

## PROFIL KWASÓW TŁUSZCZOWYCH MIĘSA ORAZ WARTOŚĆ RZEŻNA ŚWIŃ ŻYWIONYCH MIESZANKĄ Z DODATKIEM OLEJU LNIANEGO I RYBNEGO

Eugenia Grześkowiak<sup>1)</sup>, Karol Borzuta<sup>1)</sup>, Dariusz Lisiak<sup>1)</sup>, Piotr Janiszewski<sup>1)</sup>,  
Grzegorz Skiba<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup>Instytut Biotechnologii Przemysłu Rolno-Spożywczego im. prof. Waława Dąbrowskiego  
Pracownia Badania Surowców i Produkcji Rzeźnianej, ul. Głogowska 239, 60-111 Poznań

<sup>2)</sup>Instytut Fizjologii i Żywienia Zwierząt im. J. Kielanowskiego, Polskiej Akademii Nauk  
w Jabłonie

eugenia.grzeskowiak@ibprs.pl

### Streszczenie

Badania przeprowadzono na 16 tucznikach żywionych paszą o podobnej zawartości energii, lecz o zróżnicowanych dodatkach olejów lnianego i rybnego. Wykonano ocenę wybranych cech wartości rzeźnej tuczników i jakości mięśnia *longissimus lumborum* (LL). Oznaczono zawartość kwasów tłuszczowych w surowym i gotowanym mięśni LL. Stwierdzono podobną sumaryczną zawartość kwasów tłuszczowych SFA, MUFA i PUFA w surowym i gotowanym mięśni LL obu grup. Ponad dwa razy więcej kwasu linolenowego stwierdzono w mięśni LL surowym i gotowanym u tuczników żywionych dodatkiem oleju lnianego w porównaniu z tucznikami otrzymującymi dodatek oleju rybnego. Wykazano, że stosunek kwasów n/6 do n/3 w surowym i gotowanym mięśni LL był korzystniejszy u świń żywionych dietą z dodatkiem oleju lnianego (odpowiednio 4,06 i 4,32) niż rybnego (5,56 i 6,33). Nie stwierdzono istotnych różnic w badanych cechach wartości rzeźnej i jakości mięsa pomiędzy obu grupami świń

**Słowa kluczowe:** tuczniki, wartość rzeźna, oleje, kwasy tłuszczowe

### FATTY ACID PROFILE IN PORK AND SHLAUGHTER VALUE OF PIGS FED MIXTURE WITH SUPPLEMENT OF LINSEED AND FISH OILS

#### Summary

The study was carried out on 16 pigs fed diet with similar energy content but with different supplements of linseed and fish oils. The evaluation of selected slaughter value traits of pigs and quality of fresh and cooked muscle *longissimus lumborum* (LL) was made. It was stated that total SFA, MUFA and PUFA fatty acids content in fresh and cooked m. LL was similar in both studied groups. Above twice more linolenic acid was confirmed in fresh and cooked m. LL in pigs fed with additive of linseed oil in compare to pigs fed with supplement fish oil. It was confirmed that n/6 to n/3 acide ratio in both fresh and cooked muscles was

better in pigs fed diet with supplement of linseed oil (4,06 and 4,32 adequately) than supplement of fish oil (5,56 and 6,33). No significant differences in slaughter value and meat quality between both study groups of pigs was observed.

**Key words:** fatteners, slaughter value, oils, fatty acids

### WSTĘP

Od dawna znane są zależności pomiędzy składem tkankowym tusz wieprzowych a ich przydatnością technologiczną i wartością handlową [Branscheid i in. 1990]. Najbardziej wartościowym składnikiem tuszy jest mięso a następnie tłuszcz. Wartość rzeźna tuszy zwiększa się w miarę podwyższania zawartości mięsa. Wykazano również, że profil kwasów tłuszczowych w tłuszczu śródmięśniowym tuczników mieszańcowych zależy od genotypu świń i rodzaju mięśnia [Migdał i in. 2004]. Fiego i in. (2005) stwierdzili, że poziom kwasów PUFA i kwasu  $\alpha$ -linolenowego w tkance tłuszczowej tusz ciężkich był niższy niż u tusz lekkich.

Dietetyczna wieprzowina powinna zawierać niewiele tłuszczu międzymięśniowego i śródmięśniowego, o odpowiednim składzie kwasów tłuszczowych, a zwłaszcza o prawidłowej zawartości i proporcji kwasów wielonienasyconych omega 3 i omega 6. Zbyt duża ilość wielonienasyconych kwasów tłuszczowych w tłuszczu śródmięśniowym i zapasowym wpływa niekorzystnie na właściwości technologiczne i jakościowe mięsa, a zwłaszcza na cechy sensoryczne. Coraz większe zainteresowanie lekarzy, żywieniowców i epidemiologów wzbudzają nienasycone kwasy tłuszczowe z rodziny n-3. Głównymi jej przedstawicielami są kwas eikozapentaenowy (EPA C20:5) oraz dokozaheksaenowy (DHA C22:6). Podstawowym źródłem kwasu  $\alpha$ -linolenowego są oleje roślinne (lniany, rzepakowy). W pełnotłustych nasionach lnu kwas  $\alpha$ -linolenowy stanowi około 52% sumy kwasów tłuszczowych, natomiast w oleju rzepakowym 8,1%, rybnym 1,2%, [Barowicz i Kędzior 2000; Ptasznik i Jerzewska, 2005; Makała i Kern-Jędrychowski 2006].

Barowicz i Kędzior (2000), stosując w żywieniu świń 15% dodatek pełnotłustych nasion lnu, stwierdzili w tkance tłuszczowej mięśnia *longissimus dorsi* wzrost poziomu kwasu  $\alpha$ -linolenowego (C18:3 n-3) z 0,28% w grupie kontrolnej do ponad 2% w grupie doświadczalnej. Równocześnie zmniejszył się stosunek kwasów PUFA n-6/n-3 odpowiednio z 23,0 do 3,5. Z kolei Haak i in. (2008), żywiąc świnię dodatkiem oleju rybnego stwierdzili w mięśniu *longissimus thoracis* zmniejszenie stosunku kwasów n-6/n-3 z 11 do 3,0. Nuernberg i in. (2005) podawali w diecie wieprzków i loszek dodatek oleju lnianego i oleju z oliwek. Badania wykazały słaby efekt stosowania w żywieniu dodatku oleju z oliwek, przy

czym nie przemawiają za wykorzystaniem tego komponentu względy ekonomiczne. W piśmiennictwie zwraca się uwagę na problemy związane z modyfikowaniem profilu kwasów tłuszczowych mięsa zwierząt rzeźnych. Zbyt duża ilość wielonienasyconych kwasów tłuszczowych w tłuszczu śródmięśniowym i zapasowym wpływa na konsystencję tłuszczu (miękki, mazisty), pogorszenie smaku i zapachu oraz obniżenie trwałości [Migdał i in. 2008]. Z tego względu dodatek wielonienasyconych kwasów tłuszczowych w paszy dla zwierząt wymaga stosowania przeciwutleniaczy, np. witaminy E. Witamina E przerywa łańcuch reakcji wolnorodnikowych w komórkach organizmu, a mięso tak żywionych zwierząt przechowuje się dłużej, bez zmian oksydacyjnych tłuszczu [Barowicz i Kędzior 2000].

Celem pracy było określenie wpływu dodatku oleju roślinnego i zwierzęcego w diecie świń na poziom kwasów tłuszczowych w surowym i gotowanym mięśniu *longissimus lumborum*.

### MATERIAŁ I METODY BADAŃ

Badania przeprowadzono na 16 tucznikach (w połowie loszkach i wieprzkach), pochodzących z krzyżowania matek rasy (wielka biała polska x duńska landrace) z knurami rasy duroc. Zwierzęta utrzymywano w chlewni, w tych samych warunkach zoohigienicznych, (temperatura powietrza 18-20°C, wilgotność względna 60-70%, prędkość ruchu powietrza 0,2-0,4 m/s).

Mieszanki paszowe przygotowywano z komponentów podanych w tabeli 1.

**Tabela 1.** Komponenty i wartość pokarmowa paszy [g/kg]  
*Components and nutritive value of compound feed [g/kg]*

Cecha / Traits	Mieszanka / Mixtura	
	Z olejem lnianym / With Linseed oil	Z olejem rybnym / With Fish oil
Śruta jęczmienna / Barley	360	360
Śruta pszenna / Wheat	360	360
Śruta kukurydziana / Corn	100	100
Poekstrakcyjna śruta rzepakowa / Rapeseed meal	40	40
Poekstrakcyjna śruta sojowa / Soyabean meal grain	80	80
Olej rzepakowy / Rapeseed oil	10	10
Olej lniany / Linseed oil	-	23
Olej rybny (tran z dorsza) / Fish oil (cod liver oil)	20	-
Premiks A / Premix A	25	25
Białko strawne (g/kg) / Digestible crude protein, g / kg	136	135
EM, MJ/ kg / Metabolizable energy, MJ / kg <sup>4</sup>	13,5	13,4

Zwierzęta żywiono systemem dawkowanym. Świnie miały stały dostęp do wody w podłach smoczkowych. W okresie żywienia od 25 do 60 kg masy ciała zwierzęta żywiono systemem dawkowanym mieszanką typu Grower (13,2 MJEM i 8,2 g lizyny na 1 kg paszy). Po osiągnięciu 60 kg masy ciała świnie podzielono na 2 grupy, po 8 sztuk w grupie. Tuczniki w tych grupach żywiono systemem dawkowanym, paszami o podobnej zawartości energii oraz białka strawnego i lizyny, ale o zróżnicowanych dodatkach tłuszczu do osiągnięcia masy ciała 105 kg. Grupie pierwszej podawano na kg mieszanki 20 g oleju rybnego (tran z dorsza), grupie drugiej 23 g oleju lnianego.

Masa ciała ubijanych zwierząt wynosiła około 105 kg. Stosowano oszałamianie elektryczne, wykrwawianie w pozycji wiszącej oraz wychładzanie metodą jednostopniową. Na wiszących ciepłych, lewych półtuszkach wykonywano ocenę mięsności za pomocą urządzenia ultradźwiękowego Ultra Fom 300 oraz ręczne pomiary za pomocą suwmiarki grubości słoniny w czterech następujących punktach półtuszy: na grzbiecie, tj. nad ostatnim żebrem, nad początkiem mięśnia *gluteus medius* (krzyż I), nad środkiem mięśnia *gluteus medius* (krzyż II), nad końcem przekroju mięśnia *gluteus medius* (krzyż III) [Borzuta 1998].

W mięśniu *longissimus lumborum* (LL) na wysokości 1-2 kręgu lędźwiowego wykonano pomiary pH za pomocą pehametru Radiometr PHM 80 Portable z elektrodą zespoloną produkcji duńskiej, w czasie 45 min (pH<sub>45</sub>) i 24 h (pH<sub>24</sub>) post-mortem [PN-ISO 2917].

Instrumentalny pomiar barwy wykonano 24 h post mortem na przekroju mięśnia LL pomiędzy 1 i 2 kręgiem lędźwiowym. Pomiary wykonano za pomocą aparatu Minolta Chromometer CR-400, określając wartości L\* a\* b\*. Próby mięśnia LL o masie ok. 300 g ważono i ogrzewano w wodzie do osiągnięcia temperatury 75°C w centrum próbki. Po ostudzeniu próby ważono i z różnicy masy obliczano procentowy ubytek podczas gotowania mięsa [Baryłko-Pikielna i Matuszewska 2014].

Zawartość wody oznaczano wg normy ISO 1442:2000. Do naczynka wagowego przenoszono około 3 g zmielonej próby mięsa (przygotowanej według norm ISO 3100:1999), ważono, suszono w temp 105°C do uzyskania stałej masy. Zawartość wody w procentach obliczono z różnicy masy próbki przed suszeniem i po suszeniu.

Zawartość tłuszczu śródmięśniowego oznaczono wg PN-ISO 1444:2000. Wyszuszoną, zważoną próbkę umieszczano w gilzie ekstrakcyjnej i ekstrahowano substancje tłuszczowe eterem naftowym w aparacie Soxtherm firmy Gerhardt Laboratory System. Zawartość tłuszczu obliczano z różnicy masy próbki przed i po ekstrakcji. Zawartość białka całkowitego określano metodą Kjeldahla System 1002 Distilling Unit [PN75/A-04018].

Profil kwasów tłuszczowych oznaczono w tłuszczu śródmięśniowym surowego

i gotowanego mięśnia *longissimus lumborum*. Estrы metylowe kwasów tłuszczowych badanych tłuszczów przygotowywano według normy PN-ISO 5509. Oznaczanie składu kwasów tłuszczowych wykonywano metodą chromatografii gazowej przy użyciu aparatu firmy Hewlett Packard HP 6890 (Agilent Technology) wyposażonego w detektor płomieniowo-jonizacyjny, kolumnę wysokopolarną z fazą BPX 70 o długości 60 m, grubości filmu 0,25 µm i średnicy wewnętrznej 0,22 mm. Analiza przebiegała w programowanej temperaturze i czasie. Zawartość badanych kwasów tłuszczowych wyrażono jako procent sumy wszystkich kwasów tłuszczowych w próbie. Identyfikację jakościową chromatogramu przeprowadzono przy użyciu wzorców kwasów tłuszczowych LARODAN, Szwecja.

Wyniki opracowano statystycznie. Istotność różnic badanych cech pomiędzy porównywanymi grupami żywieniowymi świń określono za pomocą testu Studenta [Stanisz 1998].

### WYNIKI I DYSKUSJA

Charakterystykę wybranych cech wartości rzeźnej i jakości mięsa badanych tusz mieszańców trójrasowych przedstawiono w tabeli 2.

**Tabela 2.** Cechy tusz oraz mięśnia *longissimus lumborum* badanych świń  
*Traits of carcass and longissimus lumborum muscle of pigs analyzed*

Kwasy tłuszczowe / <i>Fatty acid</i>	Grupy / <i>Groups</i>				Istotność <i>Significant</i>
	Olej rybny <i>Fish oil</i>		Olej lniany <i>Linseed oil</i>		
	x	s	x	s	
Masa tuszy ciepłej [kg] / <i>Hot carcass weight [kg]</i>	82,54	2,02	83,02	1,89	ns
Zawartość mięsa w tuszy [%] / <i>Meatiness [%]</i>	56,94	2,39	56,41	1,59	ns
Grubość słoniny z 4 pomiarów [cm] / <i>Backfat thickness ozeerage from measurements [cm]</i>	1,79	0,30	1,89	0,33	ns
Wydajność poubojowa [%] / <i>Dressing percentage [%]</i>	79,45	1,50	79,44	1,47	ns
pH 45	6,22	0,34	6,28	0,14	ns
pH 24	5,55	0,15	5,75	0,36	ns
Barwa L*	49,34	2,82	49,40	2,95	ns
a*	5,59	0,90	5,84	1,01	ns
b*	2,13	1,95	2,37	0,64	ns
Zawartość wody [%] / <i>Water content [%]</i>	72,65	1,95	74,02	0,64	ns
Zawartość tłuszczu [%] / <i>Fat kontent [%]</i>	2,62	1,30	1,96	0,68	ns
Zawartość białka [%] / <i>Protein kontent [%]</i>	23,63	1,09	22,91	0,99	ns
Ubytek termiczny [%] / <i>Cooking loss [%]</i>	27,28	2,82	27,08	2,90	ns

Z danych tych wynika, że dodatek tłuszczu do paszy nie spowodował istotnych różnic pomiędzy grupami w zakresie badanych cech rzeźnych. Średnia masa tusz była podobna i wynosiła ok. 83 kg, a zawartości mięsa nie różniły się istotnie pomiędzy grupami, podobnie jak grubość słoniny mierzona w czterech punktach na linii podziału tuszy (średnia dla grup 1,84 cm) oraz wydajność poubojowa średnia (79,44%). Jaturasitha i in. (2009) również nie wykazali istotnych różnic w wydajności rzeźnej, mięsności i grubości słoniny u świń żywionych dodatkiem oleju z tuńczyka w porównaniu z grupą kontrolną. Podobnie Mas i in. (2011) u mieszańców ras Landrace x Large White, żywionych nasionami soi z dodatkiem kwasu olejowego, nie stwierdzili istotnych różnic w mięsności i grubości słoniny w stosunku do grupy kontrolnej. Także Casa i in. (2010) u świń mieszańców (Landrace x Yorkshire) x Duroc, którym podawano w diecie kwas  $\alpha$ -linolenowy, notowali podobną jak w grupie kontrolnej wydajność rzeźną tusz, jakość mięsa oraz wydajność szynki i schabu.

Uzyskane wyniki pomiarów pH potwierdziły, że w badanej populacji nie występowały odchylenia jakościowe mięsa typu PSE i DFD [Kauffman i in. 1993; Fischer 2001; Homsy and Francisco 2003]. Nie stwierdzono statystycznie istotnych różnic pomiędzy badanymi grupami w zakresie wartości pH i jasności barwy, co potwierdza, że na te cechy nie miały wpływu dodatki olejów w diecie. Również w badaniach innych autorów nie notowano istotnych różnic w wartościach pH<sub>45</sub>, wycieku naturalnym i barwie określonej subiektywnie i aparatem Minolta w mięśni LL świń kontrolnych oraz żywionych dodatkiem oleju lnianego lub oleju z oliwek [Jaturasitha i in. 2009; Nuernberg i in. 2005; Mas i in. 2011].

Nieco większą zawartość tłuszczu w mięśni LL notowano w grupie otrzymującej dodatek oleju rybnego (2,62%) niż w grupie otrzymującej olej lniany (1,96%). Różnica okazała się jednak statystycznie nieistotna. Inni autorzy prac dotyczących żywienia świń dodatkiem tłuszczu w diecie, również nie notowali istotnych różnic w przetłuszczeniu śródmięśniowym mięśnia LD pomiędzy grupą kontrolną a doświadczalną [Jaturasitha i in. 2009]. Natomiast istotne różnice obserwowano pomiędzy płcią, przy czym większe przetłuszczenie mięśni miały wieprzki niż loszki [Mas i in. 2011; Nuernberg i in. 2005]. Poziom białka i wody w obu mięśniach również nie różnił się istotnie pomiędzy grupami. Ubytki masy podczas gotowania mięśnia LL okazały się podobne i wynosiły ok. 27%.

Poziom kwasów tłuszczowych w tłuszczu surowego mięśnia LL przedstawiono w tabeli 3. Nie stwierdzono istotnych różnic pomiędzy grupami żywieniowymi w sumarycznej zawartości kwasów tłuszczowych nasyconych SFA, jednonienasyconych MUFA i wielonienasyconych PUFA. Jednak analizując poziom indywidualnych kwasów, zwłaszcza z rodziny PUFA, zaobserwowano istotne różnice pomiędzy badanymi grupami. W mięśni LL

tuczniaków żywionych dodatkiem oleju lnianego stwierdzono o 1,27 pp. więcej kwasu linolenowego (C18:3 n-3) w porównaniu z grupą otrzymującą olej rybny.

**Tabela 3.** Zawartość kwasów tłuszczowych (%) w surowym mięśniu *longissimus lumborum*  
*Fatty acid composition (%) of intramuscular fat in raw longissimus lumborum*

Kwasy tłuszczowe <i>Fatty acid</i>	Grupy / <i>Groups</i>				Istotność <i>Significant</i>
	Olej rybny <i>Fish oil</i>		Olej lniany <i>Linseed oil</i>		
	x	s	x	s	
C10:0	0,1	0,00	0,1	0,00	ns
C12:0	0,1	0,00	0,1	0,00	ns
C14:0	1,22	0,13	1,19	0,08	ns
C16:0	23,89	1,12	23,62	0,85	ns
C16:1	2,71	0,39	2,45	0,21	ns
C17:0	0,2	0,00	0,19	0,03	ns
C17:1	0,2	0,02	0,17	0,05	ns
C18:0	14,01	1,01	14,32	0,71	ns
C18:1	41,01	2,05	40,22	1,49	ns
C18:2 n – 6	10,72	1,88	10,95	1,62	ns
C18:3 n – 3	0,90 <sup>A</sup>	0,17	2,17 <sup>B</sup>	0,36	
C20:0	0,20	0,00	0,20	0,00	ns
C20:1	1,06 <sup>a</sup>	0,12	0,9 <sup>b</sup>	0,10	
C20:2 n – 6	0,40	0,05	0,40	0,05	ns
C20:3 n – 6	0,22	0,07	0,20	0,05	ns
C20:4 n – 6	1,16	0,43	1,15	0,32	ns
C20:5 n - 3 EPA	0,41 <sup>a</sup>	0,11	0,32 <sup>b</sup>	0,1	
C22:4 n – 6	0,11	0,03	0,12	0,05	ns
C22:5 n – 3 DPA	0,45	0,12	0,46	0,09	ns
C22:6 n- 3 DHA	0,51 <sup>A</sup>	0,11	0,19 <sup>B</sup>	0,06	
SFA	39,72	0,50	39,72	0,52	ns
UFA	59,88	0,40	59,72	0,45	ns
MUFA	44,98	0,64	43,75	0,62	ns
PUFA	14,9	0,22	15,97	0,30	ns
PUFA n-3	2,27 <sup>A</sup>	0,20	3,15 <sup>B</sup>	0,24	
PUFA n-6	12,61	1,18	12,82	1,20	ns
DFA	73,89	1,30	74,04	1,35	ns
OFA	25,11	0,59	24,81	0,62	ns
UFA/SFA	1,51		1,50		ns
PUFA n-6 /PUFA n-3	5,56 <sup>A</sup>		4,06 <sup>B</sup>		

a, b – wartości istotne przy  $p \leq 0,05$  / *values significant at  $p \leq 0.05$*

A, B – wartości istotne przy  $p \leq 0,01$  / *values significant at  $p \leq 0.01$*

ns – wartości nieistotne / *not significant*

Dodatek oleju rybnego natomiast miał istotny wpływ na wzrost poziomu kwasów EPA (C20:5 n-3) i DHA (C22:6 n-3). Poziom tych kwasów związany jest z wielkością stosunku kwasów PUFA n-6/n-3, który w grupie świń żywionych dodatkiem oleju rybnego okazał się istotnie wyższy (5,56) w porównaniu z grupą żywioną dodatkiem oleju lnianego (4,06).

We wcześniej przeprowadzonych badaniach własnych stwierdzono, że w mięśniu LL mieszańców rasy (Landrace x Large White) x (Hampshire x Duroc) żywionych 60 dni paszą z dodatkiem 5% lub 7,5% preparatu z oleju lnianego stosunek kwasów n6/n3 był niski i wynosił odpowiednio 2,8 i 2,47 [Grześkowiak i in. 2008].

**Tabela 4.** Zawartość kwasów tłuszczowych [%] w gotowanym mięśniu *longissimus lumborum*  
*Fatty acid composition [%] of intramuscular fat cooking longissimus lumborum*

Kwasy tłuszczowe <i>Fatty acid</i>	Grupy / <i>Groups</i>				Istotność <i>Significant</i>
	Olej rybny <i>Fish oil</i>		Olej lniany <i>Linseed oil</i>		
	x	s	x	s	
C10:0	0,1	0,00	0,1	0,00	ns
C12:0	0,1	0,00	0,1	0,00	ns
C14:0	1,21	0,11	1,22	0,09	ns
C15:0	0,1	0,00	0,1	0,00	ns
C16:0	24,06	1,36	24,44	0,89	ns
C16:1	2,50	0,24	2,40	0,18	ns
C17:0	0,20	0,01	0,21	0,03	ns
C17:1	0,20	0,02	0,19	0,03	ns
C18:0	14,35	0,94	14,61	0,68	ns
C18:1	39,45	2,17	39,88	1,67	ns
C18:2 n – 6	12,2	2,48	11,12	1,77	ns
C18:3 n – 3	1,05 <sup>A</sup>	0,14	2,34 <sup>B</sup>	0,31	
C20:0	0,17	0,05	0,19	0,03	ns
C20:1	1,06	0,11	0,84	0,14	ns
C20:2 n – 6	0,42	0,10	0,40	0,07	ns
C20:3 n – 6	0,20	0,07	0,15	0,05	ns
C20:4 n – 6	1,11	0,33	0,7	0,21	ns
C20:5 n - 3 EPA	0,36 <sup>a</sup>	0,11	0,19 <sup>b</sup>	0,06	
C22:4 n – 6	0,12	0,03	0,10	0,01	ns
C22:5 n – 3 DPA	0,40	0,09	0,26	0,05	ns
C22:6 n- 3 DHA	0,41 <sup>a</sup>	0,15	0,11 <sup>b</sup>	0,03	
SFA	40,25	0,40	40,91	0,45	ns
UFA	59,5	0,65	58,73	0,61	ns
MUFA	43,21	0,92	43,31	0,88	ns
PUFA	16,29	0,36	15,42	0,34	ns
PUFA n-3	2,22 <sup>A</sup>	0,14	2,90 <sup>B</sup>	0,19	
PUFA n-6	14,05	0,40	12,53	0,43	ns
DFA	73,85	0,75	73,34	0,70	ns
OFA	25,27	0,55	25,66	0,50	ns
UFA/SFA	1,48		1,43		
PUFA n-6 /PUFA n-3	6,33 <sup>A</sup>		4,32 <sup>B</sup>		

a, b – wartości istotne przy  $p \leq 0,05$  / *values significant at  $p \leq 0.05$*

A, B – wartości istotne przy  $p \leq 0,01$  / *values significant at  $p \leq 0.01$*

ns – wartości nieistotne / *not significant*

W badaniach Haak i in. (2008) w mięśniu *longissimus thoracis* świń żywionych dodatkiem oleju rybnego i nasion lnu oraz ich mieszanin, stosunek kwasów tłuszczowych



PUFA n-6/n-3 wynosił 3,74. Należy zaznaczyć, że w mięśni LD świń różnych ras żywionych paszą bez dodatku tłuszczów stosunek kwasów tłuszczowych PUFA n6/n3 jest znacznie wyższy i wynosi pow. 10 [Barowicz i Kędzior 2000]. Według ekspertów *International Society for the Study of Fatty Acids and Lipids* przyjmuje się, że stosunek ten w spożywanej diecie człowieka powinien być mniejszy od 4, z zaleceniem wzrostu zawartości kwasów z rodziny n-3 oraz zmniejszenia poziomu kwasów z rodziny n-6. Zawartość kwasów tłuszczowych w gotowanym mięśni LL podano w tabeli 4. Podobnie jak w surowym, również w gotowanym mięśni LL nie stwierdzono istotnych różnic między grupami żywieniowymi w sumarycznej zawartości kwasów tłuszczowych nasyconych SFA, jednodienasyconych MUFA i wielonienasyconych PUFA. Na uwagę zasługuje fakt, że poziom tych kwasów zasadniczo się nie zmienił pod wpływem obróbki termicznej mięsa. Analizując kwasy należące do rodziny PUFA n-3, zaobserwowano jednak, że w mięśni gotowanym w porównaniu z surowym, zwłaszcza w grupie żywionej olejem lnianym, nastąpiło zmniejszenie poziomu kwasów (EPA (C20:5), DPA (C22:5) i DHA (C22:6), a wzrosła zawartość kwasu linolenowego. Obniżenie poziomu tych kwasów nastąpiło w wyniku utleniania się kwasów z rodziny PUFA n-3 w procesie obróbki termicznej mięsa [Migdał i in. 2008]. Badania kliniczne wykazały, że wzbogacenie diety w kwasy tłuszczowe PUFA n-3 przynosi korzystne efekty w leczeniu chorób układu krążenia [Bartnikowska i Obiedziński 1997]. O cechach dietetycznych mięsa decyduje stosunek kwasów PUFA n-6/n-3. W mięśni LL zarówno surowym, jak i gotowanym, pochodzącym od tuczników żywionych dietą z dodatkiem oleju lnianego, stosunek kwasów PUFA n/6 do n/3 notowano podobny, odpowiednio 4,06 i 4,32. Był on więc korzystniejszy w porównaniu z grupą żywioną dodatkiem oleju rybnego, w której stosunek ten był istotnie wyższy w mięśni LL surowym i gotowanym (odpowiednio 5,56 i 6,33). W diecie człowieka, zwłaszcza w krajach zachodnioeuropejskich, stosunek ten jest większy i wynosi około 10, co świadczy o niedoborze we współczesnych dietach kwasów z rodziny n-3 [Barowicz i Kędzior 2000].

### WNIOSKI

1. Potwierdzono, że dodatek oleju lnianego i rybnego w diecie tuczników nie miał istotnego wpływu na wartość rzeźną tusz i cechy fizykochemiczne mięśnia *longissimus lumborum*.
2. W obu grupach tuczników stwierdzono podobną sumaryczną zawartość kwasów tłuszczowych SFA, MUFA i PUFA w tkance tłuszczowej surowego i gotowanego mięśnia LL.

3. Ponad dwa razy więcej kwasu linolenowego (C18:3, n-3) notowano w surowym i gotowanym mięśni LL tuczników, których dieta zawierała dodatek oleju lnianego, w porównaniu z tucznikami, których dieta zawierała dodatek oleju rybnego. Natomiast w mięśniach świń, których dieta zawierała dodatek oleju rybnego, stwierdzono większy poziom kwasów wielonienasyconych z rodziny n-3 EPA i DHA.
4. Stwierdzono, że stosunek kwasów PUFA n-6 do n-3 był korzystniejszy w surowym i gotowanym mięśni LL świń, których dieta zawierała dodatek oleju lnianego, (odpowiednio: 4,06 i 4,32) w porównaniu ze świniami, których dieta zawierała dodatek oleju rybnego (odpowiednio 5,56 i 6,33).

### **PIŚMIENNICTWO**

1. Barnikowska E., Obiedziński M. W. (1997). Nienasycone kwasy tłuszczowe z rodziny omega-3 cz I. Struktura źródła oznaczanie przemiany w organizmie. *Rocz. PZH*, 48, 381-397
2. Barowicz T., Kędzior W. (2000). Wykorzystanie pełnotłustych nasion lnu oraz zróżnicowanych dawek witaminy E do modyfikacji składu chemicznego i walorów dietetycznych mięsa wieprzowego. *Zesz. Nauk. Prz. Hodowl.*, 48, 161-174
3. Baryłka- Pikielna N., Matuszewska I. (2014). *Sensoryczne badania żywności. Podstawy – Metody – Zastosowania*. Wyd II. Kraków: Wydawnictwo Naukowe PTTŻ
4. Borzuta K. (1998). Badania nad przydatnością różnych metod szacowania mięsności do klasyfikacji tusz wieprzowych w systemie Europ. *Roczn. Inst. Przem. Mięś. Tłuszcz.*, Rozprawa habilitacyjna, 35/2, 1-84
5. Branscheid W., Dempfle L., Dobrowolski A., Sack E., Höreth R. (1990). Die Handelsklassen für Schweinehälften. Neue Wege der apparativen Klassifizierung. *Fleischwirtschaft*, 70, 1428-1436
6. Casa G. Della, Bochicchio D., Faeti V., Marchetto G., Poletti E., Rossi A., Panciroli A., Mordenti A. L., Brogna N. (2010). Performance and fat quality of heavy pigs fed maize differing in linolenic acid content. *Meat Sci.*, 84, 152-158
7. Fiego D. P. Lo, Santoro P., Macchioni P., Leonibus De E. (2005). Influence of genetic type, live weight at slaughter and carcass fatness on fatty acid composition of subcutaneous adipose tissue of raw ham in the heavy pig. *Meat Sci.*, 69, 107-114
8. Fischer K. (2001). Fleischfehler müssen nicht sein. Bedingungen zur Produktion von fleisch guter sensorischer und technologischer Qualität. *Fleischwirtschaft*, 10, 21-24

9. Grześkowiak E., Zając T., Borzuta K., Zając P., Tratwał Z., Lisiak D., Strzelecki J. (2008). Badanie wpływu dodatku do paszy świń preparatu z oleju z nasion lnu na wartość rzeźną oraz jakość mięsa i tłuszczu. *Roczn. Inst. Przem. Mięś. Tłuszcz*, XLVI/2, 7-20
10. Haak L., Smet S De, Fremaut D., Van Walleghem K., Raes K. (2008). Fatty acid profile and oxidative stability of pork as influenced by duration and time of dietary linseed or fish oil supplementation. *J. Animal Sci.*, 86, 1418-1425
11. Homsy B. L. A., Francisco L. P. (2003). Water holding capacity (WHC) and subjective color assessment of different preclassified swine carcass cuts according to the longissimus dorsi pH. 49<sup>th</sup> International Congress of Meat Science and Technology. Brazilian, 223-224
12. ISO 1442 (2000) Mięso i przetwory mięsne. Oznaczanie zawartości wody
13. ISO 1444 (2000) Mięso i przetwory mięsne. Oznaczanie zawartości tłuszczu
14. ISO 2917 (2001). Pomiar pH
15. ISO 3100 (1999). Mięso i przetwory mięsne. Przygotowanie prób do badań
16. ISO 5509 (1996). Oleje i tłuszcze roślinne oraz zwierzęce. Przygotowanie estrów metyloowych kwasów tłuszczowych
17. Jaturasitha S., Khiaosa-ard R., Pongpiachan P., Krauzer M. (2009). Early deposition of n-3 fatty acids from tuna oil in lean and adipose tissue of fattening pigs is mainly permanent. *J. Animal Sci.*, 87, 693-703
18. Kauffman R. G., Sybesma W., Smulders F. J. M., Eikelenboom G., Engel B., van Laack Hoving Bolink A. H., Sterrenburg P., Nordheim E. V., Walstra P., van der Wal P. G. (1993). The effectiveness of examining early post mortem musculature to predict ultimate pork quality. *Meat Sci.*, 34, 283-300
19. Makała H., Kern Jędrychowski J. (2006). Ocena modelowych przetworów mięsnych z dodatkiem oleju z ryb w aspekcie charakterystyki kwasów tłuszczowych przebiegu zmian oksydacyjnych. *Roczn. Inst. Przem. Mięś. Tłuszcz*, XLIV/2, 117-129
20. Mas G., Llavall M., Coll D., Roca R., Diaz I., Oliver M. A., Gispert M. E., Realini C. E. (2011). Effect of an elevated monounsaturated fat diet on pork carcass and meat quality traits and tissue fatty acid composition from York-crossed barrows and gilts. *Meat Sci.*, 89, 419-425
21. Migdał W., Koczanowski J., Paściak P., Borowiec F., Barowicz T., Pieszka P., Wojtysiak D., Pustkowiak K. H., Orzechowska B., Klocek C., Tuz R. (2004). Fatty acids profile of blond serum and intramuscular fat in crossbreed fatteners. *Animals Science Papers and Reports*, 22, Supplement 3, 93-99

22. Migdał W., Pieszka M., Barowicz M., Janik A., Wojtysiak D., Pustkowiak H., Nowak J., Koziół A. (2008). Modyfikowanie profilu kwasów tłuszczowych mięsa zwierząt rzeźnych – za i przeciw. *Roczn. Inst. Przem. Mięś. Tłuszcz*, 46/I, 111-122
23. Nuernberg K., Fischer K., Nuernberg G., Kuechenmeister U., Klosowska D., Elmanowska-Wenda G. W., Fiedler I., Ender K. (2005). Effect of dietary olive and linseed oil on lipid composition, meat quality, sensory characteristics and muscle structure in pigs. *Meat Sci.*, 70, 63-74
24. PN75/A-04018. Produkty rolno-spozywcze. Oznaczanie zawartości azotu metodą Kjeldahla i przeliczanie na białko
25. Ptasznik S., Jerzewska M. (2005). Właściwości fizykochemiczne wybranych mieszanek oleju rzepakowego i smalca. *Roczn. Inst. Przem. Mięś. Tłuszcz*, 42/43, 255-262
26. Stanisław A. (1998). Przystępny kurs statystyki w oparciu o program Statistica Pl na przykładach z medycyny. Kraków: Startsoft Polska Sp. z o.o.