

# POULTRY MEAT PRODUCTION AS A FUNCTIONAL FOOD WITH VOLUNTARY n-6 AND n-3 POLYUNSATURATED FATTY ACIDS RATIO

## PRODUKCE DRŮBEŽÍHO MASA JAKO FUNKČNÍ POTRAVINY S VOLITELNÝM POMĚREM n-6 A n-3 POLYNENASYCENÝCH MASTNÝCH KYSELIN

**Schneiderová D., Zelenka J., Mrkvicová E.**

Ústav výživy zvířat a pícninářství, Agronomická fakulta, Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, Zemědělská 1, 613 00 Brno, Česká republika.

E-mail: D.schneiderova@seznam.cz; zelenka@mendelu.cz

---

### ABSTRACT

The effect of 1, 3, 5 or 7 % of linseed oil in the feed on the fatty acid composition in the chicken meat was studied in an experiment with broiler chickens of the age from 25 to 40 days. Oils made either of seeds of the cultivar Atalante with a high content of  $\alpha$ -linolenic acid or of the cultivar Lola with a predominating content of linoleic acid were used. The contents of linoleic and  $\alpha$ -linolenic acids in the breast meat were lower ( $P < 0.001$ ) and n-6/n-3 polyunsaturated fatty acids (PUFA) ratio significantly better ( $P < 0.001$ ) than in the thigh meat. Ratio of n-6 to n-3 PUFA ranged from 0.9 to 13.7 and from 1.0 to 16.7 in breast and thigh meat, respectively. By means of inclusion of linseed oil with high content of  $\alpha$ -linolenic acid into the feed mixture can be produced poultry meat with arbitrary n-6/n-3 PUFA ratio as a functional food.

**Key words:** chicken; linoleic acid;  $\alpha$ -linolenic acid; breast meat; thigh meat; linseed oil

### ABSTRACT

Vliv obsahu 1, 3, 5 a 7 % lněného oleje v krmné směsi na složení masa byl sledován v pokusu s brojlerů vykrmovanými od 25 do 40 dní věku. Byl použit olej z odrůdy Atalante s převažujícím obsahem kyseliny  $\alpha$ -linolenové, nebo z odrůdy Lola s převažujícím obsahem kyseliny linolové. Obsah kyseliny linolové a  $\alpha$ -linolenové byl v prsní svalovině nižší ( $P < 0,001$ ) a poměr n-6/n-3 polynenasycených mastných kyselin (PUFA) významně příznivější ( $P < 0,001$ ) než ve svalovině stehenní. Rozdílným obsahem kyseliny linolové a  $\alpha$ -linolenové v krmné směsi se dařilo upravovat poměr n-6/n-3 PUFA v prsní svalovině od 0,9 do 13,7 a ve stehenní svalovině od 1,0 do 16,7. Zařazením lněného oleje s vysokým obsahem kyseliny  $\alpha$ -linolenové lze produkovat drůbeží maso jako funkční potravinu s prakticky libovolným poměrem n-6 a n-3 PUFA.

**Klíčová slova:** kuřata; kyselina linolová; kyselina  $\alpha$ -linolenová; prsní svalovina; stehenní svalovina; lněný olej

## ÚVOD

Esenciální mastné kyseliny jsou nepostradatelné pro život lidí i zvířat. Organismus je nedokáže vytvořit, a proto je musí přijímat v potravě. U drůbeže je zastoupení mastných kyselin (FA) v tkáňových lipidech výrazně ovlivňováno zastoupením FA v krmivu (Enser, 1999). U většiny živočišných druhů lze za esenciální považovat kyselinu linolovou (C 18:2n-6, LA) a kyselinu  $\alpha$ -linolenovou (C 18:3n-3, LNA). LA a LNA mají nezastupitelnou funkci prekurzorů fyziologicky významnějších n-3 a n-6 polynenasycených mastných kyselin (PUFA), především kyseliny eikosapentaenové (C 20:5n-3, EPA), kyseliny klupanodonové (22:5n-3), kyseliny dokosaheptaenové (C 22:6n-3, DHA), kyseliny  $\gamma$ -linolenové (C 18:3n-6), kyseliny arachidonové (C 20:4n-6, AA) a kyseliny adrenové (C 22:4n-6, ADA). V metabolismu řady n-3 i n-6 PUFA jsou využívány stejné enzymy, a přitom jsou přednostně desaturovány a elongovány n-3 PUFA (Velíšek, 1999). Se zvyšováním příjmu LNA jsou potlačovány metabolické produkty LA a tato mastná kyselina se pak ve větším množství ukládá v játrech. A naopak, je-li hladina LNA konstantní a roste obsah LA v dietě, ukládá se v jaterním tuku LNA. LA je potřeba 14x více než LNA, aby tvorba n-3 a n-6 PUFA byla v rovnováze (Holman, 1998).

Série n-3 a n-6 PUFA nejsou metabolicky ekvivalentní a mají v organismu naprosto rozdílné fyziologické efekty. Proto se klade stále větší důraz na poměr n-6/n-3 PUFA, případně LA a LNA v dietě (Dubletz, 2004).

PUFA n-3 působí proti usazování tuku v cévách, snižují úmrtnost na srdeční infarkty a náhlá úmrtí u pacientů s chronickými onemocněními. Hornstra et al. (1998) se domnívají, že mohou mít také významnou kontrolní funkci v buněčných imunitních procesech. Jejich dostatečný příjem působí pozitivně při terapii řady civilizačních chorob, např. artritidy, zánětu ledvin, roztroušené sklerózy, astmatu, mozkových příhod i chorob kůže (Steffens, 1997). Naproti tomu nadměrné množství PUFA n-6 má protrombotický a proagregační účinek, což je charakterizováno zvýšením krevní viskozity, shlukováním krevních elementů a vasokonstrikcí (Okuyama et al., 1997, Simopoulos, 1997). Významně se také podílí na procesech vedoucích ke vzniku aterosklerózy (Simopoulos, 1997; Gibson, 1988), je tedy podstatným rizikovým faktorem vzniku srdečně-cévních onemocnění (Leskanich a Noble, 1997).

Optimální množství a vzájemné poměry sérií mastných kyselin pro výživu člověka nebyly zatím jednoznačně stanoveny. Poměr n-6 a n-3 PUFA v potravě obyvatelstva západních zemí se obvykle pohybuje mezi 10:1 a 25:1 (Hunter et al., 2000), Simopoulos (1997) uvádí dokonce 20-30:1. FAO (1994) doporučuje, aby se poměr LA a LNA pohyboval v rozpětí 5:1 až 10:1 a Okuyama et al. (1997) považují za optimální poměr 2:1.

Částečným řešením problému nízkého příjmu n-3 PUFA a výrazné nerovnováhy v poměru n-6/n-3 PUFA ve výživě lidí může být produkce vhodných funkčních potravin, které mají kromě své nutriční hodnoty i příznivé fyziologické účinky. Cenově dostupné drůbeží produkty s vysokým obsahem n-3 PUFA mohou být vhodným alternativním zdrojem těchto PUFA (Van Elswyk, 1997).

Cílem našeho pokusu bylo posoudit vliv zkrmování různých dávek lněného oleje připraveného z odrůd s podstatně rozdílným podílem n-6 a n-3 PUFA na poměr n-6/n-3 PUFA ve svalovině kuřat.

## MATERIÁL A METODIKA

192 kohoutků hybridní kombinace Ross 308 bylo krmeno v klecových bateriích od 25. do 40. dne života směsmi obsahujícími 1, 3, 5 a 7 % lněného oleje připraveného buď ze lněného semene odrůdy Atalante (A) s převažujícím obsahem LNA, nebo z odrůdy Lola (L) s převažujícím obsahem LA (Tab. 1). Při zkrmování A se poměr n-6/n-3 PUFA pohyboval v rozpětí od 0,3 do 1,2 a při zkrmování L od 27,7 do 32,9. Aby byl ve směsích s vyšším obsahem energie zachován žádoucí poměr živin, bylo nutné zároveň zvyšovat i obsah dusíkatých látek. Kuřata byla rozdělena do 16 skupin. Čtyři skupiny ve dvou opakováních dostávaly různá množství oleje připraveného z odrůdy Atalante (A1; A3; A5; A7) a další čtyři skupiny (rovněž ve dvou opakováních) byly krmeny směsmi obsahujícími lněný olej s nízkým podílem LNA (L1; L3; L5; L7).

Tab. 1 Obsah esenciálních mastných kyselin v g/kg krmiva

Mastné kyseliny	Krmivo									
	A100	A1	A3	A5	A7	L100	L1	L3	L5	L7
C 18:2n-6	115,9	7,6	9,9	12,0	14,5	708,0	14,2	28,8	43,1	58,4
C 18:3n-3	612,2	6,5	18,7	31,0	43,2	19,4	0,4	0,8	1,2	1,7
n-6/n-3	0,19	1,17	0,53	0,39	0,34	36,52	32,10	34,51	35,01	35,32

A - olej Atalante; L - olej Lola; 1; 3; 5; 7; 100 - obsah oleje

U osmi kuřat z každé skupiny byl z prsní a stehenní svaloviny bez kůže vyextrahován tuk směsí hexan:isopropanol. Stanovení mastných kyselin bylo provedeno na plynovém chromatografu HP 4890 vybaveném plamenově ionizačním detektorem a kapilární kolonou Innowax 19091N-133 (30 m x 0,25 mm x 0,25 µm). Při použití výtěžnosti vnitřního standardu (C 15:0) po přepočtu na sumu celkových lipidů a se znalostí obsahu celkových lipidů v tkáni byl vypočten absolutní obsah jednotlivých mastných kyselin.

## VÝSLEDKY A DISKUZE

Při zkrmování A množství oleje v krmné směsi neovlivnilo příjem energie. Nejvíce energie přijala zvířata ve směsi s 5 % L. Se zvyšujícím se příjmem obou olejů se zvyšovaly přírůstky, zlepšovala se konverze krmiva a snižovala se spotřeba metabolizovatelné energie na 1 kg přírůstku. Procentický podíl prsní a stehenní svaloviny z živé hmotnosti nezávisel na druhu ani obsahu tuku v dietě s výjimkou vyššího podílu prsní svaloviny ( $P < 0,05$ ) u skupiny A7 než u L7. Při zkrmování téhož druhu oleje se obsah sušiny ve stejné tkáni při různém obsahu oleje v krmné směsi průkazně nelišil. Množství A v dietě neovlivnilo obsah tuku v prsní ani stehenní svalovině. Naproti tomu při zkrmování L bylo v prsní svalovině u L1 méně tuku než u L7 ( $P < 0,01$ ) a ve stehenní svalovině u L1 méně tuku než u L3 a u L5 ( $P < 0,05$ ).

Obsah bílkovin se ve skupinách nelišil, pouze v prsní svalovině u skupiny L5 byl průkazně ( $P<0,05$ ) vyšší než u skupiny L7. Tuku bylo vždy vysoce průkazně ( $P<0,01$ ) více a bílkovin vysoce průkazně ( $P<0,01$ ) méně ve stehenní než ve svalovině prsní. Tyto výsledky jsou podrobně komentovány v práci Zelenky, Schneiderové a Mrkvicové (2006).

Tab. 2 Množství polynenasycených mastných kyselin v mg/100 g svaloviny

Mastná kyselina	A1	A3	A5	A7	L1	L3	L5	L7	
Prsní svalovina	C 18:2n-6	106,38 <sup>A</sup>	158,38 <sup>BC</sup>	133,56 <sup>AC</sup>	196,92 <sup>BD</sup>	138,02 <sup>A</sup>	211,46 <sup>B</sup>	292,47 <sup>BC</sup>	394,80 <sup>C</sup>
	C 18:3n-3	26,04 <sup>A</sup>	96,48 <sup>B</sup>	115,17 <sup>B</sup>	200,16 <sup>C</sup>	7,46 <sup>A</sup>	10,33 <sup>A</sup>	16,72 <sup>B</sup>	18,60 <sup>B</sup>
	n-6/n-3	2,63 <sup>C</sup>	1,29 <sup>B</sup>	0,95 <sup>A</sup>	0,89 <sup>A</sup>	6,84 <sup>A</sup>	8,91 <sup>B</sup>	10,33 <sup>B</sup>	13,66 <sup>C</sup>
Stehenní svalovina	C 18:2n-6	478,64 <sup>A</sup>	604,36 <sup>A</sup>	536,69 <sup>A</sup>	618,40 <sup>A</sup>	554,00 <sup>A</sup>	909,03 <sup>B</sup>	1130,7 <sup>BC</sup>	1361,3 <sup>C</sup>
	C 18:3n-3	120,12 <sup>A</sup>	337,16 <sup>B</sup>	440,86 <sup>BC</sup>	586,31 <sup>DC</sup>	38,37 <sup>A</sup>	54,45 <sup>B</sup>	59,35 <sup>B</sup>	66,15 <sup>B</sup>
	n-6/n-3	3,22 <sup>D</sup>	1,61 <sup>C</sup>	1,15 <sup>B</sup>	1,01 <sup>A</sup>	10,49 <sup>A</sup>	12,81 <sup>B</sup>	14,90 <sup>C</sup>	16,66 <sup>C</sup>

Hodnoty při zkrmování téhož oleje označené různými písmeny se liší průkazně ( $P<0,05$ )

Průměrný obsah FA ve svalovině kuřat krmených různým množstvím A a L je uveden v tab. 2, ve které je zároveň vyznačena průkaznost rozdílů mezi skupinami krmenými rozdílným množstvím téhož druhu oleje. Poměr n-6/n-3 PUFA v prsní svalovině se pohyboval od 0,9 do 13,7 a ve stehenní svalovině od 1,0 do 16,7. Postupem použitým v našem pokuse lze tedy produkovat drůbeží maso jako funkční potravinu s prakticky libovolným poměrem n-6 a n-3 PUFA.

Průměrný obsah LA a LNA v prsní a stehenní svalovině u kuřat krmených A a L je uveden v tab. 3. Stehenní svalovina obsahovala těchto FA více. Poměr n-6/n-3 byl významně příznivější v prsní svalovině s nízkým obsahem tuku než ve svalovině stehenní, která je bohatší na tuk zásobního charakteru.

Při zkrmování A byl v masě vždy vysoce průkazně ( $P<0,01$ ) nižší obsah LA, vyšší obsah ALA a užší poměr n-6/n-3 PUFA než při zkrmování L. Krmení lněným olejem s vysokým obsahem LNA vedlo ke zvýšenému ukládání n-3 PUFA do tuku stehenní svaloviny také v pokusu Olomu a Baracose (1991), Chanmugama et al. (1992) i Lopez-Ferrer et al. (1999).

Závislost obsahu LA v masě na obsahu LA v krmivu byla vyjádřena rovnicemi lineární regrese (tab. 3). V tabulce je vyznačena také průkaznost regresních koeficientů *b*. Při zkrmování A se při zvýšení obsahu LA v kilogramu směsi o 1 gram zvýšil obsah LA ve 100 g prsní svaloviny o 10,9 mg a ve stehenní svalovině o 15,6 mg. Při zkrmování L vzrostl podobně obsah o 5,8 a o 18,0 mg.

S obsahem LNA v krmivu se vysoce průkazně zvyšoval obsah LNA v masě.

Tab. 3 Závislost složení masa na obsahu esenciálních mastných kyselin v krmivu

X - obsah v krmivu v g/kg	Y - obsah ve svalovině v mg/100 g <sup>1)</sup>	Y = a + bX				
		a	b	r		
C 18:2n-6 A1 - A7 7,6 - 14,5	C 18:2n-6 P 149 ± 10,2**	P	28,5	10,936 **	0,495	
		S	388,1	15,587	0,234	
		L1 - L7 14,2 - 58,4	P	49,7	5,796 **	0,741
			S	339,4	17,966 **	0,730
C 18:3n-3 A1 - A7 6,5 - 43,2	C 18:3n-3 P 110 ± 13,8**	P	-0,3	4,119 **	0,788	
		S	66,3	12,270 **	0,795	
		L1 - L7 0,4 - 1,7	P	3,0	9,851 **	0,660
			S	31,9	21,800 **	0,551
n-6/n-3 A1 - A7 1,17 - 0,34	n-6/n-3 P 1,4 ± 0,13**	P	0,1	2,142 **	0,952	
		S	0,1	2,683 **	0,974	
		L1 - L7 32,1 - 35,3	P	-23,4	1,076 **	0,657
			S	-19,8	1,079 **	0,800

<sup>1)</sup> průměr ± střední chyba průměru P - prsní svalovina S - stehenní svalovina  
Průkaznost rozdílu při zkrmování A a L a průkaznost regresního koeficientu b \* P<0,05 \*\* P<0,01

## ZÁVĚR

V pokuse s kuřaty byl do krmných směsí zařazen lněný olej z odrůdy Atalante s převažujícím obsahem kyseliny  $\alpha$ -linolenové, nebo z odrůdy Lola s převažujícím obsahem kyseliny linolové.

Bylo zjištěno, že:

- Při zkrmování oleje Atalante byl v masě vysoce průkazně nižší obsah kyseliny linolové, vyšší obsah kyseliny  $\alpha$ -linolenové a užší poměr n-6/n-3 PUFA.
- V prsní svalovině byl poměr n-6/n-3 PUFA užší než ve svalovině stehenní. Z tohoto hlediska je prsní svalovina kvalitnější potravinou.
- Potvrdilo se, že zastoupení mastných kyselin v masě je závislé na jejich zastoupení v krmivu.
- Postupem použitým v našem pokuse lze produkovat drůbeží maso jako funkční potravinu s prakticky libovolným poměrem n-6 a n-3 PUFA.
- Prokázali jsme také, jak vysoce atraktivní komponentou krmných směsí může být lněný olej klasických odrůd a jak nevýhodný je olej z odrůd v posledních letech záměrně vyšlechtěných na nízký obsah kyseliny  $\alpha$ -linolenové.

## LITERATURA

Dubletz K., Bartos A., Pal L., Wagner A., Banyai A., Toth S., Babinski G. (2004): Modification the fatty acid composition of different tissues in broiler chicks. Proceedings of

the XXII World's Poultry Congress - Fulltext CD, Istanbul, Turkey, World's Poultry Science Association, p.424.

FAO (1994): Food and Nutrition Paper no. 57. Expert recommendations on fats and oils in human nutrition. Food, Nutrition and Agriculture - Edible Fats and Oils. ed. Albert J.L., Roma, no.11.

Gibson R.A. (1988): The effect of diets containing fish and fish oils on disease risk factors in humans. *Aust. NZ J. Med.*, 18: 713-722.

Hornstra G., Barth C.A., Galli C., Mensink R.P., Mutanen M., Riemersma R.A., Roberfroid M., Salminen K., Vansant G., Verschuren P.M. (1998): Functional food science and the cardiovascular system. *Br. J. Nutr.*, 80(Suppl. 1): S113 – S146.

Hunter B.J., David B.E., Roberts C.K. (2000): Potential impact of the fat composition of farmed fish on human health. *Nutr. Res.*, 20(7): 1047-1058.

Chanmugam P., Boudreau M., Boutte T., Park R.S., Hebert J., Berrio L., Hwang H. (1992): Incorporation of different types of n-3 fatty acids into tissue lipids of poultry. *Poult. Sci.*, 71, 516-521.

Enser M. (1999): Nutritional effects on meat flavour and stability. In: *Poultry Meat Science, Poultry Science Symposium Series*, 25: 197-215.

Leskanich C.O., Noble R.C. (1997): Manipulation of the n-3 polyunsaturated fatty acid composition of avian eggs and meat. *Worlds Poult. Sci. J.*, 53(2): 155-183.

Lopez-Ferrer S., Baucells M.D., Barroeta A.C., Grashorn M.A. (1999): Influence of vegetable oil sources on quality parameters of broiler meat. *Arch. Geflugelkd.*, 63: 29–35.

Okuyama H., Kobayashi T., Watanabe S. (1997): Dietary fatty acids - the n-6/n-3 balance and chronic elderly diseases. Excess linoleic acid and relative n-3 deficiency syndrome seen in Japan. *Prog. Lipid Res.*, 35: 409-457.

Olomu J.M., Baracos V.E. (1991): Influence of dietary flaxseed oil on the performance, muscle protein deposition, and fatty acid composition of broiler chicks. *Poult. Sci.*, 70: 1403-1411.

Simopoulos A.P. (1997):  $\omega$ -3 fatty acids in the prevention management of cardiovascular disease. *Can. J. Physiol. Pharmacol.*, 75: 234-239.

Steffens W. (1997): Effects of variation in essential fatty acids in fish feeds on nutritive value of freshwater fish for humans. *Aquaculture*, 151: 97 – 119.

Van Elswyk M. E. (1997): Nutritional and physiological effects of flax seed in diets for laying fowl. *Worlds Poult. Sci. J.*, 53(3): 253-264.

Velíšek J. (1999): *Chemie potravin I*. 1. vyd. Tábor: Osis, 352 s.

Zelenka J., Schneiderová D., Mrkvicová E. (2006): Linseed oils with different fatty acid patterns in the diet of broiler chickens. *Czech J. Anim. Sci.*, 51, 117-121.