

SASTAV MASNIH KISELINA I SADRŽAJ HOLESTEROLA U PREDKONZUMNOJ PASTRMCI (*ONCORHYNCHUS MYKISS*) I ŠARANSKOJ MLAĐI (*CYPRINUS CARPIO*)

DEJANA TRBOVIĆ^{1*}, DANIJELA VRANIĆ¹, RADIVOJ PETRONIJEVIĆ¹, JASNA
ĐINOVIĆ¹, MILAN BALTIĆ², VITOMIR ČUPIĆ², AURELIJA SPIRIĆ¹

¹*Institut za higijenu i tehnologiju mesa, Kačanskog 13, 11000 Beograd,
dejana@inmesbgd.com*

²*Fakultet veterinarske medicine, Bulevar oslobođenja 18, 11000 Beograd*

FATTY ACID PROFILE AND CHOLESTEROL CONTENT OF JUVENILE RAINBOW TROUT (*ONCORHYNCHUS MYKISS*) AND COMMON CARP FRY (*CYPRINUS CARPIO*)

Abstract

Fatty acid profile and cholesterol content were investigated in rainbow trout and common carp, farmed in intensive and semi-intensive ponds respectively. Fatty acid contents of the relevant fish feeds were investigated, too. Fatty acid methyl esters were determined by GC/FID. Cholesterol was analyzed by HPLC/PDA at 210nm. Palmitic acid was major component of the saturated fatty acids in trout (19.04%), as well as in carp (16.40%). The total content of n-3 fatty acids in trout was 13.27%, with 22:6 n-3, as the most abundant one (6.04%). The $\Sigma n-3/\Sigma n-6$ ratio in trout was 0.90 ± 0.05 . Higher content of linoleic acid (18:2 n-6) in carp (29.14%) increases the contribution of n-6 fatty acids to the total fatty acid content. The $\Sigma n-3/\Sigma n-6$ ratio in carp was 0.09 ± 0.01 . Fat content ($2.01 \pm 0.63\%$) and cholesterol (41.74 ± 2.08 mg/100g) determined in trout were lower than their content in carp ($4.57 \pm 0.73\%$ and 48.45 ± 4.44 mg/100g).

Key words: rainbow trout, carp, fish feed, fatty acids, cholesterol

UVOD

Šaran je najvažnija riba toplovodnih ribnjaka, čije je meso ukusno i hranjivo. Kalifornijska pastrmka je cenjena zbog delikatesnog mesa prvorazrednog kvaliteta (Ć i r k o v i ć i sar. 2002). Pored toga što sadrži biološki vredne proteine, minerale i vitamine, riba je značajan

izvor omega-3 polinezasićenih masnih kiselina koje smanjuju nivo triglicerida i holesterola u serumu (S i d h u, 2003). Stoga konzumiranje ribe i proizvoda od ribe smanjuje rizik od kardiovaskularnih oboljenja (K r i s-E t h e r t o n i s a r. 2002). Dosadašnja ispitivanja su pokazala da su količine holesterola u ribljem (49-92 mg/100g), svinjskom i goveđem mesu (45-84 mg/100g) slične (P i i r o n e n i s a r. 2002).

Rečna riba sadrži veće količine n-6 polinezasićenih masnih kiselina, naročito linolne (18:2 n-6) i arahidonske (20:4 n-6), ali, takođe, i bitne količine n-3 polinezasićenih masnih kiselina EPA (20:5 n-3) i DHA (22:6 n-3). Odnos esencijalnih masnih kiselina n-3/n-6 kod rečne ribe kreće se od 1 do 4, dok je kod morske ribe, koju karakteriše veći sadržaj n-3 polinezasićenih masnih kiselina, taj odnos veći i kreće se između 5 i 10. Sastav masnih kiselina rečne i morske ribe zavisi od lipidnog sastava njihove hrane. U literaturi postoje brojna ispitivanja o uticaju ishrane na sastav masnih kiselina ribe, naročito o potrebama pojedinih vrsta riba za esencijalnim masnim kiselinama (S t e f e n s, 1997).

Cilj ovog rada je bio da se ispituju hemijski parametri kvaliteta, sastav masnih kiselina i sadržaj holesterola u uzorcima kalifornijske pastrmke i šarana u fazi uzgoja, u zimskom periodu (novembar-decembar), kao i masnokiselinski sastav hrane za ribu.

MATERIJAL I METODE

Uzimanje uzoraka

Predkonzumna kalifornijska pastrmka uzorkovana je početkom decembra 2008. godine u ribnjaku sa intenzivnim uzgojem. pH vode je bio 6,70, a temperatura 10°C. Prosečna dužina pastrmke je bila 24,58cm, a prosečna masa 168,49 g. Pastrmka je hranjena kompletnom hranom za ribe koja je u sastavu imala: riblje brašno, sojinu pogaču, riblje ulje, repičinu pogaču i repičino ulje, suncokretov kolač, pšenicu.

Uzorci šarana uzeti su krajem novembra 2008. godine iz ribnjaka sa poluintenzivnim uzgojem. Temperatura vode u ribnjaku kretala se od 13°C do 15°C, a pH 6,6. Prosečna dužina šaranske mladi je bila 18,10 cm, a prosečna masa 152,42 g. Šaran je prihranjivan ekstrudiranom potpunom smešom za tov šarana koja se sastojala od ribljeg brašna, sojinih proteinskih proizvoda, kukuruza, pšenice i dr.

Uzorci su, do laboratorijskih ispitivanja, čuvani na -18°C. Za potrebe ispitivanja riba je ostavljena sat vremena na sobnoj temperaturi, zatim je odvojena glava i rep, pažljivo je uklonjena koža i utroba, a fileti ribe su homogenizovani.

Analiza hemijskog sastava ribe

Sadržaj proteina (N x 6,25) je određen metodom po Kjeldahlu. Sadržaj vode je određen sušenjem na 103 ± 2°C, do konstantne mase (SRPS ISO 1442/1998). Ukupna mast je određena ekstrakcijom masti petroletrom po Soxhlet-u (SRPS ISO 1443/92). Sadržaj pepela je određen merenjem mase ostatka posle žarenja na 550± 25 °C (SRPS ISO 936/1999).

Ekstrakcija ukupnih lipida za određivanje masnih kiselina

Ukupni lipidi, za određivanje masnih kiselina, ekstrahovani su metodom ubrzane ekstrakcije rastvaračima na aparatu Dionex ASE 200. Homogenizovani uzorak, pomešan sa dijatomejskom zemljom, ekstrahovan je smešom heksana i izo-propanola u 33ml ekstrakcionoj ćeliji, na temperaturi od 100°C i pod pritiskom od 10,3 MPa. Dobijeni ekstrakt uparen je u struji azota, na 50°C, do suvog ostatka masti.

Analiza sastava masnih kiselina

Metilestri masnih kiselina su pripremljeni transesterifikacijom sa trimetilsulfonijum-hidroksidom, prema metodi SRPS EN ISO 5509:2007. Analizirani su na kapilarnom GC/FID Shimadzu 2010 na cijanopropil-aril koloni HP-88 (100m x 0,25mm x 0,20 μ m). Temperature injektora i detektora su bile 250°C, odnosno 280°C. Noseći gas je azot, 1,33 ml/min, sa odnosom splita 1:50. Injektovana zapremina je 1 μ l. Temperatura peći kolone bila je programirana. Ukupno vreme trajanja analize iznosilo je 50,5min. Metilestri masnih kiselina su identifikovani na osnovu retencionih vremena, poređenjem sa retencionim vremenima smeše metilestara masnih kiselina u standardu, Supelco 37 Component FAME Mix.

Određivanje sadržaja holesterola

Sadržaj holesterola je određen primenom HPLC/PDA, na aparatu HPLC Waters 2695 Separation modul, sa Waters 2996 Photodiodearray detector, prema metodi M a r a s c h e l l o i s a r. (1996). Hromatografsko razdvajanje je postignuto na Phenomenex Luna C₁₈₍₂₎ koloni (150mm x 3,0mm, 5 μ m) sa odgovarajućom predkolonom, izokratno, sa mobilnom fazom izopropanol-acetonitril 20%:80% v/v. Injekciona zapremina bila je 10 μ l. Holesterol je određen apsorpcijom na talasnoj dužini 210 nm. Analitički prinos (Recovery) za date količine iznosio je od 66.30% do 74.80%. Za izračunavanje sadržaja holesterola korišćena je eksterna kalibracija. Za kontrolu sistema, akviziciju podataka i njihovu obradu korišćen je Empower Pro softver.

REZULTATI I DISKUSIJA

Hemijski sastav fileta pastrmke i šarana prikazan je u tabeli 1. Prosečan sadržaj proteina (pastrmka 17,56 \pm 0,28%; šaran 16,15 \pm 0,22%), vode (pastrmka 78,68 \pm 0,53%; šaran 77,63 \pm 0,62%) i masti (pastrmka 2,01 \pm 0,63%; šaran 4,57 \pm 0,73%) u su skladu sa podacima iz literature (Č i r k o v i ć i s a r., 2002). Treba imati u vidu da se naši rezultati odnose na ribu u uzgoju.

Tabela 1. Hemijski sastav fileta pastrmke i šarana (srednja vrednost \pm stand. devijacija), n=6.

Hemijski parametar	Pastrmka	Šaran
Sadržaj proteina, %	17,56 \pm 0,28	16,15 \pm 0,22
Sadržaj vode, %	78,68 \pm 0,53	77,63 \pm 0,62
Sadržaj masti, %	2,01 \pm 0,63	4,57 \pm 0,73
Sadržaj pepela, %	1,38 \pm 0,06	1,10 \pm 0,06

U tabeli 2. prikazan je sastav masnih kiselina i sadržaj holesterola u filetima pastrmke i šarana i sastav masnih kiselina u hrani za ishranu pastrmke i šarana.

Tabela 2. Sastav masnih kiselina (% od ukupno identifikovanih masnih kiselina) u filetima pastrmke i šarana (srednja vrednost \pm stand. devijacija), sadržaj holesterola i sastav masnih kiselina hrane za ishranu pastrmke i šarana

Masne kiseline	Pastrmka, (%)	Hrana za uzgoj pastrmke, (%)	Šaran, (%)	Hrana za tov šarana, (%)
14:0	3,76 \pm 0,19	4,44	0,75 \pm 0,09	0,89
15:0	0,33 \pm 0,01	0,28	0,18 \pm 0,02	0,04
16:0	19,04 \pm 0,56	13,87	16,40 \pm 0,70	11,10
16:1	4,76 \pm 0,01	4,29	3,36 \pm 0,15	0,33
17:0	-	0,22	0,25 \pm 0,02	0,08
18:0	4,39 \pm 0,18	2,72	5,96 \pm 0,15	4,15
18:1 n-9	31,53 \pm 2,88	33,21	33,44 \pm 0,34	22,77
18:1 n-11	3,25 \pm 0,08	2,82	1,92 \pm 0,05	1,18
18:2 n-6	11,14 \pm 0,82	12,79	29,14 \pm 0,47	51,70
18:3 n-6	-	0,37	0,41 \pm 0,09	0,36
18:3 n-3	1,88 \pm 0,16	-	1,70 \pm 0,07	-
20:1 n-9	3,57 \pm 0,32	5,41	1,45 \pm 0,11	4,86
20:2 n-6	0,49 \pm 0,05	0,15	0,67 \pm 0,02	0,18
20:3 n-6	0,52 \pm 0,05	0,25	1,04 \pm 0,13	0,20
20:3 n-3	3,15 \pm 0,12	-	-	-
22:1+20:4	1,00 \pm 0,06	3,26	0,99 \pm 0,17	0,06
20:5 n-3	2,47 \pm 0,58	7,18	0,26 \pm 0,05	0,43
22:5 n-3	1,27 \pm 0,25	0,14	0,29 \pm 0,09	-
22:6 n-3	6,04 \pm 1,61	4,43	0,52 \pm 0,02	0,24
Ukupne zasićene	24,63 \pm 3,17	21,54	23,51 \pm 0,80	16,26
Ukupne mononezasićene	39,94 \pm 7,44	45,74	40,18 \pm 0,32	29,14
Ukupne polinezasićene	30,12 \pm 2,49	28,59	34,99 \pm 0,48	53,17
Σ n-6	14,69 \pm 1,77	13,57	31,26 \pm 0,55	52,44
Σ n-3	13,27 \pm 2,28	11,76	2,77 \pm 0,15	0,67
odnos Σ n-3/ Σ n-6	0,90 \pm 0,05	0,87	0,09 \pm 0,01	0,01
Sadržaj holesterola, mg/100g	41,74 \pm 2,08		48,45 \pm 4,44	

Prema našim rezultatima, prosečan sadržaj ukupnih zasićenih masnih kiselina u filetima pastrmke iznosi 24,63%, a u filetima šarana 23,51%. Generalno, ribe imaju niži sadržaj ukupnih zasićenih masnih kiselina (<30%), sa izuzetkom nekih vrsta (A c k m a n, 1989). Od pojedinačnih zasićenih masnih kiselina u filetima pastrmke i šarana najviše je zastupljena palmitinska kiselina (pastrmka 19,04%, šaran 16,40%).

Sadržaj ukupnih mononezasićenih masnih kiselina u filetima pastrmke iznosi 39,94%. Slične rezultate (38,55%) navode i drugi autori (D e F r a n c e s c o i s a r., 2004).

Ukupan sadržaj n-3 masnih kiselina u filetima pastrmke je 13,27%, sa najviše zastupljenom 22:6 n-3 (6,04%). C a b a l l e r o i s a r. (2002) navode različite količine ove masne kiseline u filetima pastrmke (6,6-7,7%) i sadržaj ukupnih n-3 masnih kiselina od 13,3-16,1%, u zavisnosti od izvora lipida u hrani (kombinacije ribljug, repičinog ulja i palminog ulja). Sadržaj 20:5 n-3 je bio 2,47% (prema C a b a l l e r o i s a r., 2002. je 2,2-2,4%). Odnos Σ n-3/ Σ n-6 u filetima pastrmke iznosi 0,90 \pm 0,05.

Sadržaj ukupnih mononezasićenih masnih kiselina u filetima šarana iznosi, u proseku 40,18%, dok sadržaj ukupnih polinezasićenih masnih kiselina iznosi 34,99%. Slične rezultate navode i drugi autori (G e r i i s a r., 1995): sadržaj ukupnih mononezasićenih masnih kiselina 39,80-41,64%, sadržaj ukupnih polinezasićenih masnih kiselina 32,3-34,5%.

Najzastupljenija mononezasićena masna kiselina u ispitanim filetima šarana je oleinska (18:1 n-9) i iznosi 33,44%. Sledeća po zastupljenosti je palmitoleinska kiselina (16:1), 3,52%.

U našim ispitivanjima veći sadržaj linolne kiseline (18:2 n-6) u filetima šarana (29,14%), verovatno, potiče iz hrane u kojoj je njen sadržaj bio 51,7%. Prema literaturnim podacima hrana za ribe koja sadrži 7,3% sojinog ulja sadrži 34,9% linolne kiseline (W o r t h i n g t o n i L o v e l l, 1973). Ispitivanjem jestivog dela šarana koji je prihranjivan hranom sa 12% kukuruznog ulja, R u n g e i s a r. (1987) nalaze 35% ove masne kiseline, koja je povećala udeo n-6 i smanjila odnos $\Sigma n-3/\Sigma n-6$ na 0,1, slično kao i u našim ispitivanjima 0.09 ± 0.01 .

Sadržaj omega-3 masnih kiselina, takođe, zavisi od ishrane. Sadržaj linolenske kiseline (18:3 n-3) u filetima šarana je 1,75%, eikosapentaenoične 0,35%, a dokosaheksaenoične 0,53%.

Ishrana sa balansiranim odnosom $\Sigma n-3/\Sigma n-6$ je važna za uzgoj zdrave ribe i za proizvodnju kvalitetne hrane za ljudsku ishranu (S t e f f e n s, 1997).

U našim ispitivanjima sadržaj holesterola u uzorcima kalifornijske pastrmke iznosi $41,74 \pm 2,08$ mg/100g, što je u skladu sa ispitivanjem K o p i c o v e i V a v r e i n o v e (2007), (pastrmka *Salmo trutta* 41mg/100g), a značajno niži od sadržaja holesterola koji pomenuti autori navode za pastrmku *Salvelinus fontinalis* (117 mg/100g). Sadržaj holesterola u ispitanim uzorcima šarana ($48,45 \pm 4,44$ mg/100g) je blizak vrednostima za *Cyprinus carpio*, 47 mg/100g i *Ctenopharyngodon idellus*, 52 mg/100g, a veći u poređenju sa sadržajem holesterola (11 mg/100g) za *Hypophthalmichthys molitrix* (K o p i c o v a i V a v r e i n o v a, 2007).

ZAKLJUČCI

Prosečan sadržaj proteina u filetima pastrmke iznosi $17,56 \pm 0,28\%$ a u filetima šarana $16,15 \pm 0,22\%$.

Sadržaj masti ($2,01 \pm 0,63\%$) i holesterola ($41,74 \pm 2,08$ mg/100g) u uzorcima pastrmke je manji nego u uzorcima šarana ($4,57 \pm 0,73\%$ i $48,45 \pm 4,44$ mg/100g).

Sadržaj ukupnih zasićenih masnih kiselina kod pastrmke iznosi $24,63 \pm 3,17\%$, a kod šarana $23,51 \pm 0,80\%$. Sadržaj ukupnih mononezasićenih masnih kiselina kod pastrmke iznosi $39,94 \pm 7,44\%$, a kod šarana $40,18 \pm 0,32\%$, dok je od ukupno polinezasićenih masnih kiselina kod pastrmke prisutno $30,12 \pm 2,49\%$, a kod šarana $34,99 \pm 0,48\%$. Odnos $\Sigma n-3/\Sigma n-6$ za pastrmku iznosi $0,90 \pm 0,05$, a za šarana $0,09 \pm 0,01$.

Hrana za pastrmke sadrži 12,79% linolne, i veće količine n-3 masnih kiselina 20:5 n-3 (7,18%) i 20:6 n-3 (4,43%). Odnos $\Sigma n-3/\Sigma n-6$ iznosi 0,87. Veći sadržaj linolne kiseline u hrani za ishranu šarana (51,7%), smanjio je odnos $\Sigma n-3/\Sigma n-6$ koji iznosi 0.01.

Obe vrste riba predmet su našeg ispitivanja u naredne dve godine i biće praćene sve promene navedenih parametara u zavisnosti od sezone, starosti, vrste hrane, uslova sredine.

Zahvalnica:

Ovo istraživanje je rađeno u okviru projekta 20122, »Monitoring vodenih ekosistema u cilju dobijanja hemijski ispravnih i kvalitetnih akvakulturnih proizvoda, konkurentnih tržištu EU«, koji, Programom istraživanja u oblasti tehnološkog razvoja za period 2008-2010. godine, finansira Ministarstvo nauke R. Srbije.

LITERATURA

Ackman, R. G. (1989). Nutritional composition of fats in seafoods. *Progress in Food and Nutrition Science* 13, 161-241.

Caballero, M. J., Obach, A., Roselund, G., Montero, D., Gisvold, M., Izquierdo, M. S. (2002). Impact of different dietary lipid sources on growth, lipid digestibility, tissue fatty acid composition and histology of rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*. *Aquaculture* 214, 253-271.

Ćirković, M., Jovanović, Branislava, Maletin S. (2002). Ribarstvo. Univerzitet u Novom Sadu, Poljoprivredni fakultet, 333-334.

De Francesco, M., Parisi, G., Medale, F., Lupi, P., Kaushik, S. J., Poli, B. M. (2004). Effect of long-term feeding with a plant protein mixture based of large rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Aquaculture* 236, 413-429.

Geri, G., Poli, B. M., Gualtieri, M., Lupi, P., and Parisi, G. (1995). Body traits and chemical composition of muscle in the common carp (*Cyprinus carpio L.*) as influenced by age and rearing environment. *Aquaculture* 129, 329-333.

Kopicova, Z., Vavreinova, S. (2007). Occurrence of squalene and cholesterol in various species of Czech freshwater fish. *Czech J. Food Sci.* 25, 195-201.

Kris-Etherton, P. M., Harris, W. S., Appel, L. J. (2002). Fish consumption, fish oil, omega-3 fatty acids and cardiovascular disease. *Circulation*. 106, 2747-2757.

Maraschiello, C., Diaz, I., and Regueiro, J. A. G. (1996). Determination of Cholesterol in Fat and Muscle of Pig by HPLC and Capillary Gas Chromatography with Solvent Venting Injection. *J. High Resol. Chromatogr.* Vol.19, 165-168.

Piironen, V., Toivo, J., Lampi, A. M. (2002). New data for cholesterol contents in meat, fish, milk, eggs and their products consumed in Finland. *Journal of food composition and analysis*. 15705-713.

Runge, G., Steinhart, H., Schwarz, F. J., Kirchgeßner, M. (1987). Influence of different fats with varying addition of α -tocopheryl acetate on the fatty acid composition of carp (*Cyprinus carpio L.*). *Fat Sci. Technol.* 89, 389-393.

Sidhu, K.S. (2003). Health benefits and potential risks related to consumption of fish or fish oil. *Regulatory Toxicology and Pharmacology*. 38 (3), 336-344.

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.

Worthington, R. E., Lovell, R. T. (1973). Fatty acids of channel catfish (*Ictalurus punctatus*): variance components related to diet, replications within diets, and variability among fish. *J. Fish. Res. Board Can.* 30, 1604-1608.