionego ($P < 0,05$), zaś formy barwne nie różniły się istotnie. Zawartość tłuszczu surowego w odmianach owsa brązowego była zaledwie o 0,9 g/kg mniejsza niż w odmianach owsa żółtego, natomiast w odmianach owsa nagoziarnistego była o około 29 g/kg wyższa niż w odmianach barwnych.

Wartość energetyczna dla drobiu owsa żółtego, brązowego i nagiego wynosiła odpowiednio: 10,54; 10,04 i 13,87 MJ ME/kg, a różnice pomiędzy owsami oplewionymi i nagim były istotne ($P < 0,05$).

Najwyższą zawartość włókna surowego oznaczono w owsie brązowym, istotnie mniejszą w owsie żółtym, zaś owies nagoziarnisty pozbawiony łuski nasiennej zawierał istotnie mniej włókna surowego w porównaniu do obu form barwnych ($P < 0,05$). Zawartość włókna surowego w odmianach owsa była mocno zróżnicowana i dla owsa żółtego mieściła się w zakresie od 86,2 dla odmiany Bohun do 109,9 g/kg SM dla odmiany Bachmat. Owies brązowy zawierał o 17,7 g/kg włókna surowego więcej niż owies żółty. Oddzielenie łuski nasiennej wykazało, że owies brązowy zawierał o 4,5% wagowych więcej plewki. Zawartość włókna surowego w owsie nagim była 2,5–3,0-krotnie niższa niż w odmianach owsa zwyczajnego żółtego i brązowego,

a jego poziom był wyrównany pomiędzy odmianą i rodami. Zawartość frakcji ścian komórkowych ADF w odmianach owsa żółtego była niższa niż w odmianach owsa brązowego, przy wyższej zawartości ligniny ADL. Zawartość włókna neutralnego NDF była najwyższa w odmianach owsa brązowego. Owies nagoziarnisty charakteryzowała stosunkowo wysoka zawartość włókna neutralnego NDF, przy bardzo niskiej zawartości włókna kwaśnego (ADF) i ligniny (ADL). Formy barwne owsa oplewionego zawierały średnio poniżej 450 g/kg SM skrobi. Formy barwne nie różniły się istotnie poziomem skrobi, natomiast istotnie wyższa była jej zawartość w ziarnie owsa nagoziarnistego ($P < 0,05$).

Zawartość aminokwasów egzogennych i endogennych w ziarnie form barwnych owsa zwyczajnego była mniejsza od zawartości w owsie nagoziarnistym, proporcjonalnie do niższej zawartości białka ogólnego (tab. 2). Suma aminokwasów egzogennych (EAA) w ziarnie owsa żółtego nie różniła się od ziarna owsa brązowego, natomiast była niższa w obu formach barwnych niż w owsie nagoziarnistym. Najwyższą zawartość lizyny w formach barwnych zawierały odmiany owies żółty Rajtar i Bachmat, a w owsie brązowym ród CHD 2875/01. Zawartość metioniny najwyższe wartości przyjmowała dla odmian owsa żółtego Bachmat i Hetman, a dla owsa brązowego dla rodu CHD 2875/01.

Profil kwasów tłuszczowych form barwnych owsa oplewionego i owsa nagoziarnistego był zróżnicowany (tab. 3, 4). Lipidy owsa zawierały najwięcej kwasu linolowego (C18:2) oraz kwasu oleinowego (C18:1). Trzecim kwasem pod względem zawartości był nasycony kwas palmitynowy (C:16). Nasycony kwas laurynowy (C:12) zawarty był w ziarnie owsa na poziomie wykrywalności. Ziarno owsa nie zawierało kwasu gamma-linolenowego (C18:3 *n*-6), kwasu arachidonowego (C20:4 *n*-6) ani kwasu eikozapentaenowego (C20:5 *n*-3; tab. 3). Ziarno owsa zawierało śladowe ilości kwasu dokozaheksaenowego (C22:6 *n*-3). Oceniając skład lipidów ziarna owsa na podstawie grup kwasów tłuszczowych, bez względu na formy barwne, ziarno wszystkich form owsa zawierało około 85% kwasów nienasyconych, w tym około 57–59% kwasów wielonienasyconych (PUFA) (tab. 4). Formy barwne i owies nagoziarnisty nie różniły się znacząco pod względem zawartości kwasów PUFA, przy wyraźnie wyższej zawartości kwasów PUFA *n*-3 w ziarnie owsa żółtego. Dominującymi kwasami wielonienasyconymi były kwasy PUFA *n*-6, zajmujące ponad 96% tych kwasów. Pożądane kwasy tłuszczowe nienasycone łącznie z kwasem stearynowym (C18:0) stanowiły około 86% sumy kwasów.

Nie stwierdzono istotnej różnicy w strawności rzeczywistej białka owsa żółtego i brązowego (TD; tab. 5). Wyższą strawnością charakteryzowało się białko ziarna owsa diety z dodatkiem enzymu, jakkolwiek różnice nie były istotne. Nie stwierdzono również interakcji pomiędzy formą owsa i dodatkiem enzymu ($P > 0,05$). Wykazano istotnie wyższą wartość biologiczną (BV) białka ziarna owsa żółtego ($P < 0,01$), przy braku istotnego wpływu dodatku enzymu do diety oraz braku istotnej interakcji dla obu czynników doświadczenia. Nie stwierdzono ścisłego związku pomiędzy zawartością aminokwasów egzogennych a wartością biologiczną białka (BV). Wykorzystanie białka netto (NPU) przyjmowało istotnie wyższe wartości ($P < 0,01$) dla odmiany owsa żółtego, z tendencją do wartości wyższych dla diet z dodatkiem enzymu oraz przy braku istotnej interakcji pomiędzy czynnikami doświadczalnymi.

Tabela 1. Skład chemiczny ziarna odmian owsa
Table 1. Chemical composition of oat grain

Odmiana owsa Oat varieties	Składniki pokarmowe, g/kg SM Nutrients, g/kg DM								
	MEN MJ/kg	białko ogólne crude protein	tłuszcz surowy ether extract	włókno surowe crude fibre	skrobia starch	popiół surowy crude ash	NDF	ADF	ADL
Owies żółty Yellow oat									
Bohun	11,13	136,9	44,7	86,2	462,1	21,2	266,0	115,6	24,4
Deresz	10,98	115,0	44,5	91,9	446,9	21,0	266,5	125,7	22,6
Jawor	10,50	126,9	40,8	102,7	460,5	22,5	310,5	140,1	23,8
Arab	10,01	122,9	34,1	108,3	451,6	24,5	310,3	150,1	30,2
Hetman	10,84	146,7	47,4	101,9	438,5	23,0	301,4	140,0	26,2
Cwał	10,36	116,1	37,3	99,6	502,5	26,2	304,5	129,0	25,8
Bachmat	9,94	143,4	33,6	109,9	437,3	24,4	316,1	150,9	26,4
Rajtar	10,58	140,3	41,1	100,3	380,3	22,3	296,4	136,2	27,1
Średnia	10,54 b	131,0 b	42,9 b	100,1 b	447,5 b	23,1 b	296,5 b	136,0 b	25,8 a
Mean									
SD	0,65	12,4	8,9	7,9	34,1	1,8	19,6	12,1	2,3
Owies brązowy Brown oat									
Gniady	10,01	115,0	36,7	111,3	458,1	27,9	310,7	140,6	30,9
CHD 2833/02	9,90	133,6	43,0	120,1	418,7	23,5	343,4	149,1	18,6
CHD 2875/01	10,21	144,0	46,2	122,0	399,9	27,2	326,0	142,1	19,3
Średnia	10,04 b	130,9 b	42,0 b	117,8 a	425,6 b	26,2 a	326,7 a	143,9 a	22,9 a
Mean									
SD	0,44	14,7	4,8	5,7	29,7	2,4	16,4	4,5	6,9
Owies nagi Naked oat									
CHD 3170/02	13,91	161,2	76,8	39,8	607,8	19,4	219,2	47,2	9,0
Breton	14,01	154,2	81,4	41,6	446,0	25,0	307,9	49,6	6,1
Furman	13,70	125,1	73,0	37,7	439,2	25,0	340,5	41,6	9,8
Średnia	13,87 a	146,8 a	71,7 a	39,7 c	497,7 a	23,1 b	272,0 b	46,1 c	8,3 b
Mean									
SD	0,39	19,1	26,7	2,0	95,4	3,2	46,7	4,1	1,9

a, b – wartości dla średnich w kolumnach oznaczone różnymi literami różnią się istotnie (P<0,05).

a, b – values for means in the columns superscripted with different letters differ significantly (P<0.05).

Tabela 2. Aminokwasy w odmianach i rodzajach owsa (g/kg)
Table 2. Amino acids of oat cultivars (g/kg)

Odmiana owsa Oat varieties	Aminokwasy ¹ – Amino acids																		
	Arg	His	Ile	Leu	Lis	Met	Phen	Tre	Val	Trp	Ala	Asp	Cys	Glu	Pro	Ser	Tyr	Gli	
Yellow oat																			
Bohun	7,91	2,65	4,48	8,98	4,99	1,85	6,65	4,32	6,37	1,36	5,71	10,95	3,04	24,55	5,99	6,14	3,52	6,11	
Deresz	6,44	2,14	3,74	7,71	4,14	1,70	5,57	3,64	5,37	0,94	4,89	9,15	2,59	21,06	5,16	5,15	2,82	5,20	
Jawor	6,35	2,27	3,91	8,03	4,20	1,85	5,71	3,79	5,59	1,02	5,23	9,82	2,87	21,58	5,22	5,37	2,20	5,46	
Arab	7,27	2,35	4,12	8,32	4,47	1,89	5,96	3,97	5,93	1,00	5,38	10,11	2,86	22,62	5,37	5,49	3,27	5,64	
Hetman	7,94	2,68	4,69	9,51	4,97	2,04	7,05	4,56	6,69	1,58	5,98	11,03	3,19	26,66	6,60	6,74	3,22	6,34	
Cwał	6,09	2,10	3,82	7,81	4,19	1,79	5,55	3,77	5,42	1,31	5,10	9,20	2,83	21,14	5,25	5,42	2,25	5,28	
Bachmat	7,91	2,67	4,57	9,39	5,05	2,06	6,19	4,49	6,64	1,63	6,01	11,08	3,32	25,85	6,41	6,48	3,05	6,30	
Rajtar	7,92	2,82	4,81	9,71	5,13	1,81	7,04	4,68	6,71	1,38	6,18	11,56	2,97	26,55	6,54	6,59	2,84	6,49	
Średnia	7,23	2,46	4,27	8,68	4,64 b	1,87	6,22	4,15	6,09	1,28	5,56	10,36 b	2,96	23,75 b	5,82	5,90	2,90	5,85	
Mean																			
SD	0,81	0,28	0,42	0,81	0,43	0,12	0,63	0,41	0,58	0,26	0,48	0,92	0,23	2,43	0,64	0,61	0,47	0,52	
Owies brązowy																			
Brown oat																			
Gniady	6,00	2,13	3,58	7,44	4,19	1,78	5,26	3,67	5,21	1,43	4,95	8,59	3,09	20,01	5,25	5,32	2,42	5,23	
CHD 2833/02	7,28	2,44	4,12	8,53	4,61	1,83	6,14	4,14	5,95	1,45	5,49	9,82	3,21	23,26	5,74	6,11	3,17	5,86	
CHD 2875/01	8,73	2,61	5,01	10,37	5,46	1,95	7,45	4,88	7,23	1,41	6,45	12,36	3,49	28,58	7,04	7,26	4,00	6,86	
Średnia	7,34	2,39	4,24	8,78	4,75 b	1,85	6,28	4,23	6,13	1,43	5,63	10,26b	3,26	23,95 b	6,01	6,23	3,20	5,98	
Mean																			
SD	1,37	0,24	0,72	1,48	0,65	0,09	1,10	0,61	1,02	0,02	0,76	1,92	0,21	4,33	0,93	0,98	0,79	0,82	
Owies nagi																			
Naked oat																			
CHD 3170/02	9,36	3,15	5,27	10,82	6,05	2,27	7,78	5,10	7,60	2,16	6,92	12,54	3,65	30,37	7,63	7,42	4,14	7,19	
Breton	8,39	2,54	4,55	9,32	4,89	2,06	6,73	4,30	6,63	1,23	6,12	10,84	3,32	25,36	6,70	6,13	3,79	6,51	
Furman	7,10	2,50	4,29	8,74	4,68	1,86	6,18	4,18	6,12	1,01	5,69	10,57	2,89	23,84	5,87	5,94	2,59	5,96	
Średnia	8,28	2,73	4,70	9,63	5,21 a	2,06	6,90	4,53	6,78	1,47	6,24	11,32a	3,29	26,52 a	6,63	6,50	3,51	6,55	
Mean																			
SD	1,13	0,36	0,51	1,07	0,74	0,21	0,81	0,50	0,75	0,61	0,62	1,07	0,38	3,41	0,88	0,81	0,81	0,62	

¹ Arg – arginina; His – histydylna; Tle – izoleucyna; Leu – leucyna; Lis – lizyna; Met – metionina. Phen – fenylalanina; Tre – treonina; Val – walina; Trp – tryptofan; Ala – alanina; Asp – kwas asparaginowy; Cys – cystyna; Glu – kwas glutaminowy; Pro – prolina; Ser – seryna; Tyr – tyrozyna; Gli – glicyna.

¹ Arg – arginine; His – histidine; Tle – isoleucine; Leu – leucine; Lis – lysine; Met – methionine; Phen – phenylalanine; Tre – threonine; Val – valine; Trp – tryptophan; Ala – alanine; Asp – aspartic acid; Cys – cystine; Glu – glutamic acid; Pro – proline; Ser – serine; Tyr – tyrosine; Gli – glycine.

Tabela 3. Profil kwasów tłuszczowych w odmianach i rodach owsa (%)
Table 3. Fatty acids profiles of oat cultivars (%)

Odmiana owsa Oat varieties	Kwasy tłuszczowe – Fatty acids														
	C12	C14	C16	C16:1	C18	C18:1	C18:2	C18:3:g	C18:3	C20	C20:4	C22	C22:1	EPA	DHA
Owies żółty															
Yellow oat															
Bohun	0,010	0,227	16,467	0,118	1,482	31,714	47,699	0,000	0,735	0,137	0,000	0,289	0,042	0,000	0,028
Deresz	0,011	0,252	13,954	0,128	0,951	24,504	57,462	0,000	1,168	0,127	0,000	0,393	0,061	0,000	0,020
Jawor	0,007	0,189	12,354	0,131	1,056	24,944	58,609	0,000	1,045	0,142	0,000	0,381	0,049	0,000	0,016
Arab	0,007	0,133	10,775	0,099	1,103	24,517	61,028	0,000	1,054	0,111	0,000	0,330	0,049	0,000	0,012
Hetman	0,010	0,159	11,655	0,126	0,969	28,617	56,094	0,000	1,007	0,099	0,000	0,321	0,045	0,000	0,020
Cwał	0,011	0,175	12,804	0,137	1,186	29,081	53,826	0,000	0,818	0,153	0,000	0,456	0,064	0,000	0,024
Bachmat	0,012	0,181	13,147	0,132	1,370	28,225	53,373	0,000	0,988	0,223	0,000	0,597	0,106	0,000	0,021
Raitar	0,009	0,156	11,884	0,129	1,118	28,552	55,472	0,000	1,056	0,143	0,000	0,344	0,057	0,000	0,025
Średnia/Mean	0,010	0,184	12,880	0,125	1,154	27,519	55,445	0,000	0,984	0,142	0,000	0,386	0,059	0,000	0,021
SD	0,002	0,039	1,744	0,012	0,187	2,606	4,010	0,000	0,140	0,037	0,000	0,097	0,020	0,000	0,005
Owies brązowy															
Brown oat															
Gniady	0,017	0,234	14,008	0,157	1,031	24,566	57,370	0,000	1,064	0,097	0,000	0,325	0,063	0,000	0,016
CHD 2833/02	0,013	0,222	13,974	0,121	0,789	27,170	55,056	0,000	0,955	0,109	0,000	0,350	0,068	0,000	0,012
CHD 2875/01	0,009	0,159	11,962	0,145	0,651	26,393	58,312	0,000	1,150	0,080	0,000	0,261	0,048	0,000	0,012
Średnia/Mean	0,013	0,205	13,315	0,141	0,824	26,043	56,913	0,000	1,056	0,095	0,000	0,312	0,060	0,000	0,013
SD	0,004	0,040	1,172	0,018	0,192	1,337	1,675	0,000	0,098	0,015	0,000	0,046	0,010	0,000	0,004
Owies nieoplewiony															
Naked oat															
CHD 3170/02	0,007	0,180	13,146	0,132	0,907	25,262	58,509	0,000	0,978	0,083	0,000	0,195	0,031	0,000	0,015
Burton	0,011	0,167	11,410	0,135	1,002	24,906	59,356	0,000	1,377	0,131	0,000	0,440	0,057	0,000	0,030
Furman	0,017	0,246	15,561	0,150	1,256	28,637	50,984	0,000	0,896	0,190	0,000	0,490	0,066	0,000	0,023
Średnia/Average	0,012	0,198	13,372	0,139	1,055	26,268	56,283	0,000	1,084	0,135	0,000	0,375	0,051	0,000	0,023
SD	0,005	0,042	2,085	0,010	0,180	2,059	4,609	0,000	0,257	0,054	0,000	0,158	0,018	0,000	0,008

SFA – kwasy nasycone; UFA – kwasy nienasycone; MUFA – kwasy 1-nienasycone; PUFA – kwasy wielonienasycone;
 PUFA 6 – kwasy wielonienasycone *n-6*; PUFA 3 – kwasy wielonienasycone *n-3*; DFA – kwasy o działaniu hipocholesterolemicznym;
 OFA – kwasy o działaniu hipercholesterolemicznym.
 SFA – saturated fatty acids; UFA – unsaturated fatty acids; MUFA – monounsaturated fatty acids; PUFA – polyunsaturated fatty acids;
 PUFA 6 – *n-6* polyunsaturated fatty acids; PUFA 3 – *n-3* polyunsaturated fatty acids; DFA – hypocholesterolemic acids;
 OFA – hypercholesterolemic acids.

Tabela 4. Grupy kwasów tłuszczowych w odmianach i rodzajach owsa
Table 4. Groups of fatty acids in oat cultivars

Odmiana owsa Oat varieties	Grupy kwasów tłuszczowych Group of fatty acids							
	SFA	UFA	MUFA	PUFA	PUFA 6	PUFA 3	DFA	OFA
Owies żółty								
Yellow oat								
Bohun	18,70	81,30	31,87	49,43	47,70	1,73	82,78	17,22
Deresz	15,69	84,31	24,69	59,62	57,46	2,16	85,26	14,74
Jawor	14,13	85,87	25,12	60,75	58,61	2,14	86,93	13,07
Arab	12,46	87,54	24,67	62,88	61,03	1,85	88,64	11,36
Hetman	13,21	86,79	28,79	58,00	56,09	1,91	87,76	12,24
Cwał	14,79	84,47	29,28	55,93	53,83	2,10	86,40	13,60
Bachmat	15,53	84,47	28,46	56,01	53,37	2,64	85,84	14,16
Rajtar	13,65	86,35	28,74	57,61	55,47	2,14	87,46	12,54
Średnia/Mean	14,77	85,14	27,70	57,53	55,39	2,08	86,38	13,62
SD	1,94	1,96	2,61	4,04	3,98	0,28	1,81	1,81
Owies brązowy								
Brown oat								
Gniady	15,71	84,29	24,79	59,50	57,37	1,23	85,32	14,68
CHD 2833/02	15,46	84,54	27,36	57,18	55,06	0,94	85,33	14,67
CHD 2875/01	13,12	86,88	26,59	60,29	58,31	1,18	87,53	12,47
Średnia/Mean	14,76	85,24	26,27	58,99	56,91	1,12	86,06	13,94
SD	1,43	1,43	1,32	1,62	1,67	0,16	1,27	1,27
Owies nieoplewiony								
Naked oat								
CHD 3170/02	14,52	85,48	25,43	60,06	58,51	1,55	86,39	13,61
Breton	13,16	86,84	25,10	61,74	59,36	2,38	87,84	12,16
Furman	17,76	82,24	28,85	53,39	50,98	0,93	83,50	16,50
Średnia/Mean	15,15	84,85	26,46	58,40	56,28	1,62	85,91	14,09
SD	2,36	2,36	2,08	4,42	4,61	0,73	2,21	2,21

SFA – kwasy nasycone; UFA – kwasy nienasycone; MUFA – kwasy 1-nienasycone; PUFA – kwasy wielonienasycone; PUFA 6 – kwasy wielonienasycone *n-6*;
PUFA 3 – kwasy wielonienasycone *n-3*; DFA – kwasy o działaniu hipcholesterolemicznym; OFA – kwasy o działaniu hipercholesterolemicznym.
SFA – saturated fatty acids; UFA – unsaturated fatty acids; MUFA – monounsaturated fatty acids; PUFA – polyunsaturated fatty acids;
PUFA 6 – *n-6* polyunsaturated fatty acids; PUFA 3 – *n-3* polyunsaturated fatty acids; DFA – hypocholesterolemic acids; OFA – hypercholesterolemic acids

Tabela 5. Wartość odżywcza białka ziarna owsa bez i z dodatkiem preparatu enzymatycznego
Table 5. Nutritive value of oat grain protein with and without enzyme supplement

Wyszczególnienie Item	Strawność rzczywista True digestibility (TD)	Wartość biologiczna Biological value (BV)	Wykorzystanie białka netto Net protein utilization (NPU) ¹
Odmiana i barwa owsa Oat variety and colour			
Rajtár – żółty Rajtár – yellow	93,15	67,48	62,78
Gniady – brązowy Gniady – brown	93,06	62,43	58,10
Enzym Enzyme			
–	92,60	64,07	59,31
+	93,61	65,83	61,57
SEM	1,72	0,67	1,69
Istotność różnic Significance			
barwa owsa oat colour	ni	**	**
enzym enzyme	ni	ni	ni
interakcja interaction	ni	ni	ni

¹ NPU = TD × BV/100.

** P<0,01.

– bez enzymu.
without enzyme.

+ z enzymem.
with enzyme.

ni – nieistotne.
ni – not significant.

Omówienie wyników

Ziarno owsa wobec drastycznego spadku pogłowia koni roboczych w Polsce w ostatniej dekadzie XX w. straciło na znaczeniu. W latach 1980–2009 ilość koni w Polsce zmalała z 1790 tys. do 298 tys. (GUS, 1981; 2010). Areał zasiewów owsa pomiędzy 1980 r. a 2009 r. zmalał z 997 tys. ha do 525 tys. ha (GUS, 1981; 2010). Dane za 2013 r. podają areał uprawy owsa w Polsce 434 tys. ha, a zbiór 1190 tys. ton ziarna, z plonem 22,3 dt/ha (GUS, 2015). Obserwuje się wyraźną tendencję spadkową w uprawie owsa. Na Liście Odmian Roślin Rolniczych za 2015 r. znajdowało się 15 odmian owsa zwyczajnego jarego, w tym 9 odmian o żółtych plewkach, 1 odmiana o brązowych plewkach i 5 odmian owsa nagoziarnistego.

Ziarno owsa utrzymuje nadal swoje znaczenie w żywieniu koni rekreacyjnych, a także w tuczu gęsi. Ilość prac naukowych dotyczących składu chemicznego i wartości pokarmowej ziarna owsa jest ograniczona. Tematyka prac naukowych dotyczyła głównie jakości ziarna owsa w aspekcie czynników agrotechnicznych jego uprawy lub wpływu warunków klimatycznych na plonowanie i skład chemiczny ziarna (Podolska

i in., 2009; Tobiasz-Salach i in., 2010; Sułek, 2003; Koziara, 2004; Hebda i Micek, 2007; Sykut-Domańska, 2012). Prace te ukazywały się sporadycznie w odstępach kilkuletnich. Pojawienie się na poletkach doświadczalnych hodowców rodów owsa brązowego i zarejestrowanie jego odmiany skłoniło do przebadania podstawowego składu chemicznego obu form barwnych ziarna owsa, składu aminokwasowego białka i profilu kwasów tłuszczowych lipidów owsa zwyczajnego żółtego, owsa brązowego i owsa nagoziarnistego, a także określenie wartości biologicznej (BV) i strawności rzeczywistej (TD) białka owsa w doświadczeniu na szczurach laboratoryjnych.

Wartość energetyczna i pokarmowa owsa zwyczajnego, żółtego i owsa nagoziarnistego podana jest w wydawnictwie Zalecenia Żywieniowe i Wartość Pokarmowa Pasz, Normy Żywienia Drobiu (Smulikowska i Rutkowski, 2005), a także Tabelach Składu Chemicznego i Wartości Pokarmowej Pasz Krajowych (Brzóska i in., 2015). Jakość owsa na podstawie składu chemicznego oceniono w badaniach Biel i in. (2009). Na podstawie 6 rodów owsa oplewionego i bezłuskiego odmian wzorcowych Polar, Akt i Chwat wykazano, że zawartość białka ogólnego w owsie nagoziarnistego była o około 20%, a tłuszczu surowego o ponad 66% wyższa niż w odmianach owsa oplewionego. W naszych badaniach zawartość białka ogólnego w owsie nagim była wyższa od owsa barwnego, obu form o 12,1%, a tłuszczu o 68,1%. Szymczyk i in. (2007) wykazali, że możliwe jest wykorzystanie owsa nagoziarnistego w żywieniu drobiu ze względu na korzystny skład aminokwasowy i relatywnie niską zawartość włókna i frakcji ścian komórkowych. Zdaniem Gąsiorowskiego i Urbanowicza (1992) w ziarnie owsa obłuszczonego mechanicznie stwierdzono od 10 do 24% więcej białka ogólnego, w porównaniu z innymi zbożami. Myszka i Boros (2013) w badaniach krajowych 13 rodów i 2 odmian owsa obłuszczonego stwierdziły zawartość 15,4±8,4% s.m. białka ogólnego, przy zawartości 7,9% lipidów i 52,4% skrobi. Dalsze badania tych samych autorów dotyczyły składu chemicznego ziarna owsa żółtych odmian Deresz i Bohun i brązowych odmian pochodzącego ze Stacji Hodowli Rośli DANKO. Wykazano istotne różnice, dla wyższej zawartości białka ogólnego w owsie brązowym, wyższej zawartości związków bezazotowych wyciągowych i ligniny (ADL). Nasze badania nie potwierdziły informacji zawartych pracy Biel i in. (2010). Zróżnicowanie odmian i rodów obu form barwnych owsa barwnego było podobne. W cytowanych badaniach analizowano poziom białka w jednej odmianie i 5 rodach owsa nagiego, w porównaniu do 1 odmiany 4 rodów owsa żółtego. Badania te potwierdziły natomiast wyższy udział frakcji ścian komórkowych (ADF) i ligniny (ADL) w odmianach o brązowym zabarwieniu, co bezsprzecznie związane jest z wyższą zawartością łuski nasiennej w tej formie barwnej owsa zwyczajnego. Oddzielenie plewki od właściwej części ziarniaków żółtonasiennych w naszym laboratorium wykazało, że okrywy ziarniaków stanowiły około 16–18% części wagowych ziarna, co skutkowało niższą zawartością białka i skrobi. Udział plewki w ziarnie odmian i rodów owsa oplewionego w badaniach Sykut-Domańskiej (2012) kształtował się na poziomie 18,8–25,7%.

Skład chemiczny ziarna owsa w znacznym stopniu zależy od warunków środowiskowych, ilości opadów i ich rozkładu w okresie wegetacji oraz poziomu nawożenia. Piątkowska i in. (2013) badając odmiany owsa oplewionego, w tym odmiany Gniady, Bohun, Deresz i Cwał pochodzące ze Stacji Doświadczalnej Małopolskiej Hodowli Roślin – czyli takie same odmiany jak w niniejszej pracy, wykazali znacząco

wyższą zawartość białka ogólnego dla odmiany Gniady 17,9; odmiany Bohun 15,1; odmiany Deresz 14,2 i odmiany Cwał 14,0% s.m. Wyniki te jednoznacznie wskazują, że zawartość białka w ziarnie owsa zależy od warunków glebowych, nawożenia i opadów oraz ich rozkładu w okresie wegetacji. Porównanie różnych form barwnych i stopnia oplewienia odmian uprawianych w tych samych warunkach środowiskowych daje pogląd dotyczący tendencji w zawartości składników pokarmowych w ziarnie owsa posiadających znaczenie w żywieniu zwierząt. Ziarno owsa pochodzące z różnych miejscowości i warunków uprawowych może różnić się znacząco pod względem składu chemicznego, szczególnie zawartości białka ogólnego. W badaniach Biel i in. (2010) nie stwierdzono różnic w składzie aminokwasowym i wartości odżywczej białka rodów i odmian owsa żółto- i brązowo-nasiennych. W naszych badaniach różnice takie stwierdzono, lecz średnio dla aminokwasów egzogennych wynosiły one zaledwie 1,1% w wartości względnej na korzyść owsa o barwie brązowej. Ziarno owsa nagoziarnistego zawierało znacząco więcej aminokwasów, ze względu na wyższą zawartość białka. Dotyczyło to wszystkich aminokwasów, egzoi endogennych, a różnica wynosiła 9,3–10,3% w wartościach względnych w porównaniu do oplewionych form barwnych. Istotne różnice dotyczyły zawartości lizyny, a także aminokwasów będących wskaźnikiem intensywności syntezy aminokwasów egzogennych, w tym kwasu asparaginowego i kwasu glutaminowego. Stwierdzone poziomy aminokwasów w formach barwnych owsa w tej pracy były niższe od wartości zawartych w tabelach wartości pokarmowej pasz dla drobiu, w tym lizyny i metioniny (Smulikowska i Rutkowski, 2005), a także były niższe od wartości podanych w tabelach pasz krajowych (Brzóska i in., 2015). Informacje zawarte w tabelach i bazie danych pasz krajowych są wartościami średnimi dla owsa oplewionego i nagoziarnistego dla próbek pochodzących z różnych laboratoriów, tym samym z różnych miejscowości, warunków glebowych, poziomu nawożenia i pozostałych czynników środowiskowych. Badane ziarno owsa oplewionego zawierało natomiast więcej aminokwasów w porównaniu do wartości opisanych w pracy Sterni i in. (2016), którzy badali odmiany owsa uprawiane na Litwie. Badania Ciołek i in. (2008) dotyczyły odmian owsa żółtego i brązowego pochodzące z tej samej Stacji Hodowli Roślin DANKO. Badano dwie odmiany żółto-nasienne Bohun i Deresz oraz trzy rody brązowo-nasienne w tym CHN 28/75 i CHN 28/33, te same rody jak w tej pracy. Wnioskowano, że ziarno owsa brązowego zawierało znacznie mniejsze ilości skrobi oraz większe ilości włókna surowego, co zgodne jest z wynikami uzyskanymi w tej pracy oraz pracach dotyczących odmian owsa oplewionego.

W badaniach Myszkki i Boros (2013) znacznie większą zawartość białka, tłuszczu i skrobi stwierdzono w ziarnie odmiany Nagus i 14 rodach owsa obłuszczonego mechanicznie, w porównaniu do ziarna owsa nagoziarnistego. Powyższe badania sugerują, że na drodze technologicznej można znacząco podwyższyć zawartość cennych pokarmowo składników w ziarnie owsa, w porównaniu do jego formy zmienionej genetycznie. Badania te wykazały ponadto, że zawartość składników pokarmowych, w tym białka, jest silnie uzależniona od miejsca uprawy, a zatem od zasobności gleby w składniki pokarmowe, a być może od poziomu nawożenia mineralnego. Zawartość białka ogólnego w ziarnie owsa w trzech oddalonych lokalizacjach Stacjach Hodowli i Oceny Odmian mieściła się w zakresie od 12,8 do 18,7%, a tłuszczu w zakresie od

7,0 do 8,8%. Poziom tłuszczu w odmianach i rodach ziarna owsa w tej pracy wskazuje na lepsze wyrównanie jego zawartości w poszczególnych odmianach w porównaniu do zawartości białka, wskazuje również, że zawartość tłuszczu w ziarnie owsa ulega mniejszym wahaniom zależnie od warunków środowiskowych w porównaniu do zawartości białka. Badania Gąsiorowskiego (2003) wykazały, że owies nagoziarnisty zawierał więcej fosforu i wapnia, a mniej potasu w porównaniu do owsa plewionego. Zawartość składników mineralnych w ziarnie owsa jest ściśle związana z zasobnością gleby w te składniki, jej odczynem oraz ilością i rozkładem opadów atmosferycznych w okresie wegetacji, co potwierdziły badania Pisulewskiej i in. (2011). Badania prowadzone w 3 siedliskach województwa podkarpackiego na 2 genotypach owsa oplewionego i 2 genotypach owsa nieoplewionego wykazały, że ilość i rozkład opadów atmosferycznych w okresie wegetacji wpływał na plon tłuszczu w ziarnie owsa oraz że formy nieoplewione zawierały o 32% więcej tłuszczu.

Badania Sterni i in. (2015) wykonane na trzech odmianach owsa nawożonych zróżnicowanymi dawkami azotu w ilości 80, 120 i 160 kg N/ha wykazały, że zawartość białka ogólnego w ziarnie wynosiła odpowiednio 136,8; 145,2 i 149,5 g/kg, przy równoczesnym obniżeniu się zawartości tłuszczu i skrobi. Zasobność gleby i poziomu nawożenia azotowego okazały się czynnikami silnie determinującym poziom przemian azotowych w roślinach oraz syntezy i odkładania białka w ziarnie owsa. Wzrostowi zawartości białka odpowiadało zwiększenie aminokwasów egzogennej i endogennej.

Wyniki badań przedstawione w tej pracy wskazują że formy ziarna oplewionego i nagoziarnistego zawierały ponad 80% kwasów nienasyconych (UFA), w tym ponad 50% kwasów wielonienasyconych (PUFA) w sumie kwasów tłuszczowych i nie różniły się istotnie między sobą. Znacznie ponad połowę wielonienasyconych kwasów tłuszczowych stanowiły kwas oleinowy (C18:1) i kwas linolowy (C18:2), co zgodne jest z opinią Bartnik i Rothkaehl (1997). Analizy profilu kwasów tłuszczowych form fizycznych owsa zwyczajnego barwy żółtej wykazały obecność śladowych ilości kwasów mirystynowego (C14), palmitynowego (C16) i oleopalmitynowego (C16:1), 14,2% kwasu stearynowego (C18), 2,9% kwasu linolenowego (gamma C18:3) oraz śladowe ilości kwasów wielonienasyconych, w tym kwasu arachidowego (C20), kwasu behenowego (C22), kwasu erukowego (C22:1) i kwasu dokozaheksaenowego (C22:6; DHA). Ziarno owsa oplewionego i nagoziarnistego nie zawierało kwasu linolenowego (C18:3 gamma), kwasu arachidonowego (C20:4) ani kwasu eikozapentaenowego (C20:5; EPA). Przyjmuje się, że w grupie lipidów ziarna owsa w ilości około 1% występują fitosterole, hamujące wchłanianie cholesterolu u zwierząt (Bartnikowska i in., 2000). Słabo poznany jest wpływ czynników środowiskowych, w tym nawożenia, oświetlenia i temperatury na syntezę kwasów tłuszczowych w ziarnie zbóż.

Badania trzech form fizycznych owsa żółtego uprawianego na Kujawach, w tym owsa całego, gniecionego i śrutowanego wykazały, że zawierał średnio 121 g białka ogólnego, 44,7 g tłuszczu surowego, 161 g włókna surowego, 347,5 g NDF, 161 g ADF, 30,5 g ADL i 393 g/kg skrobi (Kłopotek, 2016). Zawartość aminokwasów egzogennej w 1 kg suchej masy form fizycznych owsa była zbliżona i wynosiła, lizyny 4,6 g, metioniny 1,8 g, cystyny 2,2 g, tryptofanu 1,5 g i treoniny 4,0 g. Skład aminokwasowy form fizycznych owsa był niemal jednakowy jak stwierdzony

w ziarnie owsa żółtego w tej pracy. Wyższa zawartość plewki nasiennej w ziarnie owsa brązowego wpłynęła na wyższą zawartość włókna surowego i frakcji ścian komórkowych oraz ligniny, a także mniejszą zawartość skrobi w tych badaniach. Cechą charakterystyczną owsa oplewionego i nagoziarnistego jest wysoka zawartość frakcji rozpuszczalnych włókna pokarmowego, arabinoksylanów i beta-D-glukanów. W ziarnie owsa obłuszczonego i nagoziarnistego frakcje te stanowią ponad 50% ogólnej zawartości włókna pokarmowego, przy zawartości 10–25% w ziarnie innych zbóż naszej strefy klimatycznej (Bartnik i Rothkaehl, 1997).

Nieliczne wyniki badań dotyczą strawności rzeczywiście i wartości biologicznej białka form, odmian i rodów owsa. Badania Maciejewicz-Ryś i Sokół (1999) i Petkova i in. (1999) wykazały, że wartość biologiczna (BV) i strawność rzeczywista (TD) białka owsa odmian nagoziarnistych jest istotnie wyższa niż odmian owsa oplewionego. Wyniki badań strawności rzeczywiście i wartości biologicznej białka 17 rodów i odmian owsa nagoziarnistego w badaniach Szymczyk (2005) wykazały, że białko większości badanych rodów owsa charakteryzowało się strawnością pomiędzy 87,9 a 95,7% oraz wartością biologiczną od 68,8 do 74,6. Niższe wartości ID, przy zbliżonym do prezentowanego wykorzystaniu białka netto (NPU) dla owsa nagoziarnistego i obłuszczonego uzyskały w swoich badaniach Kosieradzka i Fabijańska (2001). Wyniki badań uzyskane dla odmian i rodów owsa form oplewionych, barwnych kształtowały się na zbliżonym poziomie. Z prezentowanych badań wynika, że w metodzie bilansowej o wykorzystaniu białka netto (NPU) mógł decydować skład podstawowy oraz zawartość substancji odżywczych, a w mniejszym stopniu skład aminokwasowy białka (Bartnik i Rothkaehl, 1997).

Reasumując, można stwierdzić, że zróżnicowanie poszczególnych odmian i rodów ziarna owsa pod względem składu chemicznego i wartości pokarmowej ziarna jest większe niż średnie wartości dla form barwnych owsa żółtego i brązowego. Owies brązowy ze względu na wyższy udział plewki nasiennej charakteryzuje się niższą zawartością białka ogólnego, aminokwasów i tłuszczu surowego oraz skrobi, a zdecydowanie wyższą zawartością włókna surowego oraz frakcji ścian komórkowych ADF i ADL. Nie wykazano istotnego zróżnicowania form barwnych odmian i rodów owsa w zakresie strawności rzeczywiście, natomiast owies żółty charakteryzował się istotnie wyższą wartością biologiczną białka oraz wyższym współczynnikiem wykorzystania białka netto. Nie stwierdzono cech chemicznych i pokarmowych owsa brązowego istotnie wyróżniające go ponad cechy owsa żółtego.

Piśmiennictwo

- Aman P. (1987). The variation in chemical composition of Swedish oats. *Acta Agric. Scand.*, 37: 347–352.
- AOAC (1999). *Official Methods of Analysis*. Ed. AOAC, Gaithersburg, MD.
- Bartnik M., Rothkaehl J. (1997). Owies: zboże warte zainteresowania. *Przem. Spoż.*, 6 (38): 17–19.
- Bartnikowska E., Lange E., Rakowska M. (2000). Ziarno owsa – niedoceniane źródło składników odżywczych i biologicznie czynnych. Część I: Ogólna charakterystyka owsa. Białka i tłuszcze. *BIHiAR*, 215: 229–222.
- Biel W., Bobko K., Maciorowski R. (2009). Chemical composition and nutritive value of husked and naked oat grain. *J. Cereal Sci.*, 49: 413–418.

- Biel W., Szołkowska A., Bobko K., Jaśkowska I. (2010). Skład chemiczny i jakość białka ziarna owsa brązowo- i żółtoplewkowego. *Folia Pomer. Univ. Technol. Stetin.*, 278 (14): 39–48.
- Brzóska F., Śliwiński B., Furgal-Dierżuk I. (2015). Tabele składu chemicznego i wartości pokarmowej pasz krajowych. Wyd.: Instytut Zootechniki PIB.
- Cave N.A., Burrows V.D. (1993). Evaluation of naked oat (*Avena nuda*) in the broiler chicken diet. *Can. J. Anim. Sci.*, 73: 393–399.
- Ciołek A., Makarska E., Makarski B. (2008). Zawartość wybranych składników żywieniowych w ziarnie owsa czarnego i żółto-ziarnistego. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 3, 58: 80–88.
- Eggum B.O. (1973). A study of certain factors influencing protein utilization in eats and pigs. *Beret. Forsogslab. Statens. Husdyrbrugsudvalg.*, 406: 17–30.
- ETEVP (1989). European Table of Energy Values for Poultry Feedstuffs. 9th Edition.
- Gąsiorowski H. (2003). Wartość fizjologiczno-żywniowa owsa. *Prz. Zboż. Młyn.*, 47 (3): 26–28.
- Gąsiorowski H., Urbanowicz M. (1992). Owies – roślina XXI wieku. Owies w żywieniu zdrowego i chorego człowieka. *Prz. Zboż.-Młyn.* 5: 18.
- Givens D.I., Davies T.W., Laverick R.M. (2004). Effect of variety, nitrogen fertilizer and various agronomic factors on the nutritional value of husked and naked oats grain. *Anim. Food Sci. Tech.*, 113: 169–181.
- Hebda T., Micek P. (2007). Cechy geometryczne ziarna wybranych odmian zbóż. *Inżynieria Rolnicza*, 5, 93: 187–193.
- Kłopotek E. (2016). Wpływ postaci fizycznej ziarna owsa na efekty produkcyjne, strawność i jakość tuszek gęsi Białych Kołudzkich®. Rozprawa doktorska. Instytut Zootechniki PIB.
- Kosieradzka I., Fabijańska M. (2001). Composition of the nutritive value of naked and husked oat protein with wheat and maize. *J. Anim. Feed Sci.*, 10, 2: 309–314.
- Koziara W. (2004). Reakcja trzech odmian owsa na deszczowanie i nawożenie azotem. *Biul. IHAR*, 231: 397–403.
- Kukuła S. (2001). Charakterystyka i wymagania agrotechniczne odmian owsa. *Biul. IHAR*, 221: 3–11.
- Landry J., Delhaye S., Jones D.G. (1992). Determination of tryptophan in feedstuffs: Comparison of two methods of hydrolysis prior to HPLC analysis. *J. Sci. Food Agr.*, 58 (3): 439–441.
- Loor J.J., Herbein J.H. (2001). Alterations of blood plasma and milk fatty acid profiles of lactating Holstein cows in response to ruminal infusion of a conjugated linoleic acid mixture. *Anim. Res.*, 50 (6): 463–467.
- Maciejewicz-Ryś J., Sokół K. (1999). Wartość pokarmowa owsa oplewionego (*Avena sativa* L.) i nagoziarnistego (*A. sativa* var. *nuda*). *Żywność, Supl.*, 1 (18): 273–278.
- Michalski T., Idziak R., Menzel L. (1999). Wpływ warunków pogodowych na plonowanie owsa. *Żywność, Nauka, Technologia, Supl.*, 1 (18): 49–52.
- Myszka K., Boros D. (2013). Poszukiwanie genotypów owsa o poprawionej wartości odżywczej oraz wysokich właściwościach bioaktywnych. *Biul. IHAR*, 268: 1–112.
- Peltonen-Sainio P. (1994). Yield component differences between naked and conventional oat. *Agron. J.*, 86: 510–513.
- Petkov K., Piech M., Łukaszewski Z., Kowieska A. (1999). Porównanie składu chemicznego i wartości pokarmowej owsa nieoplewionego i oplewionego. *Żywność, Supl.*, 19 (18): 253–259.
- Piątkowska E., Kopeć A., Kidacka A., Leszczyńska T., Pisulewska E. (2013). Zawartość składników odżywczych i właściwości antyoksydacyjne różnych frakcji ziarna wybranych odmian i rodów owsa. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 6, 91: 91–105.
- Pisulewska E., Tobiasz-Salach R., Witkiewicz R., Cieślak E., Bobrecka-Jamro D. (2011). Wpływ warunków siedliska na jakość lipidów w wybranych formach owsa. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 3 (76): 66–77.
- Podolska G., Nita Z., Mikos M. (2009). Plonowanie i skład chemiczny ziarna nagoziarnistej formy owsa karłowego (STH 5630) w zależności od gęstości siewu i nawożenia azotem. *Fragm. Agron.*, 1: 100–101.
- Pomeranz Y., Youngs V.L., Robbins G.S. (1972). Protein content and amino acid composition of oat species and tissues. *Cereal Chem.*, 50: 702–707.
- Rasane P., Jha A., Sabikhi L., Kurmar A., Unnikrishan V.S. (2015). Nutritional advantages of oats and opportunities for its processing as value added food – a review. *J. Food Sci. Technol.*, 52 (2): 662–675.

- 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.
- Robbins G.S., Pomeranz Y., Briggles W.L. (1971). Amino acid composition of oat groats. *J. Agr. Food Chem.* 19: 536.
- Sangwan S., Singh R., Tomar S.K. (2014). Nutritional and functional properties of oats: An update. *J. Innov. Biol.*, 1 (1): 3–14.
- Smulikowska S., Rutkowski A. (2005). Zalecenia żywieniowe i wartość pokarmowa pasz. Normy Żywnienia drobiu. Wydanie IV zmienione i uzupełnione. Wyd. Instytut Fizjologii i Żywnienia Zwierząt PAN, Jabłonna.
- Sterna V., Zute S., Jansone I., Brunava L., Kantane I. (2015). The chemical composition of new oat varieties and breeding lines created in Latvia. *Acta Biol. Univ. Daugavp.* 15, 2: 367–373.
- Sterna V., Zute S., Brunava L. (2016). Oat grain composition and its nutrition benefice. *Agricultural and Agricultural Science Procedia*, 8: 252–256.
- Sułek A. (2003). Wpływ dawek azotu na plon ziarna i jego komponenty u nowych odmian owsa. *Biul. IHAR*, 229: 125–130.
- Sułek A., Brzóska F. (2007). Uprawa i wykorzystanie owsa. Instrukcja upowszechnieniowa. Nr 141. Wyd. IUNG PIB Puławy, Instytut Zootechniki PIB.
- Sykut-Domańska E. (2012). Charakterystyka wybranych cech fizycznych ziarna owsa nagiego i zwyczajnego (*Avena sativa* L.). *Acta Agrophysica*, 19, 4: 845–856.
- Szymczyk B. (2005). Ocena wartości pokarmowej białka ziarna karłowego owsa nagoziarnistego w doświadczeniach na szczurach i kurczątach brojlerach. Sprawozdanie końcowe tematu 2221.1, wyd. Instytut Zootechniki.
- Szymczyk B., Hanczakowski P. (2006). Effect of different naked oat cultivars in the diet on serum lipid profile in rats. *Pol. J. Nutr. Sci. Suppl.*, 1: 3–4.
- Szymczyk B., Hanczakowski P., Szczurek W., Frys-Żurek M. (2007). Effect of naked oat and enzymes in diets for broiler chickens on quality, fatty acid profile and oxidative stability of breast muscle. *Po. J. Food Nutr. Sci.*, 57, 4: 541–545.
- Tobiasz-Salach R., Bobrecka-Jamro D., Buczek J., Szpunak-Krok E. (2010). Reakcja owsa oplewionego i nagoziarnistego na działanie regulatorów wzrostu. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 3, 70: 174–181.
- Van Soest J.P. (1994). *Nutritional Ecology of Ruminants*. 2nd ed. Cornell University Press, Ithaca, NY.
- Zhou M.X., Holmes M.G., Robards K., Helliwell S. (1998). Fatty acid composition of lipids of Australian oats. *J. Cereal Sci.*, 28: 311–319.

Zatwierdzono do druku 8 I 2018

FRANCISZEK BRZÓSKA, BEATA SZYMCZYK, ALEKSANDRA SZOŁKOWSKA,
BOGDAN ŚLIWIŃSKI, MARIUSZ PIETRAS

Amino acid composition, fatty acid profile and nutritive value of oat grain in Poland

SUMMARY

The aim of the study was investigate the nutritive value, amino acid composition and fatty acid profile of 14 varieties and strains of husked oats (yellow and brown in colour) and naked oat grain. The feeding experiment was carried on rats to investigate the total digestibility (TD), biological value (BV) and net protein utilization (NPU) of diets containing 70% of husked yellow oats.

The oat was cultivated in DANKO Plant Breeding Ltd., Poland. The husked yellow oat contained an average of 22.6% husk, but the brown oat contained 27.1% husk on average (w/w). The crude protein content in yellow and brown husked oats and naked oats was 131.0, 130.9 and 146.8 g/kg of d.m., respectively

The ether extract in the oat grain was 42.9, 42.0 and 71.7 g/kg d.m., respectively. The crude protein and ether extract concentration in naked oats was significantly higher than in the husked oats grain ($P < 0.05$). The crude fibre in varieties and strains of the oats grain was 101.7, 117.8 and 39.7 g/kg of d.m., respectively ($P < 0.05$), but the respective starch content was 447.5, 425.6 and 497.7 g/kg d.m. The crude fibre, ADF and ADL content in naked oats grain was significantly lower than in yellow and brown husked oats grain ($P < 0.05$). Concentration of metabolizable energy in the investigated oats grain was 10.54, 10.04 and 13.87 MJ AME/kg respectively, but the energy concentration in naked oats grain was significantly higher than in husked varieties and strains of the grain ($P < 0.05$).

The lysine concentration in husked, yellow and brown oats grain was 4.64, 4.75 and 5.21 g/kg of d.m. respectively, and was significantly higher in naked oats grain ($P < 0.05$). The level of methionine was 1.87, 1.85 and 2.06 g/kg d.m. respectively but the level of threonine was 4.14, 4.23 and 4.53 g/kg d.m., without significant differences between coloured forms of husked oats grain.

Naked oats grain contained a significantly higher level of aspartic acid and glutamic acid ($P < 0.05$). The sum of exogenous fatty acids in oats grain was 38.38, 38.65 and 42.54 g/kg d.m., respectively. The level of unsaturated fatty acids (UFA) in oats grain was 85.14, 85.24 and 84.85% of the sum of fatty acids, without significant difference between coloured husked forms of oat strains and between husked and naked oat grain. The level of polyunsaturated fatty acids (PUFA) in oats grain was 57.53, 58.99 and 56.28% of the sum of fatty acids. There were no significant differences in the content of particular fatty acids in husked yellow vs brown and husked vs naked oats varieties and strains.

The feeding experiment carried out on rats showed no significant differences in diet total digestibility (TD) between yellow and brown forms of the husked oats grain, with and without supplementation of the multienzyme (protease, amylase, xylanase, beta-glucanase and cellulase). The biological value (BV) of yellow oats was significantly higher than that of brown oats grain ($P < 0.05$), without significant effect of enzyme addition to the diet and significant interaction of both experimental factors. Net protein utilization (NPU) was significantly higher for yellow oats grain, with a tendency to be higher for diet with enzyme supplementation. We conclude that brown husked oats is comparable with yellow husked oats.

Key words: nutritive value, common oat, naked oat, husked varieties