

Influence of a lower content of energy in the ration on blood biochemical profile and selected hormones concentration in bulls

Wpływ obniżonej zawartości energii w dawce pokarmowej buhajków na profil biochemiczny krwi i stężenie wybranych hormonów

Beata GŁOWIŃSKA*¹ and Adam OLER²

¹Katedra Fizjologii Zwierząt, Uniwersytet Technologiczno-Przyrodniczy w Bydgoszczy, Mazowiecka 28, 85-084 Bydgoszcz, Polska

²Katedra Hodowli Bydła, Uniwersytet Technologiczno-Przyrodniczy w Bydgoszczy, Mazowiecka 28, 85-084 Bydgoszcz, Polska, *correspondence: bglow@utp.edu.pl; tel. 52 374 97 25

Abstract

The purpose of the study was to examine the blood biochemical profile and selected hormones content in Black-and-White Polish Holstein-Friesian bulls (PHF) and crossbreds obtained from PHF dams sired by Limousine (PHFxLM), on different date during the experiment. Animals in group: I (PHF) and III (PHFxLM) over 63 days prior to slaughter were provided with the ration energy limited to 80% of the maintenance requirement. Until slaughter the bulls in group II (PHF) and IV (PHFxLM) were receiving a balanced ration. Blood from all the animals was collected three times. The date of blood collection during the experiment did not have a significant effect on the content of total protein, albumin, triglyceride and alanine aminotransferase activity (ALT) as well as the insulin and triiodothyronine (T₃) content. Significant increase in the level of glucose in group II and IV, HDL and urea in III and activity of AST in all groups in 14th (B) and 70th (C) day of experiment occurred. Significant decrease of thyroxine (T₄) was found in all animals. The analyses of total blood plasma cholesterol initially showed decrease and then significant increase.

Keywords: bull, energy, blood biochemistry, insulin, thyroid hormone

Streszczenie

Badania przeprowadzono w celu określenia profilu biochemicznego krwi i poziomu wybranych hormonów w różnych etapach doświadczenia na buhajkach rasy polskiej holsztyńsko-fryzyjskiej odmiany czarno-białej (PHF) oraz mieszańcach pochodzących ze skrzyżowania samic PHF z samcami rasy limousine (PHFxLM). Zwierzętom grupy I (PHF) i III (PHFxLM) na 63 dni przed ubojem ograniczono poziom energii w dawce pokarmowej do 80% zapotrzebowania bytowego. Natomiast

buhajki grupy II (PHF) i IV (PHFxLM) do końca opasu otrzymywały dawkę zbilansowaną. Krew do analiz pobrano od zwierząt trzykrotnie. Analizy wykazały, że termin pobrania krwi nie wpłynął istotnie na zawartość białka całkowitego, albumin, triglicerydów oraz aktywność aminotransferazy alaninowej (ALT) jak również na poziom insuliny i trijodotyroniny (T_3). Odnotowano istotny wzrost koncentracji glukozy w grupie II i IV, HDL i mocznika w III oraz aktywności AST we wszystkich grupach buhajków w 14-stym (B) i 70-tym (C) dniu trwania eksperymentu. Również we wszystkich grupach zwierząt, w obydwu terminach badania krwi po okresie adaptacyjnym stwierdzono znaczący spadek poziomu tyroksyny (T_4). Analiza koncentracji cholesterolu całkowitego w surowicy wykazała początkowo wzrost a następnie spadek jego zawartości .

Słowa kluczowe: buhajki, energia, biochemia krwi, insulina, hormony tarczycy

Detailed abstract

The consumer preferences which involve the consumption of beef of specific quality characteristics make, in some fattening periods, animal nutrition incompliant with the animals genetically conditioned requirements, which can result in problems in maintaining homeostasis. The research into the biochemical parameters and hormones in blood serum facilitates the evaluation of the condition of the animal organism being affected by various factors of the environment, including nutrition. The results of those analyses make it possible to show the functioning of respective organs, e.g. rumen and liver, as well as the pattern of specific metabolic changes. The present study comprised purebred Black-and-White Polish Holstein-Friesian bulls (PHF) and crossbreds obtained from PHF dams sired by Limousine (PHFxLM). Animals in group: I (PHF) and III (PHFxLM) over 63 days prior to slaughter were provided with the ration energy limited to 80% of the maintenance requirement. A lower level of energy was obtained by limiting the amount of maize silage and a change in the type of concentrate feed: crushed cereal grain was cancelled, the share of high-protein feeds (expelled soy meal) was increased, feed containing protein protected against decomposition in rumen was introduced. Until slaughter the bulls in group II (PHF) and IV (PHFxLM) were receiving a balanced ration. Blood was collected from all the animals three times: on the day of the division into group (A- 0 day of the experiment) , 7 days after the end of the adaptation period (B- 14th day of the experiment) and the third time- on the slaughter day (C- 70th day of the experiment). The levels of some biochemical parameters and hormones in the blood serum were determined. The date of blood collection during the experiment did not have a significant effect on the content of total protein, albumin, triglyceride and alanine aminotransferase activity (ALT) as well as the insulin and triiodothyronine (T_3) content. Significant increase in the level of glucose ($P < 0.01$) in group II (date C) and IV ($P < 0.05$; date B and C), HDL ($P < 0.01$; date B and C) and urea ($P < 0.01$; date B and C) in III as well as activity of AST in all groups on the 70th (C) day of the experiment occurred. Significant decrease of thyroxine (T_4) was found in all the animals on all dates of blood collection. The analyses of total blood plasma cholesterol initially showed decrease ($P < 0.01$; date B) and then significant increase ($P < 0.01$; date C).

The changes in the content of some tested parameters can result from the

temporary disturbance of the organism homeostasis. Probably, other factors than those used in the present experiment could also be the reason especially for the changes which occurred at the same time in all experimental groups on the all dates of blood collection.

Wstęp

Intensywność żywienia, rodzaj skarmianych pasz oraz rasa zwierząt, to zasadnicze czynniki determinujące zawartość składników odżywczych w mięsie (Boylston, et al., 1995; Zembayashi and Nishimura, 1996; Laborde, et al., 2001). Stwierdzono, że obniżenie poziomu energii w dawce pokarmowej może doprowadzić do zmniejszenia otluszczenia mięsa opasanych zwierząt i poprawy jego jakości (Murphy and Loerch, 1994; Noci, et al., 2005). Należy jednak pamiętać o niebezpieczeństwie zaburzenia równowagi wewnętrznej organizmu. Każdy zdrowy organizm zwierzęcy posiada zdolności adaptacyjne do zmiennych warunków środowiska, lecz możliwości kompensacyjne zaburzeń homeostazy ustroju są ograniczone. Ważnym zagadnieniem jest więc określenie dopuszczalnej wielkości i długości okresu redukcji poziomu energii w dawce pokarmowej.

Zasadnicza rola, jaką spełnia krew w utrzymaniu homeostazy ustroju oraz łatwość jej pozyskania, pozwalają na przeprowadzenie analizy sposobów żywienia zwierząt na podstawie zawartości różnych metabolitów w surowicy krwi. Dobór odpowiednich parametrów biochemicznych określających stan poszczególnych narządów i układów jest w tej ocenie niezmiernie ważny.

Za bezpośredni wskaźnik przemian energetycznych w ustroju uznaje się stężenie glukozy w krwi, natomiast zawartość triglicerydów oraz cholesterolu jest pośrednio związana z gospodarką energetyczną i charakteryzuje przemiany tłuszczów. Większość frakcji lipidów krwi występuje w postaci połączeń białkowo-lipidowych, czyli lipoprotein. W zależności od bieżącego zapotrzebowania na energię powstałe w wyniku procesów trawiennych kwasy tłuszczowe są zamieniane w tłuszcz obojętny, bądź po związaniu z albuminami i HDL czyli lipoproteinami o wysokiej gęstości stanowiącymi główną frakcję lipoproteinową (Cooper, et al., 1992), transportowane są za pośrednictwem krwi do wątroby. Tam w procesie beta-oksydacji zostają zamienione na acetylo-CoA, a następnie włączane w cykl Krebsa stanowiąc źródło energii. Nadmiar kwasów tłuszczowych po przemianie do triglicerydów uwalniany jest z wątroby z powrotem do krwi (Breuking and Wensing, 1997). Niskie tempo odtransportowywania trójglicerydów z wątroby u przeżuwaczy sprzyja ich kumulacji w hepatocytach, upośledza przebiegające w nich procesy metaboliczne, a nawet trwale uszkadza komórki wątrobowe. Przydatnym wskaźnikiem w rozpoznawaniu zmian czynnościowych tego narządu jest określenie aktywności enzymów wątrobowych np.: aminotransferazy asparaginianowej (AST) i alaninowej (ALT).

Za bezpośrednio wskaźniki metabolizmu białek w ustroju uznaje się poziom białka ogólnego, albumin i mocznika. Odchylenia od norm wymienionych parametrów krwi mogą wskazywać między innymi na zachwianie stosunku białkowo-energetycznego dawki pokarmowej (Park, 1985), co z kolei może prowadzić do wykorzystania białka, jako źródła energii przy jej niedostatecznej podaży w paszy.

Ważną rolę w utrzymaniu homeostazy organizmu pełnią hormony regulujące przemiany metaboliczne. Poziom insuliny w krwi bydła jest silnie skorelowany z

tempem przyrostów masy ciała (Ellenberger, et al., 1989; Hayden, et al., 1993; Hersom, et al., 2004). Również ograniczenie podaży paszy zwierzętom, równoznaczne ze zmniejszeniem pobrania energii, powoduje spadek zawartości trijodotyroniny (T₃), tyroksyny (T₄) i insuliny w krwi (Ellenberger, et al., 1989; Yelich, et al., 1995).

Zagrożenie homeostazy ustrojowej skutkami zbyt długiej ekspozycji na umiarkowane niedobory żywieniowe jest realne. Celem badań było określenie wpływu obniżonej przez okres dwóch miesięcy opasu do 80% zapotrzebowania bytowego podaży energii w dawce pokarmowej buhajków rasy holsztyńsko-fryzyjskiej i mieszańców limousine na stężenie wybranych wskaźników biochemicznych i hormonów w krwi.

Materiał i metody

Doświadczenie przeprowadzono na 30 buhajkach rasy polskiej holsztyńsko-fryzyjskiej odmiany czarno-białej (PHF) i 30 mieszańcach pochodzących ze skrzyżowania samic rasy polskiej holsztyńsko-fryzyjskiej z samcami rasy limousine (PHFxLM). Zwierzęta przez cały okres tuczu przebywały w budynku alkierzowym i miały stały dostęp do świeżej wody. Żywnione były indywidualnie a pasze zadawano dwukrotnie w ciągu doby, w jednakowej ilości rano i wieczorem. Podstawą dawki była kiszonka z kukurydzy oraz sianokiszonka z traw. Dawka była uzupełniana paszą treściwą zawierającą śrutowane ziarno zbóż, poekstrakcyjną śrutę sojową i rzepakową oraz mieszankę mineralno-witaminową. Dawki dla zwierząt ustalono z wykorzystaniem programu komputerowego INRAtion wersja 2. x. x., na podstawie wcześniejszej analizy chemicznej pasz i obliczeniu ich wartości pokarmowej. Całkowite zapotrzebowanie na składniki pokarmowe zostało określone w oparciu o Normy Żywienia Przeżuwaczy (INRA, 1993)

Na 70 dni przed ubojem zwierzęta podzielono na 4 grupy zróżnicowane pod względem żywienia i genotypu: grupa I - buhajki PHF, którym w okresie 63 dni przed ubojem ograniczono energię w dawce do poziomu 80% zapotrzebowania bytowego; grupa II - buhajki PHF, do uboju żywione dawką zbilansowaną pod względem zawartości białka i energii; grupa III - buhajki PHFxLM, którym w okresie 63 dni przed ubojem ograniczono energię w dawce do poziomu 80% zapotrzebowania bytowego; grupa IV - buhajki PHFxLM, do uboju żywione dawką zbilansowaną pod względem zawartości białka i energii.

Niższy poziom energii w grupach I i III uzyskano poprzez ograniczenie ilości kiszonki z kukurydzy i zmianę rodzaju paszy treściwej: wycofano śrutowane ziarno zbóż, zwiększono udział pasz wysokobiałkowych (poekstrakcyjnej śruty sojowej), wprowadzono paszę zawierającą białko chronione przed rozkładem w żwaczu. Zmiana dawki i wprowadzanie nowych pasz odbywało się stopniowo, w ciągu 7 dni od momentu podziału zwierząt na grupy (okres adaptacyjny).

W czasie trwania doświadczenia co 10 dni badano masę ciała buhajków i przeprowadzano korektę dawek pokarmowych dostosowując je do aktualnej masy ciała zwierząt.

Krew od wszystkich zwierząt pobierano przed rannym karmieniem z żyły szyjnej zewnętrznej trzykrotnie. Po raz pierwszy-A, w dniu podziału zwierząt na grupy (0 dzień trwania eksperymentu), ponownie-B, 7 dni po zakończeniu okresu adaptacyjnego (14 dzień trwania eksperymentu) i po raz trzeci-C, w dniu uboju (70

dzień trwania eksperymentu). Pozyskane próbki po koagulacji wirowano przy 3000 obrotów przez 10 minut. Oddzielną surowicę przechowywano w temperaturze -20°C, aż do momentu wykonania analiz.

Zawartość glukozy, białka ogólnego, albumin, cholesterolu całkowitego, HDL, triglicerydów, mocznika, aminotransferazy asparaginianowej (AST) i alaninowej (ALT) oznaczono na fotometrze Epoll-20 przy użyciu gotowych zestawów firmy Alpha Diagnostic Intl. Inc., USA. Oznaczenia poziomu insuliny, trijodotyroniny (T₃) i tyroksyny (T₄) w surowicy krwi wykonano metodami RIA przy użyciu zestawów Diagnostic System Laboratories, Inc., USA (T₃ i T₄) oraz Nordic BioSite (insulina).

Wyniki analiz opracowano statystycznie korzystając z narzędzi programu Statistica 8.0 PL – jednoczynnikowej analizy wariancji i testu *post hoc* Duncana.

Wyniki i dyskusja

W Tabeli 1 przedstawiono wartości badanych wskaźników biochemicznych krwi.

Tabela 1. Profil biochemiczny krwi buhajków w różnych okresach trwania doświadczenia

Table 1. Blood biochemical profile in bulls on different dates during the experiment

Parametr/Grupa Parameter/Group	Termin pobrania krwi Date of blood collection		
	A	B	C
Glukoza, mmol l ⁻¹ Glucose, mmol l ⁻¹			
I	4.22 ± 0.54 ¹	4.09 ± 0.30	4.44 ± 0.49
II	4.07 ± 0.20 ^A	4.34 ± 0.47	4.86 ± 0.57 ^A
III	4.13 ± 0.46	3.78 ± 0.63	5.01 ± 1.46
IV	4.09 ± 0.33 ^a	4.17 ± 0.52 ^b	4.85 ± 0.58 ^{ab}
Białko ogólne, g l ⁻¹ Total protein, g l ⁻¹			
I	79.60 ± 9.40	80.40 ± 10.50	91.70 ± 7.50
II	82.90 ± 11.30	78.10 ± 8.90	87.00 ± 10.60
III	78.90 ± 8.30	77.10 ± 9.20	89.40 ± 10.50
IV	79.10 ± 5.40	77.30 ± 9.10	85.90 ± 5.30
Albuminy, g l ⁻¹ Albumin, g l ⁻¹			
I	43.00 ± 4.50	33.20 ± 2.50	36.90 ± 2.90
II	42.90 ± 4.30	32.70 ± 1.60	34.60 ± 2.60
III	41.80 ± 5.10	32.70 ± 2.40	37.90 ± 2.00
IV	43.00 ± 5.00	32.60 ± 1.80	34.80 ± 2.40

Cholesterol całkowity, mmol l ⁻¹ Total cholesterol, mmol l ⁻¹			
I	4.55 ± 0.90 ^{AB}	1.96 ± 0.50 ^{AC}	2.62 ± 0.46 ^{BC}
II	4.42 ± 0.97 ^{AB}	1.67 ± 0.52 ^{AC}	2.64 ± 0.65 ^{BC}
III	4.12 ± 1.21 ^{AB}	2.07 ± 0.49 ^{AC}	2.82 ± 0.54 ^{BC}
IV	3.92 ± 0.64 ^{AB}	1.74 ± 0.57 ^{AC}	2.71 ± 0.55 ^{BC}
HDL, mmol l ⁻¹			
I	1.52 ± 0.23	1.49 ± 0.29	1.59 ± 0.44
II	1.35 ± 0.28	1.40 ± 0.19	1.43 ± 0.59
III	1.31 ± 0.22 ^A	1.41 ± 0.23 ^B	1.79 ± 0.42 ^{AB}
IV	1.39 ± 0.17	1.36 ± 0.18	1.51 ± 0.54
Triglicerydy, mmol l ⁻¹ Triglyceride, mmol l ⁻¹			
I	0.27 ± 0.07	0.27 ± 0.04	0.19 ± 0.02
II	0.25 ± 0.02	0.27 ± 0.06	0.19 ± 0.04
III	0.24 ± 0.07	0.31 ± 0.12	0.20 ± 0.05
IV	0.22 ± 0.05	0.33 ± 0.11	0.19 ± 0.04
Mocznik, mmol l ⁻¹ Urea, mmol l ⁻¹			
I	3.08 ± 1.33	3.88 ± 1.65	4.26 ± 1.07
II	3.13 ± 1.16 ^b	1.49 ± 0.36 ^b	2.20 ± 0.82
III	2.23 ± 0.49 ^{AB}	4.86 ± 2.02 ^A	4.90 ± 0.86 ^B
IV	2.04 ± 0.56	1.94 ± 0.86	2.49 ± 0.94

¹ wartości zaprezentowano, jako średnie ± SD

¹ data are presented as means ± SD

^{a,b} średnie w rzędzie oznaczone tymi samymi literami różnią się istotnie P < 0.05

^{a,b} means in the row with the same letters differ significantly at P < 0.05

^{A,B,C} średnie w rzędzie oznaczone tymi samymi literami różnią się istotnie P < 0.01

^{A,B,C} means in the row with the same letters differ significantly P < 0.01

W obu grupach zwierząt żywionych dawką zbilansowaną stwierdzono istotny statystycznie wzrost koncentracji glukozy. U buhajków grupy II (PHF) zawartość tego parametru wzrosła z 4.07 mmol l⁻¹ w pierwszym terminie pobrania krwi (A) do 4.86 mmol l⁻¹ w trzecim (C), a różnica okazała się istotna statystycznie (P < 0.01). Z kolei w surowicy krwi mieszańców grupy IV (PHFxLM) wzrost wartości z 4.09 mmol l⁻¹ (A) do 4.85 mmol l⁻¹ (C) różnił się istotnie przy P < 0,05. Zwraca uwagę brak statystycznego zróżnicowania stężeń glukozy w grupie III (PHFxLM- ograniczona ilość energii; 5.01 mmol l⁻¹- pobranie C). Jego przyczyną była duża zmienność tego wskaźnika w próbkach krwi z ostatniego pobrania (SD= 1.46). Dla porównania przy wartości średniej 4.13 mmol l⁻¹ dla terminu A odchylenie standardowe wyniosło 0.46, natomiast dla B odpowiednio: 3.78 oraz 0.63. Mimo braku istotnych różnic w poziomie glukozy u buhajków grupy I i III, zaobserwowano w obu przypadkach tę samą tendencję zmian: początkowo spadek (B), a następnie wzrost (C) koncentracji badanego parametru w krwi. Rule, i wsp. (1985) po dwóch dniach całkowitego głodzenia wolców odnotowali istotny spadek poziomu glukozy (z 4.55 do 3.31 mmol/l), lecz w czasie kolejnych trzech dni koncentracja tego parametru uległa

ponownemu podwyższeniu, który utrzymał się do końca eksperymentu (8 dni). Należy jednak podkreślić, że badania przeprowadzono na walcach całkowicie pozbawionych pokarmu, a tym samym energii.

Poziom białka całkowitego i albumin nie różnił się w sposób istotny w żadnej grupie zwierząt przez cały czas trwania doświadczenia. Brak potwierdzonych różnic w grupach z obniżoną zawartością energii w dawce pokarmowej (grupa I i III) świadczy o dostatecznym zaopatrzeniu organizmów w białko, a przede wszystkim o nie wykorzystywaniu go przez zwierzęta, jako źródła energii mimo trwającego ponad dwa miesiące jej deficytu w paszy.

Ostatnim z badanych markerów metabolizmu białek w ustroju był poziom mocznika. Najbardziej istotne zmiany odnotowano w grupie III, w której wzrost koncentracji tego parametru był znaczący ($P < 0.01$) już w 14-tym dniu doświadczenia (B), a w dniu uboju (C) osiągnął najwyższy poziom - 4.90 mmol l^{-1} . Podobną tendencję, chociaż niepotwierdzoną statystycznie obserwowano u buhajków grupy I (PHF), które podobnie jak zwierzęta grupy III (PHFxLM) żywiono dawką z ograniczoną ilością energii. Obserwowany w obu grupach wzrost poziomu mocznika nasilający się w miarę upływu czasu, był wynikiem wzrostu stosunku białkowo-energetycznego dawki i niepełnym wykorzystaniem przez drobnoustroje żwacza amoniaku i jego konwersji do mocznika w wątrobie. Powyższe zależności potwierdzają badania Fendersona i Bergena, (1975), którzy określając wpływ poziomu białka w paszy na metabolizm azotu u walców stwierdzili wzrost koncentracji mocznika w surowicy krwi zwierząt otrzymujących nadmiar białka w stosunku do zapotrzebowania. W badaniach tych, w grupie z najwyższym udziałem białka w paszy istotny wzrost zawartości mocznika odnotowano już po 2 dniach stosowania dawki doświadczałnej. Również według Oprządek i Oprządek, (1999) zmiany koncentracji tego parametru w surowicy krwi są najczęściej powodowane różną zawartością białka i energii w dawce pokarmowej. Z kolei w grupie II prezentowanego doświadczenia (PHF- dawka zbilansowana) w 14-tym dniu trwania eksperymentu (B) stwierdzono spadek zawartości mocznika ($P < 0.05$), a następnie niewielki, niepotwierdzony statystycznie jego wzrost (C). Uzyskane wyniki pokazują, że fizjologiczne mechanizmy warunkujące utrzymywanie homeostazy organizmu u zwierząt żywionych dawką zbilansowaną nie pozwoliły na pogłębienie się zaistniałych w ustroju zmian.

W prezentowanym eksperymencie zaobserwowano wysoce istotne ($P < 0.01$) zmiany koncentracji cholesterolu całkowitego u wszystkich zwierząt, we wszystkich terminach badania krwi. W związku z tym nie można w żaden sposób tego faktu powiązać z różnym genotypem buhajków czy zróżnicowanym poziomem energii w dawce pokarmowej. Wyniki te, w odróżnieniu od zwierząt grupy I i III (wprowadzono białko chronione z jednoczesnym ograniczeniem energii w dawce) są odmienne od stwierdzonych wcześniej przez innych autorów (Coccodrilli, et al., 1970; Park, et al., 1980; Park, 1985), którzy odnotowali istotnie niższy poziom cholesterolu w surowicy zwierząt otrzymujących dawkę wysokobiałkową w porównaniu z żywionymi dawką niskobiałkową.

Analiza poziomu lipoprotein o wysokiej gęstości (HDL) wykazała postępujący w czasie (pobranie B- 1.41 ; C- 1.79 mmol l^{-1}) istotny wzrost wartości tego parametru ($P < 0.01$) w grupie III (PHFxLM z ograniczoną energią). Z kolei Park, (1985) w eksperymencie prowadzonym na cielętach nie zaobserwował wpływu ilości białka w diecie na koncentrację HDL w surowicy krwi. Ostatnim z ocenianych parametrów

biochemicznych krwi związanych bezpośrednio z gospodarką tłuszczową a pośrednio z przemianami energetycznymi ustroju był poziom triglicerydów. Nie odnotowano istotnych różnic w koncentracji tego wskaźnika w żadnej grupie zwierząt, w żadnym z badanych okresów doświadczenia. Według Breukinga i Wensinga, (1997) poziom triglicerydów u zwierząt żywionych dawką pokarmową o zbyt niskiej wartości energetycznej może ulec podwyższeniu na skutek wzrostu intensywności lipolizy tkanki tłuszczowej.

W Tabeli 2 przedstawiono zmiany poziomu wybranych enzymów oraz hormonów w surowicy krwi buhajków.

Tabela 2. Profil enzymatyczny krwi, insuliny i hormonów tarczycy u buhajków w różnych okresach trwania doświadczenia

Table 2. Blood enzyme, insulin and thyroid hormone blood profile in bulls on different dates during the experiment

Parametr/Grupa Parameter/Group	Termin pobrania krwi Date of blood collection		
	A	B	C
AST, U l ⁻¹			
I	44.53 ± 16.95 ^{1 AB}	59.33 ± 15.44 ^A	62.07 ± 13.86 ^B
II	41.93 ± 11.27 ^A	49.33 ± 11.75 ^b	61.40 ± 8.52 ^{Ab}
III	47.93 ± 10.25 ^A	57.73 ± 8.64	65.47 ± 11.04 ^A
IV	44.33 ± 11.82 ^{AB}	72.80 ± 65.51 ^A	78.67 ± 27.14 ^B
ALT, U l ⁻¹			
I	19.33 ± 4.13	14.20 ± 4.39	15.87 ± 6.64
II	19.13 ± 3.85	16.87 ± 4.79	16.80 ± 4.90
III	15.80 ± 4.60	12.87 ± 5.07	18.20 ± 4.90
IV	15.73 ± 4.32	17.47 ± 10.48	16.93 ± 3.97
Insulina, pmol l ⁻¹ Insulin, pmol l ⁻¹			
I	102.79 ± 19.93	115.56 ± 27.22	102.09 ± 26.67
II	100.42 ± 21.39	105.91 ± 23.75	112.86 ± 25.70
III	97.37 ± 29.10	117.51 ± 30.35	101.33 ± 39.73
IV	84.52 ± 25.63	106.47 ± 28.68	83.34 ± 28.96
T ₃ , nmol l ⁻¹			
I	2.05 ± 0.43	1.66 ± 0.39	1.96 ± 0.40
II	1.95 ± 0.42	2.64 ± 0.34	2.20 ± 0.52
III	1.97 ± 0.28	1.30 ± 0.46	1.80 ± 0.29
IV	1.99 ± 0.28	2.22 ± 0.20	2.07 ± 0.17
T ₄ , nmol l ⁻¹			
I	85.41 ± 11.73 ^A	82.86 ± 11.82 ^B	60.64 ± 4.94 ^{AB}
II	79.81 ± 21.61 ^A	75.71 ± 12.48 ^b	63.75 ± 7.98 ^{Ab}
III	87.07 ± 6.62 ^A	82.62 ± 8.04 ^B	62.67 ± 5.97 ^{AB}
IV	89.27 ± 5.38 ^{AB}	70.64 ± 10.58 ^A	62.43 ± 3.22 ^B

¹ wartości zaprezentowano, jako średnie ± SD

¹ data are presented as means ± SD

^b średnie w rzędzie oznaczone tymi samymi literami różnią się istotnie $P < 0.05$

^b means in the row with the same letters differ significantly at $P < 0.05$

^{A,B} średnie w rzędzie oznaczone tymi samymi literami różnią się istotnie $P < 0.01$

^{A,B} means in the row with the same letters differ significantly $P < 0.01$

Aminotransferazy AST i ALT pełnią kluczową rolę w metabolizmie aminokwasów w ustroju. AST katalizuje transaminację asparagianu do szczawiooctanu, natomiast ALT transaminację alaniny do pirogronianu. Niedobór energii w paszy może przyspieszyć przemianę aminokwasów w związki energetyczne w przebiegającym w wątrobie procesie glukoneogenezy. Ponieważ w ostatnim badaniu krwi u zwierząt wszystkich grup odnotowano wysoce istotne ($P < 0.01$) zmiany poziomu AST w porównaniu z pierwszym badaniem (A), nie można tego faktu powiązać ze zróżnicowanym żywieniem buhajków. Nie odnotowano natomiast żadnych różnic w koncentracji ALT w surowicy krwi badanych zwierząt.

Na żadnym z etapów trwania eksperymentu nie stwierdzono różnic w poziomach insuliny. Hayden, i wsp. (1993) w swoich doświadczeniach na walcach wykazali korelację pomiędzy zmianami koncentracji glukozy i insuliny w surowicy krwi. Yelich, i wsp. (1995) potwierdzili, że ograniczenie żywienia (a co za tym idzie podaży energii w paszy) powoduje spadek poziomu insuliny w krwi walców.

Przedstawione w Tabeli 2 wyniki koncentracji hormonów tarczycy wskazują na niewielkie wahania poziomu trijodotyroniny (T_3). Wobec braku statystycznych różnic w stężeniach tego hormonu, za potencjalnym związkiem T_3 z metabolizmem energetycznym przemawia tendencja do obniżania się stężeń hormonu w krwi buhajków z niedoborem energii w dawce (grupa I i III) i odmienne zachowanie – niewielki wzrost w grupach buhajków ze zbilansowaną podażą energii (grupa II i IV). W innych eksperymentach (Ellenberger, et al., 1989; Yambayamba, et al., 1996) wykazano jednoznacznie, że ograniczenie zwierzętom ilości pobieranej paszy powoduje spadek stężeń zarówno trijodotyroniny, jak i tyroksyny w surowicy krwi. Murphy i Loerch, (1994) badając wpływ ograniczenia pobrania paszy na poziom wybranych wskaźników w krwi młodych walców również potwierdził spadek koncentracji T_3 u zwierząt, którym ograniczono ilość pobieranej paszy o 10 i 20% w stosunku do grupy żywionej „do woli”.

Jak wynika z Tabeli 2 w odniesieniu do zawartości tyroksyny (T_4), w surowicy krwi buhajków zaobserwowano wysoce istotne ($P < 0.01$) obniżenie tego parametru u wszystkich zwierząt w ostatnim terminie badania krwi (C) w porównaniu z pierwszym (A). Podobnie jak w przypadku zmian poziomu cholesterolu i AST, trudno znaleźć powiązanie zmian koncentracji tyroksyny (T_4) z genotypem buhajków, czy zróżnicowanym poziomem energii w dawce pokarmowej. Hayden, i wsp. (1993) w doświadczeniu prowadzonym na walcach wykazali tendencje do wzrostu zawartości T_4 w krwi postępującą wraz z ilością energii spożywanej w paszy. Natomiast Oprządek, i wsp. (2000) odnotowali istotny statystycznie spadek stężenia T_4 w krwi buhajków głodzonych przez 36 godzin.

Wniosek

Na podstawie uzyskanych wyników badań można stwierdzić, że ograniczenie buhajkom w okresie ostatnich 63 dni opasu energii w dawce do poziomu 80% zapotrzebowania bytowego nie powoduje poważnych zaburzeń homeostazy w organizmie. Niewielkie wahania badanych parametrów krwi mieściły się w zakresie

wartości powszechnie uznawanych za normę fizjologiczną zarówno u buhajków rasy polskiej holsztyńsko-fryzyjskiej, jak i mieszańców z rasą limousine.

Piśmiennictwo

- Boylston T. D., Morgan S. A., Johnson K. A., Busboom J. R., Wright R.W., Reeves J. J., (1995) Lipid content and composition of Wagyu and domestic breeds of beef. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 43, 1202-1207.
- Breuking H. J., Wensing Th., (1997) Pathophysiology of the liver in high yielding dairy cows and its consequences for health and production. *Israel Journal of Veterinary Medicine*, 52, 66-72.
- Cocodrilli G. D., Chandler P. T., Polan C. E., (1970) Effects of dietary protein on blood lipids of the calf with special reference to cholesterol. *Journal of Dairy Science*, 53, 1627-1631.
- Cooper G. R., Myers G. L., Smith J., Shlant R. C., (1992) Blood Lipid Measurements: Variations of Practical Utility. *Journal of the American Medical Association*, 267, 1652-1660.
- Ellenberger M. A., Johnson D. E., Carstens G. E., Hossner K. L., Holland M. D., Nett T. M., Nockels C. F., (1989) Endocrine and metabolic changes during altered growth rates in beef cattle. *Journal of Animal Science*, 67, 1446-1454.
- Fenderson C. L., Bergen W. G., (1976) Effect of excess dietary protein on feed intake and nitrogen metabolism in steers. *Journal of Animal Science*, 42, 1323-1330.
- Hayden I. M., Williams J. E., Collier J. J., (1993) Plasma growth hormone, insulin-like growth factor, insulin and thyroid hormone association with body protein and fat accretion in steers under going compensatory gain after dietary energy restriction. *Journal of Animal Science*, 71, 3327-3338.
- Hersom M. J., Wettmann R. P., Krehbiel C. R., Horn G. W., Keisler D. H., (2004) Effect of live weight gain of steers during winter grazing: III. Blood metabolites and hormones during feedlot finishing. *Journal of Animal Science*, 82, 2059-2068.
- INRA 1988., (1993) Normy żywienia bydła, owiec i kóz- wartość pokarmowa pasz dla przeżuwaczy, IZ, Kraków.
- Laborde F. L., Mandell J. B., Tosh J. J., Wilton I. W., Buchanan-Smith J. G., (2001) Breed effects on growth performance, carcass characteristic, fatty acid composition, and palatability attributes in finishing steers. *Journal of Animal Science*, 79, 355-365.

Murphy T. A., Loerch S. C., (1994) Effects of restricted feeding of growing steers on performance, carcass characteristics, and composition. *Journal of Animal Science*, 72, 2497-2507.

Noci F., Monahan F. J., French P., Maloney A. P., (2005) The fatty acid composition of muscle fat and subcutaneous adipose tissue of pasture-fed beef heifers. Influence of the duration of grazing. *Journal of Animal Science*, 83, 1167-1178.

Oprządek J., Dymnicki E., Oprządek A., (2000) Wpływ żywienia na poziom niektórych wskaźników biochemicznych krwi buhajków rasy fryzyjskiej. *Medycyna Weterynaryjna*, 5, 316-319.

Oprządek J., Oprządek A., (1999) Przydatność niektórych wskaźników fizjologicznych w prognozowaniu wartości opasowej i rzeźnej bydła. *Przegląd Hodowlany*, 10, 1-3.

Park C. S., Fisher G. R., Haugse C. N., (1980) Effect of dietary protein and sunflower meal on blood serum cholesterol of dairy heifers. *Journal of Dairy Science*, 63, 1451-1461.

Park C. S., (1985) Influence of dietary protein on blood cholesterol and related metabolites of growing calves. *Journal of Animal Science*, 61, 924-930.

Rule D. C., Beitz D. C., Boer G., Lyle R. R., Twenkle A. H., Yound J. W., (1985) Changes in hormone and metabolite concentrations in plasma of steers during a prolonged fast. *Journal of Animal Science*, 61, 868-875.

Yambayamba E. S., Price K. M. A., Foxcroft G. R., (1996) Hormonal status, metabolic changes and resting metabolic rate in beef heifers undergoing compensatory growth. *Journal of Animal Science*, 74, 57-69.

Yelich J. V., Wettemann R. P., Dolewal H. G., Lusby K. S., Bishop D. K., Spicer L. J., (1995) Effects of growth rate on carcass composition and lipid partitioning at puberty and growth hormone, insulin-like growth factor 1, insulin and metabolites before puberty in beef heifers. *Journal of Animal Science*, 73, 2390-2405.

Zembayashi M., Nishimura K., (1996) Genetic and nutritional effect on fatty acid composition of subcutaneous and intramuscular lipids of steers. *Meat Science*, 43, 83-92.