

Właściwości fizyko-chemiczne mięsa jagniąt tuczonych mieszanką z udziałem makuchu słonecznikowego i nasion lnu, z uwzględnieniem pochodzenia rasowego oraz rodzaju mięśnia

Eugenia Grześkowiak¹, Bronisław Borys², Fabian Magda¹,
Beata Lisiak¹, Dariusz Lisiak¹, Andrzej Borys¹,
Jerzy Strzelecki¹, Karol Borzuta¹

¹Instytut Biotechnologii Przemysłu Rolno-Spożywczego w Warszawie,
Zakład Badania Surowców i Produkcji Rzeźnianej,
ul. Głogowska 239, 60-111 Poznań

²Instytut Zootechniki – Państwowy Instytut Badawczy,
Zakład Doświadczalny Kołuda Wielka, 88-160 Janikowo

Celem badań było określenie wpływu stosowania w mieszance paszowej komponentów oleistych bez lub z dodatkiem witaminy E na jakość mięsa, z uwzględnieniem pochodzenia rasowego jagniąt oraz rodzaju mięśnia. Materiał badawczy stanowiły mięśnie *longissimus dorsi* (LD) i *semimembranosus* (SEM) od 36 jagniąt-tryczków tuczonych intensywnie do masy ciała 32-37 kg. Doświadczenie wykonano w dwóch powtórzeniach na jagniętach plenno-mlecznej owcy kołudzkiej (OK) i jej mieszańcach po trykach ile de france (IFxOK), po 50%. Trzy grupy tryczków żywiono *ad libitum* różnymi mieszankami pełnoporcjowymi oraz sianem z traw; w grupie kontrolnej (K) mieszanką opartą na komponentach zbożowych i poekstrakcyjnej śrucie rzepakowej, w grupie MSL z udziałem makuchu słonecznikowego i nasion lnu (odpowiednio 23,5 i 5,0%), a w grupie MSL+E dodatkowo z 0,2% dodatkiem witaminy E. W obu mięśniach oznaczono podstawowy skład chemiczny oraz pH₂₄, przewodność elektryczną (EC₂₄), wodochłonność, wyciek naturalny i ubytki masy przy gotowaniu, barwę oraz siłę cięcia (WB). Stwierdzono dobrą jakość mięsa niezależnie od badanych czynników, tj. żywienia, pochodzenia rasowego jagniąt i rodzaju mięśnia. Nie stwierdzono większego wpływu żywienia komponentami olejnymi bez lub z dodatkiem witaminy E oraz pochodzenia rasowego jagniąt na podstawowy skład chemiczny i cechy fizyko-chemiczne mięsa. Rodzaj mięśnia nie wpływał istotnie na skład chemiczny, a różnicował wyraźnie szereg cech fizyko-chemicznych (pH₂₄, udział składowych barwy a* i b* oraz wyciek naturalny i wodochłonność), przy ogólnie korzystniejszym kształtowaniu się tych parametrów w *m. semimembranosus* niż w *m. longissimus dorsi*.

SŁOWA KLUCZOWE: jagnięcina / jakość mięsa / pasze oleiste / pochodzenie rasowe

Jakość mięsa jagnięcego zależy od wielu czynników przed- i poubojowych. Do najważniejszych czynników przyżyciowych zalicza się rasę jagniąt, system tuczu i żywienie

oraz płęć i masę ciała [5, 6, 8, 14, 28]. Bardzo istotne znaczenie mają również czynniki związane z postępowaniem przedubojowym, sam ubój oraz postępowanie poubojowe. Według Sanudo i wsp. [26] największe znaczenie w kształtowaniu cech sensorycznych mięsa, a szczególnie jego kruchości, mają: stres głodowy, sposób wychładzania tusz i metoda obróbki termicznej mięsa. Mięso jagnięce odznacza się dużą zmiennością parametrów jakościowych, pomimo zachowania wyrównanych warunków tuczu oraz postępowania przed- i poubojowego. Dotyczy to zarówno zmienności międzyosobniczej, jak i w obrębie poszczególnych osobników, między poszczególnymi partiami tuszy, jak i mięśniami. Badania francuskie i hiszpańskie [4], przeprowadzone na 6 typach handlowych jagniąt, wykazały dużą zmienność jakości mięsa spowodowaną zawartością tkanki tłuszczowej i łącznej oraz kruchości mięsa, które są głównymi czynnikami kształtowania tekstury mięsa. Badania wykazały, że zmienność tych cech wynika z różnic rasowych, płci, wieku oraz metody żywienia jagniąt.

System żywienia jagniąt, a zwłaszcza rodzaj pasz i komponentów paszowych, pozwala na efektywną i korzystną modyfikację jakości mięsa jagnięcego. Powszechnie uznawany jest korzystny wpływ wypasu na pastwisku na walory zdrowotne i smakowe jagnięciny. Obecnie intensywnie badany jest również wpływ komponentów bogatych w oleje roślinne na parametry jakości zdrowotnej produktów spożywczych pochodzenia zwierzęcego, tj. mleka i mięsa. Szczególnie nasilone badania dotyczą efektów stosowania w żywieniu zwierząt gospodarskich produktów ubocznych, powstających przy produkcji biodiesla i bioetanolu. Racjonalne zagospodarowanie paszowe makuchów i suszonych wywarów zbożowych jest zarówno wyzwaniem gospodarczym, jak i szansą na uzyskanie produktów spożywczych o wysokich walorach zdrowotnych. Stosunkowo nieliczne badania krajowe przeprowadzone na owcach [7, 14], wykazały możliwość uzyskania korzystnych efektów produkcyjnych i poprawy jakości mięsa jagnięcego przy stosowaniu makuchu rzepakowego, zamiast poekstrakcyjnej śruty rzepakowej i części komponentów zbożowych w mieszankach paszowych. Równocześnie pojawienie się na rynku dużych ilości nowych komponentów paszowych z tej grupy (np. makuchu słonecznikowego oraz suszonego wywaru kukurydzianego), uzasadniają potrzebę podjęcia badań nad ich wykorzystaniem w żywieniu różnych grup technologicznych owiec, w tym tuczonych jagniąt.

Metodą poprawy efektów tuczu jagniąt oraz jakości tusz i mięsa jest krzyżowanie towarowe owiec ras lokalnych, wyspecjalizowanych w innych niż mięsny kierunkach użytkowania (wełnistym, mlecznym, plennym), z trykami ras mięsnych. Jednak wyniki takiego krzyżowania nie zawsze są jednoznacznie pozytywne w zakresie jakości mięsa [6]. Do produkcji jagniąt rzeźnych wykorzystuje się tryki różnych ras mięsnych, a ich dobór i uzyskiwane efekty produkcyjne zależą od wielu czynników technologicznych. W ostatnich latach do krzyżowania towarowego wykorzystywane są w kraju, między innymi, rasy charolaise, ile de france czy suffolk. Przykładowo, badania Ciuryka i Kaczor [10, 11], wykonane na jagniętach tuczonych intensywnie do średniej masy ciała, wykazały wyraźną poprawę wyników tuczu, wartości rzeźnej i jakości mięsa mieszańców charolaise x polska owca długowłnista, w porównaniu z jagniętami czystorasowymi. Natomiast w badaniach Grześkowiak i wsp. [13, 15], przy tuczu intensywnym mieszańców plennego merynofina Mf-40 z trykami charolaise, nie stwierdzono jednoznacznie korzystnych efektów użycia tryków tej rasy mięsnej na wartość kulinarną i jakość mięsa.

Mięso kulinarne jest produktem najczęściej przekazywanym na rynek w postaci nieprzetworzonej, które konsument odpowiednio przygotowuje do spożycia. Dlatego też mięso to nie powinno wykazywać odchyień jakościowych. Przez gorszą jakość mięsa rozumie się przede wszystkim pogorszenie wodochłonności i zwiększenie wycieku mięsnego, zbyt jasną barwę o zróżnicowanym nasyceniu oraz gorsze walory smakowe [21]. Biorąc pod uwagę wpływ jakości mięsa na cechy sensoryczne gotowych potraw, istnieje potrzeba analizy najbardziej reprezentatywnych mięśni tuszy jagnięcej.

Celem pracy była ocena wpływu stosowania w żywieniu komponentów oleistych (makuchu słonecznikowego i nasion lnu) bez lub z dodatkiem witaminy E na podstawowy skład i jakość mięsa jagnięcego, z uwzględnieniem pochodzenia rasowego jagniąt oraz rodzaju mięśnia, tj. *longissimus dorsi* i *semimembranosus*.

Materiał i metody

Materiał badawczy stanowiło 36 jagniąt-tryczków plenno-mlecznej owcy kołudzkiej (OK) oraz mieszańce F_1 z krzyżowania towarowego maciorek OK z trykami rasy mięsnej ile de france (IFxOK) ze stada doświadczalnego Instytutu Zootechniki PIB, Zakład Doświadczalny Kołuda Wielka. Jagnięta tuczono intensywnie po odsadzeniu od matek w wieku 7-8 tygodni, do uzyskania masy ciała 32-37 kg. Jagnięta żywiono taką samą mieszanką treściwą, zadawaną *ad libitum*, z dodatkiem siana z traw. Zrealizowano dwa powtórzenia tuczu (I w 2008 i II w 2009 roku). W każdym powtórzeniu jagnięta tuczono w 3 grupach wyrównanych pod względem pochodzenia rasowego (po 50% tryczków OK i mieszańców IFxOK), typu urodzenia (jednakowy udział jagniąt z urodzeń bliźniaczych i trojaczych) oraz masy ciała przy rozpoczęciu tuczu doświadczalnego. W grupie kontrolnej (K) stosowano mieszankę opartą na komponentach zbożowych i poekstrakcyjnej śrucie rzepakowej, a w dwóch doświadczalnych (MSL) część komponentów zbożowych i całą poekstrakcyjną śrutę rzepakową zastąpiono makuchem słonecznikowym i nasionami lnu (odpowiednio 23,5 i 5,0%), a w grupie MSL+E dodatkowo zastosowano suplementację witaminą E (Polfamix E – 0,2%). Skład komponentowy mieszanek i ich wartość pokarmową oraz spożycie dobowe i podstawowy skład chemiczny dawek spożytych przez jagnięta poszczególnych grup żywieniowych podano w tabeli 1.

Tucz i uboje jagniąt (w obu powtórzeniach po 6 sztuk z każdej grupy, po 3 OK i IFxOK) wykonywano w IZ PIB ZD Kołuda Wielka. Badania laboratoryjne mięsa wykonano w Instytucie Biotechnologii Przemysłu Rolno-Spożywczego w Warszawie, Zakład Badania Surowców i Produkcji Rzeźnianej w Poznaniu. Półtusze prawe po 24 godzinach wychładzania w temperaturze 4-6°C poddano rozbirowi na części zasadnicze, według PN-A-82006 [23]. Do badań laboratoryjnych z części lędźwiowej półtuszy (comber) wyodrębniono mięsień *longissimus dorsi* (LD), a z udźca m. *semimembranosus* (SM).

W mięśniach LD i SM oznaczono:

- pH po 24 h (pH_{24}) pehametrem Radiometr PHM 80 Portable z elektrodą zespoloną;
- przewodność elektryczną (EC_{24}) aparatem PQM-L KOMBI;
- zawartość wody przez suszenie próbki w temp. 105°C do ustalenia stałej masy;
- zawartość białka metodą Kjeldahla w aparacie firmy Tecator [22];

Tabela 1 – Table 1

Skład i wartość pokarmowa mieszanek oraz spożycie pasz przez jagnięta
 Composition and feeding value of compound feeds and feed intake by lambs

Wyszczególnienie Specification	Grupa żywieniowa – Feeding group					
	K		MSL		MSL+E	
1	2	3	4			
Mieszanka treściwa						
Compound feed						
Skład komponentowy (%):						
Content of compounds (%):						
ziarno jęczmienia barley grain	25,0	25,0	25,0			
śruta pszenna crushed wheat meal	25,5	–	–			
otręby pszenne wheat middlings	–	17,0	17,0			
susz z zielonek dried grass	10,0	10,0	10,0			
suszone wysł. buraczane dried sugar beet pulp	18,0	18,0	18,0			
poekstr. śruta rzepakowa rapeseed meal	20,0	–	–			
makuch słonecznikowy sunflower cake	–	23,5	23,5			
nasiona lnu linseed	–	5,0	5,0			
mieszanka mineralna MM MM mineral mixture	0,5	0,5	0,5			
Premix C	1,0	1,0	0,8			
Polfamix E	–	–	0,2			
Wartość pokarmowa 1 kg:						
Feeding value of 1 kg:						
JPŻ – UFV	0,88	0,89	0,89			
BTJE – PDIE	99,6	82,5	82,5			
BTJN – PDIN	104,7	83,3	83,3			
Powtórzenie – Repetition						
	I	II	I	II	I	II
Spożycie dobowe (kg/szt):						
Daily intake (kg/lamb):						
mieszanka treściwa compound feed	1,396	1,381	1,455	1,294	1,313	1,288
siano z traw grass hay	0,115	0,096	0,121	0,062	0,105	0,076

	1	2	3	4		
Zawartość w dawce (w 100 g SM): Content in ratio (in 100 g of DM)						
białko ogólne (g) crude protein (g)	13,72	14,80	13,82	14,47	14,20	14,50
tłuszcz surowy (g) crude fat (g)	4,31	5,71	8,64	9,77	8,87	9,77
włókno (g) fibre (g)	13,32	10,25	14,95	10,15	14,63	10,21
BNW (g) NFE (g)	61,34	62,14	56,37	58,59	55,17	58,61

K – kontrolna (mieszanka treściwa + siano) – control (compound feed + hay); MSL – mieszanka treściwa z makuchem słonecznikowym i nasionami lnu – compound feed with sunflower cake and linseed; MSL+E – mieszanka treściwa MSL + witamina E – compound feed MSL + vitamin E; JPŻ – jednostka produkcji żywca, UFV – feed units for meat production; BTJE – białko trawione w jelicie cienkim przy dostępnej w żwaczu energii paszy, PDIE – protein digested in small intestine according to feed energy available in rumen; BTJN – białko trawione w jelicie cienkim przy dostępnym w żwaczu azocie paszy, PDIN – protein digested in small intestine according to feed nitrogen available in rumen; SM – sucha masa, DM – dry matter; BNW – bezazotowe wyciągowe, NFE – N-free extractives

- zawartość tłuszczu metodą Soxhleta [24];
- wyciek naturalny z próbki mięśnia podczas przechowywania przez 48 h w temp. 4°C (wyrażony jako % ubytku masy próbki);
- wodochłonność metodą Grau'a i Hamma [12] w modyfikacji Pohja i Niiniwara [25];
- ubytek termiczny masy mięśnia podczas gotowania w wodzie do uzyskania temperatury wewnętrznej 70°C;
- parametry barwy L*, a* i b* aparatem Minolta CR 400;
- kruchość mięsa szzerometrem Warnera-Bratzlera (WB).

Wyniki opracowano statystycznie przy użyciu pakietu STATISTICA 8 PL. Stosowano czteroczynnikową analizę wariancji ANOVA w układzie ortogonalnym (żywienie, pochodzenie rasowe jagniąt, mięsień, powtórzenie) z interakcjami. W analizie wyników uwzględniono tylko interakcje pierwszego stopnia. Weryfikację statystycznych różnic między grupami żywieniowymi wykonano testem Duncana. Dla oceny zmienności w obrębie grup doświadczalnych obliczono współczynniki zmienności (V%).

Wyniki i dyskusja

Wprowadzenie komponentów oleistych (makuch słonecznikowy i nasiona lnu) do mieszanek doświadczalnych nie wpłynęło na ich wartość energetyczną wyrażoną w jednostkach produkcji żywca (JPŻ), natomiast obniżyło koncentrację białka trawionego w jelicie cienkim, zarówno BTJE (białko trawione przy dostępnej w żwaczu energii paszy), jak i BTJN (białko trawione przy dostępnym w żwaczu azocie paszy); średnio w mieszankach

MSL i MSL+E mniejsza niż w K, odpowiednio o 17,2 i 20,4% (tab. 1). W warunkach żywienia *ad libitum*, w obu grupach doświadczalnych obserwowano o około 14% niższe spożycie siana, a w grupie MSL+E również niższe o 6,3% spożycie mieszanki treściwej.

Różnice w składzie komponentowym mieszanek treściwych oraz w poziomie spożycia pasz nie wpłynęły na zawartość białka ogólnego oraz włókna w suchej masie zestawów paszowych spożytych przez jagnięta z poszczególnych grup żywieniowych. Stwierdzono natomiast, że dawki w obu grupach doświadczalnych zawierały, w przeliczeniu na suchą masę, średnio o 84,8% więcej tłuszczu, a o 7,4% mniej bezazotowych wyciągowych (BNW) w porównaniu z grupą kontrolną.

Nie stwierdzono statystycznie potwierzonego wpływu badanych czynników na podstawowy skład chemiczny tkanki mięśniowej (tab. 2). Zawartość wody i białka ogólnego w mięsie była podobna, niezależnie od zastosowanego żywienia, pochodzenia rasowego jagniąt, mięśnia i powtórzenia (roku), i wyrównana (współczynniki zmienności V dla grup w obrębie czynników w przedziale 1,2-5,3%). Natomiast większe różnice obserwowane w

Tabela 2 – Table 2

Zawartość podstawowych składników w *longissimus dorsi* (LD) i *semimembranosus* (SM); g/100 g tkanki

Content of basic chemical components in *longissimus dorsi* (LD) and *semimembranosus* (SM); g/100 g of tissue

Wyszczególnienie Specification	n	Woda – Water		Białko – Protein		Tłuszcz – Fat	
		\bar{x}	V%	\bar{x}	V%	\bar{x}	V%
Żywienie – Feeding (Z)							
K	24	75,66	1,5	20,65	4,2	2,63	30,5
MSL	24	75,81	1,2	20,70	5,3	2,42	31,5
MSL+E	24	75,64	1,2	20,75	3,4	2,56	36,8
Rasa – Breed (R)							
OK	36	75,75	1,2	20,66	4,3	2,53	30,6
IFxOK	36	75,62	1,4	20,74	4,4	2,54	35,3
Mięsień – Muscle (M)							
LD	36	75,69	1,3	20,70	4,7	2,56	32,1
SM	36	75,71	1,4	20,70	3,9	2,51	33,9
Powtórzenie – Repetition (P)							
I	36	75,58	1,3	20,61	3,9	2,70	29,3
II	36	75,85	1,4	20,79	4,7	2,38	35,9
SEM		0,118		0,105		0,098	
Interakcja Interaction		ZxM ^x MxP ^x		–		ZxM ^x MxP ^x	

OK – owca kołudzka – Koluda sheep; IFxOK – F₁ ile de france x owca kołudzka – F₁ Ile de France x Koluda sheep;

SEM – standardowy błąd średniej arytmetycznej – standard error of mean

x – P ≤ 0,05

zawartości tłuszczu między grupami żywieniowymi (w grupie MSL średnio o 8,0% niższa niż w K i MSL+E) i powtórzeniami tuczu (w I o 13,4% wyższa niż w II), przy małym wyrównaniu tego parametru (V na poziomie 30-40%), okazały się statystycznie nieistotne.

W zawartości wody i tłuszczu wystąpiły statystycznie potwierdzone i powiązane ze sobą interakcje żywienie x mięsień (ŻxM). Spowodowane były one tym, że o ile w przypadku mięśnia najdłuższego grzbietu (LD) żywienie mieszankami z komponentami oleistymi (MSL i MSL+E) spowodowało wzrost zawartości wody i związany z tym spadek zawartości tłuszczu (odpowiednio o 1,0 i 21,8%), o tyle w przypadku mięśnia półbłonistego uda (SM) było odwrotnie – zawartość wody spadła, a tłuszczu wzrosła (odpowiednio o 0,8 i 16,6%). Może to świadczyć o odmiennym reagowaniu mięśni LD i SM na zastosowane żywienie, w zakresie metabolizmu tych składników. Podobne efekty w zakresie zawartości tłuszczu w mięsie pieczeniowym z udźca jagniąt obserwowano w badaniach Borysa i wsp. [7] na skutek zastosowania w mieszankach paszowych makuchu rzepakowego (23,5%) i nasion lnu (5%) bez lub z dodatkiem witaminy E. W badaniach tych żywienie mieszankami z ww. komponentami oleistymi, zawierającymi w porównaniu z mieszanką kontrolną blisko dwa razy więcej tłuszczu o znacznie większej zawartości jedno- i wielonienasyconych kwasów tłuszczowych, spowodowało obniżenie zawartości tłuszczu w mięsie o blisko 5%, a suplementacja mieszanki witaminą E efekt ten potęgowała do blisko 11%. Wyniki te wskazują, że przynajmniej w przypadku wybranych lokalizacji tłuszczu w tuszach jagnięcych, analogicznie jak w przypadku tłuszczu mleka przeżuwaczy, przy żywieniu paszami oleistymi produkcja zwaczowa izomeru SKL *trans*-10 *cis*-12 hamuje prawdopodobnie syntezę tłuszczu tkankowego. Zjawisko takie zostało jednoznacznie potwierdzone dla mleka krów i owiec, jako tzw. syndrom niskiej zawartości tłuszczu w mleku (ang. Milk Fat Depression – MFD) [3, 18], a w odniesieniu do mięsa, jak do tej pory, jedynie na rosnących myszach [2].

Na uwagę zasługuje również trudna do jednoznacznego zinterpretowania, istotna interakcja żywienie x powtórzenie (ŻxP) w przypadku zawartości tłuszczu. Wynikała ona z faktu, że w powtórzeniu I mięśnie jagniąt grupy MSL+E zawierały najwięcej tłuszczu (średnio o 20,5% niż dwie pozostałe), a w powtórzeniu II mięśnie jagniąt K zawierały więcej tłuszczu niż z obu grup doświadczalnych; odpowiednio o 14,4% niż MSL i o 30,4% niż MSL+E.

Badane mięso charakteryzowało się umiarkowaną zawartością tłuszczu, typową dla wysokiej jakości czystego mięsa jagniąt tuczonych intensywnie do średnio wysokich standardów wagowych [17], przy stosunkowo dużej zmienności tego składnika (V na poziomie 30-40%), charakterystycznej dla parametrów otluszczenia tuszy i mięsa jagnięcego. Podobną zawartość tłuszczu w LD (na poziomie 2,3-2,8%) stwierdzili Grześkowiak i wsp. [14, 15] u tuczonych taką samą metodą jagniąt typu plennego i mieszańców z rasami mięsnymi. Natomiast przy mniej intensywnym tuczu jagniąt ras hiszpańskich, koncentracja tłuszczu w tkance mięśniowej była niższa i wynosiła średnio od 1,2 do 2,5% [16, 20, 28].

Żywienie jagniąt mieszankami z komponentami oleistymi wpłynęło w niewielkim stopniu na wzrost pH mięsa po 24 godz. od uboju (tab. 3), przy czym różnica między grupą MSL+E a K, wynosząca średnio 1,6%, okazała się istotna przy $P \leq 0.05$. Pochodzenie rasowe jagniąt nie różnicowało wartości pH_{24} i przewodności elektrycznej (EC_{24}). Natomiast

Tabela 3 – Table 3

Parametry fizyko-chemiczne mięśni *longissimus dorsi* (LD) i *semimembranosus* (SM) [część A]
 Physico-chemical parameters of *longissimus dorsi* (LD) and *semimembranosus* (SM) muscles [part A]

Wyszczególnienie Specification	Parametry barwy – Colour parameters														
	pH ₂₄			EC ₂₄			L* (%)			a*			b*		
	\bar{x}	V%	\bar{x}	V%	\bar{x}	V%	\bar{x}	V%	\bar{x}	V%	\bar{x}	V%	\bar{x}	V%	
Żywienie – Feeding:															
K	5,66 ^a	2,7	3,31	18,7	40,18	6,2	12,94	8,6	2,11	75,7					
MSL	5,70	2,3	3,21	15,6	39,27	7,0	13,00	10,8	1,80	75,2					
MSL+E	5,75 ^a	2,3	3,21	16,5	39,99	5,4	13,13	10,1	1,74	65,2					
Rasa – Breed:															
OK	5,72	2,8	3,20	17,0	40,12 ^a	6,2	13,00	8,8	2,14 ^a	63,9					
IFxOK	5,68	2,1	3,29	16,9	38,84 ^a	6,1	13,05	10,8	1,63 ^a	81,9					
Mięsień – Muscle:															
LD	5,75 ^A	2,7	3,34	16,7	39,49	6,8	12,40 ^A	7,5	1,35 ^A	94,9					
SM	5,65 ^A	1,9	3,15	16,7	39,46	5,9	13,65 ^A	9,3	2,42 ^A	51,7					
Powtórzenie – Repetition:															
I	5,74 ^a	2,6	3,24	16,0	39,67	6,1	12,89	8,8	2,33 ^A	54,1					
II	5,67 ^a	2,3	3,24	17,9	39,28	6,6	13,16	10,6	1,44 ^A	93,0					
SEM	0,017		0,064		0,294		0,150		0,161						
Interakcja Interaction	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
							ŻxR ^{xx}		RxM ^{xx}						
							RxM ^{xx}		MxP ^x						

AA, xx – P<0,01; aa, x – P<0,05; $\alpha\alpha$ – P<0,10

Tabela 4 – Table 4

Parametry fizyko-chemiczne mięśni *longissimus dorsi* (LD) i *semimembranosus* (SM) [część B]
 Physico-chemical parameters of *longissimus dorsi* (LD) and *semimembranosus* (SM) muscles [part B]

Wyszczególnienie Specification	Wyciek naturalny (%) Drip loss (%)		Wodochłonność (%) Water holding capacity (%)		Ubytki przy gotowaniu (%) Cooking losses (%)		Kruchość WB (N) Tenderness WB (N)	
	\bar{x}	V%	\bar{x}	V%	\bar{x}	V%	\bar{x}	V%
Żywienie – Feeding:								
K	1,39	49,9	33,30	8,9	27,16	12,4	88,64	21,2
MSL	1,23	49,8	32,20	6,9	28,88	15,4	100,00	24,2
MSL+E	1,36	68,7	33,85	8,6	27,52	12,8	89,15	30,0
Rasa – Breed:								
OK	1,39	51,3	32,87	8,6	27,83	14,2	91,70	25,9
IFxOK	1,27	62,7	33,36	8,2	27,87	13,5	93,49	25,7
Mięsień – Muscle:								
LD	1,70 ^A	43,2	33,69 ^a	7,3	27,92	11,9	92,55	25,8
SM	0,95 ^A	58,8	32,54 ^a	9,1	27,78	15,5	92,64	25,8
Powtórzenie – Repetition:								
I	1,14 ^a	67,5	32,39 ^a	8,6	26,07 ^A	12,7	88,70	20,3
II	1,52 ^a	45,8	33,84 ^a	7,7	29,67 ^A	11,7	96,49	29,1
SEM	0,089		0,326		0,451		2,797	
Interakcja Interaction	–		–		–		–	

AA – $P \leq 0,01$; aa – $P \leq 0,05$; $\alpha\alpha$ – $P \leq 0,10$

mięsień LD w porównaniu z SM odznaczał się istotnie wyższym pH_{24} (o 1,8%; $P \leq 0,01$) oraz wyższym EC_{24} (o 6,0%; NS). Analizowane czynniki doświadczalne nie wpływały w większym stopniu na wyrównanie obu tych parametrów, które dla pH_{24} było bardzo dobre (V poniżej 3%), a dla EC_{24} na średnim poziomie (V poniżej 20%).

Podobne wartości pH i EC miało dobrej jakości mięso z jagniąt rasy merynofin Mf-40 i mieszańców tej rasy z trykami mięsnymi teksel i charolaise we wcześniejszych badaniach Grześkowiak i wsp. [14, 15]. Również pH_{24} mięsa jagniąt różnych ras hiszpańskich [19, 20, 28] mieściło się w przedziale od 5,60 do 5,82. Natomiast Vignola i wsp. [29], w badaniach mięśnia LD u jagniąt ras włoskich, stwierdzili wyższe wartości pH_{24} (średnio 6,18).

Uzyskane w badaniach średnie wartości pH_{24} (w przedziale 5,66-5,75) świadczą o prawidłowym końcowym zakwaszeniu tkanki mięśniowej i właściwym przebiegu procesu glikolizy. Stwierdzony zakres przewodności elektrycznej (EC_{24} średnio w przedziale 3,15-3,34 mS) był znacznie korzystniejszy niż obserwowany w wieprzowinie przez Strzeleckiego i wsp. [27]. Analiza indywidualnych pomiarów pH wykazała brak odchyłeń jakościowych w kierunku mięsa typu DFD (mięso o ciemnej barwie).

Żywnienie nie miało istotnego wpływu na pomiar jasności barwy mięsa (L^*) oraz składowej barwy czerwonej (a^*) – tabela 3. Stwierdzono natomiast dość wyraźną tendencję do obniżonego pomiaru składowej barwy żółtej (b^*) w mięśniach jagniąt żywionych mieszankami z komponentami oleistymi (MSL i MSL+E) w stosunku do grupy kontrolnej K (średnio o 16,1%). Jednakże przy wysokiej zmienności wartości b^* (V >65%), różnice te okazały się statystycznie nieistotne. Również pochodzenie rasowe jagniąt nie różnicowało istotnie pomiarów L^* i a^* mięsa, przy wyraźnej tendencji do obniżonej wartości pomiaru składowej barwy żółtej b^* dla mięśni mieszańców IFxOK w stosunku do jagniąt owcy kołudzkiej (23,8%; $P \leq 0,10$).

Badane mięśnie nie różniły się wyraźniej pod względem jasności barwy L^* , natomiast istotnie wyższy udział składowej barwy czerwonej a^* , jak i żółtej b^* , stwierdzono dla mięśnia półbłoniastego uda (SM); odpowiednio o 10,1 i 79,8% niż dla LD ($P \leq 0,01$). Uwagę zwraca blisko dwukrotnie lepsze wyrównanie pomiaru składowej barwy żółtej b^* dla mięśnia SM niż dla LD. Dla pomiarów składowych a^* i b^* stwierdzono istotne interakcje rasa x miesiąc, które spowodowane były tym, że w przypadku mieszańców IFxOK różnice w udziale obu tych składowych barwy między mięśniami SM i LD były kilkakrotnie większe, niż dla mięśni jagniąt owcy kołudzkiej (OK). Dla składowej barwy czerwonej a^* statystycznie istotne okazały się również interakcje żywienie x rasa (dla OK wyższe pomiary a^* w grupie K niż w MSL i MSL+E, a dla IFxOK odwrotnie) oraz miesiąc x powtórzenie (dla LD podobne wartości a^* w obu powtórzeniach, a dla SM wyższe w powtórzeniu II niż w I).

Mięso badanych jagniąt było ciemniejsze niż we wcześniejszych badaniach Grześkowiak i wsp. [14, 15], w których średnia jasność (L^*) mięśnia LD przekraczała 45%. Natomiast podobną jasność barwy LD (około 40%) uzyskali Martinez-Cerezo i wsp. [20] oraz Manso i wsp. [19] u jagniąt ras hiszpańskich tuczonych do masy ok. 30 kg, a także Abdullah i Qudsieh [1] u jagniąt mlecznej rasy awassi.

Badane czynniki różnicowały dość wyraźnie wielkość wycieku naturalnego (tab. 4). Statystycznie istotne różnice (przy $P \leq 0,01$) stwierdzono między badanymi mięśniami

(w wartościach bezwzględnych dla LD o 78,9% większy niż dla SM) oraz dla powtórzeń; odpowiednio w II o 33,4% większy niż w I. Obserwowano również tendencję do mniejszego wycieku naturalnego mięsa jagniąt żywionych komponentami oleistymi bez dodatku witaminy E (MSL) w stosunku do grup K i MSL+E (średnio o 10,5%) oraz dla mięsa mieszańców IFxOK w porównaniu z OK (o 8,6%). W sumie, badane mięso jagnięce odznaczało się stosunkowo niskim wyciekaniem soku mięsnego z tkanki, jednak przy wysokiej i zróżnicowanej zmienności tego parametru (V dla poszczególnych grup w obrębie czynników w przedziale od 43 do 69%). Badane mięso jagnięce charakteryzowało się niższym wyciekaniem soku mięsnego z tkanki (średnio 1,3%) niż obserwowany przez Grzeškowiak i wsp. [14, 15] oraz Vignola i wsp. [29] w mięsie jagniąt o różnym pochodzeniu rasowym (średnio w przedziale 1,8-3,0%).

Nie stwierdzono istotnego wpływu żywienia oraz pochodzenia rasowego jagniąt na wodochłonność badanych mięśni, przy tendencji do korzystniejszego kształtowania się tej cechy w mięśni SM niż LD (niższa o 1,15 punktów procentowych; $P \leq 0,10$). Wodochłonność mięsa jest wyróżnikiem jakościowym, który określa jego przydatność jako surowca przerobowego oraz ma znaczenie w kształtowaniu właściwości sensorycznych po obróbce cieplnej [17]. Wodochłonność badanego mięsa (średnio na poziomie około 33%) oraz dobre jej wyrównanie ($V < 10\%$), świadczą o wysokiej jego jakości niezależnie od zastosowanych czynników doświadczalnych.

Żaden z czynników doświadczalnych nie wpłynął istotnie na ubytki masy mięśni podczas gotowania. Kształtowały się one średnio na poziomie około 28%, przy średnim wyrównaniu tego parametru (V w przedziale 12-16%). Zbliżone ubytki przy gotowaniu obserwowano we wcześniejszych badaniach własnych [14] na LD jagniąt mieszańców owiec typu plennego z trykami rasy tekseł (średnio 31,8%), a niższe u mieszańców merynofin x charolaise (średnio 24,6%) [15].

Kruchość badanych mięśni nie była istotnie zróżnicowana w zależności od badanych czynników. Zwraca jednak uwagę tendencja do pogorszenia kruchości w przypadku jagniąt MSL w porównaniu z dwoma pozostałymi grupami żywieniowymi; siła cięcia średnio o 12,5% większa (NS). Mogło to być spowodowane większym w tej grupie skurczem siatki miofibrylarniej, wynikającym z procesów denaturacji i koagulacji białek. Mogą na to wskazywać wyższe o 6,3% ubytki masy mięsa podczas gotowania.

Siła potrzebna do przecięcia mięsa badanych jagniąt była wyraźnie większa niż pomiary na LD uzyskane przez Grzeškowiak i wsp. [14, 15]; odpowiednio 92,6 vs. 49,9 i 53,0 N. Na podstawie przeprowadzonych badań nie można jednoznacznie określić, co spowodowało stosunkowo dużą twardość badanego mięsa. Być może miało na to wpływ zbyt szybkie tempo wychładzania tusz po uboju. Według Borzuty i Strzeleckiego [9] dla zapewnienia dobrej kruchości mięsa owczego zaleca się wolne wychładzanie tusz, a dopuszczalne tempo schładzania, zapobiegające występowaniu skurczu chłodniczego, to obniżanie temperatury nie szybsze niż 3,7°C w ciągu godziny.

Z przeprowadzonej analizy wynika, że suplementacja mieszanki treściwej z udziałem makuchu słonecznikowego i nasion lnu witaminą E nie miała wyraźniejszego i statystycznie potwierdzonego wpływu na podstawowy skład chemiczny i badane cechy fizyko-chemiczne mięsa tuczonych jagniąt. Obserwowano natomiast znaczny wpływ powtórzenia doświadczenia na kształtowanie się zawartości tłuszczu w mięsie oraz wyraźny w

przypadku większości uwzględnionych cech fizyko-chemicznych, co było spowodowane przede wszystkim zmiennością czynników środowiskowych w trakcie kolejnych lat realizacji badań.

Podsumowując wyniki przeprowadzonych badań należy stwierdzić, że mięso badanych jagniąt, niezależnie od zastosowanego żywienia, pochodzenia rasowego i rodzaju mięśnia, odznaczało się ogólnie wysoką jakością, przy mniej korzystnym kształtowaniu się kruchości po ugotowaniu (WB), nie wynikającym jednak z oddziaływania któregoś z zastosowanych czynników doświadczalnych.

Nie stwierdzono wyraźniejszego wpływu żywienia tuczonych jagniąt mieszanką z udziałem makuchu słonecznikowego i nasion lnu oraz suplementacji mieszanki z komponentami oleistymi witaminą E na podstawowy skład chemiczny i cechy fizyko-chemiczne badanych mięśni, przy odmiennych efektach żywienia komponentami oleistymi w zakresie zawartości tłuszczu śródmięśniowego; spadek w przypadku *m. longissimus dorsi* a wzrost w *m. semimembranosus*.

Pochodzenie rasowe jagniąt w niewielkim stopniu różnicowało skład i badane cechy fizyko-chemiczne mięsa, przy pociemnieniu mięsa mieszańców IFxOK, związanym ze zmniejszonym udziałem składowej barwy żółtej.

Porównywane mięśnie nie różniły się wyraźniej podstawowym składem chemicznym. Wyraźniejsze różnice stwierdzono w zakresie szeregu analizowanych cech fizyko-chemicznych (pH₂₄, udział składowych barwy a* i b* oraz wyciek naturalny i wodochłonność), ogólnie korzystniejszych w *m. semimembranosus* niż w *m. longissimus dorsi*. Statystyczne potwierdzone interakcje pierwszego stopnia mięsień x żywienie oraz mięsień x powtórzenie w zawartości wody i tłuszczu oraz składowych barwy a* i b* świadczą o różnym reagowaniu badanych mięśni na zastosowany czynnik żywieniowy i warunki realizacji doświadczeń w I i II roku badań.

PIŚMIENNICTWO

1. ABDULLAH A.Y., QUDSIEH R.I., 2009 – Effect of slaughter weight and aging time on the quality of meat from Awassi ram lambs. *Meat Science* 82, 309-316.
2. BAUMAN D.E., BAUMGARD L.H., CORL B.A., GRIINARI J.M., 1999 –Biosynthesis of conjugated linoleic acid in ruminants. *Proceedings of the American Society of Animal Science*, pp. 1-15.
3. BAUMAN D.E., MATHER I.H., WALL R.J., LOCK A.L., 2006 – Major advances associated with the biosynthesis of milk. *Journal of Dairy Sciences* 89, 1235-1243.
4. BERGE P., SANCHEZ A., DRANSFIELD E., SEBASTIAN I., SANUDO C., BAYLE M.C., 1999 – Variations of meat composition and quality in different commercial lamb type 45th ICoMST, Yokohama, 502-503.
5. BORYS B., BORYS A., 2001 – Wartość rzeźna mięsa jagniąt lekkich typu mlecznego i tuczonych do masy ciała 35-40 kg. *Roczniki Naukowe Zootechniki*, Supl. 11, 115-124.
6. BORYS B., PISULEWSKI P.M., 2001 – Jakość oraz możliwości kształtowania prozdrowotnych właściwości spożywczych produktów owczarskich. *Roczniki Naukowe Zootechniki* 11, Supl. 67-86.
7. BORYS B., STRZELECKI J., GRZEŚKOWIAK E., 2008 – Wstępne badania nad wpływem stosowania makuchu rzepakowego i nasion lnu bez lub z suplementacją witamina E na uzysk

- i jakość elementów kulinarnych jagniąt z uwzględnieniem metody obróbki termicznej. *Roczniki Naukowe Polskiego Towarzystwa Zootechnicznego* 4, 4, 97-110.
8. BORZUTA K., STRZELECKI J., 2001 – Możliwości produkcji dobrej jakości mięsa kulinarnego z jagniąt. *Roczniki Naukowe Zootechniki* 11, Supl., 13-21.
 9. BORZUTA K., STRZELECKI J., 2007 – Wpływ różnych warunków wychładzania poubojowego tusz owczych na zmiany ilościowe i jakościowe mięsa. *Roczniki Instytutu Przemysłu Mięsnego i Tłuszczowego* 45, 1, 111-122.
 10. CIURYK S., KACZOR U., 1996 – Przydatność do tuczu i wartość rzeźna tryczków mieszańców po maciorach polskiej owcy długowłnistej (odmiana pogórza) i tryków rasy Charolais. Mat. Konf. „Genetyczne i środowiskowe uwarunkowania wartości rzeźnej i jakości mięsa zwierząt”, Lublin, 59-62.
 11. CIURYK S., KACZOR U., 2001 – Wpływ standardu wagowego na wybrane parametry użytkowości mięsnej tryczków mieszańców po maciorkach polskiej owcy długowłnistej i trykach rasy Charolais. *Roczniki Naukowe Zootechniki* 11, Supl., 125-132.
 12. GRAU R., HAMM R., 1952 – Eine einfache Methode zur Bestimmung der Wasserbindung in Fleisch. *Fleischwirtschaft* 4, 295-297.
 13. GRZEŚKOWIAK E., BORZUTA K., STRZELECKI J., BORYS B., BORYS A., LISIAK D., 2001 – Cechy jakościowe mięsa jagniąt rasy merynofin Mf-40 oraz mieszańców tej rasy z trykami Charollais. *Roczniki Naukowe Zootechniki* 11, Supl., 147-153.
 14. GRZEŚKOWIAK E., BORZUTA K., STRZELECKI J., BORYS B., BORYS A., LISIAK D., 2004 – Wpływ stosowania nasion rzepaku i lnu w tuczu jagniąt na uzysk wyrębów i mięsa kulinarnego oraz wybrane parametry jakości mięsa. *Zeszyty Naukowe Przeglądu Hodowlanego* 72, z. 3, 69-78.
 15. GRZEŚKOWIAK E., STRZELECKI J., BORZUTA K., BORYS A., BORYS B., 2003 – Wpływ genotypu na wydajność i jakość kulinarnego mięsa jagnięcego. *Roczniki Instytutu Przemysłu Mięsnego i Tłuszczowego* 40, 33-43
 16. JUAREZ M., HORCADA A., ALCALDE M. J., VALERA M., PALVILLO O., MOLINA A., 2009 – Meat and fat quality of unweaned lambs as affected by slaughter weight and breed. *Meat Science* 83, 308-313.
 17. KĘDZIOR W., 2005 – Owce produkty spożywcze. PWE, Warszawa.
 18. KNIGHT T.W., KNOWLES S.O., DEATH A.F., CUMMINGS T.L., MUIR P.D., 2004 – Conservation of conjugated linoleic, trans-vaccenic and long chain omega-3 acid content in raw and cooked lamb from two cross-breeds. *New Zealand Journal of Agricultural Research* 47, 129-135.
 19. MANSO T., BODAS R., CASTRO T., JIMENO V., MANTECON A.R., 2009 – Animal performance and fatty acid composition of lambs fed with different vegetable oils. *Meat Science* 83, 511-516.
 20. MARTINEZ-CEREZO S., SANUDO C., PANEA B., MEDEL I., DELFA R., SIERRA I., BELTRAN J.A., CEPERO R., OLLETA J.L., 2005 – Breed, slaughter weight and ageing time effects on physico-chemical characteristic of lamb meat. *Meat Science* 69, 325-333.
 21. MIGDAŁ W., PAŚCIAK P., GARDZIŃSKA A., BAROWICZ T., PIESZKA M., WOJTYSIAK D., 2004 – Wpływ czynników genetycznych i środowiskowych na jakość wieprzowiny. *Prace i Materiały Zootechniczne*, Zeszyt Specjalny, 15, 103-117.
 22. PN-A-04018, 1975 – Produkty rolniczo-żywnościowe. Oznaczenie azotu metodą Kjeldahla i przeliczanie na białko.

23. PN-A-82006, 1996 – Baranina. Części Zasadnicze.
24. PN-ISO 1444, 2000 – Mięso i przetwory mięsne. Oznaczenie zawartości tłuszczu wolnego.
25. POHJA N.S., NIINIVARA F.P., 1957 – Die Bestimmung der Wasserbindung in Fleisch. *Fleischwirtschaft* 4, 295-297.
26. SANUDO C., SANCHES A., ALFONSO M., 1998 – Small ruminant production system and factors affecting lamb meat quality. *Meat Science* 49 (1), Supl., 29-64.
27. STRZELECKI J., BORZUTA K., PIECHOCKI T., GRZEŚKOWIAK E., 1995 – Określenie parametrów przewodności elektrycznej mięsa wieprzowego różnej jakości. *Zeszyty Naukowe Przeglądu Hodowlanego* 20, 89-100.
28. TEJEDA J.F., PENA R.E., ANDRES A.I., 2008 – Effect of live weight and sex on physicochemical and sensorial characteristics of Merino lamb meat. *Meat Science* 80, 1061-1067.
29. VIGNOLA G., LAMBERTINI L., MAZZONE G., GIAMMARKO M., TASSINARI M., MARTELLI G., BERTIN G., 2009 – Effects of selenium source and level of supplementation on the performance and meat quality of lambs. *Meat Science* 81, 678-685.

Eugenia Grzeškowiak, Bronisław Borys, Fabian Magda,
Beata Lisiak, Dariusz Lisiak, Andrzej Borys,
Jerzy Strzelecki, Karol Borzuta

Physicochemical properties of meat from lambs fattened with a sunflower cake and linseed diet with reference to breed origin and muscle type

Summary

The aim of the study was to determine the effect of using oil components with or without vitamin E supplementation in the lamb fattening diet on meat quality with consideration of breed origin and type of muscle. Analysis was made of *longissimus dorsi* (LD) and *semimembranosus* (SM) muscles from 36 ram-lambs fattened intensively to 32-37 kg body weight. The experiment was conducted with two replications using lambs of the prolific-dairy Kolumbia sheep (OK) and its crosses obtained from Ile de France rams (IFxOK) (50% each). Three ram-lamb groups were fed *ad libitum* with different complete diets and supplemental grass hay, group K received a diet based on cereal components and rapeseed meal, group MSL a diet containing sunflower meal and linseed (23.5 and 5%, respectively), and group MSL+E additionally received a 0.2% vitamin E supplement. Both muscles were analyzed for basic chemical composition, pH₂₄, electrical conductivity (EC₂₄), water holding capacity, drip loss and cooking loss, colour and WB shear force. The quality of meat was good regardless of the investigated factors (feeding, breed origin and type of muscle). Feeding oil components with or without supplemental vitamin E and breed origin of the lambs had no appreciable effect on basic chemical composition and physicochemical characteristics of the meat. Muscle type had no significant effect on chemical composition but caused clear differences in several physicochemical characteristics (pH₂₄, a* and b* colour coordinates, drip loss, water holding capacity), which were generally more beneficial for *m. semimembranosus* compared to *m. longissimus dorsi*.

KEY WORDS: lamb meat / meat quality / oil feeds / breed origin