

DYNAMIKA ZMĚN SPEKTRA MASTNÝCH KYSELIN VE SVALOVINĚ KAPRA OBECNÉHO (*CYPRINUS CARPIO* L.) PO APLIKACI PŘÍDAVKU RŮZNÝCH OLEJŮ DO KRMIVA - PROVOZNÍ OVĚŘENÍ

The fatty acid changes in common carp muscle (Cyprinus carpio L.) after various oils addition to the feeds – production verification

V. KUKAČKA, M. FIALOVÁ, R. KOPP, J. HŮDA, J. MAREŠ

Summary: The possible increasing of carp meat nutritive value (increasing of n-3 polyunsaturated fatty acids) by 6% supplements of fish oil or linseed oil to the diet before terminal phase of its production was investigated. As control variants the wheat and the diet without oil supplement were used. These four diets were served for three years old carps for 21 days. As usual in pond production the wheat was fed before and after feeding of experimental diets, until carps ingest it. The terminal date of experiment was Christmas, when the tissue samples of carps muscles were taken and analyzed. The linseed oil supplement caused increasing of α -linolenic acid, PUFA, n-3 PUFA and n-3/n-6 PUFA value in compare with value of other variants and with starting value too. Therefore is possible to recommend using a linseed oil supplement to the diet for marked sized carp for increasing of n-3 PUFA and improvement of ratio n-3/n-6 PUFA.

Úvod

Tradičním obdobím konzumace ryb jsou vánoce. Právě v období vánočních svátků je zkonsumována naprostá většina ryb určených na tuzemský trh. Přesto jsou české rybářské subjekty závislé na exportu, jenž tvoří asi 50% produkce ryb v ČR. Zvýšení konzumace kapra, jež je tradičně v období vánoc kulinařsky připravován nejen v českých zemích, je možné docílit nabídkou nových ryb-produktů s důrazem na kvalitu jejich masa. Ta je založena na obsahu lehce stravitelných proteinů a především přítomnosti polynenasycených mastných kyselin řady n-3 (n-3 PUFA). Tyto látky působí preventivně proti řadě civilizačních chorob a mají pozitivní účinek při jejich léčbě (Lunn a Theobald, 2006). Běžně využívané příkrmování ryb v rybnících obilninami, krmivem bohatým na sacharidy, však zvyšuje ve svalovině ryb zastoupení mononenasycených mastných kyselin (MUFA) na úkor polynenasycených (Czengeri a Farkas, 1993; Wirth a Steffens, 1996). Zvýšení n-3 PUFA ve svalovině ryb je možné docílit dotací krmiv komponenty s vysokým obsahem těchto mastných kyselin (MK), především různých olejů. Uspokojivých výsledků u kapra bylo dosaženo přidavkem rybího

(Runge et al., 1987; Steffens et al., 1995) nebo lněného oleje (Runge et al., 1987 a Kukačka et al., 2009). Doporučení na obohacení krmiv oleji pro zvýšení zastoupení n-3 PUFA je směřováno na konečnou fázi výkrmu. To není v podmínkách polointenzivního chovu kapra v rybnících s následným několikatýdenním sádkováním možné. Kukačka et al., (2008) zjišťovali změny spektra MK během dvou měsíců po ukončení aplikace obohaceného krmiva a současného snižování teploty prostředí. Cílem experimentu bylo ověřit možnost navýšení obsahu žádoucích mastných kyselin v mase kapra, pomocí krmiv s obsahem olejů s vysokým zastoupením těchto MK, v poloprovozních podmínkách rybničního hospodaření.

Materiál a metodika

Experiment byl proveden v termínu od srpna 2008 do ledna 2009 na sádkách Šaloun (Rybářství Třeboň a.s., středisko Lomnice nad Lužnicí). Zde byly připraveny 4 sousedící zemní sádky (12m x 8m; průměrná hloubka 1,35m) s kamennými stěnami a písčným dnem. Ryby v čtvrtém roce výrobního cyklu byly získány odchylem na plné vodě z rybníka Koclířov (Rybářství Třeboň a.s.). Do každé sádky tak bylo nasazeno 30ks ryb. Průměrná hmotnost nasazených ryb byla $w = 1,59$ kg. Takto byly vytvořeny 4 experimentální varianty: **varianta P** (pšenice) simulující běžnou rybářskou praxi - příkrmování ryb v rybnících obilovinami; **varianta R**, kde bylo použito dotace krmné směsi rybím olejem; **varianta L** - dotace krmiva lněným olejem a **varianta K**, která byla využita jako diferenční k dvěma předchozím variantám- krmná směs bez dotace oleje. Krmné směsi vlastní receptury byly připraveny, smíchány a extrudovány ve firmě Trope a.s., Velký Ratmírov. Jejich složení a obsah živin a energie, stejně jako charakteristika čtvrtého krmiva-pšenice, jsou uvedeny v tab.I. Složení spektra mastných kyselin použitých krmiv je uvedeno v tabulce II. za naměřenými hodnotami mastných kyselin ve svalovině ryb příslušné varianty. Charakterem chování se ve vodním sloupci se extrudovaná krmiva nakonec jevila jako potápivá (varianty R a L) a plovoucí (varianta K). Právě plovoucí charakter extrudátu varianty K byl využit ke kontrole úrovně příjmu krmiv. Denní krmná dávka byla stanovena na 2% hmotnosti obsádky. Ta byla krmena po dobu 21 dnů. Krmná strategie byla určena provozními možnostmi – krmení 2x denně přibližně v 10 a 15 hodin, a to vždy na stejná místa podél dlouhé stěny sádek, tak aby bylo možné sledovat úroveň příjmu potravy rybami.

V pravidelných intervalech byla zjišťována nabídka přirozené potravy. Po dobu přijímání potravy rybami byl zjištěn pouze řídký výskyt drobného zooplanktonu. Charakter dna sádek neumožňoval výskyt bentosu. Dne 4.9.2008 byla ukončena první fáze experimentu

a ryby byly přesazeny do jiné sádky a dále krmeny pouze pšenicí dle krmné strategie využití při příkrmování ryb v rybnících (3x týdně 3% hmotnosti obsádky) do doby snižování příjmu potravy, tedy v tomto případě do konce září. Na počátku experimentu a v období po Vánocích bylo odebráno 6ks ryb z každé varianty a zjištěno složení spektra MK a chemické složení svaloviny (sušina, tuk). Obsah a složení mastných kyselin bylo stanoveno po extrakci dle Folch et al. (1957), na plynovém chromatografu HP 4890D na kapilární koloně DB-23. Výsledky byly statisticky zpracovány Scheffeho metodou mnohonásobného porovnávání programem UNISTAT 5.1. Statisticky významné rozdíly ($p < 0,05$) jsou označeny v tabulkách malými písmeny, vysoce průkazné rozdíly ($p < 0,01$) pak velkými písmeny. Mezi hodnotami označenými stejnými nebo žádnými písmeny není statisticky významný rozdíl.

Tab. I.: *Složení experimentálních krmiv (v %), včetně obsahu tuku a sušiny (v % původní hmoty)*

Komponent	Kontrola	Lněný o.	Rybí o.	Pšenice
kukuřice	10,5	10	10	-
pšenice	42,5	40	40	-
SEŠ	32	30	30	-
pšeničné otruby	13	12	12	-
MCP	0,4	0,4	0,4	-
DL- metionin	0,3	0,3	0,3	-
NaCl	0,3	0,3	0,3	-
Aminovitan KpD	1	1	1	-
olej lněný	-	6	-	-
olej rybí	-	-	6	-
Tuk	2,72	10,08	10,14	4,70
Sušina	97,29	97,02	97,37	90,58

Výsledky a diskuse

Předkládání dotovaných krmiv u variant s přidavkem oleje vyvolalo u variant s přidavkem oleje zvýšenou depozici tělního tuku, i když jen v případě ryb var. L statisticky průkazně proti var. K a také var. P. Sušina vzorku svaloviny se vlivem krmiv neměnila. Změna spektra nasycených MK byla zjištěna pouze u k. myristové a to u var. R, kde bylo dosaženo vyšší hodnoty v porovnání s variantami K a L. Na vyšší zastoupení jednotlivých nasycených MK v rybách krmených přidavkem rybího oleje poukazují i Runge et al. (1987) a Kukačka et al. (2009).

Tab. II: *Spektrum mastných kyselin v krmivech a v svalovině ryb na počátku a konci experimentu (v % z celkových MK)*

<i>MK</i>	Vstup srpen	Kontrola leden	Krm K	Lněný o. leden	Krm L	Rybí o. leden	Krm R	Pšenice leden	Krm P
14:0	1,3^{AB}	1,1^A	0,4	1,1^A	0,1	1,5^B	3,4	1,2^{AB}	0,3
16:0	22,5	20,8	19,8	20,5	8,6	21,7	15,6	21,0	20,0
16:1n7	9,4	8,7	0,4	7,5	0,2	8,2	3,5	8,4	0,3
18:0	6,1	5,3	3,1	5,4	3,5	5,9	2,6	6,1	1,3
18:1n9t	39,2	37,4	15,4	34,5	18,7	37,2	21,3	39,6	14,3
18:1n9c	4,1^A	3,7^{AB}	1,5	3,3^B	1,1	3,8^{AB}	2,7	3,9^{AB}	1,2
18:2n6c	8,7^{Aa}	12,9^{Bb}	52,0	12,5^{ABb}	30,1	11,6^{ABab}	28,3	9,8^{ABab}	57,3
18:3n6	0,2	0,4	0,0	0,2	0,2	0,2	0,1	0,4	0,0
18:3n3	1,9^A	2,0^A	6,7	6,9^B	36,7	1,6^A	4,1	1,5^A	4,2
18:4n3	0,2	0,3	0,0	0,2	0,0	0,2	1,3	0,2	0,0
20:1	1,8^{ab}	1,9^{ab}	0,8	1,7^a	0,5	2,3^b	4,7	1,9^{ab}	0,9
20:4n6	1,3	1,7	0,0	1,8	0,0	1,4	0,3	2,0	0,0
20:4n3	0,2^{ab}	0,2^{ab}	0,0	0,3^a	0,0	0,2^{ab}	0,7	0,2^b	0,0
20:5n3	1,3	1,2	0,0	1,3	0,2	1,3	4,4	1,3	0,0
22:4n6	0,1	0,2	0,0	0,2	0,0	0,2	0,1	0,2	0,0
22:5n6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0
22:5n3	0,4	0,5	0,0	0,6	0,0	0,6	1,4	0,6	0,0
22:6n3	1,2	1,8	0,0	1,8	0,1	2,0	5,2	1,9	0,0
<i>SFA</i>	29,9	27,1	23,3	27,0	12,2	29,1	21,6	28,3	21,7
<i>MUFA</i>	54,6	51,7	18,0	47,1	20,4	51,6	32,2	53,8	16,8
<i>PUFA</i>	15,5^{Aa}	21,1^{ABab}	58,7	25,9^{Bb}	67,4	19,3^{ABab}	45,8	18,0^{ABa}	61,5
<i>n-6</i>	10,3^a	15,2^b	52,0	14,8^b	30,4	13,4^{ab}	28,8	12,4^{ab}	57,3
<i>n-3</i>	5,2^A	5,9^A	6,7	11,2^B	36,9	6,0^A	17,0	5,6^A	4,2
<i>n-3/n-6</i>	0,5^A	0,4^A	0,1	0,8^B	1,2	0,4^A	0,6	0,4^A	0,1
<i>Tuk</i>	6,58 ^{ab}	5,38 ^a		7,32 ^b		6,58 ^{ab}		5,43 ^a	
<i>Sušina</i>	23,41	23,17		24,11		24,38		23,7	

SFA - 14:0,16:0,18:0; MUFA - 16:1n7, 18:1n9t, 18:1n9c, 20:1; PUFA - 18:2n6c, 18:3n6,18:3n3,18:4n3, 20:4n6,20:4n3, 20:5n3, 22:4n6, 22:5n6, 22:5n3, 22:6n3; n-3 - 18:3n3, 18:4n3, 20:4n3, 20:5n3, 22:5n3, 22:6n3; n-6 - 18:2n6c, 18:3n6, 20:4n6, 22:4n6, 22:5n6

Množství k. olejové v spektru MK svaloviny ryb během experimentu se snížilo vlivem přídavku lněného oleje. U ryb, kterým byla předkládána pouze pšenice se množství této MK v svalovině od počátku téměř nezměnilo, i když na fakt navyšování obsahu k. olejové při zkrmování obilovin poukazovali Csengeri a Farkas (1993) a Steffens et al.(1995). Zajímavé výsledky byly zjištěny u změn zastoupení k. linolové – ač nejvyšší podíl této MK z celkově

obsažených byl naměřen u krmiva var. P, ve svalovině ryb nebyl nárůst této MK průkazně zjištěn. Naopak nárůst k. linolové ve spektru MK svalu byl zjištěn u ryb var. K i L. Zvýšení zastoupení k. linolové u kaprů krmených krmivem s přidavkem rostlinných olejů publikovali Runge et al. (1987) a Steffens et al. (1995). Přídavek lněného oleje s vysokým obsahem k. α -linolenové do krmiva zvýšil obsah této MK v svalovině ryb varianty s tímto krmivem a to v porovnání se všemi variantami (K, R, P) i se vstupními hodnotami. To koresponduje s výsledky, které popsali Runge et al. (1987), Kukačka et al. (2008) a Kukačka et al. (2009). Očekávané změny v obsahu k. eikosapentaenové (EPA) a dokosaheptaenové (DHA) u ryb krmených dietou s přidavkem rybího oleje, jak to popsali Runge et al. (1987), Steffens et al. (1995) i Kukačka (2009), nebyly zjištěny. Důvodem je s nejvyšší pravděpodobností nízké zastoupení těchto MK v použitém rybím oleji (dodavatel Biofaktory Praha) a tím i nízký obsah EPA a DHA v krmivu. V profilu MK bylo vlivem přidavku lněného oleje docíleno u ryb varianty L zvýšení zastoupení PUFA a to oproti vstupním hodnotám i v porovnání s hodnotami naměřenými u ryb krmených pšenicí. Ještě výraznější nárůst zastoupení ve svalovině ryb var. L byl zjištěn u hodnot n-3 PUFA a poměru n-3/n-6 PUFA, kde došlo k statisticky vysoce průkaznému zvýšení oproti všem ostatním variantám včetně vstupních hodnot. Srovnatelných výsledků dosáhli Runge et al. (1987), Kukačka et al. (2008) a Kukačka et al. (2009).

Závěr

Zvýšení nutriční hodnoty masa kapra předkládáním obohacených krmiv ještě před konečnou fází jeho výrobního cyklu je proveditelné i v provozních podmínkách rybníčního hospodaření. Předpokladem je použití kvalitních olejů s vysokým zastoupením žádoucích mastných kyselin (n-3 PUFA). Jako nejvhodnější zdroj n-3 PUFA lze na základě výsledků této studie doporučit nerafinovaný lněný olej, který obsahuje více než 30 % n-3 PUFA. U ryb krmených krmivem s 6-ti% přidavkem tohoto oleje došlo k průkaznému zvýšení hodnot zastoupení k. α -linolenové, PUFA, n-3 PUFA i n-3/n-6 PUFA.

Poděkování

Autoři děkují všem pracovníkům zářezů Šaloun, a zejména zářezovému p. Vítěslavu Pulcovi a jeho ženě pí. Martě Pulcové, za pomoc při realizaci experimentu. Dále potom patří dík p. Kovářovi z fi. TROPE a.s. za ochotu a spolupráci se sestavováním receptur a výrobě krmných směsí. V neposlední řadě patří velký dík všem pracovníkům a studentům ORH, kteří

se nezištně podíleli na zpracování vzorků. Příspěvek byl zpracován s podporou Výzkumného záměru č. MSM6215648905 „Biologické a technologické aspekty udržitelnosti řízených ekosystémů a jejich adaptace na změnu klimatu“ uděleného Ministerstvem školství, mládeže a tělovýchovy České republiky.

Literatura

- CSENGERI, I., FARKAS, T. (1993): Effect of essential fatty acid deficient diets on the carcass acids and membrane viscosity in the common carp. In: *Proceeding of EIFAC Workshop on Methodology for Determination of Nutrient Requirements in Fish*. Eichenau, Abstract, p. 62
- FOLCH, J., LEES, M., SLOANE-STANLEY, G. H. (1957): A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. *Journal of Biological Chemistry*, 226: 497–509. ISSN 0021-9258
- KUKAČKA, V., CHALOUPKOVÁ, L., FIALOVÁ, M., KOPP, R., MAREŠ, J. (2009): The influence of linseed oil and fish oil supplements to the fatty acid spectrum of common carp (*Cyprinus carpio* L.) muscle. *Acta univ. afric. et silv. Mendel. Brun.*, LVII, 5, ISSN: 1211-8516
- KUKAČKA V., FIALOVÁ M., MAREŠ J. (2008): Vliv přídavku rybiho, lněného a řepkového oleje do krmiva na spektrum mastných kyselin ve svalovině kapra obecného během postupného snižování teploty prostředí. In: KOPP, R. (2008): *XI. Česká ichtyologická konference. Sborník referátů z konference s mezinárodní účastí*, MZLU v Brně, p. 137-144, ISBN 978-80-7375-246-0
- LUNN, J., THEOBALD, H.E. (2006): The health effects of dietary unsaturated fatty acids. *Nutrition Bulletin*, 31: 178–224. ISSN 0141-9684
- MZe ČR (2008): *Ryby – situační a výhledová zpráva*. MZe ČR Praha. 41 s.. ISBN 978-80-7084-699-5
- RUNGE, G., STEINHART, H., SCHWARZ, F. J., KIRCHGESNER, M. (1987): Influence of different fats with varying addition of α -tokoferyl acetate on the fatty acid composition of carp (*Cyprinus carpio* L.). *Fat Sci. Technol.*, 89: 389–393. ISSN 0931-5985
- STEFFENS, W., WIRTH, M., RENNERT, B. (1995): Effect of adding various oils to the diet on growth, feed conversion and chemical composition of carp (*Cyprinus carpio*). *Arch. animal nutrition*, 47: 381–389. ISSN 0003-942X
- WIRTH, M., STEFFENS, W. (1996): Zum Fettstoffwechsel von Speisekarpfen bei der Aufzucht auf Naturnahrungsbasis und mit Getreidezufütterung. *Fischer und Teichwirt*, 47: 270-272. ISSN 0342-5703

Adresy autorů:

Ing. Vladimír Kukačka^{1,2}, Ing. Radovan Kopp, Ph. D.¹, Doc. Dr. Ing. Jan Mareš¹, ¹ Ústav zoologie, rybářství, hydrobiologie a včelařství, Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, Zemědělská 1, 613 00 Brno, Česká republika, e-mail: kukin@email.cz, fcela@seznam.cz, mares@mendelu.cz,
Ing. Jan Hůda, Ph.D.², ² Rybářství Třeboň Hld. a.s., Rybářská 801, 379 01 Třeboň, Česká republika, email: jhuda@rybarstvi.cz, Ing. Milada Fialová, Bendlova 17, 613 00 Brno, Česká republika