

# Mlađ i konzumna kalifornijska pastrmka (*Oncorhynchus mykiss*): hemijski sastav, sadržaj holesterola i masnokiselinski sastav fileta

Vranić Danijela<sup>1</sup>, Baltić Ž. Milan<sup>2</sup>, Trbović Dejana<sup>1</sup>, Đinović-Stojanović Jasna<sup>1</sup>, Marković Radmila<sup>2</sup>, Petronijević Radivoj<sup>1</sup>, Špirić Aurelija<sup>1</sup>

**Sadržaj:** Kalifornijska pastrmka (*Oncorhynchus mykiss*) je jedna od najpoznatijih vrsta ribe u prirodi. Promene u hemijskom sastavu mesa ribe su povezane sa starošću i veličinom ribe. Sadržaj holesterola u tkivima životinja je u vezi sa načinom i kvalitetom ishrane, uprkos regulatornom mehanizmu sinteze i apsorpcije holesterola.

Cilj ovih ispitivanja je bio određivanje i poređenje hemijskog sastava, sadržaja holesterola i masnokiselinskog profila mlađi i konzumne kalifornijske pastrmke iz akvakulture. Uzorci mlađi (prosečne mase 99 g i dužine 18,6 cm) i konzumne kalifornijske pastrmke (prosečne mase 229 g i dužine 23,3 cm) su sakupljeni u avgustu 2010. godine u ribnjaku „Ribnik“, Mrkonjić Grad, Republika Srpska – Bosna i Hercegovina. Mlađ i konzumna pastrmka su hranjene kompletnom hranom za pastrmku, sličnog sastava (riblji proizvodi, ulja i masnoće, proizvodi od žita i semena uljarica).

Rezultati ispitivanja su pokazali da nema statistički značajne razlike ( $p > 0,05$ ) u sadržaju ukupnih lipida (3,81%, mlađ i 4,17%, konzumna pastrmka) i pepela (1,27%, mlađ i 1,29%, konzumna pastrmka). U filetima konzumne pastrmke je utvrđen veći sadržaj proteina (18,69%) i manji sadržaj vode (75,40%) u poređenju sa njihovim sadržajem u filetima mlađi (17,72% proteina i 77,11% vode). Sadržaj holesterola je bio 82,59 mg/100 g (mlađ) i 70,12 mg/100 g (konzumna pastrmka).

U filetima mlađi i konzumne pastrmke utvrđena je statistički značajna razlika ( $p < 0,05$ ) u sadržaju ukupnih zasićenih masnih kiselina (31,81% i 29,14%, respektivno), polinezasićenih masnih kiselina – PNMK (33,93% i 36,78%, respektivno) i n-3 masnih kiselina (17,17% i 19,20%, respektivno). Sadržaj mononezasićenih masnih kiselina je bio sličan i iznosio je u mlađi 33,30% i u konzumnoj pastrmci 33,05%. Nije postojala statistički značajna razlika ( $p > 0,05$ ) u sadržaju ukupnih n-6 masnih kiselina u mlađi (16,76%) i konzumnoj ribi (17,58%). Veće količine n-3 PNMK u filetima mlađi (17,17%) i konzumne pastrmke (19,20%) i manje količine n-6 PNMK (16,76% u mlađi i 17,58% u konzumnoj pastrmci) daju povoljan odnos n-3 i n-6 (1,02 u mlađi i 1,09 u konzumnoj pastrmci).

Sadržaj eikozapentaenske (EPA, C20:5 n-3) i dokozaheksaenske kiseline (DHA, C22:6 n-3) bio je 2,78% i 8,21% u mlađi i 3,36% i 9,29% u konzumnoj ribi, respektivno. Sadržaj EPA+DHA u ukupnim masnim kiselinama je bio 10,99% u mlađi i 12,65% u konzumnoj kalifornijskoj pastrmci. Konzumiranjem 200 g ove ribe unos poželjnih masnih kiselina, EPA i DHA, iznosi 0,84 g za mlađ, odnosno 1,06 g za konzumnju kalifornijsku pastrmku, što je u skladu sa preporukom Američkog udruženja za srce za osobe sa kardiovaskularnim oboljenjima (dnevni unos: ukupno 1 g EPA i DHA).

Rast pastrmke je bio praćen povećanjem sadržaja proteina, smanjenjem sadržaja vode i povećanjem PNMK, naročito n-3 esencijalnih masnih kiselina. Zbog značajnog sadržaja proteina i nezasićenih masnih kiselina i male količine masti, kalifornijska pastrmka se može svrstati u jednu od nutritivno najvrednijih namirnica u ishrani ljudi.

**ključne reči:** Kalifornijska pastrmka, hemijski sastav, holesterol, masne kiseline, n-3 PNMK.

## Uvod

Nutritivni i zdravstveni značaj mesa ribe jedan je od razloga za neprestani rast potražnje ribe, posebno ribe iz akvakulture (Burger i Gochfeld, 2009).

Kalifornijska pastrmka (*Oncorhynchus mykiss*) je jedna od najvažnijih salmonidnih vrsta ribe

i spada u ribe hladnih voda. Jedna je od najpoznatijih vrsta ribe u prirodi (Tikeogly, 2000), ali je u mnogim zemljama poznata i prihvaćena kao uzgajana vrsta, zbog brzog rasta i odličnog nutritivnog kvaliteta. U mesu ove ribe prosečan sadržaj proteina je 18,8–19,3%, masti 1,2–8,8%, vode 73,0–78,0% i mineralnih materija 1,2%. Zbog lakše svarljivosti i

**Napomena:** Rezultati su proistekli iz rada na realizaciji projekta Ev. br. TR 31011, koji, u okviru Programa istraživanja u oblasti tehnološkog razvoja, finansira Ministarstvo prosvete i nauke Republike Srbije.

<sup>1</sup>Institut za higijenu i tehnologiju mesa, Kačanskog 13, 11000 Beograd, Republika Srbija;

<sup>2</sup>Univerzitet u Beogradu, Fakultet veterinarske medicine, Bulevar oslobođenja 18, 11000 Beograd, Republika Srbija.

**Autor za kontakt:** Vranić Danijela, [danim@inmesbgd.com](mailto:danim@inmesbgd.com)

manje opterećenosti različitim aditivima koji se u savremenoj proizvodnji koriste u preradi mesa krupne stoke i živine, meso ribe se naročito preporučuje u ishrani dece, starih i obolelih osoba (Ćirković i dr., 2002; Vladau i dr., 2008). Meso pastrmke je izuzetno cenjeno i zbog svoje mekoće, sočnosti i ukusa.

Kalifornijska pastrmka je vrlo tolerantna na uslove životne sredine i intenzivno se gaji za konzum (Simonović, 2001). Uzgaja se dok ne dostigne telesnu masu od najmanje 200 g, što se, najčešće postiže u drugoj godini života, a u povoljnim uslovima uzgoja već i u prvoj. Na veličinu prirasta ribe utiču mnogi faktori (kvantitet i kvalitet vode, sadržaj kiseonika u vodi, broj izmena vode u toku 24 časa, pH vrednost i temperatura vode, gustina nasada i dr.), ali je ishrana najvažnija.

Promene u hemijskom sastavu mesa ribe su povezane sa starošću i veličinom ribe (Fauconneau i dr., 1995). Sadržaj masti raste sa povećanjem veličine ribe (Kießling i dr., 1991a), kao i sa brzinom rasta, na koji utiče ishrana, a inverzno je povezan sa sadržajem vode (Kaushik, 1995; Vranić i dr., 2010a). Sadržaj proteina je stabilan tokom perioda rasta (Shimeno i dr., 1990), osim u slučaju nedovoljne i neizbalansirane ishrane (Zeitler i dr., 1984). Utvrđeno je da sadržaj proteina raste ukoliko je rast stimulisan primenom steroida (Lone i Matty, 1984; Basavaraja i dr., 1989). Ostali faktori (temperatura, pokretljivost, dodavanje steroida) indirektno stimulišu ishranu i takođe povećavaju sadržaj masti (Lone i Matty, 1984; Viola i dr., 1992). U stabilnim uslovima gajenja, porast ribe je u direktnoj vezi sa iskoristljivošću hrane i uzrastom (Kießling i dr., 1991b; Menoyo i dr., 2007).

Sadržaj holesterola u životinjskim tkivima u vezi je sa načinom i kvalitetom ishrane (Konjufca i dr., 1997), uprkos regulatornom mehanizmu sinteze i apsorpcije holesterola (Harris i dr., 1993). Sadržaj holesterola u tkivu životinja je pod uticajem sastava hrane, posebno odnosa polinezasićenih n-3 i n-6 masnih kiselina (Komprda i dr., 2003).

Dosadašnja ispitivanja su pokazala da većina riba, sadrži sličan sadržaj holesterola (49–92 mg/100g), kao i svinjsko i goveđe meso (45–84 mg/100g), (Piironen i dr., 2002). U pomenutoj studiji, se navodi da sadržaj holesterola nije u korelaciji sa sadržajem masti, i da, slično kao i kod mesa krupne stoke, konzumiranje ribe sa smanjenim sadržajem masti nikako ne znači i smanjen unos holesterola. Rezultati koje su dobili Cahu i dr., (2004) ukazuju da riba iz akvakulture, iako ima veći sadržaj masti, ima isti sadržaj holesterola (izražen kao g/100 g uzorka) kao i ista vrsta ribe iz slobodnog izlova. Međutim, Moreira i dr., 2001, ukazuju da

se sadržaj holesterola u slatkovodnoj ribi iz slobodnog izlova i akvakulture razlikuje i da zavisi od vrste ribe. Mathew i dr. (1999) i Luzia i dr. (2003) konstatuju da je za ljudsko zdravlje pogodnija ishrana rečnom ribom, nego morskom i da je sadržaj holesterola u rečnoj ribi niži u odnosu na morsku ribu. Brojna klinička i epidemiološka ispitivanja ukazuju na vezu između holesterola unetog hranom, holesterola u plazmi i ateroskleroze (Orban i dr., 2006). Od značaja je, međutim, da na nivo holesterola u krvi, pored povećanog alimentarnog unosa samog holesterola i prevelikog energetskog unosa, utiče i povećan unos nekih zasićenih masnih kiselina (ZMK) dugog lanca i povećan unos transizomera nezasićenih masnih kiselina (Hornstra, 1999; Lepšanić, 2003; Kris-Etherton i dr., 2001).

Sa aspekta zdravlja, meso ribe predstavlja najznačajniji izvor n-3 polinezasićenih masnih kiselina (PNMK), a povoljan uticaj ovih masnih kiselina na zdravlje čoveka dokazan je u mnogim studijama (Von Shacky, 2001; Mozaffarian i dr., 2004; Sahena i dr., 2009; Barcelo-Coblijn i Murphy, 2009), kojima se potvrđuje povezanost potrošnje ribe sa njenim uticajem na sprečavanje nastanka koronarnih oboljenja, posebno infarkta miokarda, arterioskleroze, hipertenzije i drugih oboljenja kardiovaskularnog sistema (Kris-Etherton i dr., 2002; Myneris-Perxachs i dr., 2010).

Konstatovano je da, od 30 vrsta riba iz akvakulture i slobodnog izlova, najveće količine n-3 PNMK sadrže gajeni losos i gajena pastrmka (više od 4 g/100 g). Najveće varijacije u sadržaju n-3 masnih kiselina ustanovljene su kod pastrmke, kao posledica različitih načina uzgoja i ishrane ribe, u različitim akvakulturnim uslovima.

Istraživanja Cahu i dr., 2004 ukazuju da i slatkovodna riba može da bude izvor n-3 PNMK (EPA, eikozapentaenska i DHA, dokozaheksaenska kiselina) zbog činjenice da ova vrsta ribe poseduje veću sposobnost desaturacije nekih masnih kiselina i njihove transformacije u dugolančane PNMK (EPA i DHA), (Lichtenstein i dr., 2006) u odnosu na morsku ribu. Riba iz slobodnog izlova, u odnosu na gajenu ribu iste vrste, sadrži manje masti i veće količine n-3 PNMK, EPA i DHA, kada se one izraze kao procentualni udeo ukupno prisutnih masnih kiselina. Međutim, s obzirom da riba iz akvakulture sadrži veći procenat ukupne masti, kada se vrednosti za PNMK izraze na 100 g ribe, unos n-3 PNMK u organizam čoveka je veći kada se konzumira gajena riba u odnosu na istu vrstu ribe iz slobodnog izlova, odnosno riba koja sadrži veće količine masti u odnosu na posniju ribu (Cahu i dr., 2004; Lichtenstein i dr., 2006).

Sastav masnih kiselina kod ribe varira unutar i između vrsta (Haliloğlu i Aras, 2002; Celik i Göçke, 2003), a mnogobrojni činioci, kao što su temperatura, kvalitet vode, vrsta i dostupnost hrane, sezona, uzrast, pol, reproduktivni status, geografska lokacija i individualne razlike smatraju se značajnim činiocima koji dodatno doprinose ovim varijacijama (Grigorakis i dr., 2002; Skali i Robin, 2004; Skali i dr., 2006; Valente i dr., 2007; Robin i Skali, 2007). Masnokiselinski sastav hrane bitno utiče na sastav masnih kiselina u mesu ribe (Caballero i dr., 2002; Tocher i dr., 2004; Steffens i Wirth, 2007; Valente i dr., 2007). Hrana bogatija n-3 masnim kiselinama, pri istim uslovima uzgoja, značajno utiče na povećanje odnosa n-3/n-6 PNMK u tkivima ribe (Bell i dr., 2001; Grisdale-Helland i dr., 2002; Person-Le Ruyet i dr., 2004; Skalli i dr., 2006).

Riba gajena u akvakulturi može pokazivati varijacije u hemijskom sastavu, ali se te promene mogu predvideti. Kontrolisani uslovi gajenja, sastav hrane, sadržaj proteina i masti u hrani, uslovi okoline, veličina ribe i genetski potencijal utiču na sastav i kvalitet gajene ribe.

Kvalitet lipida riba je definisan odnosima n-3/n-6 i PNMK/ZMK (Ahlgren i dr., 1996). Pored unosa optimalnih količina esencijalnih masnih kiselina, bitan je i odnos u kom se one unose (optimalan odnos n-3/n-6 je 1:4 do 1:5) (Baltić i dr., 2003). Odnos esencijalnih masnih kiselina n-3/n-6 kod rečne ribe se kreće od 0,5 do 3,8, dok je kod morske ribe, koju karakteriše veći sadržaj n-3 polinezasićenih masnih kiselina, taj odnos veći i kreće se između 4,7 i 14,4 (Handerson i Tocher, 1987). U pogledu prehrambene vrednosti masti, vrlo je važan odnos između polinezasićenih i zasićenih masnih kiselina, tj. P/S indeks, koji bi morao biti veći od 0,5 (Žlender i Gašperlin, 2005). P/S indeks manji od 0,45 smatra se nepovoljnim (Santos-Silva i dr., 2002) jer može dovesti do pojave hiperholesterolemije. Takođe, veoma značajan je i odnos nezasićenih i zasićenih masnih kiselina, za koji je poželjno da je veći od 3 (AFSSA, 2003).

Da bi se procenio nutritivni kvalitet mlađi i konzumne kalifornijske pastrmke iz akvakulture, kao cilj ovog rada postavljeno je da se ispita i upoređi hemijski sastav, sadržaj holesterola i masnokiselinski profil fileta ovih riba, gajenih u ribnjaku sa intenzivnom proizvodnjom.

## Materijal i metode

### Uzimanje uzoraka

Uzorci mlađi i konzumne kalifornijske pastrmke uzorkovani su na ribnjaku sa intenzivnom proizvodnjom „Ribnik“, koji se nalazi u blizini Mrkonjić Grada, Republika Srpska, Bosna i Hercegovina, u avgustu 2010. godine. Temperatura vode u ribnjaku iznosila je 8°C. Za potrebe ispitivanja uzorkovano je 6 jedinki mlađi i 6 jedinki konzumne kalifornijske pastrmke. Prosečna masa mlađi je bila 99 grama, a prosečna dužina 18,6 cm, dok je konzumna kalifornijska pastrmka imala prosečnu masu 229 grama i prosečnu dužinu 23,3 cm. Mlađ i konzumna pastrmka su hranjene kompletnom hranom za pastrmku, sličnog sastava (riblji proizvodi, ulja i masnoće, proizvodi od žita i semena uljarica), prilagođene uzrastu.

Uzorci su, do laboratorijskih određivanja, čuvani na -18°C. Riba je, pre ispitivanja, ostavljena sat vremena na sobnoj temperaturi, da bi se delimično odmrzla i lakše skinula koža, odvojila glava i rep i uklonila utroba. Odvojeni fileti ribe su homogenizovani u homogenizatoru Braun CombiMax 600.

### Analiza hemijskog sastava fileta ribe

Sadržaj proteina (N × 6,25) određen je metodom po Kjeldahlu, korišćenjem aparata za digestiju (Digestion System 20, Foss Tecator, Sweden) i poluautomatske destilacione jedinice (Kjeltec Auto 1030 Analyzer, Tecator, Sweden), u skladu sa uputstvom proizvođača. Sadržaj vlage određen je sušenjem na 103 ± 2°C, do konstantne mase (SRPS ISO 1442:1998). Ukupna mast određena je ekstrakcijom masti petroletrom po Soxhletu, nakon kisele hidrolize uzorka (SRPS ISO 1443:1992). Sadržaj pepela je određen merenjem mase ostatka nakon žarenja na 550 ± 25°C (SRPS ISO 936:1999).

### Analiza sastava masnih kiselina

Masne kiseline u filetima ribe određene su, kao metilestri, kapilarnom gasnom hromatografijom, na aparatu GC Shimadzu 2010 (Kyoto, Japan), sa plameno-jonizujućim detektorom, nakon ASE (accelerated solvent extraction) ekstrakcije ukupnih lipida smešom n-heksana i 2-propanola (3:2 v/v) i njihove transesterifikacije pomoću trimetilsulfonijum hidroksida. Uslovi određivanja su detaljnije opisani u našem prethodnom saopštenju (Spirić i dr., 2009).



## Određivanje sadržaja holesterola

Sadržaj holesterola u filetima ribe određen je, nakon direktne saponifikacije (bez prethodne ekstrakcije lipida), prema metodi *Maraschiello i dr.* (1996) tehnikom visoko efikasne tečne hromatografije, na aparatu HPLC Waters-2695 Separation modul, sa PDA detektorom (Waters 2996 Photodiodearray detector). Uslovi određivanja su detaljno ranije opisani (*Spirić i dr.*, 2009).

### Statistička analiza

Eksperimentalni podaci, prikazani kao srednja vrednost  $\pm$  standardna devijacija, su statistički obrađeni analizom varijanse (ANOVA test) na nivou značajnosti  $p = 0,05$ . Za određivanje grupe rezultata čije se srednje vrednosti statistički značajno razlikuju korišćen je parametar najmanje značajne razlike (least significant difference). Za statističku obradu rezultata korišćen je softver Microsoft Office Excel 2003 i njegov standardni dodatak Data Analysis ToolPak.

## Rezultati i diskusija

Rezultati ispitivanja hemijskog sastava i sadržaja holesterola u filetima mlađi i konzumne kalifornijske pastrmke su prikazani u tabeli 1. Na osnovu dobijenih rezultata, uočava se da ne postoje značajne razlike ( $p > 0,05$ ) u sadržaju ukupnih lipida u ispitivanim filetima ribe ( $3,81 \pm 0,42\%$ , mlađ i  $4,17 \pm$

$0,51\%$ , konzumna pastrmka), kao i u sadržaju pepela ( $1,27 \pm 0,06\%$ , mlađ i  $1,29 \pm 0,02\%$ , konzumna pastrmka). U filetima konzumne pastrmke je utvrđen veći sadržaj proteina ( $18,69 \pm 0,46\%$ ) i manji sadržaj vode ( $75,40 \pm 1,14\%$ ) u poređenju sa njihovim sadržajem u filetima mlađi ( $17,72 \pm 0,40\%$  proteina i  $77,11 \pm 0,38\%$  vode). Može se uočiti da je sadržaj lipida u ispitivanim filetima mlađi i konzumne pastrmke indirektno proporcionalan sadržaju vode. Hemijski sastav mišićnog tkiva ribe tokom perioda rasta delimično je povezan sa veličinom ribe i brzinom rasta, a delimično sa ishranom. Sadržaj masti se povećava sa povećanjem veličine ribe, kao i sa brzinom rasta, na koji utiče ishrana, a inverzno je povezan sa sadržajem vode (*Kaushik*, 1995; *Kiessling i dr.*, 1991a). Količina masti u mesu ribe nije konstantna i menja se tokom rasta ribe, a obrnuto je proporcionalna sadržaju vode u ribi (*Brkić*, 1996). Riba različitog uzrasta ima različit sadržaj masti, a uzrok tome je intenzivniji rast mlađe ribe (*Krvarić i Mužinić*, 1950). U stabilnim uslovima uzgoja, rast ribe je u direktnoj vezi sa stepenom iskoristljivosti hrane i starošću ribe (*Kiessling i dr.*, 1991b).

Utvrđeni sadržaj proteina u filetima konzumne kalifornijske pastrmke ( $18,69\%$ ) je bio niži u poređenju sa podacima koje iznose *Bud i dr.*, 2008 ( $18,88\%$ ) i *Celik i dr.*, 2008a ( $19,6\%$ ), dok je sadržaj masti ( $4,17\%$ ) bio veći u poređenju sa publikovanim podacima *Bud i dr.*, 2008 ( $2,94\%$  masti), a sličan podatku koji iznosi *Celik i dr.*, 2008b ( $4,43\%$  masti). Sadržaj vode ( $75,40\%$ ) je bio manji u odnosu na sa-

**Tabela 1.** Hemijski sastav i sadržaj holesterola u filetima mlađi i konzumne kalifornijske pastrmke (srednja vrednost  $\pm$  standardna devijacija),  $n = 6$   
**Table 1.** Chemical composition and cholesterol content in filets of fingerlings and marketable size rainbow trout (mean value  $\pm$  standard deviation),  $n = 6$

Parametri/Parameters	Mlađ/Fingerlings	Konzumna pastrmka / Marketable size rainbow trout
Sadržaj proteina, %/ Protein content, %	$17,72 \pm 0,40^a$	$18,69 \pm 0,46^b$
Sadržaj vlage, %/ Moisture content, %	$77,11 \pm 0,38^a$	$75,40 \pm 1,14^b$
Sadržaj ukupne masti, %/ Total fat content, %	$3,81 \pm 0,42^a$	$4,17 \pm 0,51^a$
Sadržaj pepela, %/ Ash content, %	$1,27 \pm 0,06^a$	$1,29 \pm 0,02^a$
Sadržaj holesterola, mg / 100g/ Cholesterol content, mg / 100g	$82,59 \pm 4,61^a$	$70,12 \pm 14,25^b$

a,b – srednje vrednosti u istom redu sa istim superskriptom se statistički značajno ne razlikuju ( $p > 0,05$ )/

a,b – means in the same row followed by the same letters do not differ significantly ( $p > 0.05$ )

držaj vode u ispitivanjima Bud i dr., 2008 (77,03%) i veći u odnosu na vrednost za sadržaj vode u studiji Celik i dr., 2008a (71,65%), dok je procenat pepela (1,29 %) bio sličan rezultatima Bud i dr., 2008 (1,15) i Celik i dr., 2008b (1,36%). Prema navodima Savić i dr., 2004 i Bud i dr., 2008, sadržaj ukupne masti u filetima konzumne pastrmke može da se kreće od 2,7 do čak 9%, u zavisnosti od starosti, fiziološkog stanja, vremena ulova, individualnih razlika.

Hemijski sastav pastrmke zavisi od uzrasta i mnogih ekoloških faktora (Plavša i dr., 2000; Rasmussen i dr., 2000). U ispitivanjima Plavše i dr. (2000), utvrđeni sadržaj vode je 72,85–74,20%, proteina 18,16–18,51%, masti 7,02–8,27% i pepela 1,27–1,28%, dok je u studiji Savić i dr. (2004) utvrđeno 71,95% vode, 17,13% proteina, 9,07% masti i 1,45% pepela u filetima pastrmke.

Sadržaj holesterola u filetima mlađi i konzumne kalifornijske pastrmke iznosi  $82,59 \pm 4,61$  mg/100 g i  $70,12 \pm 14,25$  mg/100 g, respektivno. Vrednosti koje su dobijene u našem istraživanju su veće u odnosu na vrednosti koje navode Kopicova i Vavreina, 2007 (pastrmka *Salmo trutta* 41 mg/100 g); Celik i dr., 2008 (jezerska pastrmka u Turskoj 35,04 mg/100 g); Piironen i dr., 2002 (pastrmka *Salmo gairdneri* 60–65 mg/100 g); Vranić i dr., 2010a (mlađ

46,02 mg/100 g i konzumna pastrmka iz akvakulture, 48,55 mg/100 g); Vranić i dr., 2010b (konzumna pastrmka iz akvakulture, 44,12 do 46,47 mg/100 g ), a značajno niže u odnosu na sadržaj holesterola koji je prikazan u pomenutoj studiji Kopicove i Vavreinoe, 2007 (pastrmka *Salvelinus fontinalis* 117 mg/100 g).

U tabeli 2 je prikazan ukupan sadržaj zasićenih, mononezasićenih, polinezasićenih, n-3 i n-6 masnih kiselina (% od ukupnih masnih kiselina), kao i  $\Sigma$ n-3/ $\Sigma$ n-6, U/S i P/S odnosi masnih kiselina.

Prema našim rezultatima, prosečan sadržaj ukupnih zasićenih masnih kiselina u filetima mlađi ( $31,81 \pm 0,96\%$ ) je bio veći u odnosu na prosečan sadržaj ovih kiselina u filetima konzumne pastrmke ( $29,14 \pm 1,08\%$ ). Od pojedinačnih zasićenih masnih kiselina, u ispitivanim filetima ribe, najviše je zastupljena palmitinska kiselina (22,16%, mlađ i 20,51%, konzumna pastrmka).

Sadržaj ukupnih mononezasićenih masnih kiselina iznosi 33,30% (mlađ) i 33,05% (konzumna pastrmka), što je niže u odnosu na studiju De Francesco i dr., 2004 (38,55%).

Prosečan sadržaj PNMK (36,78%) i n-3 masnih kiselina (19,20%) je veći u filetima konzumne pastrmke u poređenju sa njihovim sadržajem u filetima mlađi (33,93%, ukupne PNMK i 17,17%, uku-

**Tabela 2.** Sadržaj masnih kiselina (% od ukupnih masnih kiselina) u filetima mlađi i konzumne kalifornijske pastrmke (srednja vrednost  $\pm$  standardna devijacija), n = 6

**Table 2.** Fatty acids content composition (% of total fatty acids) in fillets of fingerlings and marketable size rainbow trout (mean value  $\pm$  standard deviation), n = 6

Masne kiseline/ Fatty acids	Mlađ/ Fingerlings	Konzumna pastrmka/ Marketable rainbow trout
$\Sigma$ ZMK/SFA	$31,81 \pm 0,96^a$	$29,14 \pm 1,08^b$
$\Sigma$ MNMK/MUFA	$33,30 \pm 1,31^a$	$33,05 \pm 0,93^a$
$\Sigma$ PNMK/PUFA	$33,93 \pm 1,43^a$	$36,78 \pm 1,85^b$
$\Sigma$ n-3	$17,17 \pm 1,69^a$	$19,20 \pm 0,74^b$
$\Sigma$ n-6	$16,76 \pm 0,51^a$	$17,58 \pm 1,14^a$
$\Sigma$ n-3/ $\Sigma$ n-6	$1,02 \pm 0,12^a$	$1,09 \pm 0,04^a$
U/S	$2,11 \pm 0,09^a$	$2,40 \pm 0,12^b$
P/S	$1,04 \pm 0,08^a$	$1,26 \pm 0,10^b$

**Legenda/Legend:**

ZMK/SFA – zasićene masne kiseline/saturated fatty acids

MNMK/MUFA – mononezasićene masne kiseline/monounsaturated fatty acids

PNMK/PUFA – polinezasićene masne kiseline/polyunsaturated fatty acids

U/S = (MNMK + PNMK)/ZMK/MUFA+PUFA/SFA

P/S = PNMK/ZMK

a,b – srednje vrednosti u istom redu sa istim superskriptom se statistički značajno ne razlikuju ( $p > 0,05$ )/

a,b – means in the same row followed by the same letters do not differ significantly ( $p > 0.05$ )

pne n-3 masne kiseline). Najviše zastupljena n-3 masna kiselina u ispitivanim filetima oba uzrasta ribe je 22:6 n-3, DHA (8,21%, mlađ i 9,29%, konzumna pastrmka), (rezultati nisu dati u radu). *Caballero i dr.*, 2002, navode različite količine ove masne kiseline u filetima pastrmke (5,1–19,9%) kao i sadržaj ukupnih n-3 masnih kiselina (13,3–20,3%), u zavisnosti od izvora lipida u hrani (ribljeg, repičinog, sojinog i palminog ulja). Sadržaj 20:5 n-3 (EPA) je bio 2,78% u filetima mlađi i 3,36% u filetima konzumne pastrmke a prema *Caballero i dr.*, 2002 je 2,2–2,4.

Na osnovu dobijenih rezultata, uočava se da ne postoje značajne razlike ( $p > 0,05$ ) u sadržaju ukupnih n-6 masnih kiselina u mlađi ( $16,76 \pm 0,51\%$ ) i konzumnoj ribi ( $17,58 \pm 1,14\%$ ).

Veće količine n-3 PNMK u filetima mlađi (17,17%) i konzumne pastrmke (19,20%) i manje količine n-6 PNMK (16,76% u mlađi i 17,58% u konzumnoj pastrmci) daju povoljan odnos  $\Sigma n-3/\Sigma n-6$  (1,02 u mlađi i 1,09 u konzumnoj pastrmci). U studiji *Halilogly i Aras*, 2002, u filetima kalifornijske pastrmke je utvrđen odnos  $\Sigma n-3/\Sigma n-6$  od 1,53.

Ishrana sa izbalansiranim odnosom  $\Sigma n-3/\Sigma n-6$  važna je za uzgoj zdrave ribe i za proizvodnju kvalitetne hrane za ljudsku ishranu (*Steffens*, 1997).

Na osnovu naših ispitivanja, dobijene vrednosti za P/S indeks u filetima mlađi i konzumne kalifornijske pastrmke su 1,04 i 1,26, respektivno. U filetima mlađi je utvrđena vrednost za U/S odnos 2,11, dok je u filetima konzumne pastrmke ovaj odnos bio povoljniji i iznosio je 2,40.

U mnogim studijama je utvrđeno da je vrsta i količina masnih kiselina u mišićnom tkivu ribe u direktnoj vezi sa njenom ishranom (*Guler i dr.*, 2008), mada i ostali faktori, kao što su veličina i starost ribe, reproduktivni status, geografska lokacija mogu da utiču na masnokiselinski profil ribe. Istraživanja *Cordier i dr.*, 2002 i *Tocher i dr.*, 2004 su pokazala da unutar iste vrste ribe masnokiselinski sastav jedinki može da varira u zavisnosti od pola, stanja ekosistema, uslova sredine, sezone i drugih činilaca. Istraživanja *Spirić i dr.*, (2009), su takođe potvrdila da je kalifornijska pastrmka iz akvakulture, hranjena hranom sličnog sastava i uzorkovana u dva različita vremenska perioda, imala različit masnokiselinski profil, odnosno različit sadržaj PUFA, n-6 i n-3 masnih kiselina, što se, pre svega, može objasniti promenama u stanju ekosistema (temperatura, pH, količina kiseonika).

Američko udruženje za srce (*American Heart Association*) preporučuje konzumiranje ribe najmanje dva puta nedeljno. Za osobe sa kardiovaskularnim problemima preporučuje se konzumiranje 1 g EPA + DHA dnevno, a za pacijente sa povećanim sa-

držajem triglicerida u krvi 2-4 g EPA + DHA dnevno (*Domingo*, 2007; *Zatsick i Mayket*, 2007).

Naša istraživanja su pokazala da je sadržaj EPA, C20:5 n-3 i DHA, C22:6 n-3 bio 2,78% i 8,21% u mlađi i 3,36% i 9,29% u konzumnoj ribi, respektivno. Odnosno udeo EPA + DHA u ukupnim masnim kiselinama bio 10,99%, u mlađi i 12,65%, u konzumnoj kalifornijskoj pastrmci. Kada se ove vrednosti preračunaju na porciju, konzumiranjem 200 g ove ribe unos poželjnih masnih kiselina, EPA i DHA, iznosi 0,84 g za mlađ, odnosno 1,06 g za konzumnu kalifornijsku pastrmku.

## Zaključak

Ne postoje značajne razlike u prosečnom sadržaju ukupne masti u filetima ribe ( $3,81 \pm 0,42\%$ , mlađ i  $4,17 \pm 0,51\%$ , konzumna pastrmka) i sadržaju pepela ( $1,27 \pm 0,06\%$ , mlađ i  $1,29 \pm 0,02\%$ , konzumna pastrmka).

U filetima konzumne pastrmke je utvrđen veći sadržaj proteina ( $18,69 \pm 0,46\%$ ) i manji sadržaj vode ( $75,40 \pm 1,14\%$ ) u poređenju sa njihovim sadržajem u filetima mlađi ( $17,72 \pm 0,40\%$  proteina i  $77,11 \pm 0,38\%$  vode).

Sadržaj holesterola u filetima mlađi i konzumne kalifornijske pastrmke iznosi  $82,59 \pm 4,61$  mg/100 g i  $70,12 \pm 14,25$  mg/100 g, respektivno.

Prosečan sadržaj ukupno zasićenih masnih kiselina u filetima mlađi ( $31,81 \pm 0,96\%$ ) je bio veći u odnosu na prosečan sadržaj ovih kiselina u filetima konzumne pastrmke ( $29,14 \pm 1,08\%$ ).

Sadržaj mononezasićenih masnih kiselina iznosi 33,30% (mlađ) i 33,05% (konzumna pastrmka).

Prosečan sadržaj PNMK (36,78%) i n-3 (19,20%) masnih kiselina je veći u filetima konzumne pastrmke u poređenju sa njihovim sadržajem u filetima mlađi (33,93% PNMK i 17,17% n-3 masne kiseline).

Odnos  $\Sigma n-3/\Sigma n-6$  u filetima mlađi i konzumne pastrmke je blizak i iznosi 1,02 i 1,09, respektivno, dok su U/S i P/S odnosi 2,11 i 2,40 u filetima mlađi i 1,04 i 1,26 u filetima konzumne pastrmke.

Rast pastrmke, osim porasta mase, bio je prćen i povećanjem sadržaja proteina, smanjenjem sadržaja vode i promenom masnokiselinskog profila (povećanje sadržaja PNMK, naročito n-3 esencijalnih masnih kiselina).

Zbog značajnog sadržaja proteina i nezasićenih masnih kiselina i male količine masti, kalifornijska pastrmka se može svrstati u jednu od nutritivno najvrednijih namirnica u ishrani ljudi.



## Literatura

- AFSSA, 2003. Acides gras de la famille omega 3 et systeme cardiovasculaire: interet nutritionnel et allegations, AFAAA.
- Ahlgren G., Blomqvist P., Boberg M., Gustafsson I. B., 1996. Fatty acid content of the dorsal muscle-an indicator of fat quality in freshwater fish. *Journal of Fish Biology*, 45, 131–157.
- Baltić Ž. M., Nedić D., Dragičević D., 2003. Meso i zdravlje ljudi. *Veterinarski žurnal Republike Srpske*, 3, 3–4, 131–138.
- Barcelo-Coblijn G., Murphy E. J., 2009. Alpha-linolenic acid and its conversion to longer chain n–3 fatty acids; Benefits for human health and a role in maintaining tissue n–3 fatty acids levels. *Progress in Lipid Research*, 48, 355–374.
- Basavaraja N., Nandeeshha M. C., Varghese T. J., 1989. Effects of diethylstilbestrol on the growth body composition and organoleptic quality of the common carp. *Indian Journal of Animal Science*, 59, 757–762.
- Bell J. G., McEvoy J., Tocher D. R., McGhee F., Campbell P. J., Sargent J. R., 2001. Replacement of fish oil with rapeseed oil in diets of Atlantic salmon (*Salmo salar*) affects tissue lipid compositions and hepatocyte fatty acid metabolism. *Journal of Nutrition*, 131, 1535–1543.
- Brkić B., 1966. O hemijskom sastavu i hranjivoj vrednosti ribljeg mesa. *Morsko ribarstvo*, 8, 11–12, 109–112.
- Bud I., Ladesi D., Reka S. T., Negrea O., 2008. Study concerning chemical composition of fish meat depending on the considered species. *Zoorehnie si Biotehnologii*, 42, 2, 201–206.
- Burger J., Gochfeld M., 2009. Perceptions of the risks and benefits of fish consumption: Individual choices to reduce risk and increase health benefits. *Environmental Research*, 109, 343–349.
- Caballero M. J., Obach A., Rosenlund 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.
- Cahu C., Salen P., de Lorgeril M., 2004. Farmed and wild fish in the prevention of cardiovascular diseases: Assessing possible differences in lipid nutritional values. *Nutrition Metabolism and Cardiovascular Diseases*, 14, 34–41.
- Celik M., Gökçe M., 2003. Determination of fatty acid compositions of five different tilapia species from the Çukurova (Adana/Turkey) region. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences*, 27, 75–79.
- Celik M., Gocke M. A., Basusta N., Kucukgulmez A., Tasbozan O., Tabakogly S. S., 2008a. Nutritional quality of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) caught from the Atatürk Dam lake in Turkey. *Journal of Muscle Foods*, 19, 1, 50–61.
- Celik M., Gocke M., Basusta N., Kucukgulmez A., Tasbozan O., Tabakogly S., 2008b. Nutritional quality of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) caught from the Atatürk Dam lake in Turkey. *Journal of Muscle Foods*, 19, 1, 50–61.
- Cordier M., Brichon G., Weber J. M., Zwingelstein G., 2002. Changes in the fatty acid composition of phospholipids in tissues of farmed sea bass (*Dicentrarchus labrax*) during an annual cycle. Roles of environmental temperature and salinity. *Comparative Biochemistry and Physiology, Part B*, 133, 281–288.
- Ćirković M., Jovanović B., Maletin S., 2002. Ribarstvo–biologija–tehnologija–ekologija–ekonomija. Poljoprivredni fakultet, Univezitet u Novom Sadu.
- 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, 1/4, 413–429.
- Domingo J. L., 2007. Omega-3 fatty acids and the benefits of fish consumption: Is all that glitters gold? *Environment International*, 33, 993–998.
- Fauconneau B., Alami-Durante H., Laroche M., Marcel J., Vallot D., 1995. Growth and meat quality relations in carp. *Aquaculture*, 129, 265–297.
- Grigorakis K., Alexis M. N., Taylor K. D. A., Hole M., 2002. Comparison of wild and cultured gilthead sea bream (*Sparus aurata*); composition, appearance and seasonal variations. *International Journal of Food Science and Technology*, 37, 477–484.
- Grisdale-Helland B., Ruyter B., Rosenlund G., Obach A., Helland S. J., Sandberg M. G., Standal H., Rosjo C., 2002. Influence of high contents of dietary soybean oil on growth, feed utilization, tissue fatty acid composition, heart histology and standard oxygen consumption of Atlantic salmon (*Salmo salar*) raised at two temperatures. *Aquaculture*, 207, 311–329.
- Guler G.O., Kiztanir B., Aktumsek A., Citil O.B., Ozparlak H., 2008. Determination of the seasonal changes on total fatty acid composition and w3/w6 ratios of carp (*Cyprinus carpio L.*) muscle lipids in Beysehir Lake (Turkey). *Food Chemistry*, 108, 689–694.
- Haliloğlu H. I., Aras N. M., 2002. Comparison of muscle fatty acids of three trout species (*Salvelinus alpinus*, *Salmo trutta fario*, *Oncorhynchus mykiss*) raised under the same conditions. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences*, 26, 1097–1102.
- Handerson R. J., Tocher, D. R., 1987. The lipid composition and biochemistry of freshwater fish. *Prog. Lipid Res.*, 26, 281–347.
- Harris K. B., Cross H. R., Pond W. G., Mersmann H. J., 1993. Effect of dietary fat and cholesterol level on tissue cholesterol concentrations of growing pigs selected for high and low cholesterol serum. *Journal of Animal Science* 71, 807–810.
- Hornstra G., 1999. Lipids in functional foods in relation to cardiovascular disease. *Fett/Lipid*, 101, 456–466.
- Kaushik S. J., 1995. Nutrient requirements, supply and utilization in the contest of carp culture. *Aquaculture*, 129, 225–241.
- Kiessling A., Kiessling K.-H., Storebakken T., Asgard T., 1991a. Changes in the structure and function of the epaxial muscle of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) in relation to ration and age, III-chemical composition. *Aquaculture*, 93, 373–387.
- Kiessling A., Kiessling K. H., Storebakken T., Asgard T., 1991b. Changes in the structure and function of the epaxial muscle of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) in relation to ration and age, I-growth dynamics. *Aquaculture*, 93, 335–356.
- Komprda T., Zelenka J., Bakay P., Kladroba D., Blažkova E., Fajmonova E., 2003. Cholesterol and fatty acid content in meat of turkeys fed diets with sunflower, linseed or fish oil. *Arch. Geflugelk*, 67, 65–67.

- Konjufca V.H., Pesti G.M., Bakalli R.L., 1997.** Modulation of cholesterol levels in broiler meat by dietary garlic and copper. *Poultry Science*, 76, 1264–1271.
- Kopicova Z., Vavreinova S., 2007.** Occurrence of squalene and cholesterol in various species of Czech freshwater fish. *Czech Journal of Food Sciences*, 25, 4, 195–201.
- Kris-Eherton P. M., Harris W. S., Appel L. J., 2002.** Fish consumption, fish oil, omega-3 fatty acids and cardiovascular disease. *Circulation*, 106, 2747–2757.
- Kris-Eherton P., Daniels S. R., Eckel R. H., Engler M., Howard B. V., Krauss R. M., Lichtenstein A. H., Sacks F., Jears St., Stampfer M., 2001.** Summary of the scientific conference on dietary fatty acids and cardiovascular health. *Circulation*, 103, 1034–1039.
- Krvarić M., Mužinić R., 1950.** Investigation into the content in the sardine tissues. *Acta Adriatica*, 8, 291–314.
- Lepšanović Lj., 2003.** Masti iz ishrane i oboljenja srca i krvnih sudova. *Uljarstvo*, 34, 3–21.
- Lichtenstein A. H., Appel L. J., Brands M., Carnethon M., Daniels S., Franch H. A., Franklin B., Kris-Eherton P., Harris W. S., Howard B., Karanja N., Lefevre M., Rudel L., Sacks F., Van Horn L., Winston M., Wylie-Rosett J., 2006.** Diet and lifestyle recommendations revision 2006: A scientific statement from the American Heart Association Nutrition Committee. *Circulation*, 114, 82–96.
- Lone K. L., Matty A. J., 1984.** Oral administration of an anabolic-androgenic steroid dimethazine increases the growth and food conversion efficiency and brings changes in molecular growth responses of carp (*Cyprinus carpio*) tissues. *Nutrition Reports International*, 29, 621–638.
- Luzia L. A., Sampaio G. R., Castellucci C. M. N., Torres E. A. F. S., 2003.** The influence of season on the lipid profiles of five commercially important species of Brazilian fish. *Food Chemistry*, 83, 93–97.
- Maraschiello C., Diaz I., Regueiro J. A. G., 1996.** Determination of cholesterol in fat and muscle of pig by HPLC and capillary gas chromatography with solvent venting injection. *Journal of High Resolution Chromatography*, 19, 165–168.
- Mathew S., Amnu K., Nair P. G. V., Devadasan K., 1999.** Cholesterol content of Indian fish and shellfish. *Food Chemistry*, 66, 455–461.
- Menoyo D., Lopez-Bote C. J., Diaz A., Obach A., Bautista J. M., 2007.** Impact of n-3 fatty acid chain length and n-3/n-6 in Atlantic salmon (*Salmo solar*) diets. *Aquaculture*, 276, 248–259.
- Moreira A. B., Visentainer J. V., de Souza N. E., Matsushita M., 2001.** Fatty acids profile and cholesterol contents of three Brazilian *Brycon* freshwater fishes. *Journal of Food Composition and Analysis*, 14, 565–574.
- Mozaffarian D., Psaty B. M., Rimm E. B., Lemaitre R. N., Burke G. L., Lyles M. F., Lefkowitz D., Siscovick D. S., 2004.** Fish intake and risk of incident atrial fibrillation. *Circulation*, 110, 368–373.
- Myneris-Perxachs J., Bondia-Pons I., Serra-Majem L., Castellote A.I., 2010.** Long-chain n-3 fatty acids and classical cardiovascular disease risk factors among the Catalan population. *Food Chemistry*, 119, 54–61.
- Orban E., Masci M., Nevigato T., Di Lena G., Casini I., Caproni R., Gambelli L., De Angelis P., Rampacci M., 2006.** Nutritional quality and safety of whitefish (*Coregonus lavaretus*) from Italian lakes. *Journal of Food Composition Analysis*, 19, 737–746.
- Person-Le Ruyet J., Skalli A., Dulau B., Le Bayon N., Le Delliou H., Robin J. H., 2004.** Does dietary n-3 highly unsaturated fatty acids level influence the European sea bass (*Dicentrarchus labrax*) capacity to adapt to a high temperature? *Aquaculture*, 242, 571–588.
- 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*, 15, 6, 705–713.
- Plavša N., Baltić M., Sinovec Z., Jovanović B., Kulišić B., Petrović J., 2000.** Uticaj ishrane obrocima različitog sastava na kvalitet mesa kalifornijske pastrmke (*Oncorhynchus mykiss Walbaum*). *Savremeno ribarstvo Jugoslavije – monografija, radovi saopšteni na IV Jugoslovenskom simpozijumu „Ribarstvo Jugoslavije“ – Vršac, Beograd.*
- Rasmussen R. S., Ostefeld T. H., Ronsholdt B. R., Mc Leon E., 2000.** Manipulation of end-product quality of rainbow trout with finishing diets. *Aquaculture Nutrition*, 6, 1, 17.
- Robin J. H., Skalli A., 2007.** Incorporation of dietary fatty acid in European sea bass (*Dicentrarchus labrax*) – A methodological approach evidencing losses of highly unsaturated fatty acids. *Aquaculture*, 263, 227–237.
- Sahena F., Zaidul I. S. M., Jinap S., Saari N., Jahurul H. A., Abbas K. A., Norulaini N. A., 2009.** PUFAs in fish: extraction, fractionation, importance in health. *Comprehensive Reviews in food science and food safety*, 8, 59–74.
- Santos-Silva J., Bessa R. J. B., Santos-Silva F., 2002.** Effect of genotype, feeding system and slaughter weight on the quality of light lambs. II. Fatty acid composition of meat. *Livest Production Science*, 77, 187–194.
- Savić N., Mikavica D., Grujić R., Bojanić V., Vučić G., Mandić S., Đurica R., 2004.** Hemijski sastav mesa dužičaste pastrmke (*Oncorhynchus mykiss Wal.*) iz ribnjaka Gornji Ribnik. *Tehnologija mesa*, 45, 1–2, 45–49.
- Shimeno S., Kheyvlyali D., Takeda M., 1990.** Metabolic adaptation to prolonged starvation in carp. *Nippon Svisan Gakkaishi*, 56, 35–41.
- Simonović, P., 2001.** Ribe Srbije. NNK International, Zavod za zaštitu prirode Srbije, Biološki fakultet.
- Skalli A., Robin J. H., Le Bayon N., Le Delliou H., Person-Le Ruyet J., 2006.** Impact of essential fatty acid deficiency and temperature on tissues' fatty acid composition of European sea bass (*Dicentrarchus labrax*). *Aquaculture*, 255, 223–232.
- Skalli A., Robin J. H., 2004.** Requirement of n-3 long chain polyunsaturated fatty acids for European sea bass (*Dicentrarchus labrax*) juveniles: growth and fatty acid composition. *Aquaculture*, 240 (1-4), 399–415.
- Spirić A., Trbović D., Vranić D., Đinović J., Petronijević R., Milijašević M., Janković S., Radičević T., 2009.** Uticaj masnih kiselina u hrani na sastav masnih kiselina i količinu holesterola kod kalifornijske pastrmke (*Oncorhynchus mykiss*). *Tehnologija mesa*, 50, 3–4, 179–188.
- SRPS ISO 1443/1992.** Meso i proizvodi od mesa – Određivanje sadržaja ukupne masti.
- SRPS ISO 936/1999.** Meso i proizvodi od mesa – Određivanje ukupnog pepela.
- SRPS ISO 1442/1998.** Meso i proizvodi od mesa – Određivanje sadržaja vlage (referentna metoda).
- 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.



- Steffens W., Wirth M., 2007.** Influence of nutrition on the lipid quality of pond fish: common carp (*Cyprinus carpio*) and tench (*Tinca tinca*). *Aquaculture International* 15, 313–319.
- Tikeogly N., 2000.** Ic Su Balıklari Yetistiriciligiri, Cukurova Universitesi Su Urunleri Fakultesi Ders Kitabi, 2, Adana, Turkey.
- Tocher D. R., Fonseca-Madrigal J., Dick J. R., Ng W. K., Bell J. G., Compbell P. J., 2004.** Effects of water temperature and diets containing palm oil on fatty acid desaturation and oxidation in hepatocytes and intestinal enterocytes of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Comparative Biochemistry and Physiology, Part B* 137, 49–63.
- Valente L. M. P., Bandarra N. M., Figueiredo-Silva A. C., Rema P., Vaz-Pires P., Martins S., Prates J. A. M., Nunes M. L., 2007.** Conjugated linoleic acid in diets for large-size rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*): effects on growth, chemical composition and sensory attributes. *British Journal of Nutrition*, 97, 289–297.
- Viola S., Lahav E., Arieli Y., 1992.** Response of Israeli carp, *Cyprinus carpio* L, to lysine supplementation of a practical ration at varying conditions of fish size, temperature, density and ration size. *Aquaculture, Fish, Manage*, 23, 49–58.
- Vladau V. V., Bud I., Stefan R., 2008.** Nutritive value of fish meat comparative to some animals meat. *Bulletin UASVM Animal Science and Biotechnologies*, 65, 301–305.
- Von Snacky C., 2001.** Clinical trials, not n-6 to n-3 ratios, will resolve whether fatty acids prevent coronary heart disease. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 103, 423–427.
- Vranić D., Trbović D., Đinović J., Teodorović V., Spirić A., Milijašević M., Petronijević R., 2010a.** Mlad i konzumna kalifornijska pastrmka (*Oncorhynchus Mykiss*): hemijski i masnokiselinski sastav. 14. Međunarodni simpozijum tehnologije hrane za životinje – 12. Međunarodni simpozijum „NODA“, Novi Sad, 19–21 oktobar, 2010, Zbornik radova, 51–57.
- Vranić D., Trbović D., Đinović J., Mažić Z., Spirić D., Miličević D., Spirić A., 2010b.** Nutritivna vrednost kalifornijske pastrmke (*Oncorhynchus mykiss*) i šarana (*Cyprinus carpio*) iz akvakulture, *Tehnologija mesa*, 51, 2, 159–168.
- Zatsick, N. M., Mayket P., 2007.** Fish oil – Getting to the heart of it. *The Journal for Nurse Practitioners*, 104–109.
- Zeitler M. H., Kirchgessner M., Schwarz F. J., 1984.** Effects of different protein and energy supply on carcass composition of carp (*Cyprinus carpio* L.). *Aquaculture*, 36, 37–48.
- Žlender B., Gašperlin L., 2005.** Značaj i uloga lipida mesa u bezbednoj i balansiranoj ishrani. *Tehnologija mesa*, 46, 1–2, 11–21.

## Fingerlings and marketable size rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*): proximate composition, cholesterol content and fatty acid profile in filets

Vranić Danijela, Baltić Ž. Milan, Trbović Dejana, Đinović-Stojanović Jasna, Marković Radmila, Petronijević Radivoj, Spirić Aurelija

*S u m m a r y:* Rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) is well known fish species in the nature. Changes in proximate composition of fish meat are associated with age and size of fish. Cholesterol content in animal tissues is associated with feeding method and quality of food, in spite of regulatory mechanism of cholesterol synthesis and absorption.

Objective of this study was determination and comparison of proximate composition, cholesterol content and fatty acid profile of fingerlings and marketable size rainbow trout from aquaculture. Samples of fingerlings (average mass of 99 g and length of 18.6 cm) and marketable size rainbow trout (average mass of 229 g and length of 23.3 cm) were collected in August 2010, in the fishpond „Ribnik“, Mrkonjić city, Republic Srpska- Bosnia and Herzegovina. Fingerlings and marketable size rainbow trout were fed complete mixture of similar composition for both fish categories (fish products, oils and fats, cereal products and oil seeds).

Obtained results showed that there was no statistically significant difference ( $p > 0.05$ ) in the content of total lipids (3.81%, fingerlings and 4.17%, marketable size trout) and ash (1.27%, fingerlings and 1.29%, marketable size trout). Higher protein content was determined in marketable size trout filets (18.69%), as well as lower water content (75.40%) compared to their content in fingerlings (17.72% proteins and 77.11% water). Cholesterol content was 82.59 mg/100g (fingerlings) and 70.12 mg/100g (marketable size trout).

Statistically significant differences ( $p < 0.05$ ) in content of total saturated fatty acids was established between fingerlings and marketable size trout (31.81% and 29.14%, respectively), also in polyunsaturated fatty acids-PUFA (33.93% and 36.78%, respectively) and n-3 fatty acids (17.17% and 19.20%, respectively). Content of monounsaturated fatty acids was similar and ranged from 33.30%, in fingerlings, to 33.05% in marketable size trout. There was no statistically significant difference ( $p > 0.05$ ) in content of total n-6 fatty acids in fingerlings (16.76%) and marketable size fish (17.58%). Higher quantities of n-3 PUFA in fingerlings (17.17%) and commercial trout (19.20%) and lower quantities of n-6 PUFA (16.76% in fingerlings and 17.58% in marketable size trout) resulted in favourable n-3/n-6 ratio (1.02 in fingerlings and 1.09 in commercial trout).

Content of eicosapentaenoic acid (EPA, C20:5 n-3) and docosahexaenoic acid (DHA, C22:6 n-3) was 2.78% and 8.21% in fingerlings and 3.36% and 9.29% in marketable size fish, respectively. Content of EPA+DHA in total fatty acids was 10.99% in fingerlings and 12.65% in marketable size rainbow trout. By consumption 200 g of this fish intake of desirable fatty acids, EPA and DHA, is 0.84 g in fingerlings, and 1.06 g in marketable size rainbow trout, which is in accordance with recommendation of the American Heart Association for persons with cardiovascular disease (daily intake: in total 1g EPA and DHA).

Trout growth was accompanied by increase of the protein content, decrease of the water content and increase in content of PUFA especially n-3 essential fatty acids. Due to significant content of proteins and unsaturated fatty acids and lower amounts of fat, rainbow trout can be considered as one of the most valuable food stuffs in human nutrition.

**Key words:** Rainbow trout, chemical composition, cholesterol content, fatty acids, n-3 PUFA.

Rad primljen: 5.03.2012.

Rad prihvaćen: 19.03.2012.