

Hemijski sastav, sadržaj holesterola i sastav masnih kiselina šarana (*Cyprinus carpio*) iz slobodnog izlova, poluintenzivnog i kaveznog sistema gajenja

Ljubojević Dragana¹, Ćirković Miroslav¹, Đorđević Vesna², Trbović Dejana², Vranić Danijela², Novakov Nikolina³, Mašić Zoran¹

S a d r ž a j: Poznavanje hemijskog sastava mesa riba je važno, pošto je njegova potrošnja u porastu, na osnovu preporuka da ova vrsta mesa treba da bude bitna komponenta zdrave ishrane. Osnovni cilj istraživanja je bio ispitivanje i poređenje rezultata analiza mesa šarana iz slobodnog izlova (Dunav), poluintenzivnog sistema (RG „Ečka“) i kaveznog sistema gajenja (kavezni sistem Vrbas). Rezultati ispitivanja su pokazali da je postojala statistički značajna razlika ($P < 0,05$) u sadržaju vode (73,58; 78,31 i 70,32%, respektivno) i masti (6,95; 3,14; 9,79%, respektivno) u ispitanim uzorcima šarana prema načinu gajenja. Meso šarana sa RG „Ečka“ sadržalo je manje masti u poređenju sa mesom šarana koji je izlovljen iz Dunava. Sadržaj proteina se nije značajno razlikovao između ispitanih uzoraka šarana. Sadržaj holesterola je bio značajno veći u uzorcima mesa riba iz Dunava (45,49 mg/100g) i ribnjaka Ečka (49,64 mg/100g), u odnosu na uzorke mesa šarana iz kaveznog sistema (26,53 mg/100g). Palmitinska kiselina je bila najzastupljenija zasićena masna kiselina (polysaturated fatty acids) u mesu sve tri grupe šarana i postojala je statistički značajna razlika ($P < 0,05$), između grupa, pri čemu je najviši sadržaj izmeren kod šarana iz Dunava. Ukupan zbir je bio najveći u šaranima iz Dunava, zatim slede Ečka i Vrbas (27,59; 25,44 i 17,18% respektivno). Sadržaj mononezasićenih masnih kiselina (monosaturated fatty acids), je bio najveći u uzorcima fileta šarana iz Dunava (52,94%), a najmanji u uzorcima mesa ribe iz kaveznog sistema gajenja (37,25%). Sadržaj najdominantnije, oleinske kiseline, bio je približno isti u sve tri grupe šarana. Ukupan sadržaj polinezasićenih masnih kiselina (polyunsaturated fatty acids) je bio najveći u uzorcima šarana iz kaveznog sistema gajenja (45,46%), a najmanji u mesu šarana iz Dunava (19,60%).

Razlog za to je visoki sadržaj linolne kiseline u uzorcima šarana iz kaveznog sistema, koji je bio dva puta veći u odnosu na šarana iz Ečke, a gotovo 5 puta veći u odnosu na šarana iz Dunava. Najpovoljniji ω -3/ ω -6 odnos je ustanovljen u filetima dunavskog šarana (0,44%), a najnepovoljniji kod šarana iz kaveznog sistema gajenja (0,10%). U filetima šarana iz ribnjaka AD „Ečka“ ustanovljen je ω -3/ ω -6 odnos od 0,29. Rezultati ovog istraživanja doprinose boljem poznavanju nutritivnog kvaliteta mesa šarana iz slobodnog izlova i šarana iz akvakulture i mogu biti od značaja prilikom formulisanja kompletnih smeša za ishranu šarana, u cilju postizanja optimalnih proizvodnih rezultata, poželjnog kvaliteta mesa, a ujedno i ekonomski isplativije proizvodnje.

Ključne reči: šaran, slobodan izlov, poluintenzivni sistem, kavezni sistem gajenja, hemijski sastav, holesterol, masne kiseline.

Uvod

Ishrana ribom obezbeđuje ljudskom organizmu dovoljne količine proteina, slobodnih amino-kiselina, minerala i vitamina (Ackman, 2000), a, pored toga, i dovoljne količine polinezasićenih masnih kiselina (PUFA, polysaturated fatty acids), a posebno n-3 PUFA (Kminková i dr., 2001). Postoje čvrsti dokazi da PUFA snižavaju nivo holesterola u krvi, tako da one mogu biti značajne u prevenciji kardiovaskularnih bolesti (Conor i Conor, 2010), a poznato je i

da smanjuju mortalitet kod pacijenata sa koronarnim oboljenjima (Kris-Etherton i dr., 2002). Pored toga, n-3 PUFA smanjuju sadržaj triacilglicerola, kao i lipoproteina niske gustine u serumu ljudi i inhibiraju agregaciju trombocita, sprečavanju oštećenja krvnih sudova i veoma su važne u prenatalnom razvoju nervnog sistema (Allen i Harris, 2001). Dokazana je njihova uloga u poboljšanju sposobnosti za učenje (Suzuki i dr., 1998). Takođe, PUFA kako serije n-6, a posebno n-3 učestvuju u prevenciji bolesti nervnog sistema i imaju važnu ulogu u ontogenezi (Arts i dr.,

Napomena: Prezentovani rezultati proistekli su iz rada na realizaciji Projekta ev. br. TR31011 koji, u okviru Programa istraživanja u oblasti tehnološkog razvoja, finansira Ministarstvo prosvete i nauke Republike Srbije.

¹Naučni institut za veterinarstvo „Novi Sad“, Rumenački put 20, 21000 Novi Sad, Republika Srbija;

²Institut za higijenu i tehnologiju mesa, Kačanskog 13, 11000 Beograd, Republika Srbija;

³Univerzitet u Novom Sadu, Poljoprivredni fakultet, Trg Dositeja Obradovića 8, 21000 Novi Sad, Republika Srbija.

Autor za kontakt: Ljubojević Dragana, ljubojevic.ljubojevicd.dragana@gmail.com

2001). Poznato je i da ljudski organizam ne može sintetisati masne kiseline dugog lanca (n-3 PUFA) i da se one moraju uneti hranom (*Alasalvar i dr.*, 2002). Pošto se n-3 PUFA, kao što su α -linoleinska kiselina (18:3 n-3, ALA), eikozapentaenska (20:5 n-3, EPA) i dokozaheksaenska (22:6 n-3, DHA), efikasno sintetišu samo kod akvatičnih organizama, ljudi mogu uneti u organizam ove esencijalne masne kiseline konzumiranjem morskih i slatkovodnih riba (*Sushchik i dr.*, 2007).

Hemijski sastav, vrsta i količina masnih kiselina u mesu riba veoma varira u zavisnosti od načina ishrane (*Ćirković i dr.*, 2011; *Ljubojević i dr.*, 2013b), veličine i starosti ribe, reproduktivnog statusa, geografskog položaja, godišnjeg doba (*Celik i dr.*, 2005; *Guler i dr.*, 2008; *Buchtova i dr.*, 2010). Hemijski sastav mesa riba iz otvorenih voda je pod velikim uticajem uslova životne sredine, koji određuju dostupnost hranjivih materija (*Izquierdo i dr.*, 2003), dok se kod riba iz uzgoja, koje se hrane industrijski proizvedenom hranom, nutritivne materije, obezbeđuju iz te hrane (*Periago i dr.*, 2005). Međutim, sadržaj proteina u mesu je pod manjim uticajem ishrane, pošto on najviše zavisi od egzogenih faktora, kao što su vrsta ribe, starost i veličina (*Shearer*, 1994).

Upotreba ribe u ishrani ljudi danas je u porastu, što je u skladu sa preporukama koje ukazuju na to da je ova vrsta mesa bitna komponenta zdrave ishrane. Za potrošače je značajno poznavanje sadržaja holesterola u mesu riba. Postoje studije koje ukazuju na povezanost holesterola unetog hranom, holesterola u krvnoj plazmi i ateroskleroze (*Orban i dr.*, 2006). Osim povećanog unosa holesterola hranom, na nivo holesterola u krvi utiču i drugi faktori, kao što su prekomeran unos energije, povećan unos pojedinih zasićenih masnih kiselina (SFA, saturated fatty acids) i trans-izomera nekih nezasićenih masnih kiselina (USFA, unsaturated fatty acids), (*Kris-Etherton i dr.*, 2002). Prema podacima iz literature, sadržaj holesterola u mišićnom tkivu šarana značajno varira, u zavisnosti od vrste ribe, starosti, sistema gajenja i godišnjeg doba (*Bieniarz i dr.*, 2001; *Ćirković i dr.*, 2011). Neki autori (*Kopicova i Vavreinovala*, 2007; *Piironen i dr.*, 2002) su proučavali sadržaj holesterola u mesu šarana i drugih vrsta riba i ustanovili su isti ili nešto veći nivo holesterola kod većine ispitanih riba u poređenju sa goveđim i svinjskim mesom.

Rašireno je verovanje potrošača da je kvalitet mesa riba iz slobodnog izlova bolji od mesa gajenih riba (*Mairesse i dr.*, 2005). Ukoliko se sagleda bezbednost potrošača, treba imati u vidu da je, prema dosadašnjim istraživanjima, sadržaj kontaminanta u mesu riba iz ribnjaka daleko ispod maksimalno

dozvoljenih granica (*Đinović i dr.*, 2010), što nije bio slučaj sa ribom izlovljenom iz Dunava u okolini Beograda (*Trbović i dr.*, 2011; *Đorđević i dr.*, 2013).

U ovom radu je izvršeno ispitivanje, a zatim poređenje hemijskog sastava, uključujući sadržaj holesterola i masnih kiselina, mesa šarana iz slobodnog izlova, šarana gajenog u poluintenzivnom sistemu na najvećem ribnjaku u Republici Srbiji (RG „Ečka“) i šarana gajenog u kaveznom sistemu u Vrbasu, a u cilju boljeg poznavanja nutritivnog kvaliteta mesa šarana iz slobodnog izlova i šarana iz akvakulture. Dobijeni rezultati mogu biti od koristi prilikom formulisanja kompletnih smeša za ishranu šarana, kako bi se postigao što poželjniji kvalitet mesa.

Materijal i metode

Uzorci šarana, približne mase oko 2100 g, uzeti su u jesenjem periodu iz slobodnog izlova (Dunav), sa ribnjaka RG „Ečka“, gde se riba proizvodi u poluintenzivnom sistemu uz dodavanje gotovih smeša, i iz kaveznog sistema u blizini Vrbasa. Po šest uzoraka ribe je uzeto za svaku grupu i, u ručnim frižiderima, otpremljeno u laboratoriju Instituta za higijenu i tehnologiju mesa, iz Beograda. Priprema uzoraka za ispitivanje je izvršena tako što je riba odmrznuta, skinuta je koža, odstranjeni su glava i rep i obavljena je evisceracija. Za analize su korišćeni fileti dobijeni od dorzalnih mišićnih partija.

Analiza osnovnog hemijskog sastava ribe i holesterola

Ispitivanje osnovnog hemijskog sastava mesa ribe je izvršeno prema metodama koje su, u svom radu, naveli *Trbović i dr.* (2009). Sadržaj proteina ($N \times 6,25$) određen je na aparatu Kjeldtec Auto 1030 Analyzer (Tecator, Sweden), metodom po Kjeldahlu; sadržaj vode – sušenjem do konstantne mase; sadržaj ukupne masti – upotrebom aparature po Soxletu, a sadržaj pepela žarenjem na temperaturi od 550°C.

Sadržaj holesterola određen je metodom visoko efikasne tečne hromatografije, na aparatu HPLC Waters-2965 Separation modul, sa PDA detektorom (Waters 2996 Photodiodearray detector) prema metodi *Maraschiello i dr.* (1996).

Određivanje sastava masnih kiselina

Ispitivanje masnokiselinskog sastava je izvršeno kapilarnom gasnom hromatografijom, prema metodi koju su opisali *Spirić i dr.* (2010). Nakon ASE ekstrakcije ukupnih masti smešom n-heksana

i 2-propanola i transesterifikacije sa trimetilsulfonijum hidroksidom, masne kiseline su određene kao metilestri masnih kiselina, tehnikom kapilarne gasne hromatografije na apartu GC Shimadazu 2010 (Kyoto, Japan).

Statistička obrada podataka

Dobijeni rezultati su obrađeni u programskom paketu Statistica 10.0. Rezultati su prikazani kao aritmetička sredina \pm standardna devijacija. Korišćena je analiza varijanse (ANOVA) na nivou značajnosti $p = 0,05$, a kao post-hoc test je upotrebljen Tukey HSD test.

Rezultati i diskusija

Rezultati ispitivanja hemijskog sastava i sadržaja holesterola u filetima šarana iz sve tri grupe uzoraka su prikazani u tabeli 1. Sadržaj vode i sadržaj masti se statistički značajno razlikovao između ispitanih grupa ($p < 0,05$). Sadržaj proteina je bio najveći kod šarana iz poluintenzivnog sistema gajenja (Ečka), ali nije bilo statistički značajne razlike između grupa ($p \geq 0,05$). *Periago i dr.* (2005), takođe, nisu zapazili značajne razlike kada je u pitanju sadržaj proteina kod lubina iz slobodnog izlova i iz akvakulture. Hemijski parametri za meso šarana iz Dunava bili su približnih vrednosti kao i za meso šarana iz otvorenih voda (*Ljubojević i dr.* 2013a), osim što je prosečan sadržaj masti bio nešto niži u ovom istraživanju (6,95%), u odnosu na prethodno (7,15%). Hemijski sastav mesa šarana koji je uzorkovan u Ečkoj odgovarao je hemijskom sastavu mesa šarana koji je gajen u poluintenzivnim uslovima sa korišćenjem kompletnih smeša za ishranu šarana, osim što je u ovom ispitivanju dokazan nešto niži sadržaja holesterola, u odnosu na rezultate koje su ranije objavili *Ljubojević i dr.* (2013b). U istraživanju *Yeganeh i dr.* (2012) utvrđeno je da je sadržaj proteina bio viši kod riba iz prirodnih staništa u poređenju sa jedinkama gajenim u poluintenzivnom sistemu (oko 17,7% naspram 16,2%). Rezultati iz pomenute studije nisu u saglasnosti sa rezultatima dobijenim u okviru ovog eksperimenta. Naime, sadržaj proteina se nije statistički značajno razlikovao među grupama ispitanih riba. Takođe, u mesu šarana iz poluintenzivnog sistema proizvodnje (RG „Ečka“) sadržaj proteina je bio najveći (17,3%), dok je u mesu šarana iz Dunava bio nešto manji (16,57%), a najniži je bio u filetima šarana iz kaveznog sistema (16,23%). Na osnovu nama dostupne literature, može se reći da do sada nisu objavljeni rezultati ispitivanja hemijskog sastava konzumnog

šarana, gajenog u kaveznom sistemu. Sadržaj masti u mesu ribe zavisi od ishrane, godišnjeg doba, geografskog područja, starosti i polne zrelosti (*Buchtova i dr.*, 2007; *Guler i dr.*, 2008; *Ćirković i dr.*, 2012; *Ljubojević i dr.*, 2013b). Meso ribe iz slobodnog izlova, uglavnom, ima visok sadržaj vode i nizak sadržaj masti, dok je za ribu iz uzgoja karakterističan nizak sadržaj vode i visok sadržaj masti (*Makalesi*, 2012). U radu *Yeganeh i dr.* (2012), sadržaj masti u filetima ribe se nije značajno razlikovao između šarana iz prirode i šarana iz poluintenzivnog sistema gajenja ($p > 0,05$). *Periago i dr.* (2005) su, takođe, ustanovili sličan sadržaj masti kod lubina iz izlova i lubina iz akvakulture. Sa druge strane, u najvećem broju istraživanja, sadržaj masti u mesu riba iz akvakulture je veći u odnosu na ribu iz slobodnog izlova (*Alasalvar i dr.*, 2002; *Olsson i dr.*, 2003; *Periago i dr.*, 2005; *Mnari i dr.*, 2007). U ovom istraživanju, sadržaj masti u filetima šarana iz ribnjaka Ečka značajno manji je bio u odnosu na sadržaj masti u filetima šarana iz Dunava (3,41% naspram 6,95%). Najveći sadržaj masti je dobijen kod šarana iz kaveznog sistema gajenja, a ovaj sistem ujedno predstavlja i najintenzivniji sistem proizvodnje ribe u Srbiji. Uobičajeno je da gajena riba dobija velike količine masti putem hrane (u slučaju pojedinih vrsta i 20%). Pored toga, u kavezima, riba ima ograničen prostor za fizičke aktivnosti, kao što je plivanje, te je potrošnja energije manja u odnosu na ribu koja živi slobodno, ili koja se gaji u poluintenzivnom sistemu proizvodnje, posebno na velikim površinama, kao što je slučaj na ribnjaku Ečka, a hrana je mnogo dostupnija nego u prirodnim uslovima. Stoga, višak energije može biti deponovan kao mast u mišićnom tkivu, ili oko i u unutrašnjim organima.

Sadržaj holesterola je bio značajno viši u uzorcima fileta riba iz Dunava i iz ribnjaka Ečka, u odnosu na filete šarana iz kaveznog sistema, bez obzira na značajno viši sadržaj masti u poslednjoj grupi. *Ćirković i dr.* (2012) su ustanovili značajne razlike u sadržaja holesterola kod šest vrsta slatkovodnih riba i utvrdili su da se on kretao u opsegu od 34,34 mg/100 g, kod soma do 62,32 mg/100 g kod belog tolstolobika, dok je kod šarana prosečna vrednost iznosila 55,81 mg/100 g. Istraživanje koje su sprovedli *Moreira i dr.* (2001) vazano za sadržaj ukupnog holesterola kod više slatkovodnih vrsta riba pokazalo je da se njegove vrednosti kreću od 40,99 do 52,79 mg/100 g. Preporuke vezane za dnevni unos holesterola hranom su da on ne prelazi 300 mg (*James i Ralph*, 2000). Stoga se može reći da meso šarana iz sve tri ispitane grupe u ovom istraživanju predstavlja pogodnu namirnicu, kada se uzme u obzir sadržaj ukupnog holesterola i kada se isti preračuna na porciju ribe.

Tabela 1. Hemijski sastav i sadržaj holesterola u filetima konzumnog šarana iz Dunava, sa ribnjaka RG „Ečka“ i iz kaveznog sistema „Vrbas“ (aritmetička sredina ± standardna devijacija), n = 6**Table 1.** Chemical composition and cholesterol content in fillets of marketable size common carp from the Danube river, from the fish farm „Ečka“ and from the cage system „Vrbas“ (mean value ± standard deviation), n = 6

Parametri/Parameters	Dunav/Danube	Ečka/Ečka	Vrbas/Vrbas
Sadržaj vlage%/Moisture content %	73,58 ± 1,21 ^b	78,31 ± 1,09 ^a	70,32 ± 1,00 ^c
Sadržaj proteina %/Protein content %	16,57 ± 0,56	17,30 ± 0,39	16,23 ± 0,54
Sadržaj masti %/Fat content %	6,95 ± 0,89 ^b	3,41 ± 1,37 ^c	9,79 ± 0,8 ^a
Sadržaj pepela %/Ash content %	0,87 ± 0,05	1,04 ± 0,02	0,88 ± 0,01
Sadržaj holesterola mg/100g/ Cholesterol content mg/100g	45,49 ± 7,0 ^a	49,64 ± 5,89 ^a	26,53 ± 5,56 ^b

Legenda/Legend: Vrednosti u istoj koloni označene različitim oznakama u superskriptu značajno se razlikuju ($p < 0,05$) / Values in the same row followed by different letters in superscript are statistically significantly different ($p < 0.05$), (JFCA, TM)

U tabeli 2 prikazan je sadržaj pojedinačnih masnih kiselina (kao procentualni udeo u odnosu na sve prisutne masne kiseline), ukupan sadržaj SFA, MUFA, PUFA, serije n-3 i n-6 masnih kiselina, kao i $\Sigma n-3 / \Sigma n-6$, zatim PUFA/SFA i UFSA/SFA (UFSA, unsaturated fatty acids) odnosi masnih kiselina. Na osnovu prikazanih rezultata može se konstatovati da je palmitinska kiselina bila najzastupljenija SFA u sve tri grupe uzoraka i da je postojala statistički značajna razlika ($P < 0,05$) između grupa. Najveći sadržaj palmitinske kiseline je određen u filetima šarana iz Dunava, što se odrazilo i na ukupan zbir SFA, koji je bio najveći u ovoj grupi. Kod šarana iz kaveznog sistema nije detektovana pentadekanska kiselina, dok kod šarana iz Ečke nije utvrđeno prisustvo arahidske kiseline.

Kada su u pitanju MUFA, njihov ukupan sadržaj je bio najveći u uzorcima mesa šarana iz Dunava, a najmanji u uzorcima mesa šarana iz kaveznog sistema gajenja, iako je sadržaj najdominantnije MUFA, oleinske kiseline, bio približno isti u sve tri grupe. Međutim, vakkenska kiselina nije detektovana u uzorcima fileta šarana iz kaveznog sistema, a njen sadržaj je bio značajno veći u uzorcima ribe iz Dunava. Takođe je i sadržaj palmitooleinske kiseline bio značajno najveći u uzorcima iz slobodnog izlova. Ukupan sadržaj PUFA je bio najveći u filetima šarana iz kaveznog sistema gajenja, a najmanji u uzorcima ribe iz Dunava, najviše zbog visokog sadržaja linolne kiseline, koji je bio dva puta veći u odnosu na meso šarana iz Ečke, a gotovo 5 puta veći u odnosu na meso šarana iz Dunava. Ovo je doprinelo i visokom sadržaju n-6 masnih kiselina u ribi iz kaveznog sistema, kao i veoma nepovoljnom odnosu n-3/n-6 masnih kiselina. Sadržaj EPA, DPA i DHA se nije statistički značajno razlikovao između šarana

iz Dunava i Ečke, a bio je značajno niži u uzorcima iz kaveznog sistema. Sa druge strane, odnos PUFA/SFA, koji predstavlja parametar kvaliteta mesa ribe, bio je najpovoljniji u uzorcima šarana iz kaveznog sistema.

Rezultati koji su dobijeni za masnokiselinski sastav mesa šarana uzorkovanog iz Dunava su u saglasnosti sa ranije objavljenim rezultatima *Ljubojević i dr.* (2013a) za meso šarana iz otvorenih voda. Ukupan sadržaj SFA je bio sličan kao i u radu *Čirkovića i dr.* (2012), kod šarana gajenog u polikulturi u ekstenzivnom sistemu gajenja. Masnokiselinski sastav mesa šarana iz Ečke je, kada su u pitanju ukupne SFA, MUFA i PUFA, bio u saglasnosti sa rezultatima *Ljubojević i dr.* (2013b), za šarana koji je eksperimentalno gajen u poluintenzivnom sistemu sa prihranjivanjem ribe kompletnim smešama.

U istraživanju *Yeganeh i dr.* (2012), masne kiseline koje su detektovane kod šarana iz prirodnih vodenih ekosistema bile su oleinska (21,9%), palmitinska (14,6%), dokozaheksaenska (8%), palmitoleinska (6,5%), stearinska (5,4%), arahidonska (5%), eikozapentaenska (4,4%) i linolna kiselina (3,1%), dok je kod šarana iz poluintenzivnog sistema zastupljenost pojedinačnih masnih kiselina bila nešto drugačija: oleinska (32,1%), palmitinska (17%), linolna (15,3%), stearinska kiselina (5,3%), palmitooleinska (5,2%), arahidonska (3,2%), DHA (2,9%), linoleinska (2,6%) i EPA (2%). U ovom istraživanju, za meso šarana izlovljenog iz Dunava i iz poluintenzivnog sistema proizvodnje može se reći da je zastupljenost individualnih masnih kiselina slična kao i u prethodno navedenom ogledu (*Yeganeh i dr.*, 2012), s tim da je sadržaj DHA i EPA, ali i arahidonske kiseline, bio značajno manji u odnosu na prezentovane rezultate. To može

Tabela 2. Sastav masnih kiselina (% od ukupnih masnih kiselina) u filetima konzumnog šarana izlovljenog iz Dunava, RG „Ečka“ i iz kaveznog sistema „Vrbas“ (aritmetička sredina ± standardna devijacija), n = 6**Table 2.** Fatty acids composition (% of total fatty acids) in the fillets of marketable size of common carp collected from the Danube river, fish farm „Ečka“ and cage system „Vrbas“ (mean value ± standard deviation), n = 6

Fatty acids, %	Dunav/Danube	Ečka/Ečka	Vrbas/Vrbas
C14:0	2,88 ± 0,11 ^a	0,77 ± 0,1 ^b	0,35 ± 0,06 ^c
C15:0	0,60 ± 0,07 ^b	0,24 ± 0,04 ^a	0,00 ± 0 ^c
C16:0	19,45 ± 0,21 ^a	18,85 ± 0,18 ^b	12,52 ± 0,42 ^c
C16:1	13,82 ± 0,15 ^a	5,22 ± 0,21 ^b	1,94 ± 0,14 ^c
C17:0	0,67 ± 0,13 ^a	0,40 ± 0,08 ^b	0,06 ± 0,02 ^c
C18:0	3,86 ± 0,17 ^c	5,18 ± 0,11 ^a	4,19 ± 0,14 ^b
C18:1cis-9	30,23 ± 0,19 ^b	32,56 ± 2,17 ^a	33,55 ± 0,14 ^a
C18:1cis-11	7,16 ± 0,16 ^a	2,97 ± 0,17 ^b	0,00 ± 0,00 ^c
C18:2, ω-6	8,67 ± 0,28 ^c	19,63 ± 1,58 ^b	38,43 ± 0,61 ^a
C18:3,ω-6	0,26 ± 0,42	0,20 ± 0,06	0,60 ± 0,04
C18:3, ω-3	2,73 ± 0,07 ^{ab}	2,23 ± 0,32 ^b	3,16 ± 0,17 ^a
C20:0	0,13 ± 0,03 ^a	0,00 ± 0,00 ^c	0,06 ± 0,04 ^b
C20:1	1,73 ± 0,08 ^b	2,48 ± 0,17 ^a	1,76 ± 0,08 ^b
C20:2	1,55 ± 0,1 ^a	0,60 ± 0,11 ^b	0,63 ± 0,05 ^b
C20:3, ω-6	0,75 ± 0,12	0,87 ± 0,15	0,78 ± 0,04
C20:3, ω-3	0,36 ± 0,08 ^b	0,67 ± 0,15 ^a	0,07 ± 0,02 ^c
C20:4 ω-6	2,42 ± 0,1 ^a	1,17 ± 0,16 ^b	1,13 ± 0,16 ^b
C20:5, ω-3	1,33 ± 0,08 ^a	1,17 ± 0,31 ^a	0,20 ± 0,29 ^b
C22:5, ω-3	0,64 ± 0,05 ^a	0,57 ± 0,2 ^a	0,14 ± 0,05 ^b
C22:6, ω-3	0,89 ± 0,08 ^a	1,18 ± 0,29 ^a	0,43 ± 0,52 ^b
SFA	27,59 ± 0,22 ^a	25,44 ± 0,26 ^b	17,18 ± 0,39 ^c
MUFA	52,94 ± 0,19 ^a	43,22 ± 2,11 ^b	37,25 ± 0,17 ^c
PUFA	19,60 ± 0,54 ^c	28,38±0,89 ^b	45,46 ± 0,83 ^a
ω-6	13,64 ± 0,46 ^c	22,48±1,97 ^b	41,56 ± 0,63 ^a
ω-3	5,96 ± 0,16 ^a	5,90 ± 1,16 ^a	4,00 ± 0,88 ^b
ω-3/ω-6	0,44 ± 0,02 ^a	0,29 ± 0,07 ^b	0,10 ± 0,02 ^c
ω-6/ω-3	2,29 ± 0,08 ^c	3,90 ± ,46 ^b	10,79 ± 2,16 ^a
PUFA/SFA	0,71 ± 0,02 ^c	1,12 ± 0,03 ^b	2,65 ± 0,1 ^a
USFA/SFA	2,63 ± 0,03 ^b	2,82 ± 0,12 ^b	4,82 ± 0,14 ^a

Legenda/Legend: Vrednosti u istoj koloni označene različitim oznakama u superskriptu značajno se razlikuju ($p < 0,05$)/Values in the same row followed by different letters in superscript are statistically significantly different ($p < 0.05$), (JFCA, TM)

biti posledica geografskog položaja, pošto se istraživanje *Yeganeha i dr.* (2012) odnosilo na meso riba iz severnih krajeva, gde su prosečne temperature vode značajno niže. Dokazano je da temperatura vode značajno utiče na masnokiselinski sastav mesa šarana (*Guler i dr.*, 2008), jer pri nižim temperaturama dolazi do povećanja stepena desaturacije i beta oksidacije masnih kiselina i, na taj način, se udeo nezasićenih masnih kiselina povećava (*Cordier i dr.*, 2002; *Tocher i dr.*, 2004).

Prema rezultatima *Makalesi* (2012) nivo linolne kiseline kod gofa iz kaveznog sistema je bio skoro deset puta veći u odnosu na istu vrstu ribe iz slobodnog izlova, što je potvrđeno i u ovom istraživanju, kada je šaran u pitanju. Linolna kiselina je najzastupljenija PUFA i veoma je zastupljena u uljima biljnog porekla, kao što su sojino, suncokretovo, kukuruzno i sezamovo ulje (*Chu i Hwang*, 2002), koja su, često, komponente industrijski proizvedene hrane za ishranu riba. U slučaju šarana iz kaveznog sistema u Vrbasu, sojino

ulje je bilo uključeno sa 6% u smešu hrane za ishranu ribe. Povišen nivo linolne kiseline, u odnosu na linoleinsku kiselinu, dovodi do trošenja rezervi dugolančanih n-3 masnih kiselina, uključujući DHA, putem kompeticije za enzime koji su neophodni za desaturaciju i elongaciju (Horrocks i Yeo, 1999). Dodavanje ulja biljnog porekla u hranu za ribe, kao izvora energije, je uobičajena praksa prilikom proizvodnje hrane za ribe. Suštinski, sve smeše u kojima se nalaze biljna ulja povećaće sadržaj linolne kiseline u hrani, a samim tim i u mišićnom tkivu riba, u odnosu na smeše koje sadrže riblje ulje, što je i zabeleženo u tkivu ribe, a posebno u jetri lososa (Pratoomyota i dr., 2008). Međutim, slična pojava ne zapaža se uvek u slučaju linoleinske kiseline. Naime, povećanje količina linoleinske kiseline u hrani nije dovelo do povećanja sadržaja EPA i DHA u mesu ribe u istoj meri kao kod lososa koji je hranjen smešom koja je sadržala riblje ulje (Pratoomyota i dr., 2008).

Sadržaj arahidonske kiseline bio je dva puta veći u filetima šarana iz Dunava u odnosu na filete šarana iz druge dve grupe. Veći sadržaj arahidonske kiseline kod riba iz prirode u odnosu na ribe iz uzgoja je, takođe, zabeležen ranije u radu koji su objavili Fuentes i dr. (2010). Kod riba u prirodnim staništima je, najverovatnije, veći alimentarni unos ove masne kiseline u odnosu na ribe iz uzgoja, najviše zahvaljujući ingestiji račića i raznih mekušaca. Ljudski organizam sintetise arahidonsku kiselinu iz esencijalne linolne kiseline, ali sinteza ne zadovoljava uvek potrebe organizma, pa se ova masna kiselina mora uneti hranom, a glavni izvori su riba, meso i jaja, ali i u ovim izvorima je koncentracija arahidonske kiseline relativno niska (Nisha i dr., 2009).

Ukupne n-6 polinezasićene masne kiseline su značajno više zastupljene u mesu riba iz uzgoja, pa je tako njihov sadržaj u mesu šarana iz ribnjaka Ečka bio 1,6 puta veći u odnosu na meso šarana iz Dunava, a kod mesa šarana iz kaveza čak 3 puta veći u odnosu na šarana iz Dunava i 1,8 puta veći u odnosu na meso šarana iz Ečke. Ukupne n-3 masne kiseline nisu se značajno razlikovale između fileta šarana iz slobodnog izlova i fileta šarana iz poluintenzivnog sistema gajenja, dok je njihov sadržaj bio nešto niži kod mesa šarana iz kaveznog sistema gajenja.

Generalno, masti riba imaju relativno nizak procenat SFA (<30%), sa izuzetkom nekoliko vrsta (Guler i dr., 2008), što odgovara rezultatima prikazanim u ovom radu. Prema rezultatima Guler i dr. (2008) i Yeganeha i dr. (2012), oleinska kiselina je bila dominantna MUFA kod šarana, što je u saglasnosti sa rezultatima prikazanim u ovom radu. Prema navodima iz literature, oleinska kiselina, takođe, ima ulogu u prevenciji kardiovaskularnih bolesti (Chong i Ng, 1991; Peterson i dr., 1994). Csengeri

(1993), Kolakowska i dr. (2000) su dobili slične rezultate za sadržaj MUFA u mesu šarana. Visok sadržaj oleinske, palmitooleinske i arahidonske kiseline je karakterističan za masti slatkovodnih riba (Andrade i dr., 1995). Prema navodima Sargent i dr. (2002), arahidonska kiselina je prekursor prostaglandina i tromboksana, koji ima uticaj na formiranje ugrušaka u krvi i njihovo pričvršćivanje za endotelno tkivo tokom procesa zarastanja rana, a pored toga ima ulogu i u rastu. Kmínková i dr. (2001) su ustanovili da je sadržaj arahidonske kiseline kod šarana 1,3%, a Guler i dr. (2008) i do 5,6%, što je u saglasnosti sa prikazanim rezultatima. Kmínková i dr. (2001) su utvrdili da je zbir EPA i DHA kod šarana u opsegu 2,9–6,9%, što je nešto više u odnosu na rezultate dobijene u ovom radu. Yeganeh i dr. (2012) su utvrdili odnos n-3/n-6 koji je bio 1,6 u mesu šarana iz slobodnog izlova i 0,4 kod šarana iz poluintenzivnog sistema gajenja, dok u našim istraživanjima ovaj odnos u filetima šarana iz Dunava iznosi 0,44, u filetima šarana iz ribnjaka Ečka 0,29, a u filetima šarana iz kaveznog sistema samo 0,1, zbog veoma visokog sadržaja n-6 PUFA. Wood i dr. (2008) su dali preporuku da odnos PUFA/SFA, koji je važan pokazatelj kvaliteta masti treba da bude iznad 0,4 i ovaj zahtev ispunjava meso šarana iz sve tri ispitane grupe.

Odnos USFA/SFA je od velike važnosti za procenu kvaliteta masti kod riba. Pretpostavlja se da je odnos iznad 0,35 povoljan (Kmínková i dr., 2001). U ovom istraživanju je odnos USFA/SFA kod šarana iz Dunava 2,63, kod šarana iz poluintenzivnog sistema 2,82, a kod šarana iz kaveznog sistema gajenja 4,82, te je, i sa ove tačke gledišta, meso šarana podesna komponenta u ishrani ljudi. Preporučeni odnos n-6/n-3 trebao bi da bude manji od 4 (Scollan i dr., 2006), kao što je slučaj sa šaranom iz Dunava i sa ribnjaka Ečka. S obzirom na nepovoljan odnos n-6/n-3 masnih kiselina ima negativan efekat na zdravlje ljudi. Pojedini autori (Grigorakis i dr., 2002) smatraju da u hrani za ribe treba smanjiti količinu n-6 masnih kiselina i time povećati odnos n-3/n-6 najmanje do preporučenih nivoa. Imajući u vidu da hraniva biljnog porekla sadrže relativno visok procenat n-6 PUFA, smatra se da one predstavljaju značajnu alternativu hranivima animalnog porekla, čiji su resursi veoma ograničeni.

Zaključak

Značaj prikazanih rezultata leži u činjenici da su rezultati ispitivanja sastava mesa šarana, kao najzastupljenije riblje vrste u ribnjacima u Srbiji, vredna informacija za ekologe, nutricioniste, proizvođače, kao i za širu naučnu javnost. Meso šarana predstavlja važan izvor nutritivnih materija u ishrani ljudi. Hemijski

i masnokiselinski sastav šarana mesa ispitanih grupa šarana je varirao, što je posledica različitih načina ishrane. Ograničene mogućnosti kretanja šarana u kaveznom sistemu proizvodnje, uticali su na visok sadržaj masti i nepovoljni odnos n-3/n-6 masnih kiselina. Odnosi PUFA/SFA i USFA/SFA u mesu svih ispitanih grupa šarana su odgovarali preporučenim vrednostima. Potencijal za povećanje proizvodnje šarana kao visoko vredne namirnice postoji i, zbog toga, postoji i potreba za pouzdanim analitičkim podacima. Buduća

istraživanja u akvakulturi, pogotovo kada je gajenje u kaveznom sistemu u pitanju, treba da budu usmerena ka proučavanju potrebnih količina proteinskih i energetskih komponenti u hrani, pronalaženju najoptimalnijeg odnosa proteina i energije u smešama za ishranu u ovakvom načinu gajenja, kao i odgovarajućeg masnokiselinskog sastava smeša koje će doprineti postizanju optimalnih proizvodnih rezultata, poželjnog masnokiselinskog sastava, a ujedno i ekonomski isplativijoj proizvodnji.

Literatura

- Ackman R. G., 2000. Nutritional composition of fats in seafood. Progress in Food and Nutrition Science, 13, 161–241.
- Alasalvar C., Taylor K. D. A., Zubcov E., Sha-hidi F., Alexis M., 2002. Differentiation of cultured and wild sea bass (*Dicentrarchus labrax*): total lipid content, fatty acid and trace mineral composition. Food Chemistry, 79, 145–150.
- Allen K. G. D., Harris M. A., 2001. The Role of n-3 Fatty Acids in Gestation and Parturition. Experimental Biology and Medicine, 226, 498–506.
- Andrade A. D., Rubira A. F., Matsushita M., Souza N. E., 1995. Omega-3 fatty acids in freshwater fish from South Brazil. Journal of the American Oil Chemists' Society, 72, 1207–1210.
- Arts M. T., Ackman R. G., Holub B. J., 2001. Essential fatty acids in aquatic ecosystems: a crucial link between diet and human health and evolution. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 58, 1, 122–137.
- Bieniarz K., Koldras M., Kaminski J., Mejza T., 2001. Fatty acids, fat and cholesterol in some lines of carp (*Cyprinus carpio*) in Poland. Archives of Polish Fisheries, 9, 5–24.
- Buchtova H., Svobodova Z., Křižek M., Vacha F., Kocour M., Velišek J., 2007. Fatty acid composition in intramuscular lipids of experimental scaly crossbreds in 3 year old common carp (*Cyprinus carpio* L.). Acta Veterinaria Brno, 76, S73–S81.
- Buchtova H., Svobodova Z., Kocour M., Velišek J., 2010. Chemical Composition of Fillets of Mirror Crossbreds Common Carp (*Cyprinus carpio*, L.). Acta Veterinaria Brno, 79, 551–557.
- Celik M., Diler A., Kucukgulmez A., 2005. A comparison of the proximate compositions and fatty acid profiles of zander (*Sander lucioperca*) from twodifferent regions and climatic conditions. Food Chemistry, 92, 637–641.
- Chong Y. H., Ng T. K., 1991. Effect of palm oil on cardiovascular risk. Medical Journal of Malaya, 46, 41–50.
- Chu Y. H., Hwang L. S., 2002. Food Lipids. In: Z. E. Skorski (Ed), Chemical and functional properties of food components, chapter 6, CRS Press, Florida, 115–132.
- Conor W. E., Conor S. L., 2010. N-3 Fatty Acids from Fish and Plants: Primary and Secondary Prevention of Cardiovascular Disease. Nutrition and Health, Part 3, 249–271.
- 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.
- Csengeri I., Farkas T., 1993. Effects of essential fatty acid deficient diets on the carcass fatty acids and membrane viscosity in the common carp. In: Abstracts of Proceedings of EIFAC Workshop on Methodology for Determination of Nutrient Requirements in Fish, Eichenau, 29 June–1 July.
- Ćirković M., Trbović D., Ljubojević D., 2011. Meat quality of fish farmed in polyculture in carp ponds in Republic of Serbia. Meat Technology, 52, 106–121.
- Ćirković M., Ljubojević D., Đorđević V., Novakov N., Petronijević R., Matekalo-Sverak V., Trbović D., 2012. The Breed Effect on Productivity and Meat Nutrient Composition of Fish. Kafkas Universitesi Veteriner Fakültesi Dergisi, 18, 5, 775–780.
- Đinović J., Trbović D., Vranić D., Janković S., Spirić D., Radičević T., Spirić A., 2010. Stanje ekosistema, kvalitet i bezbednost mesa šarana (*Cyprinus carpio*) iz akvakulture u toku uzgoja, Tehnologija mesa, 51, 124–132.
- Đorđević V., Ćirković, M., Ljubojević D., 2013. Contamination of the Ecosystem with Organic Pollutants and its Impact on the Protection of Less Valuable Fish Species in Sava and Danube Rivers. International 57th meat industry conference and meat products-perspectives of sustainable production; Proceedings. Belgrade, Serbia 10–12 June.
- Fuentes A., Fernandez-Segovia I., Serra J. A., Barat J. M., 2010. Comparison of wild and cultured sea bass (*Dicentrarchus labrax*) quality. Food Chemistry, 119, 1514–1518.
- 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.
- 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.
- Horrocks L. A., Yeo, Y. K., 1999. Health benefits of docosahexaenoic acid (DHA), Pharma-cological Research, 40, 3, 211–225.
- Izquierdo M. S., Obach A., Arantzamendi L., Montero D., Robaina L., Rosenlund G., 2003. Dietary lipid sources for sea bream and sea bass: Growth performance, tissue composition and flesh quality. Aquaculture Nutrition, 9, 397–407.

- James W. P. T., Ralph A., 2000.** Policy and a prudent diet. In: Garrow, J. S.; James, W. T. P. and A. Ralph (Editors). Human Nutrition and Dietetics, 10th edition. Churchill Livingstone: Edinburgh, Great Britain, 837–845.
- Kmínková M., Winterová R., Kučera J., 2001.** Fatty acids in lipids of carp (*Cyprinus carpio*) tissues. Czech Journal of Food Sciences, 19, 177–181.
- Kolakowska A., Szczygielski M., Bienkiewicz G., Zienkiewicz L., 2000.** Some of fish species as a source of n-3 polyunsaturated fatty acids. Acta Ichthyologica Piscatoria, 30, 59–70.
- 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-Etherton P. M., Harris W. S., Appel L. J., 2002.** For the nutrition committee. AHA scientific statement. Fish consumption, fish oil, omega-3 fatty acids, and cardiovascular disease, Circulation, 106, 2747–2757.
- Ljubojević D., Trbović D., Lujčić J., Bjelić-Čabrilo O., Kostić D., Novakov N., Čirković M., 2013a.** Fatty Acid Composition of Fishes from Inland Waters. Bulgarian Journal of Agricultural Science, Supplements, 19, 1, 62–71.
- Ljubojević D., Čirković M., Novakov N., Jovanović R., Janković S., Đorđević V., Mašić Z., 2013b.** Productivity and Meat Nutrient in Fish: The Diet Effect. Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi, 19, 1, 43–49.
- Mairesse G., Thomas M., Gardeur J.N., Brun-Bellut J., 2005.** Appearance and technological characteristics in wild and reared Eurasian perch, *Perca fluviatilis* (L.). Aquaculture, 246, 295–311.
- Makalesi A., 2012.** Comparison of meat yield, flesh colour, fatty acid and mineral composition of wild and cultured mediterranean amberjack (*Seriola dumerili*, Risso 1810), 6, 2, 164–175.
- 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.
- Mnari A., Boudel I., Chraief I., Hammami M., Romdhane M.S., El Cafsi M., Chaouch A., 2007.** Fatty acids in muscle and liver of Tunisian wild and farmed gilthead sea bream, *Sparus aurata*. Food Chemistry, 100, 1393–1397.
- 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.
- Nisha A., Muthukumar S.P., Venkateswaran G., 2009.** Safety evaluation of arachidonic acid rich *Mortierella alpina* biomass in al-bino rats-A subchronic study, Regulatory Toxicology and Pharmacology, 53, 186–194.
- Olsson G. B., Olsen R.L., Carlehög M., Ofstad R., 2003.** Seasonal variations in chemical and sensory characteristics of farmed and wild Atlantic halibut (*Hippoglossus hippoglossus*). Aquaculture, 217, 191–205.
- 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.
- Periago M. J., Ayala M. D., López-Albors O., Abdel I., Martínez C., García-Alcázar A., Ros G., Gil F., 2005.** Muscle cellularity and flesh quality of wild and farmed sea bass, *Dicentrarchus labrax* L. Aquaculture, 249, 175–188.
- Peterson D. B., Fisher K., Carter R. D., Mann J., 1994.** Fatty acid composition of erythrocytes and plasma triglyceride and cardiovascular risk in Asian diabetic patient. Lancet, 343, 1528–1530.
- 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.
- Pratoomyota J., Bendiksenb J. G., Bella D. R., 2008.** Comparison of effects of vegetable oils blended with southern hemisphere fish oil and decontaminated northern hemisphere fish oil on growth performance, composition and gene expression in Atlantic salmon (*Salmo salar* L.). Aquaculture, 280, 1–4, 170–178.
- Sargent J. R., Tocher D. R., Bell J. G., 2002.** The lipids. In: Halver J.E., Hardy R.W. (eds): Fish Nutrition. 3rd Ed. Elsevier Science, San Diego, 181–257.
- Scollan N. D., Hocquette J.-F., Nuernberg K., Dannenberger D., Richardson R. I., Maloney A., 2006.** Innovations in beef production systems that enhance the nutritional and health value of beef lipids and their relationship with meat quality. Meat Science, 74, 17–33.
- Shearer K. D., 1994.** Factors affecting the proximate composition of cultured fishes with emphasis on salmonids. Aquaculture, 119, 63–88.
- Spirić A., Trbović D., Vranić D., Đinović J., Petronijević R., Matekalo-Sverak V., 2010.** Statistical evaluation of fatty acid profile and cholesterol content in fish (common carp) lipids obtained by different sample preparation procedures. Analytica Chimica Acta, 672, 1–2, 66–71.
- Sushchik N. N., Gladyshev M. I., Kalachova G. S., 2007.** Seasonal dynamic of fatty acid content of a common food fish from the Yenisei river, Siberian grayling, *Thymallus arcticus*. Food Chemistry, 104, 4, 1353–1358.
- Suzuki H., Park S. J., Tamura M., Ando S., 1998.** Effect of the long-term feeding of dietary lipids on the learning ability, fatty acid composition of brain stem phospholipids and synaptic membrane fluidity in adult mice: a comparison of sardine oil diet with palm oil diet, Mechanisms of Ageing and Development, 101, 1–2, 119–128.
- Tocher D. R., Fonseca-Madrugal 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.
- Trbović D., Vranić D., Đinović J., Borović B., Spirić D., Babić J., Spirić A., 2009.** Masnokiselinski sastav i sadržaj holesterola u mišićnom tkivu jednogodišnjeg šarana (*Cyprinus carpio*) u fazi uzgoja. Tehnologija mesa, 50, 5–6, 276–286.
- Trbović D., Janković S., Čirković M., Nikolić D., Matekalo-Sverak V., Đorđević V., Spirić A., 2011.** Bezbednost i kvalitet mesa nekih slatkovodnih riba u Srbiji. Tehnologija mesa, 52, 2, 276–282.
- Wood J. D., Enser M., Fisher A. V., Nute G. R., Sheard P. R., Richardson R. I., Huges S. I., Whittington F. M., 2008.** Fat deposition, fatty acid composition and meat quality: A review. Meat Science, 78, 343–358.
- Yeganeh S., Shabanpour B., Hosseini H., Imanpour M. R., Shabani A., 2012.** Comparison of Farmed and Wild Common Carp (*Cyprinus carpio*): Seasonal Variations in Chemical Composition and Fatty Acid Profile. Czech Journal of Food Science, 30, 6, 503–511.

Chemical composition, cholesterol content and fatty acid profiles of common carp (*Cyprinus carpio*) from free-catch, semi-intensive and cage system

Ljubojević Dragana, Ćirković Miroslav, Đorđević Vesna, Trbović Dejana, Vranić Danijela, Novakov Nikolina, Mašić Zoran

S u m m a r y: Knowledge of the chemical composition of fish meat is important, as its consumption is increasing based on the recommendations that fish meat should be an essential component in a healthy diet. The main goal of this investigation was the determination and the comparison of the results obtained in the analysis of meat of common carp from free catch (the Danube), from the semi-intensive system of rearing (fish farm "Ečka") and from the cage system of rearing (cage system "Vrbas"). The results obtained showed that there was statistically significant difference ($P < 0.05$) in the content of fat (6.95; 3.14 and 9.79% respectively) and water (73.58, 78.31 and 70.32% respectively) in the examined groups of carp. It is important to stress that carp from the fish farm "Ečka" contained less fat compared to carp caught in the Danube. There was no statistically significant difference regarding the protein content between tested groups. The amount of cholesterol in fish fillets was significantly higher in the samples of carp from Danube (45.49 mg/100 g) and "Ečka" (49.64 mg/100 g) in comparison with the carp from cage system of rearing (26.53 mg/100 g), despite the significantly higher content of fat in the last mentioned group. Palmitic acid was the dominant saturated fatty acid (SFA) in all the groups, and there was statistically significant difference ($P < 0.05$) regarding its content between the examined groups. The highest content was established in fillets of common carp from the Danube, which reflected on the total sum of SFA (Danube-27.59; Ečka-25.44 and Vrbas-17.18%), which was the highest in this group. The total amount of monounsaturated fatty acids (MUFA) was the highest in samples from the Danube (52.94%), and the lowest in carp samples from cage system (37.25%), although the content of predominant MUFA, oleic acid, was almost the same in all three groups. Total amount of polyunsaturated fatty acids (PUFA) was the highest in samples obtained from cage system of rearing (45.46%), and the lowest was measured in samples from the Danube (19.60%), mostly because of high level of linoleic acid in the samples from cage system which was twice as high in comparison with the carp from "Ečka", and almost five times in comparison with the carp from the Danube. The best ω -3/ ω -6 ratio was obtained for carps from free catch (the Danube), (0.44), and the worst for carps from cage system "Vrbas" (0.10). This study contributes to a better understanding of the nutritional quality of carp from free catch (wild carp) and carp from aquaculture (cultured carp), and can help in the formulation of industrial feed mixtures for carp in order to achieve the optimum production results, a desirable quality of meat, and also the cost effective production.

Key words: common carp, chemical composition, cholesterol, fatty acids, free catch, semi-intensive system, cage system

Rad primljen: 20.08.2013.

Rad prihvaćen: 4.09.2013.