

THE EFFECT OF DIETARY LINSEED AND SUNFLOWER OIL ON FATTY ACID CONTENT IN RAINBOW TROUT FILLETS

VLIV LNĚNÉHO A SLUNEČNICOVÉHO OLEJE NA PODÍL MASTNÝCH KYSELIN VE SVALOVINĚ PSTRUHA DUHOVÉHO

Kladroba D., Šarmanová I.

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

E-mail: kladroba@mendelu.cz

ABSTRACT

The effect of dietary linseed and sunflower oil on fatty acids contents in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) filets was studied in the experiment. Rainbow trout were fed a diet containing 2.5 or 5 % linseed (L) or sunflower (S) oil (L2.5, L5, S2.5, S5), or a mixture (5 %) of both oils (LS5). Control group (0) was fed a commercial feed mixture. After 75 days of fattening 16 individuals from each of six groups were selected to estimate the content of fatty acids in flayed filets.

There were no significant differences ($P > 0.05$) in saturated and monounsaturated fatty acids, arachidonic, eicosapentaenoic and docosahexaenoic acid content, respectively in meat of fish fed the different diets. Meat of control group contained less polyunsaturated fatty acids than in the meat of fish fed the feed mixtures L5, S5 and LS5 ($P < 0.05 - 0.01$). When only L was used, trout meat contained less linoleic acid and more α -linolenic acid ($P < 0.01$) than after feeding a diet containing S. Fish receiving S showed significantly higher levels of n-6 PUFA in their meat than all other groups. The content of n-3 PUFA was significantly ($P < 0.05 - 0.01$) higher in the group receiving L than in that fed the S alone. In the group L5, the n-3/n-6 PUFA ratio in meat was significantly ($P < 0.01$) higher than in all other groups.

Key words: rainbow trout, fatty acids, linseed oil, sunflower oil

ABSTRAKT

Pstruzi duhová (*Oncorhynchus mykiss*) byli vykrmováni směsí obsahující 2,5 nebo 5 % lněného (L) nebo slunečnicového (S) oleje (L2,5; L5; S2,5; S5), nebo 5 % směsi obou olejů (LS5). Skupina kontrolní (0) dostávala průmyslově vyráběnou krmnou směs. Po 75 dnech výkrmu bylo ze šesti skupin vybráno po 16 rybách a ve filé bez kůže byl stanoven obsah mastných kyselin (FA). V obsahu nasycených (SFA) i mononenasycených mastných kyselin (MUFA), kyseliny arachidonové (AA), eikosapentaenové (EPA) a dokosahexaenové (DHA) ve svalovině různě krmených ryb nebylo průkazných rozdílů ($P > 0,05$). Svalovina kontrolních ryb obsahovala méně polynenasycených mastných kyselin (PUFA) než maso ryb krmených L5, S5 a LS5 ($P < 0,05 - 0,01$). Při zařazení samotného L svalovina obsahovala méně kyseliny linolové (LA) a více

kyseliny α -linolenové (ALA; $P < 0,01$) než při zkrmování směsi obsahující S. Ryby, které dostávaly S měly ve svalovině vysoce průkazně více n-6 PUFA než ryby v ostatních skupinách. Obsah n-3 PUFA byl při zkrmování L průkazně ($P < 0,05 - 0,01$) vyšší než při krmení samotným S. Ve skupině L5 byl poměr n-3/n-6 PUFA v mase nejpříznivější pro spotřebitele.

Klíčová slova: pstruh duhový, mastné kyseliny, lněný olej, slunečnicový olej

ÚVOD

Zdravotní prospěšnost konzumace ryb je dána jejich nutriční hodnotou. Jednou z největších předností je biologická hodnota tuku, která se vyznačuje vysokým obsahem PUFA a zejména kyseliny eikosapentaenové a dokosahexaenové. Při současných potravních zvyklostech je u našeho obyvatelstva příjem těchto mastných kyselin většinou nedostatečný, což vede ke zvýšenému riziku kardiovaskulárních onemocnění i jiných civilizačních chorob. Sladkovodní ryby jsou schopny metabolizovat ALA na její deriváty EPA a DHA, které jsou fyziologicky významnější než výchozí mastná kyselina (Steffens, 1997).

MATERIÁL A METODIKA

V pokusu bylo použito 930 roček pstruha duhového o průměrné hmotnosti 257 g. Šest skupin ryb (à 155 ks) bylo umístěno v betonových nádržích náhonového typu. Nádrže o objemu 5 m³ s průměrným přítokem 2,2 – 2,3 l.sec⁻¹ byly zásobeny vodou obsahující v 1 litru 9,3 - 9,9 mg kyslíku. Krmný pokus trval 75 dní.

Ryby kontrolní skupiny (0) byly krmeny extrudovanou směsí Trout Grower TroCo SUPREME-16 EX. Pro ostatní skupiny ryb bylo na granule sprejově nanášeno buď 2,5 nebo 5,0 % oleje. Pro skupiny L2,5 a L5 bylo krmivo obohaceno lněným olejem (L), skupiny S2,5 a S5 dostávaly slunečnicový olej (S) a skupina LS5 měla krmivo obohaceno 2,5 % L a 2,5 % S (tab. 1). Ve lněném oleji se na všech mastných kyselinách podílela 13,7 % LA a 63,0 % ALA, zatímco slunečnicový olej obsahoval 61,3 % LA a 0,1 % ALA. Přídavek olejů rozšířil poměr živin v krmných směsích a změnil vzájemný poměr mastných kyselin (tab. 1).

Po ukončení pokusu bylo z každé skupiny vybráno 16 ryb tak, aby rozptýl jejich živé hmotnosti byl co nejmenší. Vybrané ryby byly individuálně zváženy, zabity a výtěžnost byla stanovena dle metodiky ČSN 46 6802. Při stanovení celkových lipidů směsí hexan:2-propanol (HIP) jsme využili modifikaci metody, kterou popsali Hara a Radin (1978). Extrakt HIP byl použit pro stanovení mastných kyselin metodou plynové chromatografie.

Tab. 1: Složení krmných směsí (g.kg⁻¹)

Komponenty	Krmné směsi					
	L5	S5	LS5	0	L2,5	S2,5
TroCo SUPREME	950	950	950	1000	975	975
Lněný olej	50	-	25	-	25	-
Slunečnicový olej	-	50	25	-	-	25
Obsah živin						
Sušina	916,3	911,5	909,7	909,5	912,9	912,8
SE (MJ.kg ⁻¹)	18,6	18,4	18,4	17,7	18,2	18,2
Dusíkaté látky (N*6.25)	426,7	423,8	421,9	445,7	436,2	436,1
Tuk	189,2	183,7	181,9	145,7	168,5	168,7
Mastné kyseliny						
C14 : 0	5,74	5,38	5,24	5,62	5,69	5,77
C16 : 0	22,30	21,21	20,37	19,99	20,89	21,15
C16 : 1	6,55	6,17	6,08	6,49	6,44	6,62
C18 : 0	6,36	6,62	6,03	4,90	5,53	5,93
C18 : 1 n-9	29,02	33,76	29,48	23,16	25,49	28,81
C18 : 2 n-6	29,18	49,58	36,93	24,48	25,68	36,36
C18 : 3 n-6	0,10	0,09	0,09	0,09	0,10	0,10
C18 : 3 n-3	33,33	3,59	16,92	3,76	20,27	3,36
C20 : 1 n-9	3,69	3,53	3,40	3,61	3,60	3,72
C20 : 4 n-6	0,84	0,79	0,78	0,85	0,81	0,85
C20 : 5 n-3	10,82	10,44	10,17	10,72	10,14	11,04
C22 : 4 n-6	0,07	0,07	0,06	0,08	0,03	0,07
C22 : 5 n-6	0,24	0,23	0,23	0,24	0,22	0,25
C22 : 5 n-3	2,56	2,47	2,39	2,52	2,44	2,60
C22 : 6 n-3	11,37	10,57	10,52	11,31	10,28	11,50
Σ FA	162,2	154,5	148,7	117,8	137,6	138,1
Σ SFA	34,4	33,2	31,6	30,5	32,1	32,8
Σ MUFA	39,3	43,5	39,0	33,3	35,5	39,1
Σ PUFA	88,5	77,8	78,1	54,0	70,0	66,1
Σ (n-6)	30,4	50,8	38,1	25,7	26,8	37,6
Σ (n-3)	58,1	27,1	40,0	28,3	43,1	28,5
Σ (n-3) / (n-6)	1,91	0,53	1,05	1,10	1,61	0,76

SE - stravitelná energie

VÝSLEDKY A DISKUSE

Počáteční a konečná živá hmotnost ryb a závislost hmotností na délce výkrmu (0 – 75 dní) vyjádřená rovnicemi lineární regrese je uvedena v tabulce 2. Průměrné denní přírůstky skupin S2,5, L2,5 a L5 byly vyšší v porovnání s kontrolní skupinou po celou dobu pokusu. Regresní koeficienty *b* se však nelišily průkazně ($P > 0,05$). Průměrná hmotnost ryb

vybraných pro chemické analýzy se pohybovala v rozmezí 420 až 423 g a výtěžnost jatečně opracovaného těla od 84,2 do 85,6 % z živé hmotnosti (tab. 2).

Zastoupení mastných kyselin zřetelně odrážel jejich podíl v krmných směsích (tab. 3). Obsah SFA v mase ryb všech pokusných skupin byl průkazně ($P < 0,01$) nižší než v mase kontrolních ryb a ve skupinách, které dostávaly větší množství olejů stejného typu (5 %) byl nižší ($P < 0,01$) než ve skupinách, jejichž krmná směs byla obohacena menším přídatkem (2,5 %) oleje. Rozdíly mezi L a S nebyly průkazné ($P > 0,05$).

Procentický podíl MUFA v mase kontrolní skupiny byl vyšší ve srovnání ze všemi skupinami, které v krmné směsi dostávaly 5 % olejů ($P < 0,01$) a se skupinou krmenou 2,5 % L ($P < 0,05$), nelišil se však od skupiny S2,5 ($P > 0,05$). Nepotvrdili jsme výsledky Skonberga aj. (1994), kteří zjistili, že obsah kyseliny olejové (OA) ve svalovině se po přidání S do krmiva zdvojnásobil. V našem pokuse zůstal obsah OA nezměněn navzdory skutečnosti, že krmné směsi obohacené S obsahovaly průkazně více OA než kontrolní směs. Naopak průkazný vliv S na zvýšení retence n-6 PUFA a snížení podílu n-3 PUFA, uváděný Ashtonem aj. (1994), se v našem pokusu projevil.

U krmiv s přídatkem samotného S byl podíl n-3 PUFA vysoce průkazně ($P < 0,001$) nižší než u kontrolní skupiny a skupin krmených L. Použitím 5 % L se podařilo zvýšit obsah n-3 PUFA oproti kontrole o 28 % ($P < 0,001$). Ve skupině L2,5 byl podíl n-3 PUFA nižší ($P < 0,001$) v porovnání s L5, ale průkazně ($P < 0,05$) vyšší než v LS5 a v kontrolní skupině. Když byl do směsi přidán jen L, podíl LA a n-6 PUFA v mase byl mnohem nižší ($P < 0,001$) při porovnání se skupinami S a prakticky na stejné úrovni při porovnání se skupinou kontrolní.

Tab. 2: Hmotnost a výtěžnost ryb

Krmná směs	Živá hmotnost v g		$Y = a + bX$			Hmotnost ryb vybraných pro analýzy v g	Výtěžnost v %
	na začátku	na konci	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>r</i>		
L5	259	433	261	2,16**	0,988	423 ± 3,6	84,2 ± 0,41
S5	257	431	254	2,16**	0,985	423 ± 3,6	84,6 ± 0,48
LS5	254	422	253	2,13**	0,989	422 ± 4,3	85,2 ± 0,49
0	257	422	256	2,12**	0,991	422 ± 2,3	84,9 ± 0,48
L2,5	257	437	256	2,27**	0,989	422 ± 3,7	85,6 ± 0,56
S2,5	258	439	258	2,29**	0,992	420 ± 5,6	85,4 ± 0,29

X - den pokusu

Y - živá hmotnost v g

Průkaznost lineární regrese ** $P < 0,01$

a, *b* – parametry rovnice

r - korelační koeficient

Tab. 3: Zastoupení mastných kyselin ve svalovině (% ze všech stanovených FA)

Mastné kyseliny	Ryby vykrmované směsí					
	L5	S5	LS5	0	L2,5	S2,5
C14 : 0	3,09 ^a	3,06 ^a	3,03 ^a	3,59 ^c	3,33 ^b	3,32 ^b
C16 : 0	15,93 ^a	15,92 ^a	15,76 ^a	17,61 ^c	16,70 ^b	16,68 ^b
C16 : 1	4,80 ^{ab}	4,49 ^a	4,57 ^a	5,89 ^d	5,40 ^c	5,14 ^{bc}
C18 : 0	3,84 ^a	4,05 ^b	3,91 ^{ab}	3,91 ^{ab}	3,79 ^a	3,98 ^{ab}
C18 : 1 n-9	20,38 ^a	21,74 ^b	21,42 ^b	21,77 ^b	21,32 ^{ab}	21,95 ^b
C18 : 2 n-6	15,83 ^a	23,01 ^c	20,35 ^b	15,57 ^a	16,16 ^a	20,32 ^b
C18 : 3 n-6	0,23 ^a	0,35 ^c	0,33 ^{bc}	0,26 ^{ab}	0,27 ^{ab}	0,33 ^{bc}
C18 : 3 n-3	11,42 ^c	2,79 ^a	7,17 ^b	2,98 ^a	7,71 ^b	2,27 ^a
C20 : 1 n-9	2,43 ^b	2,24 ^a	2,18 ^a	2,88 ^d	2,68 ^c	2,47 ^b
C20 : 4 n-6	0,62 ^a	0,69 ^{bc}	0,66 ^{ab}	0,73 ^c	0,65 ^{ab}	0,73 ^c
C20 : 5 n-3	5,06 ^{ab}	4,88 ^a	4,89 ^a	5,89 ^c	5,51 ^{bc}	5,34 ^{ab}
C22 : 4 n-6	0,03 ^a	0,04 ^b	0,04 ^b	0,04 ^b	0,03 ^a	0,04 ^b
C22 : 5 n-6	0,17 ^a	0,20 ^{bc}	0,19 ^{ab}	0,21 ^{cd}	0,18 ^a	0,21 ^{cd}
C22 : 5 n-3	1,84 ^a	1,84 ^a	1,83 ^a	2,22 ^c	1,98 ^{ab}	2,02 ^b
C22 : 6 n-3	14,32 ^a	14,69 ^a	13,65 ^a	16,44 ^b	14,30 ^a	15,20 ^{ab}
Σ SFA	22,87 ^a	23,03 ^{ab}	22,70 ^a	25,11 ^d	23,82 ^{bc}	23,98 ^c
Σ MUFA	27,61 ^a	28,48 ^{ab}	28,18 ^{ab}	30,54 ^c	29,39 ^{bc}	29,56 ^{bc}
Σ PUFA	49,52 ^c	48,49 ^{bc}	49,12 ^c	44,35 ^a	46,79 ^b	46,47 ^{ab}
Σ (n-6)	16,88 ^a	24,29 ^c	21,65 ^b	17,01 ^a	17,49 ^a	21,91 ^b
Σ (n-3)	32,64 ^c	24,20 ^a	27,45 ^b	27,30 ^b	29,28 ^b	24,48 ^a
Σ (n-3) / (n-6)	1,93 ^d	1,00 ^a	1,27 ^b	1,61 ^c	1,67 ^c	1,12 ^{ab}

^{abcde} - hodnoty v řádcích označené různými písmeny se výrazně liší (P<0,01)

Přídavek olejů do krmných směsí ovlivnil poměr n-3/n-6 PUFA. Jeho hodnota u skupiny S5 byla 1,0 a nelišila se průkazně od skupiny S2,5, zatímco ve skupině LS5 byla průkazně vyšší (P<0,05). U skupiny L2,5 byl poměr n-3/n-6 PUFA prakticky stejný jako u kontrolní skupiny. Nejširší poměr (P<0,01) byl nalezen ve skupině L5. U všech pokusných skupin v našem experimentu byl poměr širší než zjistili Johansson aj. (2000), kteří uvádějí u pstruhů duhových krmných směsí s rozdílným poměrem n-3/n-6 PUFA jeho hodnoty v rozmezí 0,20 až 0,21.

Ve skupinách ryb krmných směsí obsahujícími přídavek samotného L byl obsah LA ve svalovině průkazně (P<0,01) nižší než ve skupinách S. Zvýšení obsahu ALA bylo úměrné

obsahu L v krmné směsi a bylo vysoce průkazné ($P < 0,001$) ve skupině L2,5 i L5. V našem pokusu se při krmení odlišnými směsmi neprojevily průkazné rozdíly v zastoupení AA, EPA a DHA, navzdory skutečnosti, že obsah ALA ve skupinách s L byl vysoký. Bylo to pravděpodobně způsobeno tím, že i ve směsích pro tyto skupiny bylo dostatečné množství EPA a DHA (tab. 1) a jejich další tvorba nebyla potřebná. U člověka je však zvýšené zastoupení ALA v dietě velmi žádoucí.

ZÁVĚR

V mase různě krmených ryb jsme nezaznamenali průkazných rozdílů ($P > 0,05$) v obsahu SFA, MUFA, AA, EPA i DHA. Svalovina kontrolních ryb obsahovala méně PUFA než maso ryb krmených L5, S5 a LS5 ($P < 0,05 - 0,01$). Při zařazení samotného L svalovina obsahovala méně LA a více ALA ($P < 0,01$) než při zkrmování směsí obsahující S. Ryby, které dostávaly S měly ve svalovině vysoce průkazně více n-6 PUFA než ryby v ostatních skupinách. Obsah n-3 PUFA byl při zkrmování L průkazně ($P < 0,05 - 0,01$) vyšší než při krmení samotným S. Ve skupině L5 byl poměr n-3/n-6 PUFA v mase nejpříznivější pro spotřebitele.

POUŽITÁ LITERATURA

- ASHTON, I., CLEMENTS, K., BARROW, S. E., SECOMBES, C. J., and ROWLEY, A. F. (1994): Effects of dietary fatty acids on eicosanoid-generating capacity, fatty acid composition and chemotactic activity of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) leucocytes. *Biochem. Biophys. Acta*, vol. 6, 1214, p. 253-262.
- ČSN 46 6802 (1989): *Sladkovodní tržní ryby*. Praha, 16 s.
- HARA, A., and RADIN, M. S. (1978): Lipid extraction of tissues with a low-toxicity solvent. *Anal. Biochem.*, vol. 90, p. 420-426.
- JOHANSSON, L., KIESSLING, A., KIESSLING, K. H., and BERGLUND, L. (2000): Effects of altered ration levels on sensory characteristics, lipid content and fatty acid composition of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Food Quality and Preference*, vol. 11, p. 247-254.
- SKONBERG, D. I., RASCO, B. A., and DONG, F. M. (1994): Fatty acid composition of salmonid muscle changes in response to a high oleic acid diet. *J. Nutr.*, vol. 124, p. 1628-1638.
- STEFFENS, W. (1997): Effects of variation in essential fatty acids in fish feeds on nutritive value of freshwater fish for humans. *Aquaculture*, vol. 151, p. 97-119.