

Tadeusz Barowicz, Mariusz Pietras

Instytut Zootechniki w Krakowie, Zakład Paszoznawstwa i Surowców Pochodzenia Zwierzęcego

Przeciwtleniające działanie witaminy E u tuczników żywionych mieszanką z udziałem nasion lnu*

Antioxidative action of vitamin E in fattening pigs supplemented with linseeds

Słowa kluczowe: żywienie, świnie, nasiona lnu, witamina E, kwasy tłuszczowe, mięso, TBA-RS, wartość dietetyczna wieprzowiny

Key words: feeding, pigs, linseeds, vitamin E, fatty acids, meat, TBA-RS, dietary value of pork

Badania przeprowadzono na 36 tucznikach loszkach (pbz), które od 70 do 101 kg m.c. żywiono mieszanką pełnoporcjową zawierającą dodatek: grupa kontrolna — 100 mg witaminy E (α -tokoferol) w 1 kg s.m. mieszanki, grupa II — 100 mg witaminy E w 1 kg s.m. mieszanki oraz nasiona lnu w ilości 15% mieszanki, grupa III — 500 mg witaminy E w 1 kg s.m. mieszanki oraz nasiona lnu w ilości 15% mieszanki. Po przekroczeniu 100 kg m.c. zwierzęta zostały ubite, zaś w próbkach mięśnia najdłuższego grzbietu oznaczono zawartość tłuszczu surowego, skład kwasów tłuszczowych, zawartość witaminy E oraz ilość markera peroksydacji tłuszczu — TBA-RS w trakcie 3-miesięcznego przechowywania w temperaturze -19°C . Skarmianie pełnotłustych nasion lnu zwiększyło udział PUFA w lipidach mięśnia najdłuższego grzbietu z 7,45 do 10,15–10,38% ($P \leq 0,05$), szczególnie PUFA $n-3$ z 0,31 do 2,22–2,30% ($P \leq 0,01$). Dodatek witaminy E wspomagał ten proces. Udział kwasu α -linolenowego ($\text{C}_{18:3} n-3$) w mięśniu najdłuższym grzbietu tuczników z poszczególnych grup wynosił odpowiednio: 0,28; 2,02 i 2,11%, natomiast EPA ($\text{C}_{20:5} n-3$): 0,01; 0,14 i 0,15% ($P \leq 0,01$). Konsekwencją tego zjawiska było zawężenie

The studies involved 36 Polish Large White gilts which from 70 to 101 kg b.w. were fed complete feed containing 100 mg vit. E (α -tocopherol)/kg d.m. (control group), feed supplemented with 15% heated linseeds and 100 mg vit. E/kg d.m. of feed (group II) and feed containing 15% heated linseeds and 500 mg vit. E/kg d.m. of feed (group III). The animals were slaughtered at 100 kg b.w. and the longissimus muscle samples were determined for the content of crude fat, fatty acid composition, vitamin E content TBA-RS after 3-month frozen storage in -19°C . Feeding linseeds increased the PUFA content of longissimus muscle lipids from 7.45 to 10.15–10.38% ($P \leq 0,05$), especially PUFA $n-3$ from 0.31 to 2.22–2.30% ($P \leq 0,01$). Vitamin E supplement enhanced this process. The proportion of linolenic acid ($\text{C}_{18:3} n-3$) in the longissimus muscle was 0.28, 2.02 and 2.11%, while the proportion of EPA ($\text{C}_{20:5} n-3$) 0.01, 0.14 and 0.15% respectively ($P \leq 0,01$). This resulted in a proportion of PUFA $n-6$ to PUFA $n-3$ being narrowed down from 23.03 in the control group to 3.57 and 3.51 respectively in the experimental groups ($P \leq 0,01$). The vitamin E supplement of 500 mg/kg d.m. of feed prevented longissimus

* Praca finansowana przez KBN w ramach projektu badawczego nr 5 PO6E 058 14.

stosunku kwasów PUFA *n-6* do PUFA *n-3* z wartości 23,03 w grupie kontrolnej do 3,57 i 3,51 odpowiednio w grupach doświadczalnych ($P \leq 0,01$). Dodatek nasion lnu przy jednoczesnym wprowadzeniu do mieszanek witaminy E w ilościach 100 lub 500 mg na 1 kg s. m. nie wpłynął na zwiększenie zawartości TBA-RS w mięsie w trakcie jego 3-miesięcznego przechowywania w temperaturze -19°C .

muscle lipids against oxidative processes which took place over the course of 3-month frozen storage in 19°C .

Wstęp

Światowa Organizacja Zdrowia zaleca zwiększenie dziennej konsumpcji wielonienasyconych kwasów tłuszczowych z rodziny *n-3* (PUFA *n-3*) do 3,8 g oraz zawężenie proporcji kwasów PUFA *n-6* do PUFA *n-3* do 4–6:1. Stąd potrzeba badań zmierzających do opracowania metod produkcji żywności, w tym mięsa i jego przetworów zasobnych w PUFA *n-3* (Ziemiański 1997, Barowicz 1998). Głównym kwasem tłuszczowym z rodziny PUFA *n-3* jest kwas α -linolenowy ($\text{C}_{18:3}$ *n-3*), który w oleju z siemienia lnianego stanowi od 52 do 58% kwasów tłuszczowych (Ajuyah i in. 1991).

Stosowanie w dawkach pokarmowych dla tuczników pasz bogatych w PUFA *n-3* może niekorzystnie wpływać na właściwości sensoryczne oraz technologiczne otrzymanego mięsa (Lauridsen i Jakobsen 1997). Tym procesom zapobiega się dodając do paszy przeciwutleniacze, najlepiej naturalne, na przykład witaminę E.

Celem badań było uzyskanie wieprzowiny o poprawionych walorach dietetycznych, a jednocześnie zabezpieczonej przed procesami utleniania tłuszczu

Material i metody

Badania przeprowadzono na 36 loskach tucznikach (pbz) o średniej masie ciała 70 kg, podzielonych na 3 grupy po 12 sztuk. Mieszanki dla poszczególnych grup różniły się ilością dodatku nasion lnu i witaminy E (α -tokoferol): grupa I — kontrolna, nie otrzymywała dodatku nasion, wzbogacono ją natomiast w 100 mg witaminy E/kg s.m. paszy, grupy II i III żywiono mieszanką zawierającą 15% nasion lnu oraz witaminę E w ilościach odpowiednio 100 i 500 mg na 1 kg s.m. W celu ograniczenia ilości substancji antyodżywczych, nasiona lnu przed sporządzeniem mieszanek ogrzewano w temperaturze 130°C przez 20 minut, a następnie śrutowano z 20% dodatkiem jęczmienia. Mieszanki zabezpieczano przed procesem jęlczenia stosując 0,02% dodatek Rendoxu. Zwierzęta utrzymywano grupowo i żywiono zgodnie z Normami Żywienia Świń (1993). Dzielne dawki pokarmowe podawano w dwóch odpasach, przy stałym dostępie do wody.

Doświadczenie zakończono ubojem zwierząt po osiągnięciu przez nie 100 kg masy ciała. Po wykonaniu dysekcji pobrano próbkę z mięśnia najdłuższego grzbietu (*M. longissimus dorsi*), w celu oznaczenia zawartości tłuszczu surowego (PN-73/A-82111), witaminy E według zmodyfikowanej procedury Faustmana i in. (1989). Po ekstrakcji lipidów metodą Folcha i in. (1957) określano skład kwasów tłuszczowych metodą chromatografii gazowej przy pomocy aparatu Varian 3400 (Barowicz i in. 1996). W próbkach mięsa oznaczono również zawartość TBA-RS według procedury podanej przez Pikula (1993) po 14, 60 i 90 dniach przechowywania w temperaturze -19°C . Uzyskane wyniki poddano ocenie statystycznej za pomocą analizy wariancji oraz testu D-Duncana, wykorzystując program Statgraphics Plus 3.3.

Wyniki

Mieszanki doświadczalne, w porównaniu z grupą kontrolną zawierały więcej kwasów tłuszczowych wielonienasyconych, szczególnie PUFA *n-3*. Korzystnie kształtował się również stosunek wielonienasyconych kwasów tłuszczowych z rodziny *n-6* do *n-3* (tab. 1).

Zastosowanie w żywieniu tuczników mieszanek paszowych zawierających w swoim składzie 15% nasion lnu wpłynęło na zmianę profilu kwasów tłuszczowych w mięsie (tab. 2). Na szczególną uwagę zasługuje statystycznie istotny wzrost zawartości kwasów PUFA z 7,45 w grupie kontrolnej do 10,15–10,38% w grupach doświadczalnych ($P \leq 0,05$), w tym kwasów PUFA *n-3* z 0,31 do 2,22–2,30% ($P \leq 0,01$). W mięsie tuczników otrzymujących w diecie nasiona lnu istotnie zwiększyła się zawartość kwasu $\text{C}_{18:3}$ *n-3* i $\text{C}_{20:5}$ *n-3* ($P \leq 0,01$). Obserwowano również zmianę proporcji kwasów PUFA *n-6* do PUFA *n-3* z wartości 23,03 : 1 w grupie kontrolnej do 3,57 : 1 oraz 3,51 : 1 w mięsie tuczników z grup II i III ($P \leq 0,01$). Zwiększenie zawartości witaminy E z 100 do 500 mg w 1 kg s.m. mieszanki nie wpłynęło istotnie na zwiększenie zawartości PUFA oraz PUFA *n-3* w tkance mięśnia najdłuższego grzbietu. Ilość witaminy E zgromadzona w tym mięśniu uzależniona była od zawartości tej witaminy w paszy, przy czym obserwowane różnice nie wykazywały istotności statystycznej (tab. 3).

Nie stwierdzono wzrostu zawartości końcowych produktów utleniania lipidów (TBA-RS) w badanej tkance świń otrzymujących dodatek nasion lnu oraz witaminę E (grupy II i III) w porównaniu do grupy kontrolnej (tab. 3). Może to sugerować, że dodatek tej witaminy zabezpieczał mięso wzbogacone w wielonienasycone kwasy tłuszczowe przed procesami utleniania w trakcie jego zamrażalniczego przechowywania.

Tabela 1

Skład (%), wartość pokarmowa oraz zawartość kwasów tłuszczowych (w % sumy kwasów) w mieszankach pełnodawkowych — *Composition (%), nutrient content and fatty acid composition (in % of total fats) of complete feeds*

Wyszczególnienie <i>Item</i>	Mieszanki — <i>Feeds</i>	
	Kontrolna <i>Control</i>	15% nasion lnu <i>15% linseeds</i>
Śruta jęczmienna — <i>Ground barley</i>	52,0	30,0
Śruta pszenna — <i>Ground wheat</i>	10,0	6,6
Śruta sojowa — <i>Soybean meal</i>	16,0	4,0
Śruta z pszenżyta — <i>Ground triticales</i>	16,0	20,0
Otręby pszenne — <i>Wheat bran</i>	–	14,1
Susz z traw — <i>Grass meal</i>	–	7,0
Mączka mięsno-kostna — <i>Meat and bone meal</i>	0,5	0,6
Erafet — <i>Fodder fat</i>	3,0	–
L-lizyna HCL — <i>L-lysine HCL</i>	0,1	0,3
Nasiona lnu — <i>Linseeds</i>	–	15,0
Sól pastewna — <i>Fodder salt</i>	0,2	0,2
Fosforan pastewny — <i>Dicalcium phosphate</i>	0,2	0,2
Kreda pastewna — <i>Limestone</i>	1,0	1,0
Premiks PW-2 — <i>Premix PW-2</i>	1,0	1,0
Razem — <i>Total</i>	100,0	100,0
1 kg mieszanki zawierał — <i>1 kg mixture contained:</i>		
białko ogólne (g) — <i>crude protein (g)</i>	169,08	165,20
białko ogólne strawne (g) — <i>digestible crude protein (g)</i>	138,93	131,28
tłuszcz surowy (g) — <i>crude fat (g)</i>	43,02	79,02
włókno surowe (g) — <i>crude fibre (g)</i>	52,98	60,32
energia metaboliczna (MJ) — <i>metabolizable energy (MJ)</i>	13,91	13,70
białko ogólne/1 MJ ME (g) — <i>crude protein/1 MJ ME (g)</i>	12,16	12,06
wapń (g) — <i>calcium (g)</i>	8,49	7,29
fosfor (g) — <i>phosphorus (g)</i>	4,97	6,00
lizyna (g) — <i>lys (g)</i>	7,64	7,74
metionina + cystyna (g) — <i>Met + Cys (g)</i>	4,99	4,82
Skład kwasów tłuszczowych — <i>Fatty acid composition:</i>		
kwasy tłuszczowe nienasycone <i>unsaturated fatty acids (UFA)</i>	77,25	82,13
kwasy wielonienasycone <i>polyunsaturated fatty acids (PUFA)</i>	27,55	56,14
kwasy wielonienasycone n-3 <i>polyunsaturated fatty acids n-3 (PUFA n-3)</i>	6,84	35,01
kwasy neutralne i hipocholesteremiczne (DFA)* <i>desirable fatty acids</i>	82,77	87,06
PUFA n-6 : PUFA n-3	3,03	0,60

* DFA — suma kwasów nienasyconych + C₁₈ — *Total unsaturated fatty acids + C₁₈*

Tabela 2

Zawartość tłuszczu (%) oraz skład kwasów tłuszczowych (w % sumy kwasów) w mięśni najdłuższym grzbiecie — *Crude fat content (%) and fatty acids composition (in % of total fats) of longissimus dorsi muscle*

Wyszczególnienie <i>Item</i>	Grupy — <i>Groups</i>			SEM
	Kontrolna + 100 mg wit. E /kg s.m. paszy <i>Control</i> + 100 mg vit E /kg d.m. feed	15% nasion lnu — <i>15% linseeds</i>		
		+ 100 mg wit. E /kg s.m. paszy + 100 mg vit E /kg d.m. feed	+500 mg wit. E /kg s.m. paszy + 500 mg vit E /kg d.m. feed	
Tłuszcz surowy — <i>Crude fat</i>	2,88	2,73	2,71	0,18
C _{8:0}	0,04	0,04	0,02	0,01
C _{10:0}	0,53	0,21	0,18	0,16
C _{12:0}	0,18	0,19	0,17	0,01
C _{14:0}	2,11	2,17	2,11	0,09
C _{16:0}	29,07	29,17	28,85	0,42
C _{16:1 n-7}	3,12	2,86	2,69	0,09
C _{18:0}	14,22	14,37	15,37	0,21
C _{18:1 n-9}	43,08	40,61	39,24	0,69
C _{18:2 n-6}	6,43	7,35	7,43	0,23
γ C _{18:3 n-6}	0,05a	0,08b	0,08b	0,01
C _{18:3 n-3}	0,28A	2,02B	2,11B	0,20
C _{20:0}	0,19	0,21	0,44	0,06
C _{20:4 n-6}	0,66	0,50	0,57	0,04
C _{20:5 n-3}	0,01A	0,14B	0,15B	0,02
C _{22:0}	0,00	0,01	0,32	0,08
C _{22:1 n-9}	0,01	0,01	0,23	0,06
C _{22:6 n-3}	0,01a	0,05b	0,03ab	0,01
UFA	53,66	53,63	52,54	0,46
PUFA	7,45a	10,15b	10,38b	0,39
PUFA <i>n-3</i>	0,31A	2,22B	2,30B	0,22
DFA	67,88	68,00	67,91	0,57
PUFA <i>n-6</i> : PUFA <i>n-3</i>	23,03A	3,57B	3,51B	2,27

a, b — wartości w wierszach oznaczone różnymi literami różnią się istotnie ($P \leq 0,05$)
values in rows marked with different letters differ significantly ($P \leq 0.05$)

A, B — wartości w wierszach oznaczone różnymi literami różnią się wysoko istotnie ($P \leq 0,01$)
values in rows marked with different letters differ highly significantly ($P \leq 0.01$)

Tabela 3

Zawartość witaminy E (mcg/g świeżej tkanki) oraz poziom TBA-RS (w mg/kg) w mięśni najdłuższym grzbiecie — *Vitamin E content (mcg/g fresh tissue) and TBA-RS level (in mg/kg) in longissimus dorsi muscle*

Wyszczególnienie <i>Item</i>	Grupy — <i>Groups</i>			SEM
	Kontrolna +100 mg wit. E /kg s.m. paszy <i>Control</i> + 100 mg vit E /kg d.m. feed	15% nasion lnu — <i>15% linseeds</i>		
		+ 100 mg wit. E /kg s.m. paszy + 100 mg vit E /kg d.m. feed	+ 500 mg wit. E /kg s.m. paszy + 500 mg vit E /kg d.m. feed	
Witamina E — <i>Vitamin E</i>	1,51	1,46	1,82	0,14
Zawartość TBA-RS (<i>TBA-RS level</i>)				
Okres przechowywania (dni) <i>Time of storage (days):</i>				
14	2,57	2,48	2,49	0,09
60	2,44	2,64	2,57	0,06
90	2,66	2,75	2,68	0,09

Podsumowanie

Wyniki badań wskazują, że wprowadzenie do dawek pokarmowych dla tuczników w końcowym okresie tuczu 15% dodatku nasion lnu pociąga za sobą istotny wzrost w lipidach mięśnia najdłuższego grzbiecia wielonienasyconych kwasów tłuszczowych PUFA *n-3*, dzięki czemu następuje zawężenie proporcji kwasów PUFA *n-6* do PUFA *n-3* w kierunku zalecanym przez współczesną dietetykę żywienia człowieka. Uzyskana wieprzowina, zasobna w PUFA *n-3*, o działaniu hipocholesteremicznym, może wywierać korzystne działanie przeciwmiażdżycowe. Witamina E wprowadzona do mieszanek zawierających nasiona lnu, już w ilości 100 mg na 1 kg mieszanki, może zabezpieczać tak wzbogacone mięso przed procesami utleniania w trakcie jego przechowywania w stanie zamrożenia.

Literatura

- Ajuyah A.O., Lee K.H., Hardin R.T., Sim J.S. 1991. Influence of dietary full-fat seeds and oils on total lipid, cholesterol and fatty acid composition of broiler meats. *Can. J. Anim. Sci.*, 71: 1011-1019.
- Barowicz T. 1998. Dietary and tissue fat quality. *Feed Mix*, 6: 31-34.

- Barowicz T., Pietras M., Gąsior R., Pieszka M. 1996. Wpływ poziomu tyroksyny w paszy na zawartość tłuszczu, białka oraz skład kwasów tłuszczowych w mięśni najdłuższym tuczników linii 990. Roczn. Nauk. Zoot., 23: 169-179.
- Faustman C., Cassens R.G., Schaefer D.M., Buege D.R., Williams S.N., Scheller K.K. 1989. Improvement of pigment and lipid stability in Holstein steer beef by dietary supplementation with vitamin E. J. Food Sci., 54: 858-862.
- Folch J., Lees M., Stanley G.H.S. 1957. A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. J. Biol. Chem., 226: 497-509.
- Lauridsen C., Jakobsen K. 1997. Protecting dietary and tissue fat. Feed. Mix, 5: 8-11.
- Normy Żywienia Świń, Wartość Pokarmowa Pasz. 1993. PAN, Omnitech Press, Warszawa, 1-58.
- Ocena technologiczna surowców i produktów przemysłu drobiarskiego. 1993. Ed. J. Pikul, AR Poznań, 104-118.
- PN-73/A-82111. 1973. Mięso i przetwory mięsne. Oznaczanie zawartości tłuszczu.
- Ziemiański Ś. 1997. Tłuszcze w żywieniu człowieka. Żywnienie człowieka i metabolizm, 24: 35-48.