

KAROL BORZUTA, BRONISŁAW BORYS, DARIUSZ LISIAK,
EUGENIA GRZEŚKOWIAK, PIOTR JANISZEWSKI,
KRZYSZTOF POWAŁOWSKI, BEATA LISIAK

JAKOŚĆ MIĘSA, PROFIL KWASÓW TŁUSZCZOWYCH I WARTOŚĆ RZEŻNA JAGNIĄT ŻYWIONYCH INTENSYWNIE Z UDZIAŁEM UBOCZNYCH PRODUKTÓW BIOPALIW

Streszczenie

Celem pracy była ocena jakości mięsa jagniąt tuczonych intensywnie mieszanką z udziałem suszonego wywaru kukurydzianego (DDGS) i nasion lnu w porównaniu z mięsem zwierząt kontrolnych. Badania wykonano na 20 tryczkach owcy kołudzkiej i jej mieszańcach tuczonych do masy ciała 35 ± 3 kg mieszanką standardową lub doświadczalną z udziałem 15 % DDGS i 5 % nasion lnu. Lipidy śródmięśniowe jagniąt grupy doświadczalnej charakteryzowały się większą zawartością kwasów tłuszczowych PUFA i MUFA oraz mniejszą zawartością kwasów tłuszczowych nasyconych. Stosunek kwasów C18:2 *n-6* do C18:3 *n-3* w mięsie tych jagniąt był korzystniejszy niż w mięsie zwierząt kontrolnych (odpowiednio: 3,81 i 6,69) i osiągnął poziom zgodny z zaleceniami żywieniowymi Światowej Organizacji Zdrowia. Nie stwierdzono istotnego wpływu żywienia mieszanką z udziałem ubocznych produktów biopaliw na analizowane parametry wartości rzeźnej, cechy fizykochemiczne i sensoryczne mięsa kulinarnego z udźca oraz na podstawowy skład chemiczny mięsa surowego i grillowanego, poza istotnie większą ($p \leq 0,05$) zawartością tłuszczu w mięsie surowym. Średnia zawartość tłuszczu w mięsie z udźca zwierząt doświadczalnych wyniosła 6,9 %, a w mięsie zwierząt kontrolnych – 5,6 %. Badane grupy jagniąt nie różniły się istotnie pod względem wyników tuczu. Średnie przyrosty dobowe tryczków w grupie doświadczalnej wyniosły 347 g, a w grupie kontrolnej – 369 g.

Słowa kluczowe: jagnięta, żywienie, uboczne produkty biopaliw, wartość rzeźna, jakość mięsa

Dr hab. K. Borzuta prof. IBPRS, dr D. Lisiak, dr hab. E. Grześkowiak prof. IBPRS, dr P. Janiszewski, mgr K. Powalowski, mgr B. Lisiak, Pracownia Badania Surowców i Produkcji Rzeźnianej, Instytut Biotechnologii Przemysłu Rolno-Spożywczego, ul. Głogowska 239, 60-111 Poznań, prof. dr hab. B. Borys, Zakład Doświadczalny Koluda Wielka, Instytut Zootechniki – Państwowy Instytut Badawczy, ul. Parkowa 1, 88-160 Janikowo. Kontakt: karol.borzuta@ibprs.pl

Wprowadzenie

Rozwój produkcji biopaliw umożliwił poszerzenie bazy paszowej w postaci produktów ubocznych tej branży, takich jak: makuchy, śruta rzepakowa oraz suszony wywar kukurydziany, tzw. DDGS. Produkty te znalazły zastosowanie w żywieniu zwierząt gospodarskich, m.in. trzody chlewnej, bydła i owiec [8, 21, 30]. Suszony wywar kukurydziany jest wartościową paszą energetyczno-białkową dla zwierząt gospodarskich, korzystnie oddziałującą na wyniki produkcyjne i umożliwiającą prozdrowotne modyfikowanie składu kwasów tłuszczowych mięsa jagniąt [4]. Wpływ tej paszy na efekty produkcyjne, wartość rzeźną i jakość mięsa nie został jeszcze dostatecznie zbadaany w tuczu jagniąt. Można oczekiwać, że suszony wywar kukurydziany, jako wysokoenergetyczny składnik dawki pokarmowej, wzbogacony w dodatek nasion lnu, przyczyni się do zróżnicowania składu tuszy, a także jakości mięsa oraz profilu kwasów tłuszczowych.

Wielu autorów wykazało, że jednym ze sposobów wzbogacenia mięsa w pożądane wielonienasycone kwasy tłuszczowe PUFA i jednonienasycone kwasy tłuszczowe MUFA jest stosowanie w diecie zwierząt olejów roślinnych lub nasion roślin oleistych [1, 16, 19, 32]. Pasze dla jagniąt ciężkich produkowanych w Polsce bazują przede wszystkim na roślinach zbożowych, które mają wysoką zawartość kwasu linolowego C18:2 z rodziny *n-6*. Powoduje to wzrost zawartości tego kwasu w lipidach mięsa oraz zmniejszenie zawartości kwasu linolenowego *n-3* PUFA, co zwiększa stosunek *n-6* do *n-3* i jest niekorzystne dla zdrowia konsumenta [32]. Według zaleceń Światowej Organizacji Zdrowia stosunek kwasów PUFA *n-6* do *n-3* w diecie człowieka powinien być mniejszy od 4 : 1 [17]. Aby uzyskać mięso o pożądanym stosunku tych kwasów, należy zwiększyć w paszy zwierząt udział kwasów z rodziny *n-3* i zmniejszyć udział kwasów z rodziny *n-6*. Wyjątkowo wysoką wartość żywieniową i zdrowotną ma m.in. olej lniany, z powodu dużej zawartości kwasów z rodziny *n-3* [18].

Większość badaczy koryguje profil kwasów tłuszczowych poprzez wzbogacanie paszy dodatkami zasobnymi w kwasy pożądane, np. nasiona roślin oleistych, olej rybny, smalec, tyroksynę lub poprzez dodatek do paszy skoniugowanego dienu kwasu linolowego CLA [32] w ilości 0,5 do 2 % dawki pokarmowej. Borys i wsp. [3] już wcześniej wykazali, że mięso jagniąt żywionych mlekiem matki o zwiększonej zawartości CLA odznaczało się korzystnym profilem kwasów tłuszczowych.

Celem pracy była ocena jakości mięsa jagniąt doświadczalnych tuczonych intensywnie mieszką z udziałem suszonego wywaru kukurydzianego i nasion lnu w porównaniu z mięsem jagniąt kontrolnych.

Material i metody badań

Material doświadczalny stanowiło łącznie 20 tryczków plenno-mlecznej owcy kołudzkiej (KS) i jej mieszańców F_1 z trykami mięsnymi Ile de France. Jagnięta przydzielono losowo do 2 równych grup (po 50 % KS i F_1) i tuczono od odsadzenia w średnim wieku 8 tygodni do uzyskania masy ciała 35 ± 3 kg. Jagnięta w grupach żywiono *ad libitum* mieszankami pasz treściwych oraz sianem z traw (tab. 1). W grupie kontrolnej (K) stosowano mieszankę standardową bazującą na komponentach zbożowych i poekstrakcyjnej śrucie rzepakowej, a w grupie doświadczalnej (D) – mieszankę, w której część komponentów zbożowych i śrutę rzepakowej zastąpiono suszonym wywarem kukurydzianym (15 % DDGS) i nasionami lnu (5 %), z dodatkiem witaminy E (0,2 %) (tab. 1).

Po zakończeniu tuczu jagnięta poddano ubojowi i ocenie wartości rzeżnej według metodyki Instytutu Zootechniki PIB [20]. Rozbiór półtuszy prawych na elementy kulinarne wykonywano według metodyki Instytutu Biotechnologii Przemysłu Rolno-Spożywczego [7].

Analizy podstawowego składu chemicznego oraz oznaczenia cech fizykochemicznych wykonywano na surowym i grillowanym mięsie kulinarnym z udźca. Odkostnione mięso z udźca z dodatkiem 2 % soli formowano w siatkach i poddawano dojrzewaniu przez 24 h w temp. 4 °C. Ze środkowej partii tak przygotowanego elementu kulinarnego wycinano plastry o grubości 1,5 cm, które grillowano dwustronnie (przez 5 min z każdej strony) na elektrycznym opiekaczu Expo Service GR 100 do osiągnięcia temp. 70 °C w centrum plastra.

Po 24 h od uboju w próbkach surowego mięsa z udźca oznaczano: pH za pomocą pH-metru firmy Sydel z elektrodą sztyletową, przewodność elektryczną (EC) za pomocą konduktometru MT-03, wodochłonność [9], wyciek naturalny (na podstawie różnicy masy próbki 50-gramowej przed i po 48 h przechowywania w temp. 4 °C w workach foliowych), barwę – przy użyciu kolorymetru Minolta CR-400 (obserwator standardowy CIE 1931, średnica otworu głowicy pomiarowej 8 mm, źródło światła ksenonowa lampa błyskowa, czas pomiaru 1 s) oraz wykonywano sensoryczną ocenę marmurkowości w skali 5-punktowej, przy wykorzystaniu wzorców przetłuszczenia (od niewidocznego – 1 pkt do bardzo silnego – 5 pkt) [14]. W mięsie surowym i grillowanym oznaczano zawartość wody [24], tłuszczu [25] i białka [22]. Określano ubytki masy mięsa podczas obróbki cieplnej przez zważenie próbki przed obróbką i po niej [13]. Na próbkach mięsa grillowanego wykonywano pomiary kruchości przy użyciu szerometru Warnera-Bratzlera (WB) w urządzeniu Wick Roell Z 0.5 o sile 500 kN i prędkości przesuwu głowicy 100 mm/min oraz ocenę sensoryczną: zapachu, soczystości, kruchości i smakowitości. Ocenę w skali 5-punktowej przeprowadzał pięcioosobowy przeszkolony zespół [2].

Profil kwasów tłuszczowych oznaczano w lipidach surowego mięsa z udźca. Estry metylowe kwasów tłuszczowych badanych próbek przygotowywano według metody PN-EN ISO 12966-2 [23]. Profil kwasów tłuszczowych oznaczono metodą chromatografii gazowej przy użyciu aparatu firmy Hewlett Packard HP 6890, wyposażonego w detektor płomieniowy i w kolumnę wysokopolarną z fazą BPX 70 o długości 60 m, grubości 0,25 μm i średnicy wewnętrznej 0,22 mm. Zawartość badanych kwasów tłuszczowych wyrażono w procentach ogólnej ich ilości w próbce.

Wyniki opracowano statystycznie w programie Statistica 6.0, obliczając wartości średnie i odchylenia standardowe. Statystyczną istotność różnic między wartościami średnimi grup określano za pomocą testu t-Studenta [26]. Poziom istotności różnic między średnimi podano w tabelach, przyjmując jako istotny poziom $p \leq 0,05$.

Wyniki i dyskusja

Wyniki tuczu jagniąt

Tabela 1. Skład mieszanki treściwej [%] oraz spożycie dobowe pasz.

Table 1. Composition of concentrate mixture [%] and daily feed intake.

Komponent i dobowe spożycie Component and feed intake	Grupa żywieniowa Feeding group	
	K	D
Tłuszcz: / Fat [g]:		
- w 100 g s.m. dawki / in 100 g of d.m. of ration	1,7	4,6
- spożycie dobowe / daily consumption	20,9	57,9
Komponenty mieszanki: / Components of mixtures:		
- ziarno jęczmienia / barley grain	25,0	25,0
- śruta pszenna / ground wheat	25,5	23,5
- śruta rzepakowa / rapeseed meal	20,0	15,0
- DDGS	-	15,0
- nasiona lnu / linseeds	-	5,0
- susz z zielonki / dried forage	10,0	-
- suszone wysłodki buraczane / dried sugar beet pulp	18,0	15,0
- mieszanka mineralna / mineral mixture	0,5	0,5
- Premix	1,0	0,8
- Polfamix E	-	0,2
Spożycie [kg /szt.]: / Feed intake [kg /item]:		
- mieszanka treściwa / concentrate mixture	1,390	1,388
- siano z traw / grass hay	0,047	0,062

Objaśnienia: / Explanatory notes:

DDGS – suszony wywar kukurydziany (wszystkie frakcje) / dried spent corn (all fractions);

K – grupa kontrolna / control group; D – grupa doświadczalna / experimental group.

Zastosowanie mieszanki paszowej ze znacznym udziałem DDGS w tuczu jagniąt nie różnicowało dobowego jej spożycia, gdyż zarówno w grupie doświadczalnej (D), jak i kontrolnej (K) wynosiło ok. 1,39 kg/szt. (tab. 1). Zwierzęta grupy D otrzymywały mieszankę treściwą, która była znacznie bogatsza w tłuszcz, co spowodowało, że poziom dobowego spożycia tego składnika w tej grupie był niemal trzykrotnie większy niż w grupie K. Nie wpłynęło to jednak istotnie ($p > 0,05$) na tempo wzrostu jagniąt, a przyrosty dobowe na poziomie ok. 350 g uzyskane w okresie tuczu przez trzyczki z grupy doświadczalnej (tab. 2) należy uznać za zadowalające. Podobne tempo wzrostu intensywnie tuczonych jagniąt, na poziomie 350 g na dobę, uzyskano we wcześniej prowadzonych badaniach [5]. W nielicznych pracach nad zastosowaniem DDGS w żywieniu jagniąt stwierdzono, że nawet 60-procentowy udział tego komponentu w mieszankach nie miał ujemnego wpływu na wyniki tuczu i jakość tusz [27, 31].

Tabela 2. Wyniki tuczu i wartość rzeźna jagniąt.
Table 2. Fattening performance and slaughter value of lambs.

Cecha / Feature	Grupa żywieniowa Feeding group		p
	K	D	
Masa ciała: / Body weight [kg]:			
- na początku tuczu / at the beginning of fattening	22,18 ± 3,8	21,21 ± 3,37	0,51
- na końcu tuczu / at the end of fattening	35,67 ± 1,63	35,46 ± 2,07	0,79
Dni tuczu / Days of fattening	36,7 ± 8,32	41,4 ± 7,82	0,16
Przyrosty dobowe masy ciała / Daily gains [g]	369 ± 36,52	347 ± 44,28	0,20
Wydajność rzeźna / Carcass dressing [%]	45,5 ± 2,15	45,8 ± 2,01	0,70
Tłuszcz okołonerkowy / Kidney fat [%]	1,53 ± 0,57	1,97 ± 0,46	0,07
Oko polędwicy / Loin eye area [cm ²]	13,8 ± 1,20	13,2 ± 1,15	0,41
Grubość tłuszczu nad żebrami / Thickness of fat under ribs [mm]	5,7 ± 0,40	6,7 ± 0,35	0,15

Objaśnienia: / Explanatory notes:

Objaśnienia symboli jak pod tab. 1. / Explanatory notes as in Tab. 1;

p - oszacowany poziom istotności różnic / estimated level of significance differences. W tabeli przedstawiono wartości średnie (\bar{x}) ± odchylenia standardowe (s) / Table shows mean values (\bar{x}) and standard deviations (SD); n = 10.

Ocena wartości rzeźnej jagniąt

Żywienie mieszanką z DDGS nie wpłynęło istotnie ($p > 0,05$) na analizowane parametry wartości rzeźnej jagniąt (tab. 2). Trzyczki z obu grup żywieniowych uzyskały

podobną wydajność rzeźną i powierzchnię „oka” polędwicy. Nie stwierdzono współzależności pomiędzy żywieniem a wydajnością poszczególnych elementów kulinarnych półtuszy (tab. 3). W obu grupach na podkreślenie zasługuje wysoki udział sumy elementów kulinarnych w półtuszy (odpowiednio 66 % w grupie doświadczalnej i 64 % w grupie kontrolnej). Strzelecki i wsp. [29] wykazali, w badaniach wykonanych na takiej samej grupie rasowej (mieszance owcy kołudzkiej) żywionej mieszanką treściwą bez DDGS i bez nasion lnu, że udział elementów kulinarnych w półtuszy był mniejszy i wynosił ok. 63 %. Podobne, niższe wyniki wydajności mięsa kulinarnego uzyskali Borys i wsp. [6].

Tabela 3. Udział elementów kulinarnych uzyskanych z rozbioru półtuszy jagnięcych.
Table 3. Percent content of primal cuts derived from lamb half-carasses.

Wyszczególnienie / Specification	Grupa żywieniowa K Feeding group K		Grupa żywieniowa D Feeding group D		p
	\bar{x}	s / SD	\bar{x}	s / SD	
Masa półtuszy / Half-carass weight [kg]	7,56	0,39	7,82	0,44	0,19
Rolada łopatkowa / Shoulder roulade [%]	10,53	2,30	11,55	1,11	0,22
Rolada karkowa / Cervical roulade [%]	9,21	1,57	10,02	1,00	0,18
Rolada mostkowa / Breast roulade [%]	9,29	0,75	9,74	0,80	0,22
Czopsy schabowe / Loin chops [%]	12,84	1,18	13,66	1,15	0,13
Mięso z udźca b/k / Meat from leg (no bones) [%]	18,81	1,18	17,89	1,94	0,22
Goleń tylna b/k / Back shank [%]	3,36	0,17	3,15	0,31	0,21
Mięsno kulinarne ogółem Total culinary meat [%]	64,04	2,06	66,01	4,29	0,09

Objaśnienia jak pod tab. 2. / Explanatory notes as in Tab. 2.

Skład chemiczny i jakość mięsa jagniąt

Żywienie jagniąt mieszanką doświadczalną nie wpłynęło istotnie ($p > 0,05$) na zawartość wody i białka w mięsie surowym i grillowanym (tab. 4). Badany sposób żywienia nie różnicował również zawartości tłuszczu w mięsie grillowanym. Wyraźniejsze różnice wystąpiły natomiast pod względem zawartości tłuszczu w mięsie surowym. Mięso jagniąt żywionych mieszanką z DDGS zawierało go o 23,2 % więcej ($p \leq 0,05$). Podczas grillowania nastąpiły znaczne zmiany w składzie chemicznym mięsa, głównie zmniejszenie o ok. 14 punktów procentowych zawartości wody oraz wzrost o ok. 10 punktów procentowych zawartości białka i 3 - 4 punktów procentowych zawartości tłuszczu w obu badanych grupach. Zmiany te spowodowane zostały dużymi stratami termicznymi mięsa, w tym przede wszystkim ubytkiem wody. Mięso jagniąt z badanych

grup żywieniowych nie różniło się istotnie ($p > 0,05$) pod względem badanych cech fizykochemicznych, tj. przewodności elektrycznej, pH_{24} , wodochłonności oraz oceny marmurkowatości, jasności i tonu barwy oraz ubytków masy podczas grillowania (tab. 5). Nie stwierdzono również istotnych ($p > 0,05$) różnic między grupami zwierząt pod względem cech sensorycznych mięsa grillowanego z udźca. Na podkreślenie zasługują wysokie, nieróżniące się statystycznie istotnie ($p > 0,05$), oceny poszczególnych wyróżników jakości sensorycznej mięsa obu badanych grup jagniąt. W 5-punktowej skali ocen wartości średnie zawierały się od 4,3 do 4,6 punktów.

Wyniki uzyskane w zakresie podstawowego składu chemicznego mięsa oraz jego cech fizykochemicznych i sensorycznych pozwalają sądzić, że żywienie jagniąt mieszaną z dodatkiem 15 % suszonego wywaru kukurydzianego i 5 % nasion lnu nie spowodowało obniżenia jakości mięsa. Zastosowanie ww. komponentów oleistych miało jedynie istotny ($p \leq 0,05$) wpływ na zwiększenie zawartości tłuszczu w badanym mięsie, na co niewątpliwie wpływ miała bogatsza w tłuszcz dieta zwierząt doświadczalnych.

Tabela 4. Skład chemiczny surowego i grillowanego mięsa z udźca jagniąt [g/100 g].
Table 4. Chemical composition of raw and grilled meat from leg [g/100 g].

Składnik / Component	Grupa żywieniowa Feeding rroup		p
	K ($\bar{x} \pm s / SD$)	D ($\bar{x} \pm s / SD$)	
Mięso surowe: / Raw meat:			
- woda / water	73,0 \pm 1,33	72,0 \pm 2,32	0,24
- białko / protein	20,2 \pm 1,01	19,9 \pm 1,81	0,72
- tłuszcz / fat	5,6 \pm 1,01	6,9 \pm 1,81	0,05
Mięso grillowane: / Grilled meat:			
- woda / water	59,0 \pm 1,01	58,21 \pm 0,81	0,72
- białko / protein	30,0 \pm 1,69	31,0 \pm 1,26	0,15
- tłuszcz / fat	9,8 \pm 1,93	9,6 \pm 1,38	0,73

Objaśnienia jak pod tab. 2. / Explanatory notes as in Tab. 2.

Profil kwasów tłuszczowych mięsa jagniąt

Lipidy mięsa jagniąt żywionych DDGS oraz dodatkiem siemienia lnianego charakteryzowały się większą zawartością kwasów tłuszczowych PUFA ($p \leq 0,01$) i MUFA ($p \leq 0,05$) oraz mniejszą zawartością kwasów tłuszczowych SFA ($p \leq 0,01$),

Tabela 5. Cechy fizykochemiczne mięsa surowego oraz wyniki oceny sensorycznej mięsa grillowanego z jagniąt.

Table 5. Physico-chemical characteristics of raw meat and results of sensory assessment of grilled lamb meat.

Cecha / Characteristic	Grupa żywieniowa Feeding group		p
	K ($\bar{x} \pm s / SD$)	D ($\bar{x} \pm s / SD$)	
EC ₂₄ [mS]	4,0 ± 1,20	3,4 ± 0,67	0,16
pH ₂₄	5,78 ± 0,09	5,78 ± 0,09	0,83
Wodochłonność / WHC [%]	27,8 ± 1,61	28,7 ± 1,49	0,21
Marmurkowatość [pkt] Marbling, [points]	1,65 ± 0,52	1,69 ± 0,48	0,85
Barwa / Colour L*	42,3 ± 1,80	44,5 ± 1,40	0,25
a*	12,7 ± 0,88	12,7 ± 1,89	0,95
b*	2,9 ± 1,05	3,1 ± 0,98	0,61
Ocena sensoryczna [pkt]: / Sensory assessment (points):			
- zapach / smell	4,5 ± 0,11	4,6 ± 0,22	0,37
- soczystość / juiciness	4,6 ± 0,25	4,5 ± 0,21	0,25
- kruchość / tenderness	4,5 ± 0,24	4,3 ± 0,31	0,13
- smakowitość / flavour	4,6 ± 0,21	4,6 ± 0,24	0,54
Siła cięcia / Shear force [N]	66,7 ± 12,91	68,7 ± 10,32	0,71
Ubytki termiczne Thermal losses [%]	28,4 ± 4,81	28,3 ± 2,56	0,99

Objaśnienia jak pod tab. 2. / Explanatory notes as in Tab. 2.

w tym kwasu palmitynowego C16:0, który jest najliczniejszym kwasem tej grupy (tab. 6). W tłuszczu śródmięśniowym jagniąt doświadczalnych stwierdzono także większą zawartość kwasów tłuszczowych C18:3 *n-3* oraz C18:2 *n-6* ($p \leq 0,01$), a stosunek kwasów *n-6* do *n-3* okazał się korzystniejszy niż w grupie kontrolnej (3,81 : 1 wobec 6,69 : 1), przy czym różnice były statystycznie istotne ($p \leq 0,01$). Uzyskano korzystne, zalecane przez Światową Organizację Zdrowia proporcje tych dwóch ważnych kwasów, tj. poniżej 4 : 1. Podobne efekty uzyskali Lisiak i wsp. [16], którzy porównywali wpływ podawania tucznikom w paszy tłuszczów różnego pochodzenia (oleju lnianego, oleju rzepakowego, oleju rybnego, smalcu) na jakość mięsa wieprzowego i profil kwasów tłuszczowych. Stwierdzono, że najniższym poziomem kwasów PUFA w surowej słoninie i tłuszczu śródmięśniowym charakteryzowały się zwierzęta żywione dodat-

kiem oleju rzepakowego, rybnego i smalcu, korzystniejszym natomiast – grupy tuczni-
ków otrzymujące olej lniany. Wymienieni autorzy wykazali, że rodzaj tłuszczu wpły-
nęła także na poziom kwasów PUFA *n-3*, co w konsekwencji różnicowało istotnie
($p \leq 0,01$) stosunek kwasów *n-6* do *n-3* w tłuszczu podskórnym. Stosunek tych kwa-
sów w mięsie zwierząt otrzymujących większą dawkę oleju lnianego był korzystniej-
szy (około 3 : 1) niż w mięsie świń, które otrzymywały w większej proporcji olej rze-
pakowy i rybny (ok. 5,5 : 1). W mięsie tuczniaków żywionych standardową mieszanką
zbożową stwierdza się wysoki, niekorzystny stosunek kwasów *n-6* do *n-3*, na ogół 10 ÷
15 : 1 [12, 13]. Jak podkreślają Grela i Orlicki [10], do mieszanek paszowych dla świń
dodaje się tłuszcze roślinne dość powszechnie w celu prozdrowotnego modyfikowania
składu kwasów tłuszczowych w lipidach i w mięsie spożywanym przez ludzi oraz
w celu zwiększenia wartości energetycznej pasz. Okazuje się, że sposób ten przynosi
podobne, pozytywne efekty również w żywieniu jagniąt, na co zwrócili uwagę Borys
i wsp. [3], Gruszecki i wsp. [11], Siemińska i wsp. [28], a także w żywieniu koźląt

Tabela 6. Profil kwasów tłuszczowych [%] mięsa z udźca jagniąt żywionych paszą z dodatkiem suszo-
nego wywaru kukurydzianego (DDGS) i nasion lnu oraz jagniąt kontrolnych.

Table 6. Profile of fatty acids [%] in leg meat of lambs fed feed supplemented with maize distillers'
dried grains (DDGS) and linseeds and of control lambs.

Kwasy tłuszczowe Fatty acids	Grupa kontrolna K Control group		Grupa doświadczalna D Experimental group		p
	\bar{x}	s / SD	\bar{x}	s / SD	
SFA	47,05	2,02	43,31	2,23	0,001
PUFA	4,44	0,81	6,23	0,69	0,0001
MUFA	47,76	1,80	49,62	1,72	0,029
C18:2 n6	3,09	0,51	4,18	0,47	0,0001
C18:3 n3	0,48	0,14	1,12	0,25	0,000002
PUFA n6:n3	6,69	1,34	3,81	0,46	0,000005
Cholesterol [mg/100 g]	53,91	7,78	54,31	6,90	0,90
CLA (C9T11)	0,49	0,11	0,51	0,14	0,61
C14:0	3,48	0,75	3,08	0,68	0,23
C16:0	23,40	1,40	21,2	1,07	0,0009
C17:0	1,89	0,24	1,64	0,39	0,11
C18:0	15,59	1,54	14,95	2,29	0,47
C16:1	2,58	0,25	2,38	0,47	0,25
C17:1	1,03	0,23	0,90	0,36	0,35
C18:1	43,26	1,67	45,38	1,40	0,001

[15]. Badania nie wykazały wpływu żywienia ubocznymi produktami biopaliw na zawartość cholesterolu w tłuszczu śródmięśniowym jagniąt.

Wnioski

1. W warunkach tuczu intensywnego jagniąt-tryczków do masy ciała 35 ± 3 kg, żywienie mieszanką zawierającą 15 % suszonego wywaru kukurydzianego i 5 % nasion lnu pozwoliło uzyskać wysokie tempo wzrostu jagniąt (na poziomie 350 g na dobę), nieróżniące się statystycznie istotnie ($p > 0,05$) od uzyskanego przy stosowaniu mieszanki standardowej, bazującej na komponentach zbożowych i poekstrakcyjnej śrucie rzepakowej.
2. Nie stwierdzono istotnego ($p > 0,05$) wpływu żywienia jagniąt ubocznym produktem biopaliw, jakim jest suszony wywar kukurydziany (DDGS), na wartość rzeźną jagniąt i wyniki rozbioru półtuszy. Żywienie mieszanką z DDGS i nasionami lnu nie wpłynęło również istotnie ($p > 0,05$) na analizowane cechy fizykochemiczne i sensoryczne mięsa kulinarnego z udźca oraz podstawowy skład chemiczny mięsa surowego i grillowanego, poza istotnie ($p \leq 0,05$) większą zawartością tłuszczu w mięsie surowym.
3. Jagnięta grupy doświadczalnej żywione dodatkiem suszonego wywaru kukurydzianego oraz dodatkiem nasion lnu zawierały w mięśniach lipidy bogatsze w kwasy tłuszczowe PUFA i MUFA oraz uboższe w kwasy SFA, a stosunek kwasów C18:2 *n*-6 do C18:3 *n*-3 był w mięsie tych zwierząt bardziej korzystny, zgodny z zaleceniami żywieniowymi Światowej Organizacji Zdrowia.

Badania zrealizowano w ramach projektu „BIOŻYWNOŚĆ – innowacyjne, funkcjonalne produkty pochodzenia zwierzęcego” nr PIOG 01.01.02-014-090/09 współfinansowanego przez Unię Europejską ze środków Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego w ramach Programu Operacyjnego Innowacyjna Gospodarka 2007 - 2013.

Literatura

- [1] Barowicz T., Kędzior W. : Wykorzystanie pełnotłustych nasion lnu oraz zróżnicowanych dawek witaminy E do modyfikacji składu chemicznego i walorów dietetycznych mięsa wieprzowego. Zesz. Nauk. Przegł. Hod., 2000, **48**, 161-174.
- [2] Barylko-Pikielna N. Matuszewska I.: Sensoryczne badania żywności. Podstawy – metody – zastosowania. Wyd. II. Wyd. Nauk. PTTŻ, Kraków 2014.
- [3] Borys B., Borys A., Mroczkowski S., Grzeškiewicz S. : Charakterystyka wartości rzeźnej i jakości mięsa jagniąt mlecznych oraz jej zróżnicowanie w zależności od poziomu SKL w mleku matek. Roczn. Inst. Przem. Mięś. Tł., 1999, **36**, 115-125.
- [4] Borys B., Grzeškiewicz S., Siekierko U., Grzeškowiak E., Borys A.: Lipid profile of raw and grilled lamb meat when using rapeseed cake or DDGS diets with hay or pasture grazing. Proc. 8th Int. Symp.

- on the Nutrition of Herbivores (ISNH8), Advances in Animal Biosciences. Cambridge University Press, 2011, **2**, **2**, 505.
- [5] Borys B., Pietras M.: Produkty uboczne wytwarzania biodiesla – wykorzystanie w żywieniu małych przeżuwaczy. Konf. Nauk.-Techn. w Cieszynie. Rolnictwo XXI wieku – nowe aspekty gospodarowania (Red. K. Węglarzy). Kraków - Grodziec Śląski, 2010, ss. 277-290.
- [6] Borys B., Strzelecki J., Grześkowiak E.: Wstępne badania nad wpływem stosowania makuchu rzepakowego i nasion lnu bez lub z suplementacją witaminą E na uzysk i jakość elementów kulinarnych jagniąt z uwzględnieniem metody obróbki termicznej. Roczn. Nauk. PTZ, 2008 **4**, **(4)**, 97-110.
- [7] Borzuta K., Strzelecki J.: Możliwości produkcji dobrej jakości mięsa kulinarnego z jagniąt. Roczn. Nauk. Zoot., 2001, **11**, Supl., 13-21.
- [8] Brzóska F.: By-product fodders from the biofuels production and its relevance in the country's fodder balance. Proc. Scientific and Technical Conference POLAGRA Poznań 2004, Instytut Zootechniki Kraków, ss. 5-14.
- [9] Grau R., Hamm R.: Eine einfache Methode zur Bestimmung der Wasserbindung in Fleisch. Fleischwirtschaft 1952, **4**, 295-297.
- [10] Grela E.R., Orlicki L.: Tłuszcze w żywieniu świń. Trzoda Chlewna, 2002, **40**, **2**, 54-56.
- [11] Gruszecki T.M., Junkuszew A., Lipiec A., Lipecka Cz., Szymanowska A., Patkowski K., Szymanowski M.: Composition of fatty acids of muscle tissue of lambs fed feedstuff supplemented with flax seeds. Arch. Tier. Spec. Iss., **49**, 181-185.
- [12] Grześkowiak E., Borzuta K., Borys A., Grześkiewicz S., Strzelecki J.: Skład kwasów tłuszczowych mięśni *longissimus dorsi* i *biceps femoris* świń puł × pbz oraz Naima × P-76 z gospodarstw chłopskich. Żywność. Nauka. Technologia. Jakość, 2005, **3** **(44)** Supl. 48-52.
- [13] Grześkowiak E., Borzuta K., Lisiak D., Strzelecki J., Janiszewski P.: Właściwości fizykochemiczne oraz skład kwasów tłuszczowych mięśnia *longissimus dorsi* mieszańców pbz × wbp oraz pbz × (d × p). Żywność. Nauka. Technologia. Jakość, 2010, **6** **(73)**, 189-198.
- [14] Grześkowiak E., Borzuta K., Obiedziński M.: Fatty acid content of pork depending on swine genotype. Ann. Anim. Sci., 2002, **21**, 95-100.
- [15] Horoszewicz E., Pieniak-Lenzion K., Niedziółka R.: Wyniki tuczu i wartość rzeźna koziołków żywionych paszą z dodatkiem nasion lnu. Żywność. Nauka. Technologia. Jakość, 2010, **2** **(69)**, 40-45.
- [16] Lisiak D., Grześkowiak E., Borzuta K., Raj S., Janiszewski P., Skiba G.: Study on the influence of the pig feeding using the supplement of vegetable and animal fats in feed on the slaughter value of fatteners, meat quality and fatty acid profile. Czech J. Animal Sci., 2013, **58**, **(11)**, 497-511.
- [17] Makala H., Kern-Jędrzychowski J.: Ocena modelowych przetworów mięsnych z dodatkiem olejów z ryb w aspekcie charakterystyki profilu kwasów tłuszczowych i przebiegu zmian oksydacyjnych. Roczn. Inst. Przem. Mięś. Tłuszcz., 2006, **44/2**, 117-129.
- [18] Migdał W., Paściak P., Gardziński A., Barowicz T., Pieszak M., Wojtysiak D.: Wpływ czynników genetycznych i środowiskowych na jakość wieprzowiny. Prace i Materiały Zootechniczne, Zesz. Spec., 2004, **15**, 103-118.
- [19] Mińkowski K., Grześkiewicz S., Jerzewska M., Ropelewska M.: Charakterystyka składu chemicznego olejów roślinnych o wysokiej zawartości kwasów linolenowych. Żywność. Nauka. Technologia. Jakość, 2010, **6** **(73)**, 146-157.
- [20] Nawara W., Osikowski M., Kluz J., Modelski M.: Wycena tryków na podstawie badania wartości potomstwa w Stacjach Oceny Tryków Instytutu Zootechniki na rok 1962. Wyd. Instytutu Zootechniki, Kraków 1963, **166**.
- [21] Oprządek J., Oprządek A.: Modyfikacja składu kwasów tłuszczowych u przeżuwaczy. Med. Weter., 2003, **6** **(59)**, 492-495.
- [22] PN-75/A-04018. Oznaczenie zawartości białka metodą Kjeldahla.

- [23] PN-EN ISO 12966-2:2011, Oleje i tłuszcze roślinne oraz zwierzęce. Chromatografia gazowa estrów metylowych kwasów tłuszczowych - Część 2: Przygotowanie estrów metylowych kwasów tłuszczowych.
- [24] PN-ISO 1442:2000. Mięso i przetwory mięsne. Oznaczenie zawartości wody i suchej masy.
- [25] PN-ISO 1444:2000. Produkty rolniczo-żywnościowe. Oznaczenie tłuszczu metodą Soxhleta.
- [26] Rusczyk Z. : Metodyka doświadczeń zootechnicznych. PWRiL, Warszawa 1991.
- [27] Schauer C.S., Stamm M.M., Maddock T.D., Berg B.P.: Feeding of DDGS in lamb rations. Feeding dried distillers grains with solubles as 60 percent of lamb finishing rations results in acceptable performance and carcass quality. *Sheep Goat Res. J.*, 2008, **23**, 15-19.
- [28] Siemińska E., Borys B., Biernacka H.: Wpływ żywienia jagniąt makuchem słonecznikowym i nasionami lnu bez lub z dodatkiem witaminy E na profil kwasów tłuszczowych mięsa, wątroby i serca. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2011, **1 (74)**, 39-51.
- [29] Strzelecki J., Borzuta K., Grześkowiak E., Borys B., Borys A., Lisiak D.: Wpływ tuczu jagniąt paszami suchymi lub z udziałem zielonek na uzysk elementów kulinarnych oraz podstawowy skład chemiczny i cechy sensoryczne mięsa. *Rocz. Inst. Przem. Mies. Tłuszcz.*, 2008, **3 (46)**, 59-71.
- [30] Strzetelski J., Zymon M.: Utilization of distillers dried grain with solubles and cake of rapeseed and primrose in cattle feeding. *Proc. Scientific and Technical Conference POLAGRA Poznań 2004*, Instytut Zootechniki Kraków 2004, ss. 24-38.
- [31] Susin J., Radunz A., Clevenger D.D., Lowe G.D., Tirabasso P.A., Loerch S.C.: Dried distillers grains as a supplement for finishing ewe lambs. *J. Anim. Sci.*, 2008, **2 (86) E-Suppl.**, 498-499.
- [32] Żak G., Pieszka M.: Improving pork quality through genetics and nutrition. *Ann. Anim. Sci.*, 2009, **4 (9)**, 327-338.

QUALITY OF MEAT, FATTY ACID PROFILE, AND SLAUGHTER VALUE OF LAMBS INTENSIVELY FED FEED SUPPLEMENTED WITH BIOFUEL CO-PRODUCTS

S u m m a r y

The objective of the research study was to assess the meat quality of lambs fattened using a mixture with maize distillers' dried grains (DDGS) and linseeds, and to compare that quality with the meat quality of control lambs. The study comprised 20 rams of Kołuda sheep and of their crosses; they were fattened to a body weight of 35 ± 3 kg using a standard or an experimental mixture that had 15 % of DDGS and 5 % of linseeds. The intramuscular lipids of lambs from the experimental group were characterized by a higher content of PUFA and MUFA fatty acids and a lower content of saturated fatty acids. The ratio of C18:2 n-6 acid to C18:3 n-3 acid in the meat of those lambs was more advantageous than in the meat of control animals (3.81 and 6.69, respectively) and its level was conformable to the dietary level as recommended by the World Health Organization. There was reported no significant effect of feeding the lambs using the experimental mixture supplemented with bio-fuel co-products on the analyzed parameters of slaughter value, physicochemical and organoleptic characteristics of culinary meat from the leg, and on the basic chemical composition of raw and grilled meat except for the significantly higher ($p \leq 0.05$) fat content in the raw meat. The average fat content in leg meat was 6.9 % in the experimental group and 5.6 % in the control group. The groups of lambs analyzed did not differ significantly as regards the fattening performance. The average daily gains of rams in the experimental group were 347 g and of rams in the control group: 365 g.

Key words: lambs, feeding, biofuel co-products, slaughter value, meat quality 