

TADEUSZ BAROWICZ, FRANCISZEK BRZÓSKA, MARIUSZ PIETRAS, ROBERT GAŚSIOR

# Hipocholesteremiczny wpływ pełnych nasion lnu w diecie tuczników

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

## Summary

### Hypocholesterolemic effect of full-fat flax seeds in the diets of growing pigs

Thirty six Polish Landrace fatteners of both sexes divided into 3 groups were fed from 70 to 110 kg body weight with a complete mixture containing 0.4 or 8% full-fat flax seeds. The mixtures used were characterized by a higher content of unsaturated fatty acids (14.56% and 16.53% linolenic acid, respectively). The fatteners receiving 8% supplement of flax seeds in their fodder have a significantly lower level of a total cholesterol ( $P < 0.01$ ) and its LDL fraction ( $P < 0.05$ ) in blood serum at slaughter. Blood serum of these animals contained lower, but a statistically insignificant level of triglycerides, total fat and a higher insulin content. No significant effect of flax-seed supplement in feed on the total cholesterol in cardiac muscle and *m. longissimus dorsi* was observed. It can be supposed that the hypocholesterolemic effect observed in the blood serum of fatteners results from the increased content of unsaturated fatty acids – mainly linolenic acid – in the feed.

Pełne nasiona roślin oleistych stosowane w dawkach pokarmowych są nie tylko źródłem energii, ale zawierają również niezbędne nienasycone kwasy tłuszczowe (NNKT), potrzebne do prawidłowego wzrostu i rozwoju zwierząt. Między innymi zauważono, że kwasy te kształtują poziom cholesterolu w organizmie. Kwas palmitynowy (16:0) przyczynia się do zwiększenia poziomu cholesterolu we krwi, kwas stearynowy (18:0) jest neutralny, zaś kwas linolowy (18:2) obniża zawartość cholesterolu (12). Dzisiaj wiadomo, że kontrolują one procesy syntezy cholesterolu w wątrobie przez oddziaływanie na aktywność reduktazy HMG CoA. Kwasy tłuszczowe nasycone są aktywatorami tego enzymu, natomiast kwasy nienasycone są jego inhibitorami i przez to zmniejszają ilość cholesterolu syntetyzowanego w wątrobie (5, 15). Choi i Sugano (4), Huang i Horrobin (10) oraz Sugano i wsp. (21) obserwowali istotne hipocholesteremiczne działanie kwasów tłuszczowych zawartych w oleju z wiesiołka dwuletniego, zarówno w surowicy krwi, jak i w wątrobie zwierząt doświadczalnych. W badaniach zaś przeprowadzonych na tucznikach Grela i wsp. (9) obserwowali tendencję do zmniejszonej zawartości cholesterolu całkow. w tkankach zwierząt żywionych mieszankami

z udziałem makuchu z nasion rzepaku „OO”. Podobne badania na kurczętach oraz szczurach karmionych śrutą lnianą lub olejem rzepakowym wykonane były przez Ajuyaha i wsp. (1) oraz Sima i wsp. (20).

Głównymi NNKT w standardowych dietach są kwas linolowy (18:2) i linolenowy (18:3). Ten ostatni w oleju z siemienia lnianego stanowi od 52 do 58 proc. kwasów tłuszczowych (1).

Celem niniejszych badań było określenie zmian w zawartości wybranych lipidów surowicy krwi oraz zawartości cholesterolu całkowitego w sercu i mięśniu najdłuższym grzbietu tuczników żywionych mieszanką pełnoporcjową o zróżnicowanej zawartości pełnych nasion lnu.

## Materiał i metody

Badania wykonano na 36 tucznikach rasy pbz, w zakresie od 70 do 110 kg masy ciała, podzielonych na 3 grupy po 12 sztuk (po 6 loszek i wieprzków w grupie). W okresie doświadczalnym zwierzęta utrzymywano grupowo i żywiono zgodnie z normami dla tuczników mięsnych, mieszankami pełnoporcjowymi zawierającymi w swoim składzie: grupa I (kontrolna) – 0%, grupa II – 4% oraz grupa III – 8% pełnych nasion lnu. Dzielne dawki pokarmowe skarmiano w dwóch odpasach, zaś zwierzęta miały zapewniony stały dostęp do wody.

W trakcie przygotowywania mieszanek, nasiona lnu śrutowano z 20% dodatkiem pszenicy, zaś mieszanki przed procesami utleniania zabezpieczono 0,02% dodatkiem Rendoxu.

Tuczniki żywiono według norm zapotrzebowania pokarmowego pełnoporcjowymi mieszankami treściwymi o składzie i wartości pokarmowej podanej w tab. 1.

W próbkach pasz oznaczano zawartość podstawowych składników pokarmowych oraz skład kwasów tłuszczowych. Zawartość kwasów tłuszczowych oznaczano metodą chromatografii gazowej przy pomocy aparatu Varian 3400, stosując jako gaz nośny hel o przepływie 6 ml/min. kolumnę DB-23 o długości 30 metrów i średnicy 0,53 mm. Program temperaturowy dla kolumny wynosił od 100 do 200°C, temperatura dozownika 260°C. Zastosowano detektor płomieniowojonizujący FID o temperaturze 240°C.

Zwierzęta ubijano po osiągnięciu przez nie 110 kg masy ciała. Do analiz pobrano próbki krwi, serce oraz próbę z mięśnia najdłuższego, z okolicy ostatniego kręgu piersiowego i pierwszego kręgu lędźwiowego. Surowicę krwi,

Tab. 1. Skład mieszanki pełnoporcjowej (w %) dla tuczników w okresie doświadczenia

Pasza	Dodatek nasion lnu (%)		
	0	4	8
Śruta jęczmienna	59,99	59,99	65,0
Śruta pszenna	20,0	16,65	6,58
Śruta rzepakowa	4,68	4,13	5,10
Śruta sojowa	8,0	8,0	8,0
Śruta lniana	–	4,0	8,0
Susz z traw	4,01	4,0	4,0
Sól kuchenna	0,27	0,22	0,23
Fosforan paszowy	0,50	0,50	0,51
Kreda pastewna	1,0	1,0	1,0
Mączka mięsno-kostna	0,8	0,8	1,0
Polfamiks PW-2	0,45	0,5	0,4
L-lizyna	0,30	0,21	0,2
Razem	100,0	100,0	100,0
<b>1 kg mieszanki zawierał:</b>			
energii metabolicznej (MJ)	12,15	12,40	12,53
białka surowego (g)	150,08	153,59	161,59
włókna surowego (g)	55,85	54,31	55,07
tłuszczu surowego (g)	21,92	35,73	49,76

serce oraz próbki mięsa schłodzone i przechowywano w temperaturze -20°C do czasu wykonania analiz.

Cholesterol całkowity, jego frakcję lipoproteinową wysokiej gęstości (HDL) oraz trójglicerydy oznaczano w surowicy krwi metodami enzymatycznymi, posługując się testami diagnostycznymi f-my Cormay; tłuszcz całkowity zestawem Merckotest f-my Merck, zaś poziom glukozy metodą GOD-PAP przy pomocy zestawu diagnostycznego Chemed-test (POCH, Gliwice). Insulinę w surowicy krwi oznaczano radioimmunologicznie za pomocą zestawu medycznego ORiPI i RIA-I produkcji Instytutu Fizyki Jądrowej w Świerku. Frakcję lipoproteinową cholesterolu o niskiej gęstości (LDL) określano korzystając ze wzoru:

$$LDL = (\text{cholesterol ca\k{c}.}) - HDL - \frac{\text{trójglicerydy}}{5} \quad (22)$$

Oznaczenia zawartości tłuszczu w próbkach mięśnia najdłuższego grzbietu po uprzedniej hydrolizie wykonano metodą Soxhleta (2). Cholesterol w próbkach serca i mięśnia najdłuższego grzbietu oznaczano zgodnie z metodyką podaną przez Rhee i wsp. (18), ekstrahując tłuszcz z tkanek metodą Folcha i wsp. (6). W ekstraktach tych oznaczano stężenie cholesterolu całkowitego metodami zastosowanymi w surowicy krwi.

Otrzymane wyniki poddano analizie statystycznej. Istotność różnic obliczono przy pomocy analizy wariancji oraz testu D-Duncana, wykorzystując program Statgraphics Plus 6.0.

## Wyniki i omówienie

Skład użytych do doświadczenia mieszanek pełnoporcjowych oraz ich wartość pokarmową przedstawiono w tab. 1. Ilość zawartych w nich składników pokarmowych była zbliżona do wartości podanych w normach żywieniowych dla tuczników

Tab. 2. Zawartość kwasów tłuszczowych (w % sumy kwasów) w stosowanych mieszankach pełnoporcjowych

Kwasy tłuszczowe		Dodatek nasion lnu (%)		
		0	4	8
Kaprynowy	10:0	0,06	0,06	0,10
Laurynowy	12:0	0,40	2,16	1,02
Mirystynowy	14:0	0,87	0,12	0,20
Palmitynowy	16:0	20,94	11,81	9,98
Palmitooleinowy	16:1	1,25	0,56	0,49
Stearynowy	18:0	6,51	6,05	6,77
Oleinowy	18:1	25,66	26,85	31,15
Linolowy	18:2	34,26	32,71	25,53
Gamma-linolenowy	18:3	0,53	0,37	0,52
Linolenowy	18:3	3,09	14,56	16,53
Arachidowy	20:0	1,07	0,77	1,48
Eikozadienowy	20:2	0,32	0,29	0,34
Arachidonowy (AA)	20:4	0,76	0,68	0,61
Eikozapentaenowy (EPA)	20:5	0,68	0,62	1,97
Behenowy	22:0	1,45	0,67	1,59
Dokozaheksaenowy (DHA)	22:6	1,71	1,52	1,53
Pozostałe		0,44	0,20	0,19
SFA <sup>1)</sup>		29,85	20,97	19,55
UFA <sup>2)</sup>		68,26	78,16	78,67
MUFA <sup>3)</sup>		26,91	27,41	31,64
n-3 PUFA <sup>4)</sup>		5,48	16,70	20,03
n-6 PUFA <sup>5)</sup>		35,87	34,05	27,0
PUFA <sup>6)</sup>		41,35	50,75	47,03
DFA <sup>7)</sup>		74,77	84,21	85,44
OFA <sup>8)</sup>		21,81	11,93	10,18

Objaśnienia: <sup>1)</sup> – suma kwasów tłuszczowych nasyconych, <sup>2)</sup> – suma kwasów tłuszczowych nienasyconych, <sup>3)</sup> – suma kwasów tłuszczowych jednonienasyconych, <sup>4)</sup> – suma kwasów tłuszczowych wielonienasyconych n-3, <sup>5)</sup> – suma kwasów tłuszczowych wielonienasyconych n-6, <sup>6)</sup> – suma kwasów wielonienasyconych, <sup>7)</sup> – suma kwasów tłuszczowych neutralnych lub hipocholesterolemicznych (C 18:0 + UFA), <sup>8)</sup> – suma kwasów tłuszczowych hipocholesterolemicznych (C 14:0 + C 16:0).

mięśnych (17), z wyjątkiem tłuszczu surowego, którego poziom był wyższy w mieszankach doświadczalnych. Mieszanki z 4 i 8% udziałem nasion lnu zawierały mniej nasyconych kwasów tłuszczowych (SFA), zaś znacznie więcej kwasów neutralnych i wykazujących działania hipocholesteremiczne (DFA). Szczególnie wzrastała w nich zawartość kwasów tłuszczowych wielonienasyconych (n-3 PUFA), a głównie kwasu linolenowego (18:3). Szczegółowy skład kwasów tłuszczowych w zastosowanych mieszankach pełnoporcjowych przedstawiono w tab. 2.

U zwierząt otrzymujących w dawce pokarmowej len obserwowano obniżenie się poziomu trójglicerydów w surowicy krwi, chociaż różnice nie zostały statystycznie potwierdzone (tab. 3). Zaznaczył się we krwi również spadek poziomów tłuszczu całkowitego i glukozy, wzrastała natomiast zawartość insuliny. Różnice również były statystycznie nieistotne.

Wprowadzenie pełnych nasion lnu do mieszank doświadczalnych wywarło korzystny wpływ na zawartość w surowicy krwi cholesterolu całkowitego oraz jego frakcji o niskiej gęstości (LDL). U tuczników otrzymujących w paszy 4% dodatek nasion lnu, obserwowano tendencję do obniżania się poziomu cholesterolu całkowitego w surowicy krwi ( $P \geq 0,05$ ), 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 na szczurach poczynili Sim i wsp. (20). Autorzy ci stwierdzili, że zarówno pełne nasiona lnu jak i nasiona odtłuszczone z dodatkiem oleju lnianego zastosowane w mieszankach paszowych w trakcie 6-tygodniowego żywienia istotnie obniżają poziom cholesterolu całkowitego w surowicy krwi tych zwierząt. Wykazane w niniejszym doświadczeniu różnice w zawartości cholesterolu w surowicy krwi, korespondują z obserwacjami Kritchevsky'ego i wsp. (13), którzy wykazali, że redukcja poziomu cholesterolu uzależniona jest od wielkości dodatku nasion lnu w paszy. Można przypuszczać, że uzyskane rezultaty są wynikiem różnej zawartości kwasu linolenowego (18:3) w stosowanych mieszankach. Potwierdzają to wyniki badań Garga i wsp. (7, 8), którzy stwierdzili, że hipocholesteremiczny efekt działania kwasu linolenowego (18:3) uzależniony jest od wysokości dawki oleju. Modyfikujący wpływ oleju sojowego podawanego w dawce świniom na uwalnianie do krwiobiegu insuliny oraz zawartość glukozy we krwi obserwował Schmidtke (19).

Hipocholesteremiczne działanie nienasyconych kwasów tłuszczowych jest związane przede wszystkim z obniżeniem stężenia cholesterolu we frakcji LDL. Oh i Monaco (16) uważają, iż procent obniżenia cholesterolu we frakcji LDL zależy od sto-

Tab. 3. Zmiany wskaźników fizjologicznych we krwi, mięśniu najdłuższym i sercu tuczników otrzymujących w dawce pokarmowej różny dodatek pełnych nasion lnu (n = 12; średnia  $\pm$  SE)

Wyszczególnienie	Dodatek nasion lnu (%)		
	0	4	8
<b>Surowica krwi:</b>			
Cholesterol całk. (mg/dl)	124,15 $\pm$ 9,54 <sup>Aa</sup>	120,44 $\pm$ 5,23 <sup>a</sup>	90,75 $\pm$ 4,76 <sup>Bb</sup>
HDL (mg/dl)	47,75 $\pm$ 4,33	50,74 $\pm$ 4,00	43,01 $\pm$ 4,19
LDL (mg/dl)	67,55 $\pm$ 10,30 <sup>a</sup>	61,62 $\pm$ 4,65	42,38 $\pm$ 4,71 <sup>b</sup>
Stosunek cholesterolu całk. do HDL	2,77 $\pm$ 0,27	2,47 $\pm$ 0,15	2,23 $\pm$ 0,18
Trójglicerydy (mg/dl)	44,25 $\pm$ 5,51	40,40 $\pm$ 4,37	35,10 $\pm$ 4,51
Tłuszcz całk. (g/l)	40,33 $\pm$ 2,19	43,58 $\pm$ 1,93	37,08 $\pm$ 1,44
Insulina (mcU/l)	5,84 $\pm$ 0,63	6,40 $\pm$ 0,66	6,41 $\pm$ 1,01
Glukoza (mmol/l)	4,50 $\pm$ 0,27	4,31 $\pm$ 0,16	4,45 $\pm$ 0,15
<b>Mięsień najdłuższy:</b>			
Cholesterol całk. (mg/100 g świeżej tkanki)	69,43 $\pm$ 2,06	70,51 $\pm$ 2,02	73,29 $\pm$ 1,98
Tłuszcz sur. (%)	1,63 $\pm$ 0,17	1,37 $\pm$ 0,10	1,59 $\pm$ 0,09
<b>Serce:</b>			
Cholesterol całk. (mg/100 g świeżej tkanki)	155,87 $\pm$ 2,63	152,82 $\pm$ 2,84	153,94 $\pm$ 1,99

Objaśnienia: a, b, A, B – średnie w wierszach oznaczone różnymi literami różnią się – małymi przy  $p \leq 0,05$ , dużymi przy  $p \leq 0,01$ .

sunku wielonienasyconych kwasów tłuszczowych (PUFA) do kwasów nasyconych (SFA) w diecie i np. PUFA/SFA około 4,0 powoduje obniżenie LDL o 23%. Ci sami autorzy stwierdzili, że w mniejszym stopniu niż cholesterol ulega obniżeniu stężenie trójglicerydów w surowicy. W badaniach własnych stosunek PUFA/SFA w mieszankach doświadczalnych wynosił 2,4-2,5 zaś w grupie kontrolnej 1,4.

Zastosowany w tym doświadczeniu dodatek żywieniowy nie wywarł natomiast istotnego wpływu na poziom cholesterolu całkowitego w mięśniu sercowym oraz w mięśni najdłuższym. Obserwowano nieznacznie wyższe wartości dla zawartości cholesterolu całkowitego w mięśni najdłuższym u tuczników pochodzących z grup doświadczalnych. U zwierząt tych z kolei poziom cholesterolu całkowitego w mięśni sercowym był niższy. Różnice nie były jednak statystycznie istotne. Podobnie Jurgens i wsp. (11) oraz Busboom i wsp. (3) nie stwierdzili wpływu olejów roślinnych na stężenie cholesterolu całkowitego w mięśni najdłuższym u tuczników. Lipiński i wsp. (14) stosując w żywieniu tuczników mieszanki o zróżnicowanym udziale nasion rzepaku nie obserwowali wyraźnego wpływu żywienia na zawartość cholesterolu w słoninie, tłuszczu okołonerkowym, mięśni najdłuższym i mięśni półbłoniastym uda. W badaniach przeprowadzonych na kurczętach brojlerach obserwowano również brak istotnego oddziaływania olejów roślinnych dodawanych w paszy na poziom cholesterolu całkowitego w mięśniach białych i czerwonych (1). Udział pełnych nasion lnu w dawkach pokarmowych dla tuczników w ilości 4 i 8% powoduje zależny od wysokości dawki spadek poziomu cholesterolu całkowitego w surowicy krwi, nie wywierając istotnego wpływu na zawartość tego składnika w mięśni najdłuższym oraz sercowym. Można domniemywać, że obserwowany w surowicy krwi hipocholesterere-

miczny efekt dodatku nasion lnu do paszy mógł być spowodowany wyższą zawartością w paszy nienasyconych kwasów tłuszczowych, szczególnie kwasu linolenowego.

#### Piśmiennictwo

1. Ajuyah K. H., Lee R. T., Hardin R. T., Sim J. S.: Can. J. Anim. Sci. 71, 1011, 1991.
2. Budłowski J., Drabent Z.: Metody analizy żywności. WNT, Warszawa 1972.
3. Busboom J. R., Rule D. C., Colin D., Heald T., Mazhar A.: J. Anim. Sci. 69, 1101, 1991.
4. Choi Y. S., Sugano M.: Ann. Nutr. Metab. 32, 169, 1988.
5. Drevon J.: Scand. J. Nutr. 36, suppl. 26, 38, 1992.
6. Folch J., Lees M., Sloane Stanley G.H.: J. Biol. Chem. 226, 497, 1957.
7. Garg M. L., Sebokova E., Wierzbicki A., Thomson A. B. R., Clandinin M. T.: Lipids 23, 847, 1988.
8. Garg M. L., Wierzbicki A., Thomson A. B. R., Clandinin M. T.: Lipids 24, 334, 1989.
9. Grell E., Bachanek J., Krasucki W.: XXV Sesja nauk. Komisji Żywności i Żywienia Zwierząt Kom. Nauk Zoot. PAN, Poznań 8-9.11.1995, s. 59.
10. Huang Y. S., Horrobin D. F.: Ann. Nutr. Metab. 31, 18, 1987.
11. Jurgens M. H., Peo E. R., Viperman P. E., Mandigo R. W.: J. Anim. Sci. 30, 904, 1970.
12. Keys A.: Nutr. Rev. 26, 256, 1986.
13. Kritchevsky D., Tepper S. A., Klurfeld D. M.: J. Nutr. Biochem. 2, 133, 1991.
14. Lipiński K., Ostojka H., Tywończuk J., Korzeniowski W.: Trzoda chlewna 34, 24, 1996.
15. Nicolosi R. J., Stucchi A. F.: Current Opinion Lipidology 1, 442, 1990.
16. Oh S. Y., Monaco P. O.: J. Clin. Nutr. 42, 399, 1985.
17. PAN, Instytut Fizjologii i Żywności Zwierząt im. Jana Kielanowskiego: Normy żywienia świń wartość pokarmowa pasz. Omnitech Press, Warszawa 1993.
18. Rhee K. S., Dutson T. R., Smith G. C., Hostetler R. L., Reiser R.: J. Food Sci. 47, 716, 1982.
19. Schmidtke S.: Einsatz hochaufgefetteter Rationen bei hochgraviden und laktierenden Säuen-Einfluss auf Aufzuchtleistung und ausgewählte Parameter des Intermediärstoffwechsels. Praca dokt., Tierärztliche Hochschule Hannover 1991, s. 124.
20. Sim J. S., Nwoko E., Jiang Z.: Can. J. Anim. Sci. 71, 1207, 1991.
21. Sugano M., Ide T., Ishida T., Yoshida K.: Ann. Nutr. Metab. 30, 289, 1986.
22. Textbook of Clinical Chemistry, N. W. Tietz ed., Saunders, Philadelphia 1986.

Adres autora: doc. dr hab. Tadeusz Barowicz, ul. Schweitzera 19/3, 30-681 Kraków

**LEKEUX P.: Syndrom oddechowy u bydła. (Le syndrome respiratoire bovin).** Ann. Med. Vet. 140, 101-105, 1996 (1/2)

Choroby układu oddechowego powodują największe straty w chowie cieląt. Syndrom oddechowy jest uwarunkowany działaniem różnorodnych czynników pochodzenia wewnętrznego takich jak kondycja i stan immunologiczny zwierzęcia oraz środowiskowych (zmiana pokarmu, temperatura, wilgotność pomieszczeń, obecność patogenów). Syndrom układu oddechowego przebiega w formie subklinicznej, skompensowanej klinicznej, nieskompensowanej klinicznej oraz w formie nieodwracalnej choroby. Częstotliwość zachorowań jest skorelowana z postęпами industrializacji produkcji zwierzęcej, tworzeniem grup technologicznych ze zwierząt pochodzących z różnych środowisk oraz z działaniem stresu. Profilaktyka syndromu obejmuje eliminowanie z chowu zwierząt wykazujących predyspozycję do schorzeń układu oddechowego, szczepienia profilaktyczne, unikanie względnie łagodzenie działania stresu. Strategia zwalczania syndromu układu oddechowego obejmuje antybiotykoterapię, stosowanie leków przeciwwzapalnych oraz leków korygujących pracę układu oddechowego.

G.

**JONES V., MARTIN T. C., KEYES P., DAWSON M.: Markery białkowe w płynie mózgowo-rdzeniowym bydła zakażonego BSE. (Protein markers in cerebrospinal fluid from BSE-affected cattle).** Vet. Rec. 139, 360-363, 1996 (15)

Stosując dwukierunkową elektroforezę w żelu poliakrylamidowym (SDS-PAGE) badano płyn mózgowo-rdzeniowy 75 krów podejrzanych o gąbczastą encefalopatię bydła (BSE), 61 krów u których potwierdzono pośmiertnym badaniem histopatologicznym mózgu BSE oraz 38 krów zdrowych oraz krów poddanych ubojowi w różnych okresach czasu po zakażeniu eksperymentalnym z potwierdzonym histopatologicznie BSE. W przypadku BSE zwiększała się intensywność wybarwienia apolipoproteiny E oraz pojawiały się w elektroforegramie dwie nowe frakcje białkowe o masie 35 i 36 kDa. Tych zmian było brak w płynie mózgowo-rdzeniowym krów zdrowych oraz u krów podejrzanych o BSE u których badaniem histopatologicznym wykluczono możliwość istnienia BSE. Nie występowały one też w elektroforegramach płynu mózgowo-rdzeniowego krów zakażonych eksperymentalnie BSE będących w fazie przedklinicznej choroby.

G.