

Hipocholesteremiczny wpływ tłuszczu paszowego w postaci soli wapniowych kwasów tłuszczowych oleju lnianego i tłuszczu utylizacyjnego w diecie tuczników^{*)}

TADEUSZ BAROWICZ, FRANCISZEK BRZÓSKA, MARIUSZ PIETRAS

Zakład Paszoznawstwa i Surowców Pochodzenia Zwierzęcego Instytutu Zootechniki, 32-083 Balice k. Krakowa

Barowicz T., Brzóska F., Pietras M.

Hypocholesterolemic effect of fat feed in the diets of growing pigs

Summary

Thirty six Polish Landrace fatteners of both sexes divided into 3 groups were fed from 70 to 100 kg body weight with a complete mixture containing 0.8 or 15% calcium salts of linseed oil fatty acids (CaFAS-L). The mixtures were characterized by an increased proportion of PUFA n-3 and a favourable proportion of PUFA n-6 to PUFA n-3, which were 1:6.7; 1:2.1 and 1:1.2 respectively. CaFAS-L supplementation was observed to have no effect on the total cholesterol content in the blood serum of gilts. There was a tendency for an increased HDL content. Total cholesterol in the blood serum of barrows was observed to decrease from 98.6 mg/dl in the control group to 88.5 mg/dl in the group supplemented with 15% CaFAS-L. HDL was observed to increase and LDL to decrease. Total cholesterol content of the longissimus dorsi muscle of gilts decreased from 57.1 mg/100 g fresh tissue in the control group to 51.1 mg/100 g fresh tissue in the group supplemented with 15% CaFAS-L. The decrease of this parameter was less conspicuous in the muscles of barrows. The differences were not significant for any of the traits studied, either in the blood serum or longissimus dorsi muscle of both barrows and gilts.

The results obtained in the present study indicate that the hypocholesterolemic influence of dietary PUFA n-3 is more pronounced in the blood serum of pigs, especially in barrows, while its effects on cholesterol changes in the longissimus dorsi muscle are more evident in the meat of gilts.

Keywords: pig diets, hypocholesterolemic effect, cholesterol.

Niezbędne nienasycone kwasy tłuszczowe (NNKT), których głównym źródłem są tłuszcze roślinne, warunkują prawidłowy wzrost i rozwój zwierząt. Kwasy te biorą udział w transporcie i syntezie cholesterolu, a także wchodzi w skład fosfolipidów błon komórkowych, co pozwala im wpływać na wszystkie funkcje komórek (14). Ważną rolę odgrywają w zapobieganiu miażdżycy kontrolując procesy syntezy cholesterolu w wątrobie przez oddziaływanie na aktywność reduktazy HMG CoA. Kwasy tłuszczowe nasycone są aktywnymi tego enzymu, natomiast kwasy nienasycone są jego inhibitorami, przez co zmniejszają ilość cholesterolu syntetyzowanego w wątrobie (8, 19).

Chichłowska i wsp. (6, 7) w badaniach przeprowadzonych na szczurach wykazali, że 15% dodatek nasion lnu do diety podawanej przez 30 dni powodował istotny spadek zawartości cholesterolu w tkance mięśniowej, przy odwrotnej tendencji dla wątroby. Czynn-

nik ten ograniczył także w surowicy krwi poziom cholesterolu całkowitego i trójglicerydów, działając silniej hipolipidemicznie na samice niż na samce szczura. Autorzy ci twierdzą, że relacja między wielonienasyconymi kwasami tłuszczowymi typu n-6 do n-3 rzędu jak 1:3 może wpływać na ograniczenie poziomu cholesterolu całkowitego w mięśniach i tłuszczu zapasowym zwierząt. Podobnie w badaniach przeprowadzonych na tucznikach Grela i wsp. (13) obserwowali tendencję do zmniejszonej zawartości cholesterolu całkowitego w tkankach tuczników żywionych mieszankami z udziałem makuchu z rzepaku „00”. W badaniach przeprowadzonych natomiast na kurczętach brojlerach nie obserwowano istotnego oddziaływania olejów roślinnych dodawanych w paszy na poziom cholesterolu całkowitego w mięśniach białych i czerwonych (1).

Borowicz i wsp. (2) wykazali, że 4 i 8% udział pełnotłustych nasion lnu w dawkach pokarmowych dla tuczników w końcowym okresie tuczu powodował zależny od wysokości dawki spadek poziomu choleste-

^{*)} Praca finansowana przez KBN w ramach proj. bad. nr 5 PO6E 058 14.

lu całkowitego w surowicy krwi zwierząt, nie wywierając istotnego wpływu na zawartość tego składnika w mięśni najdłuższym oraz sercowym.

Celem przeprowadzonych badań było określenie zmian w zawartości wybranych lipidów surowicy krwi oraz zawartości cholesterolu całkowitego w mięśni najdłuższym tuczników obu płci, żywionych mieszankami pełnoporcjowymi zawierającymi w swoim składzie sypki tłuszcz paszowy w postaci soli wapniowych kwasów tłuszczowych oleju lnianego i tłuszczu utylizacyjnego.

Material i metody

Doświadczenie przeprowadzono na 36 tucznikach (pbz) o średniej masie ciała 70 kg, podzielonych na 3 grupy po 12 sztuk (po 6 loszek i 6 wieprzków) w grupie. Mieszanki dla poszczególnych grup różniły się ilością dodanego sypkiego tłuszczu paszowego: grupa I – kontrolna, nie otrzymywała dodatku tłuszczu, grupę II żywiono mieszanką zawierającą 8 a grupę III – 15% tłuszczu paszowego. Tłuszcz paszowy zawierał sole wapniowe kwasów tłuszczowych oleju lnianego i tłuszczu utylizacyjnego (w proporcji 1:1), 83% nienasyconych kwasów tłuszczowych, w tym 36% stanowiły wielonienasycone kwasy tłuszczowe, a proporcja wielonienasyconych kwasów tłuszczowych typu n-6 do n-3 wynosiła 1:1,6.

Zwierzęta utrzymywano grupowo (po 6 sztuk w klatce) i żywiono dawkami, zbilansowanymi (izoenergetycznymi i izobiałkowymi) zgodnie z Normami Żywienia Świń (20). Dzielne dawki pokarmowe podawano w dwóch odpasach, przy stałym dostępie do wody. Skład stosowanych mieszanek pełnodawkowych oraz ich wartość pokarmową przedstawiono w tabeli 1.

W próbkach pasz oznaczono zawartość podstawowych składników pokarmowych oraz skład kwasów tłuszczowych. Zawartość kwasów tłuszczowych oznaczano metodą chromatografii gazowej przy pomocy aparatu Varian 3400 (2).

Doświadczenie zakończono ubojem wszystkich zwierząt. Przed ubojem pobrano próbkę krwi z żyły jarmowej, zaś w trakcie dysekcji – próbę z mięśnia najdłuższego (*M. longissimus dorsi*), z okolicy ostatniego kręgu piersiowego i

Tab. 1. Skład (%), wartość pokarmowa oraz zawartość kwasów tłuszczowych (w % sumy kwasów) mieszanek pełnodawkowych

Składniki	Udział tłuszczu paszowego (%)		
	0	8	15
Śruta jęczmienna	66,80	55,00	56,30
Śruta pszenna	15,00	16,00	5,00
Śruta sojowa	15,00	17,60	20,00
Mączka mięsno-kostna	0,40	0,60	1,00
Sypki tłuszcz paszowy	–	8,00	15,40
Sól pastewna	0,25	0,25	0,20
Fosforan pastewny	0,30	0,30	0,30
Kreda pastewna	1,00	1,00	0,80
L-lizyna HCL	0,25	0,25	0,20
Premiks PW-2	1,00	1,00	0,80
Razem	100,00	100,00	100,00
1 kg mieszanki zawierał:			
białko surowe (g)	152,40	152,00	152,00
białko ogólne strawne (g)	124,19	125,29	124,98
tłuszcz surowy (g)	22,77	25,87	28,83
włókno surowe (g)	48,59	45,15	44,61
energia metaboliczna (MJ)	12,44	13,71	14,75
białko og./1 MJ ME (g)	12,25	11,09	10,31
wapń (g)	5,30	6,77	7,34
fosfor (g)	4,56	4,40	4,34
lizyna (g)	9,11	8,79	8,45
metionina + cystyna (g)	5,18	5,07	4,93
Skład kwasów tłuszczowych:			
Kwasy nasycone (SFA)	39,36	29,49	23,05
Kwasy nienasycone (UFA)	60,64	70,51	76,95
Kwasy jednonienasycone (MUFA)	22,33	43,02	51,29
Kwasy wielonienasycone (PUFA)	38,31	27,49	25,66
Kwasy wielonienasycone n-3 (PUFA n-3)	4,99	8,97	11,46
Kwasy neutralne i hipocholesteremiczne (DFA)*	67,00	77,28	83,69
Kwasy hipercholesteremiczne (OFA)*	33,00	22,72	16,31
PUFA n-6 / PUFA n-3	6,68	2,06	1,24

Objaśnienia: DFA – suma kwasów nienasyconych (UFA) + C 18:0, OFA – suma kwasów C 14:0 + C 16:0.

pierwszego kręgu lędźwiowego. Surowicę krwi oraz próbki mięsa schładzano i przechowywano w temperaturze -20°C do czasu wykonania analiz.

W surowicy krwi oznaczano cholesterol całkowity, jego frakcję lipoproteinową wysokiej gęstości (HDL) oraz trójglicerydy metodami enzymatycznymi, posługując się testami diagnostycznymi f-my Cormay.

Cholesterol w próbkach mięśnia najdłuższego oznaczano zgodnie z metodyką podaną przez Rhee i wsp. (22), ekstrahując tłuszcz z tkanek metodą Folcha i wsp. (9). W ekstraktach tych oznaczano stężenie cholesterolu całkowitego metodami zastosowanymi w surowicy krwi.

Otrzymane wyniki poddano ocenie statystycznej za pomocą analizy wariancji oraz testu D-Duncana stosując program komputerowy Statgraphics Plus 3.3.

Wyniki i omówienie

Zawartość kwasów tłuszczowych w mieszankach pełnodawkowych przedstawiono w tab. 1. Mieszanki doświadczalne, w porównaniu z kontrolną, zawierały więcej nienasyconych kwasów tłuszczowych (UFA), szczególnie jednonienasyconych (MUFA) oraz wielonienasyconych typu n-3 (PUFA, n-3). W tych mieszankach wzrastała ilość kwasów tłuszczowych o działaniu hipocholesteremicznym (DFA), odpowiednio z 76,0% do 77,3 i 83,7%. Korzystnie też kształtował się stosunek wielonienasyconych kwasów tłuszczowych z rodziny n-6 do n-3. Zmniejszył się z wartości 1:6,68 w mieszance kontrolnej, do 1:2,06 oraz 1:1,24, odpowiednio w mieszankach doświadczalnych.

Zmiany wskaźników fizjologicznych w surowicy krwi oraz w mięśniu najdłuższym tuczników otrzymujących w dawce pokarmowej: 0,8 lub 15% dodatek tłuszczu paszowego przedstawiono w tab. 2. Wszystkie obserwowane różnice były statystycznie nieistotne. Nie obserwowano wpływu podawania tłuszczu paszowego na zawartość cholesterolu całkowitego w surowicy krwi loszek. Obserwowano jedynie tendencję do wzrostu zawartości frakcji cholesterolu o wysokiej gęstości HDL z poziomu 33 do 37 mg/dl.

W przypadku wskaźników fizjologicznych w surowicy krwi wieprzków obserwowano bardziej przekonujące tendencje. Między innymi stwierdzono spadek poziomu cholesterolu całkowitego w surowicy krwi z wartości 98,6 do 88,5 mg/dl, wzrost jego frakcji o wysokiej gęstości (HDL) z 32,9 do 37,1 mg/g oraz spadek frakcji LDL: z wartości 55,3 do 40,4 mg/dl.

Zawartość cholesterolu całkowitego w mięśniu najdłuższym była najniższa u tuczników w grupie otrzymującej 15% dodatek tłuszczu paszowego. Spadek poziomu tego wskaźnika był bardziej widoczny w mięśniach loszek niż u wieprzków. Różnice jednak nie były statystycznie istotne.

We wcześniej przeprowadzonych badaniach (2), gdzie tuczniaki otrzymywały w dawce pokarmowej 0, 4 lub 8% dodatek pełnotłustych nasion lnu obserwowano korzystny wpływ wprowadzenia wym. dodatku na zawartość w surowicy krwi cholesterolu całkowitego

tego oraz jego frakcji o niskiej gęstości (LDL). U tuczników otrzymujących w paszy 4% dodatek nasion lnu, obserwowano tendencję do obniżania się cholesterolu całkowitego w surowicy krwi, natomiast u zwierząt żywionych paszą z 8% dodatkiem tych nasion stwierdzono w surowicy krwi statystycznie wysoce istotnie niższy poziom cholesterolu całkowitego ($P \leq 0,01$) oraz istotnie niższy poziom LDL ($P \leq 0,05$). Podobne spostrzeżenia poczynili Sim i wsp. (23), którzy wykazali, że zarówno pełnotłuste nasiona lnu jak i nasiona odłuszczone w mieszankach paszowych w trakcie 6-tygodniowego żywienia szczurów, istotnie obniżają poziom cholesterolu całkowitego w surowicy krwi tych zwierząt. Kritchevsky i wsp. (17) wykazali, cholesteremiczny efekt działania nasion lnu uzależniony jest od wysokości tego dodatku w dawce pokarmowej. Potwierdzają to wyniki badań przeprowadzonych przez Garga i wsp. (10, 11), którzy wykazali, że opisywany efekt uzależniony jest od ilości w dawce pokarmowej kwasu linolenowego (C 18:3 n-3). Zastosowanie wielonienasyconych kwasów tłuszczowych w żywieniu zwierząt i ludzi powoduje obniżenie stężenia cholesterolu we frakcji LDL (21). Potwierdzają to wyniki niniejszego doświadczenia, jak i innego przeprowadzonego na tucznikach, w którym zwierzęta otrzymywały w diecie 0, 4 lub 8% dodatek pełnotłustych nasion lnu (2). Drevon (8) obserwował u ludzi

Tab. 2. Zmiany wskaźników fizjologicznych we krwi i mięśniu najdłuższym tuczników otrzymujących w dawce pokarmowej różny dodatek tłuszczu paszowego

Wskaźnik	Udział tłuszczu paszowego (%)			SE*
	0	8	15	
Loszki (n= 6)				
Surowica krwi:				
Cholesterol całk. (mg/dl)	82,38	91,42	85,84	2,05
HDL (mg/dl)	33,02	38,54	37,02	0,99
LDL (mg/dl)	40,87	41,62	36,02	1,94
Trójglicerydy (mg/dl)	42,53	61,74	63,95	3,95
Mięsień najdłuższy:				
Cholesterol całk. (mg/100 g świeżej tkanki)	57,14	52,68	51,11	1,19
Wieprzki (n= 6)				
Surowica krwi:				
Cholesterol całk. (mg/dl)	98,57	85,72	88,48	3,48
HDL (mg/dl)	32,85	33,82	37,09	1,03
LDL (mg/dl)	55,32	41,11	40,42	2,47
Trójglicerydy (mg/dl)	52,05	54,02	54,93	3,83
Mięsień najdłuższy:				
Cholesterol całk. (mg/100 g świeżej tkanki)	54,26	53,57	53,87	1,32

Objaśnienie: *błąd średni średniej arytmetycznej.

spożywających w diecie zwiększoną ilość NNKT z rodziny n-3 zwiększenie w surowicy krwi stężenia lipoprotein HDL oraz spadek lipoprotein LDL.

Analizując wpływ płci na badane wskaźniki lipidowe krwi, obserwowano wyższy poziom cholesterolu całkowitego w surowicy krwi wieprzków niż u loszek. Różnice nie były jednak statystycznie istotne. Wyższe wartości dla poziomu cholesterolu w surowicy krwi wieprzków obserwowali inni autorzy (4, 24). Chichłowska i Kliber (7) wykazali silniejszy wpływ hipolipidemiczny nasion lnu na samice szczura niż na samce. Wyniki uzyskane w niniejszej pracy nie są tak jednoznaczne.

W przypadku zawartości cholesterolu całkowitego w mięśniach, wydaje się, że wskaźnik ten jest o wiele bardziej stabilny niż cholesterol w surowicy krwi. Większość autorów nie obserwowała wpływu płci na wysokość tego wskaźnika (4, 5, 15, 16). Nieznaczną tendencją do zwiększonego gromadzenia się cholesterolu w tkance mięśniowej i sadle wieprzków niż loszek obserwował Grela (12).

Zastosowany czynnik żywieniowy, sole wapniowe kwasów tłuszczowych oleju lnianego, nie wywarły istotnego wpływu na zawartość cholesterolu całkowitego w mięśniu najdłuższym. We wcześniejszych badaniach, gdzie tuczniaki otrzymywały w dawce pełnotłuste nasiona lnu (2) lub sole wapniowe kwasów tłuszczowych mieszaniny olejów rzepakowego oraz lnianego (4) również nie obserwowano istotnego spadku poziomu cholesterolu w mięśniu najdłuższym. Podobnie Jurgens i wsp. (15, 16) oraz Busboom i wsp. (5) nie stwierdzili wpływu olejów roślinnych na zawartość cholesterolu w mięśniu najdłuższym u tuczników. Grela i wsp. (13) obserwowali tendencje do zmniejszonej zawartości cholesterolu w tkankach tuczników żywionych mieszankami z udziałem makuchu z nasion rzepaku „00”. Podobne zjawisko obserwowali w słońnie tuczników żywionych mieszankami z udziałem śrut z nasion rzepaku „00” Lipiński i wsp. (18). W doświadczeniu tym nie wykazano jednak wpływu zastosowanego żywienia na zawartość cholesterolu w mięśniach.

Najnowsze badania wskazują, że na zawartość cholesterolu w tkankach może mieć wpływ nie tylko obecność NNKT w diecie, ale również wzajemna proporcja między kwasami PUFA z rodziny n-6 do kwasów n-3 (15), jak również poziom włókna w diecie oraz zawartość mikroelementów, szczególnie chromu i miedzi (3). Przytoczone fakty oraz uzyskane w niniejszej pracy wyniki wskazują, że hipocholesteremiczne oddziaływanie PUFA n-3 dawki pokarmowej jest bardziej widoczne w surowicy krwi tuczników, szczególnie u wieprzków (4), natomiast wpływ omawianego czynnika na zmiany poziomu cholesterolu w mięśniu najdłuższym jest bardziej przekonujący w mięsie loszek.

Piśmiennictwo

1. Ajuyah A. O., Lee K. H., Hardin R. T., Sim J. S.: Influence of dietary full-fat seeds and oils on total lipid, cholesterol and fatty acid composition of broiler meats. *Can. J. Anim. Sci.* 1991, 71, 1011-1019.

2. Barowicz T., Erzsóka F., Pietras M., Gąsior R.: Hipocholesteremiczny wpływ pełnych nasion lnu w diecie tuczników. *Medycyna Wet.* 1997, 53, 164-167.
3. Barowicz T., Janik A.: Cholesterol w mięsie zwierząt rzeźnych. *Przeg. Hod.* 1998, 66, 6-8.
4. Barowicz T., Pietras M.: Wpływ źródła nienasyconych kwasów tłuszczowych w dawce pokarmowej oraz płci zwierząt na wybrane wskaźniki lipidowe krwi i w mięśniu najdłuższym u tuczników. *Rocz. Nauk. Zoot.* 1998, 25, 83-97.
5. Busboom J. R., Rule D. C., Colin D., Heald T., Mazhar A.: Growth, carcass characteristics, and lipid composition of adipose tissue and muscle of pigs fed canola. *J. Anim. Sci.* 1991, 69, 1101-1108.
6. Chichłowska J., Florysiak M., Szkulski T., Kliber A.: Zmiany wskaźników metabolizmu lipidowego szczurów po zastosowaniu w ich żywieniu dodatków nasion lnu i konopi. *Mat. XIX Konf. Nauk. Rośliny oleiste, Poznań*, 15-16.04.1997, s. 30.
7. Chichłowska J., Kliber A.: Metaboliczne konsekwencje zastosowania w żywieniu samic szczura dodatku nasion lnu i konopi. *Mat. XX Konf. Nauk. Rośliny oleiste, Poznań*, 24-25.03.1998, s. 37.
8. Drevon A. C.: Marine oils and their effects. *Scand. J. Nutr.* 1992, 36, suppl. 26, 38-45.
9. Folch J., Lees M., Stanley G. H. S.: A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. *J. Biol. Chem.* 1957, 226, 497-509.
10. Garg M. L., Setokova E., Wierzticki A., Thomson A. B. R., Clandinin M. T.: Differential effects of dietary linoleic and alpha-linolenic acid on lipid metabolism in rat tissues. *Lipids* 1988, 23, 847-852.
11. Garg M. L., Wierzticki A., Thomson A. B. R., Clandinin M. T.: Dietary saturated fat level alters the competition between alpha-linolenic and linoleic acid. *Lipids* 1989, 24, 334-339.
12. Grela E.: Zawartość cholesterolu w tkankach tuczników w zależności od warunków żywienia. *Medycyna Wet.* 1984, 40, 473-478.
13. Grela E., Eachanek J., Krasucki W.: Przydatność makuchu z rzepaku 00 z dodatkiem lub bez preparatu enzymatycznego w żywieniu tuczników. *Mat. XXV Sesji nauk. Komisji Żywienia Zwierząt Kom. Nauk. Zoot. PAN, Poznań*, 8-9.11.1995, s. 59.
14. Grys S.: Rola kwasu gamma-linolenowego w ustroju człowieka. W: *Zbiór prac II sympozjum n.t.: „Olej z nasion wiesolka w profilaktyce i terapii”*, Łódź, 6-7.10.1995, Makolab., s. 22-34.
15. Jurgens M. H., Feo E. R.: Influence of dietary supplements of cholesterol and vitamin D on certain components of the blood and body of growing-finishing swine. *J. Anim. Sci.* 1970, 30, 894-903.
16. Jurgens M. H., Feo E. R., Viperman P. E., Mandigo R. W.: Influence of dietary supplements of vitamin D-3 and various fats on cholesterol and fatty acid composition of the blood and body of growing-finishing swine. *J. Anim. Sci.* 1970, 30, 904-911.
17. Kritchevsky D., Tepper S. A., Klurfeld D. M.: Influence of flaxseed on serum and liver lipids in rats. *J. Nutr. Biochem.* 1991, 2, 133-134.
18. Lipiński K., Tywończuk J., Lewicki C., Rapczyńska I., Sobotka W.: Zastosowanie śruty poekstrakcyjnej, wytlóków i nasion rzepaku odmiany Jantar 00 w żywieniu tuczników. *Zootechnika, Olsztyn* 1994, 40, 133-144.
19. Nicolosi R. J., Stucchi A. F.: N-3 fatty acids and atherosclerosis. *Curr. Opin. Lipid.* 1990, 1, 442-448.
20. Oh S. Y., Monaco P. O.: Effect of dietary cholesterol and degree of fat unsaturation on plasma lipid levels, lipoprotein composition and fecal steroid excretion in normal young adult men. *J. Clin. Nutr.* 1985, 42, 399.
21. PAN, Instytut Fizjologii i Żywienia Zwierząt im. Jana Kielanowskiego: *Normy żywienia świń, wartość pokarmowa pasz.*, Omnitech Press, Warszawa, 1993.
22. Rhee K. S., Durson T. R., Smith G. C., Hostetter R. L., Reiser R.: Effects of changes in intermuscular and subcutaneous fat level on cholesterol content of raw and cooked beef steaks. *J. Food Sci.*, 47, 1982, 716-719.
23. Sim J. S., Nwokolo E., Jiang Z.: Modulation of plasma and tissue cholesterol and fatty acid composition by feeding flax and canola seeds and oils to rats. *Can. J. Anim. Sci.* 1991, 71, 1207-1214.
24. Smišek V., Pavel J.: Lipidy krevního sera a jejich vztah k prirůstku a jatečné hodnote prasat plemene bílé uslechtle. *Živoč. Vyroba* 1979, 24, 615-622.