

Wyniki produkcyjne oraz zawartość kwasów tłuszczowych wybranych tkanek świń rasy wielkiej białej polskiej i mieszańców żywionych paszą wzbogaconą w kwasy tłuszczowe omega-3*

Monika Wojtasik, Stanisława Raj, Grzegorz Skiba, Dagmara Weremko

Instytut Fizjologii i Żywienia Zwierząt im. Jana Kielanowskiego Polskiej Akademii Nauk,
Zakład Przemiany Białka i Energii
ul. Instytucycka 3, 05-110 Jabłonna

Wpływ rasy świń na zawartość kwasów tłuszczowych w wybranych tkankach został określony na 16 loszkach rasy wielkiej białej polskiej (wbp) oraz mieszańcach ♂duroc x ♀(wielka biała polska x duńska zwisloucha). Od 70 do 110 kg masy ciała (m.c.) zwierzęta otrzymywały paszę, w której 9% energii metabolicznej (EM) pochodziło z mieszaniny olejów lnianego (2,0%), rzepakowego (0,5%) i rybiego (0,5%), wprowadzającej do paszy kwasy C18:3 *n*-3 (ALA), C20:5 *n*-3 (EPA), C22:5 *n*-3 (DPA) i C22:6 *n*-3 (DHA). Świnie ubito przy około 110 kg m.c. Z mięśnia *longissimus dorsi* (MLD) i z tłuszczu podskórnego (TP) pobrano próby, w których określono zawartość ekstraktu eterowego (%) oraz kwasów tłuszczowych (g/100 g tkanki). Świnie obydwu analizowanych grup charakteryzowały się podobnymi wynikami produkcyjnymi i otłuszczeniem (grubością słoniny i zawartością tłuszczu podskórnego), różniły się natomiast zawartością tłuszczu śródmięśniowego. MLD świń mieszańców zawierał więcej ($P \leq 0,01$) kwasów SFA i MUFA oraz PUFA (w tym ALA, EPA, DPA i DHA) niż MLD świń rasy wbp. Natomiast w TP loszek mieszańców było mniej ($P \leq 0,05$) MUFA (w tym C16:1 *n*-7 i C18:1 *n*-9) oraz więcej ($P \leq 0,05$) PUFA (w tym PUFA *n*-3) w porównaniu z TP loszek rasy wbp. Tłuszcz śródmięśniowy obydwu grup miał podobną proporcję kwasów PUFA/SFA (średnio 0,44), ale proporcja PUFA *n*-6/PUFA *n*-3 ($\Sigma n-6/\Sigma n-3$) była znacznie mniejsza, a więc korzystniejsza, u świń mieszańców niż u rasy wbp (3,73 vs. 5,80; $P \leq 0,01$), co wynikało z wyższej zawartości PUFA *n*-3 w MLD tych świń. Natomiast tłuszcz podskórny u obydwu grup świń miał podobną proporcję kwasów $\Sigma n-6/\Sigma n-3$ (średnio 2,83), ale proporcja kwasów PUFA/SFA była większa ($P \leq 0,05$) u loszek mieszańców (0,58) niż u wbp (0,50).

SŁOWA KLUCZOWE: kwasy tłuszczowe omega-3 / świnie / tłuszcz podskórny / tłuszcz śródmięśniowy / *Musculus longissimus dorsi*

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

Zawartość tłuszczu śródmięśniowego (IMF) jest szczególnie ważna dla konsumentów, ponieważ wpływa na jakość sensoryczną i kulinarną mięsa wieprzowego oraz skład kwasów tłuszczowych (FA), decydujących o jego cechach prozdrowotnych. Selekcja zwierząt w kierunku zmniejszenia grubości słoniny spowodowała obniżenie ogólnej zawartości tłuszczu w ciele, w tym tłuszczu śródmięśniowego [13]. Dlatego w mięśniach tuczników (np. *longissimus dorsi*) charakteryzujących się dużą mięsnością tuszy zawartość IMF wynosi 0,5-1,5% [9]. Natomiast optymalna zawartość IMF w mięśniach powinna wynosić 2-3% [11]. Na zawartość tłuszczu i skład kwasów tłuszczowych w tkankach/mięsie świń wpływają m.in. zawartość kwasów tłuszczowych w paszy [5, 18] oraz rasa świń [12, 15]. Wyniki prezentowane przez Burketta i wsp. [2] oraz Raj i wsp. [15] wskazują, że świnię charakteryzujące się większym ogólnym otluszczeniem ciała mają więcej tłuszczu śródmięśniowego, w którego składzie znajduje się więcej kwasów z grupy SFA i mniej PUFA, w porównaniu ze świnią chudszy. Inni badacze podają, że świnię chude i tłuste podobnie reagują na dodatek tłuszczów zmieniających profil kwasów tłuszczowych i cechy prozdrowotne wieprzowiny [14].

Zależności między tłuszczem podskórnym, zawartością tłuszczu śródmięśniowego, profilem FA w tkankach świń żywionych dietą standardową zostały dokładnie opisane. Znacznie mniej badań dotyczy określenia tych zależności w tkankach świń różnych ras/genotypów żywionych paszą wzbogaconą w kwasy tłuszczowe omega-3.

Celem badań było określenie wpływu rasy świń różniących się otluszczeniem śródmięśniowym, ale o podobnym otluszczeniu ogólnym tuszy, żywionych paszą wzbogaconą w kwasy tłuszczowe C18:3 *n*-3 (ALA), C20:5 *n*-3 (EPA), C22:5 *n*-3 (DPA) i C22:6 *n*-3 (DHA) na ich zawartość (g/100 g) w mięśniu *longissimus dorsi* i tłuszczu podskórnym.

Material i metody

Doświadczenie przeprowadzono na 16 loskach rasy wielkiej białej polskiej (wbp, $n=8$) oraz mieszańcach ♂duroc x ♀(wielka biała polska x duńska zwisłoucha) ($n=8$), które miały podobne otluszczenie tuszy, ale różniły się przetłuszczeniem śródmięśniowym. Świnię w okresie od 25 do 110 kg m.c. utrzymywano indywidualnie w systemie bezściolowym, w kojcach o powierzchni 2,6 m² wyposażonych w poidła smoczkowe. Wszystkie świnię, na których przeprowadzono badania były wolne od genów warunkujących złą jakość mięsa. Loszki w obrębie rasy/genotypu pochodziły po jednym knurze i spokrewnionych matkach (półsióstrach). Postępowanie ze zwierzętami w czasie badań było zgodne z normami prawnymi określającymi warunki i sposób przeprowadzania doświadczeń na zwierzętach.

Zwierzęta od 25 do 70 kg m.c. żywiono paszą standardową (13,2 MJ EM i 8,2 g lizyny strawnej), a następnie do 110 kg m.c. granulowaną paszą doświadczalną, utworzoną z jęczmienia (36,5%), kukurydzy (36%), pszenicy (10%), poekstrakcyjnej śrutki sojowej (8%) i rzepakowej (4%) oraz uzupełnioną mieszanką mineralno-witaminową (2,5%) wprowadzającą do 1 kg paszy: 2,8 g Ca, 0,07 g P, 60 mg Fe, 50 mg Zn, 30 mg Cu, 30 mg Mn, 0,30 mg J, 0,20 mg Se, 1500 IU wit. A, 300 IU wit. D₃, 150 mg wit. E, 2,0 mg wit. K₃, 2,0 mg wit. B₁, 2,5 mg wit. B₂, 2,0 mg wit. B₆, 0,02 mg wit. B₁₂, 0,11 mg biotyny, 0,6 mg kwasu foliowego, 15 mg kwasu nikotynowego, 10 mg D-pantotenianu wapnia, 500 mg chlorku choliny, 2,63 g lizyny, 0,68 g metioniny, 0,98 g treoniny. W paszy doświadczalnej 9% ener-

gii metabolicznej pochodziło z mieszaniny olejów lnianego (2%), rzepakowego (0,5%) i rybiego (0,5%), wprowadzającej kwasy C18:3 *n*-3 (ALA), C20:5 *n*-3 (EPA), C22:5 *n*-3 (DPA) i C22:6 *n*-3 (DHA). Skład kwasów tłuszczowych paszy przedstawiono w tabeli 1.

Tabela 1 – Table 1

Zawartość kwasów tłuszczowych (FA) w paszy (%)

Fatty acid (FA) content in the diet (%)

Kwasy tłuszczowe Fatty acids	%
ΣSFA	16,61
ΣMUFA	29,54
ΣPUFA	52,15
ΣPUFA/ΣSFA	3,14
C16:0	12,36
C16:1 <i>n</i> -7	0,92
C18:0	2,83
C18:1 <i>n</i> -9	24,0
C18:2 <i>n</i> -6	35,0
C18:3 <i>n</i> -3	15,2
C20:4 <i>n</i> -6	0,46
C20:5 <i>n</i> -3	0,69
C22:5 <i>n</i> -3	0,09
C22:6 <i>n</i> -3	0,96
Σ <i>n</i> -6 FA	35,13
Σ <i>n</i> -3 FA	16,98
18:2 <i>n</i> -6/18:3 <i>n</i> -3	2,30
Σ <i>n</i> -6/Σ <i>n</i> -3	2,07

W celu zabezpieczenia paszy przed procesami utleniania długołańcuchowych wielonienasyconych kwasów tłuszczowych zastosowano dodatek witaminy E, jako antyoksydantu.

Na 4 loszkach z każdej grupy rasowej o masie ciała 80-90 kg wykonano oznaczenia strawności składników chemicznych paszy doświadczalnej metodą wskaźnikową z trójtlenkiem chromu, metodą Fentona i Fentona [7]. Energia metaboliczna paszy została oszacowana na podstawie strawnych składników pokarmowych [16].

Świnie ubito po osiągnięciu ok. 110 kg m.c., po uprzednim ogłuszeniu prądem elektrycznym, w eksperymentalnej ubojni Instytutu Fizjologii i Żywienia Zwierząt PAN. Półtusze chłodzono w temp. 4°C przez 24 godz. Na półtuszy prawej zmierzono grubość słoniny grzbietowej w 5 punktach, zgodnie z metodyką SKURTCh, następnie zważono ją i poddano dysekcji szczegółowej. W dalszej kolejności wypreparowano i zważono mięsień najdłuższy grzbietu (*Musculus longissimus dorsi* – MLD), tłuszcz podskórny (TP) oraz mięso półtuszy. Mięśność tuszy określono na podstawie stosunku ilości mięsa znajdującego się w półtuszy do jej masy zimnej, a następnie wynik wyrażono w procentach. Tuszę podzielono na części jadalne/miękkie (mięso i tłuszcz) i niejadalne (skóra i kości). MLD oraz TP zostały osobno zmielone, a 500 g próbę zhomogenizowano, zapakowano w torebkę foliową i przechowywano w temperaturze -20°C do określenia składu chemicznego tkanek i profilu kwasów tłuszczowych. Tkanki jadalne/miękkie tuszy zmielono, a niejadalne po zważeniu poddano autoklawowaniu przez 8 godzin w temp. 130°C przy ciśnieniu 1,2 atmosfery. Z tkanek tych, po zmieleniu i homogenizacji, pobrano próby do oznaczenia składu chemicznego tuszy.

Próby tłuszczu paszy, mięśnia *longissimus dorsi* i tłuszczu podskórnego ekstrahowano roztworem chloroformu i metanolu (2:1), zgodnie z metodyką Folcha i wsp. [8]. Profil kwasów tłuszczowych estrów metylowych oznaczono za pomocą chromatografu gazowego Shimadzu GC-2010AF z detektorem płomieniowo-jonizacyjnym (FID), wyposażonym w 60-metrową kolumnę kapilarną (BPX70) o średnicy wewnętrznej 0,25 mm i grubości powłoki 0,25 μm . Gazem nośnym był hel. Zastosowano współczynnik dzielenia próby (split ratio) 1:100. Temperatura w detektorze i iniektorze wynosiła 260°C. Początkowa temperatura kolumny wynosiła 140°C, utrzymywano ją przez 1 minutę, po czym wzrastała ona do 200°C z szybkością 4°C/min, a następnie wzrastała do 220°C z szybkością 1°C/min. Całkowity czas procesu wynosił 36 min. Poszczególne piki kwasów tłuszczowych zidentyfikowano w porównaniu ze standardem Supelco 37 Component FAME Mix. Na podstawie uzyskanych wyników dokonano analizy ilościowej i jakościowej kwasów tłuszczowych.

Analizę statystyczną przeprowadzono przy użyciu oprogramowania Statgraphics Centurion XVI (wersja 16.1.18, 2011). Różnice między rasami świń w badanych cechach określono przy użyciu jednoczynnikowej analizy wariancji ANOVA.

Wyniki i dyskusja

Pasza doświadczalna zawierała (w 1 kg) 13,4 MJ EM, 146 g białka strawnego oraz 7,4 g lizyny standaryzowanej strawnej do końca jelita cienkiego, a proporcja lizyny do energii metabolicznej wynosiła 0,55 g/MJ EM. Świnie obydwu grup pobierały dziennie podobną ilość paszy, miały podobne dzienne przyrosty masy ciała oraz wykorzystanie paszy (odpowiednio 2,92 kg, 1170 g i 2,47 kg/kg) – tabela 2. Uzyskane wyniki badań są zgodne m.in. z wynikami Eckerta i wsp. [6], Skiby i wsp. [17] oraz Wojtasik i wsp. [20]. Natomiast

Tabela 2 – Table 2

Wyniki przyżyciowe i wartość rzeźna tuszy świń w okresie doświadczalnym (70-110 kg m.c.)

Performance of pig and carcass characteristic in the experimental period (70-110 kg BW)

Wskaźniki Indices	Rasa – Breed		SE	Istotność Significance
	wbp PLW	mieszańce ¹ crossbred ¹		
Masa ciała (kg) Body weight (kg)	112,5	111,4	2,932	ns
Pobranie paszy (kg/dzień) Feed intake (kg/day)	2,92	2,92	0,060	ns
ADG ² (g)	1197	1143	20,877	ns
FCR ³ (kg)	2,45	2,49	0,094	ns
Masa tuszy zimnej (kg) Cold carcass weight (kg)	88,7	84,7	2,458	ns
Średnia grubość słoniny (mm) Average backfat thickness (mm)	23,12	23,77	1,127	ns
Mięsność tuszy (%) Meat content in carcass (%)	60,18	60,42	0,546	ns

¹Świnie mieszańce: duroc x (wielka biała polska x duńska zwisloucha); ²ADG – średnie przyrosty dzienne; ³FCR – wykorzystanie paszy na 1 kg przyrostu masy ciała; ns – różnice nieistotne statystycznie

¹Crossbred pigs: Duroc x (Polish Large White x Danish Landrace); ²ADG – average daily gain; ³FCR – feed conversion ratio; ns – not significant

Michalska [10] stwierdziła lepsze wykorzystanie paszy na 1 kg przyrostu masy ciała u mieszańców F₁ niż u świń czystorasowych, co było spowodowane efektem heterozji.

Świnie wbp oraz mieszańce miały podobną masę tuszy, grubość słoniny i mięsność (średnio odpowiednio: 86,7 kg, 23,45 mm i 60,30%). Świnie obydwu grup charakteryzowały się podobną zawartością tłuszczu, białka i popiołu w tuszy (średnio odpowiednio: 220, 174 i 30 g/kg; tab. 3). Podobne wyniki przedstawili Czarniecka-Skubina i wsp. [3] oraz Blicharski i wsp. [1].

Tabela 3 – Table 3

Masa tuszy zimnej (kg) i skład chemiczny tuszy (g/kg tuszy)

Cold carcass weight (kg) and chemical composition of carcass (g/kg of carcass)

Wskaźniki Indices	Rasa – Breed		SE	Istotność Significance
	wbp PLW	mieszańce ¹ crossbred ¹		
Masa tuszy zimnej Cold carcass weight	88,7	84,7	2,46	ns
Zawartość białka Protein content	173	174	2,71	ns
Zawartość ekstraktu eterowego Ether extract content	221	219	5,39	ns
Zawartość popiołu Ash content	28	31	0,80	ns
Zawartość wody Water content	568	569	5,30	ns

¹Mieszańce: duroc x (wielka biała polska x duńska zwisloucha); ns – różnice nieistotne statystycznie

¹Crossbred pigs: Duroc x (Polish Large White x Danish Landrace); ns – not significant

Zwierzęta obydwu analizowanych grup miały podobną masę mięśnia *longissimus dorsi* (średnio 2603 g, tab. 4), ale świnie rasy wbp charakteryzowały się mniejszą (P≤0,01) zawartością tłuszczu śródmięśniowego w MLD niż loszki mieszańce (średnio 0,79 vs. 1,83%). Uzyskane wyniki są zgodne z badaniami prezentowanymi przez Dorana i wsp. [4] oraz Czarniecką-Skubinę i wsp. [3].

Większe przetłuszczenie śródmięśniowe MLD świń mieszańców wpłynęło za zwiększenie zawartości FA w porównaniu do świń rasy wbp. Mięsień *longissimus dorsi* świń mieszańców miał dwukrotnie większą zawartość nasyconych kwasów tłuszczowych (SFA, P≤0,01, w tym C16:0 i C18:0, P≤0,001) i jednonienasyconych kwasów tłuszczowych (MUFA, w tym C16:1 n-7 i C18:1 n-9, P≤0,01) oraz trzykrotnie większą zawartość wielonienasyconych kwasów tłuszczowych (PUFA, w tym kwasów linolowego – LA, C18:2 n-6 oraz α-linolenowego – ALA, C18:3 n-3, P≤0,001) w porównaniu do świń rasy wbp. Ponadto u świń charakteryzujących się większym przetłuszczeniem MLD (mieszańce) zawartość kwasów arachidonowego (AA, C20:4 n-6, P≤0,01) oraz eikozapentaenowego (EPA, C20:5 n-3, P≤0,001) była dwukrotnie większa, dokozapentaenowego (DPA, C22:5 n-3) czterokrotnie większa (P≤0,001), zaś dokozaheksaenowego (DHA, C22:6 n-3) sześciokrotnie większa (P≤0,001) w porównaniu do loszek z niską zawartością tłuszczu w MLD (rasa wbp). Prezentowane wyniki są zgodne z badaniami Skiby i wsp. [18], którzy wykazali pozytywną zależność między zawartością wielonienasyconych kwasów tłuszczowych z rodziny n-3 a zawartością tłuszczu w mięśniu *longissimus dorsi* świń.

Tabela 4 – Table 4

Masa mięśnia *longissimus dorsi* (MLD, g), zawartość tłuszczu śródmięśniowego (IMF, %) oraz łączna zawartość (g/100 g tkanki) kwasów tłuszczowych (FA), SFA, MUFA, PUFA i poszczególnych FA w MLD
Weight of the *longissimus dorsi* muscle (MLD, g), content of intramuscular fat (IMF, %) and total content (g/100 g of tissue) of fatty acids (FA), SFA, MUFA, PUFA and particular FAs in the MLD

Wskaźniki Indices	Rasa – Breed		SE	Istotność Significance
	wbp PLW	mieszańce ¹ crossbred ¹		
MLD	2638	2568	107,82	ns
IMF	0,79	1,83	0,169	xx
ΣFA	0,702	1,643	0,152	xxx
ΣSFA	0,270	0,614	0,060	xx
ΣMUFA	0,322	0,731	0,072	xx
ΣPUFA	0,104	0,292	0,025	xxx
ΣPUFA/ΣSFA	0,40	0,48	0,032	ns
C16:0	0,160	0,375	0,036	xxx
C16:1 <i>n-7</i>	0,020	0,039	0,005	xx
C18:0	0,089	0,220	0,022	xxx
C18:1 <i>n-9</i>	0,267	0,600	0,060	xx
C18:2 <i>n-6</i>	0,070	0,194	0,016	xxx
C18:3 <i>n-3</i>	0,012	0,039	0,004	xxx
C20:4 <i>n-6</i>	0,012	0,025	0,003	xx
C20:5 <i>n-3</i>	0,003	0,007	0,001	xxx
C22:5 <i>n-3</i>	0,002	0,009	0,001	xxx
C22:6 <i>n-3</i>	0,001	0,006	0,001	xxx
Σ <i>n-6</i> FA	0,088	0,226	0,020	xxx
Σ <i>n-3</i> FA	0,018	0,060	0,005	xxx
18:2 <i>n-6</i> /18:3 <i>n-3</i>	5,96	5,04	0,251	x
Σ <i>n-6</i> /Σ <i>n-3</i>	5,80	3,73	0,396	xx

¹Mieszańce: duroc x (wielka biała polska x duńska zwiśloucha); ns – różnice nieistotne statystycznie; xxx – istotność na poziomie $P \leq 0,001$; xx – istotność na poziomie $P \leq 0,01$; x – istotność na poziomie $P \leq 0,05$

¹Crossbred pigs: Duroc x (Polish Large White x Danish Landrace); ns – not significant; xxx – significant at $P \leq 0,001$; xx – significant at $P \leq 0,01$; x – significant at $P \leq 0,05$

MLD loszek rasy wbp, w przeciwieństwie do loszek mieszańców, miał wyższą (mniej korzystną) od zalecanej przez WHO [19] proporcję kwasów 18:2 *n-6*/18:3 *n-3* ($P \leq 0,05$) i $\Sigma n-6/\Sigma n-3$ ($P \leq 0,01$) (odpowiednio 5,96 i 5,80 vs. 5,04 i 3,73). Było to spowodowane mniejszą zawartością IMF, a w nim kwasów PUFA *n-3* u świń rasy wbp. Z kolei proporcja kwasów PUFA/SFA była podobna u obydwu analizowanych grup świń (średnio 0,44).

Uzyskane wyniki, a także wyniki badań innych autorów wskazują, że nie tylko skład paszy [5, 18], ale również rasa świń [12, 15] wpływa na jakościowy i ilościowy skład kwasów tłuszczowych odkładanych w tuszy.

Obydwie analizowane grupy świń charakteryzowały się podobną masą tłuszczu podskórnego i zawartością tłuszczu (ekstraktu eterowego) w TP (średnio odpowiednio 5,89 kg i 75,07%; tab. 5). Podobne wyniki przedstawili Doran i wsp. [4] oraz Czarniecka-Skubina i wsp. [3].

Loszki rasy wbp charakteryzowały się większą ($P \leq 0,01$) zawartością MUFA (w tym o około 25% więcej ($P \leq 0,01$) kwasu C16:1 *n-7* i o około 6% więcej ($P \leq 0,05$) kwasu C18:1 *n-9*) i kwasu arachidonowego w tłuszczu podskórnym w porównaniu do loszek mieszańców. Natomiast TP loszek mieszańców miał większą ($P \leq 0,05$) zawartość PUFA (w tym

Tabela 5 – Table 5

Masa tłuszczu podskórnego (TP, kg), zawartość tłuszczu (%) oraz łączna zawartość (g/100 g tkanki) kwasów tłuszczowych (FA), SFA, MUFA, PUFA i poszczególnych FA w TP

Weight of the subcutaneous fat (ST, kg), fat content (%) and total content (g/100 g of tissue) of fatty acids (FA), SFA, MUFA, PUFA and particular FAs in the ST

Wskaźniki Indices	Rasa – Breed		SE	Istotność Significance
	wbp PLW	mieszańce ¹ crossbred ¹		
TP				
ST	6,07	5,70	0,239	ns
Tłuszcz Fat	75,28	74,85	0,729	ns
ΣFA	67,755	67,367	0,657	ns
ΣSFA	24,752	24,694	0,525	ns
ΣMUFA	30,316	28,202	0,399	xx
ΣPUFA	12,300	14,276	0,481	x
ΣPUFA/ΣSFA	0,50	0,58	0,026	x
C16:0	14,962	14,395	0,305	ns
C16:1 <i>n-7</i>	1,428	1,136	0,063	xx
C18:0	8,607	9,222	0,280	ns
C18:1 <i>n-9</i>	26,129	24,702	0,363	x
C18:2 <i>n-6</i>	8,100	8,575	0,965	ns
C18:3 <i>n-3</i>	2,879	3,187	0,074	x
C20:4 <i>n-6</i>	0,323	0,107	0,052	x
C20:5 <i>n-3</i>	0,063	0,073	0,003	x
C22:5 <i>n-3</i>	0,162	0,183	0,007	x
C22:6 <i>n-3</i>	0,100	0,120	0,004	xx
Σ <i>n-6</i> FA	8,917	10,244	0,433	x
Σ <i>n-3</i> FA	3,204	3,563	0,082	xx
18:2 <i>n-6</i> /18:3 <i>n-3</i>	2,82	3,03	0,124	ns
Σ <i>n-6</i> /Σ <i>n-3</i>	2,79	2,87	0,120	ns

¹Mieszańce: duroc x (wielka biała polska x duńska zwisłoucha); ns – różnice nieistotne statystycznie; xx – istotność na poziomie $P \leq 0,01$; x – istotność na poziomie $P \leq 0,05$

¹Crossbred pigs: Duroc x (Polish Large White x Danish Landrace); ns – not significant; xx – significant at $P \leq 0,01$; x – significant at $P \leq 0,05$

kwasów ALA, EPA i DPA, $P \leq 0,05$ oraz DHA, $P \leq 0,01$) niż TP loszek rasy wbp. Podobnie w badaniach Burketta i wsp. [2], tłuszcz podskórny świń o większym przetłuszczeniu śródmięśniowym miał mniej kwasów MUFA, a więcej SFA. Różnica ta wynikała z zastosowanego żywienia, które wpływało na przebieg szlaku syntezy *de novo*. W naszych badaniach zastosowano paszę wzbogaconą w mieszaninę olejów będących źródłem PUFA *n-3*, a w badaniach Burketta i wsp. [2] w dodatek słoniny, która jest bogatym źródłem nasyconych kwasów tłuszczowych. Wskazuje to na istotny wpływ składu tłuszczu paszy na profil i zawartość kwasów tłuszczowych w tkankach ciała świń.

W tłuszczu podskórnym świń mieszańców stwierdzono większą ($P \leq 0,05$) proporcję kwasów PUFA/SFA w porównaniu do TP świń rasy wbp (0,58 vs. 0,50), natomiast proporcje kwasów 18:2 *n-6*/18:3 *n-3* i $\Sigma n-6/\Sigma n-3$ u obydwu ras były podobne.

Podsumowując stwierdzono, że poprawa składu ilościowego i jakościowego kwasów tłuszczowych mięsa i tłuszczu wieprzowego, przez wzbogacanie paszy w kwasy PUFA *n-3*, jest łatwiejsza do osiągnięcia u świń o większym przetłuszczeniu śródmięśniowym.

PIŚMIENNICTWO

1. Blicharski T., Ptak J., Snopkiewicz M., 2012 – Wyniki oceny trzody chlewnej w 2011 roku. Polski Związek Hodowców i Producentów Trzody Chlewnej „POLSUS”, Warszawa.
2. Burkett J.L., Baas T.J., Beitz D.C., Schwab C.R., 2009 – Evaluation of shelf life and product stability from pigs with differing levels of intramuscular fat. Graduate Theses and Dissertations: The effect of selection for intramuscular fat on fatty acid composition in Duroc pigs. Iowa State University, Graduate Theses and Dissertations, chapter 5, 77-106.
3. Czarniecka-Skubina E., Przybylski W., Jaworska D., Wachowicz I., Urbńska I., Niemyjski S., 2007 – Charakterystyka jakości mięsa wieprzowego o zróżnicowanej zawartości tłuszczu śródmięśniowego. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość* 6, 55, 285-294.
4. Doran O., Bessa R.J.B., Hughes R.A., Jeronimo E., Moreira O.C., Prates J.A.M., Marriott D., 2009 – Breed-specific mechanisms of fat partitioning in pigs. EAAP – 60th Annual Meeting Barcelona, 443.
5. Duran-Montgé P., Realini C.E., Barroeta A.C., Lizaro R.G., Esteve-García E., 2010 – De novo fatty acid synthesis and balance of fatty acids of pigs fed different fat source. *Livestock Science* 132, 157-164.
6. Eckert R., Szyndler-Nędza M., Tyra M., 2001 – Zależności między przyrostem dziennym i mięsnością a wykorzystaniem paszy u świń żywionych *ad libitum*. *Zeszyty Naukowe Akademii Rolniczej we Wrocławiu* 405, 37-42.
7. Fenton T.W., Fenton M., 1979 – An improved procedure for the determination of chromic oxide in feed and faeces. *Canadian Journal of Animal Science* 59, 631-634.
8. Folch J., Lees M., Stanley G.H.S., 1957 – A simple method for the isolation and purification of lipids from animal tissues. *Journal of Biological Chemistry* 226, 497-509.
9. Gerbens F., 2004 – Genetic control of intramuscular fat accretion. Muscle development of livestock animals: physiology, genetics and meat quality. (Ed. M.F.W. te Pas, M.E. Everts, H.P. Haagsman). Chapter 16, 343-362.
10. Michalska G., 1996 – Efekt heterozji w zakresie cech użytkowości rozplodowej, tucznej i rzeźnej w krzyżowaniu dwurasowym prostym świń belgijskiej zwislouchej z wielką białą polską i duroc. *Akademia Techniczno-Rolnicza w Bydgoszczy, Rozprawy*, 1-76.
11. Mołenda P., Tereszkiewicz K., Ruda M., 2005 – Zawartość tłuszczu w tuszach i elementach technologicznych świń rasy duroc. LXX Zjazd PTZ Wrocław, Komunikaty naukowe, 89.
12. Monziols M., Bonneau M., Davenel A., Kouba M., 2007 – Comparison of the lipid content and fatty acid composition of intramuscular and subcutaneous adipose tissues in pig carcasses. *Meat Science* 76, 54-60.
13. Nguyen N.H., MacPhee C.P., Wade C.M., 2004 – Genetic selection for efficient lean growth in pigs. *Pigs News Information* 25, 149N-163N.
14. Pascual J.V., Rafecas M., Canela M.A., Boatella J., Bou R., Barroeta A.C., Codony R., 2007 – Effect of increasing amounts of a linoleic-rich dietary fat on the fat composition of four pig breeds. Part II: Fatty acid composition in muscle and fat tissues. *Food Chemistry* 100, 1639-1648.
15. Raj S., Poławska E., Skiba G., Wermko D., Fandrejewski H., Skomial J., 2010 – The influence of dietary source of fatty acids on chemical composition of the body and utilization of linoleic and linolenic acids by pigs. *Animal Science Papers and Reports* 28, 4, 355-362.

16. RFES, ROSTOCK FEED EVALUATION SYSTEM, 2003 – Reference numbers of feed value and requirement on the base of net energy (Ed. W. Jentsch, A. Chudy, M. Beyer). FBN, WGL, Oskar Kellner, Dummerstorf (Germany).
17. SKIBA G., POŁAWSKA E., RAJ S., WEREMKO D., CZAUDERNA M., WOJTASIK M., 2011 – The influence of dietary fatty acids on their metabolism in liver and subcutaneous fat in growing pigs. *Journal of Animal and Feed Science* 20, 3, 379-388.
18. SKIBA G., RAJ S., WOJTASIK M., WEREMKO D., 2012 – Relationship between intake of PUFA n-3 fatty acids and their quantitative content in the carcass tissues of pigs. *Journal of Animal and Feed Science* 21, 4, 648-660.
19. WHO/FAO, 2003 – Diet nutrition and the prevent of chronic diseases. Report of a Joint WHO/FAO Expert Consultation. WHO Technical Report Series 916. Geneva.
20. WOJTASIK M., RAJ S., SKIBA G., WEREMKO D., CZAUDERNA M., 2012 – The effects of diets enriched in omega-3 fatty acids on carcass characteristics and fatty acid profile of intramuscular and subcutaneous fat in pigs. *Journal of Animal and Feed Science* 21, 4, 635-647.

Monika Wojtasik, Stanisława Raj,
Grzegorz Skiba, Dagmara Weremko

Performance and fatty acid profile in the selected tissues of Polish Large White breed and crossbred pigs fed a diet enriched in omega-3 fatty acids

Summary

The effect of breed on fatty acid (FA) content of the selected tissues of the pigs fed a diet enriched in omega-3 FA was determined in sixteen Polish Large White (PLW, n=8) and ♂Duroc x (♀Polish Large White x ♂Danish Landrace) (n=8) pigs. From 70 to 110 kg body weight (BW) the animals were fed a diet in which 9% of ME originated from energy of oil mixtures: 2.0% linseed, 0.5% rapeseed, 0.5% fish, which introduced to the diet C18:3 n-3 (ALA), C20:5 n-3 (EPA), C22:5 n-3 (DPA) and C22:6 n-3 (DHA) acids. The pigs were slaughtered at approximately 110 kg BW. The *Musculus longissimus dorsi* (MLD) and subcutaneous fat (ST) samples were collected for analysis of extract ether (%) and FA (g per 100 g of tissue) content. The analyzed breeds had a similar performance and backfat thickness, but they differed in the intramuscular fat content. MLD of crossbred pigs had higher content of SFA, MUFA and PUFA (including ALA, EPA, DPA and DHA) than PLW pigs, whereas subcutaneous fat of crossbred pigs had lower content of MUFA (including C16:1 n-7 and C18:1 n-9) and higher content of PUFA (including n-3 PUFA) than PLW pigs. Intramuscular fat of both breeds had similar ratio of PUFA/SFA (average 0.44), whereas the ratio of n-6 PUFA/n-3 PUFA ($\Sigma n-6/\Sigma n-3$) was lower (more favorable) in crossbred than PLW pigs (3.73 vs. 5.80). This was caused by the higher n-3 PUFA content in MLD, which was related to the higher intramuscular fat content in crossbred pigs. Moreover, crossbred pigs had more favorable ratio of PUFA/SFA in subcutaneous fat than PLW pigs (0.58 vs. 0.50), whereas the ratio of $\Sigma n-6/\Sigma n-3$ was similar in both pig breeds (average 2.83).

KEY WORDS: omega-3 fatty acids / pigs / subcutaneous fat / intramuscular fat / *Musculus longissimus dorsi*