

Parametri higijenske ispravnosti četiri vrste riba koje su najzastupljenije na tržištu Srbije

Milijašević Milan¹, Babić Jelena¹, Baltić Ž. Milan², Đorđević Vesna¹, Spirić Danka¹, Janković Saša¹, Spirić Aurelija¹

S a d r Ź a j: Cilj ovog rada bio je da se prikažu uporedni rezultati hemijskih i mikrobioloških ispitivanja dve slatkododne ribe, pangasiusa, koji poslednjih godina zauzima jednu od vodećih pozicija na našem tržištu, i šarana, kao najzastupljenije ribe u nacionalnoj akvakulturi i dve vrste morske ribe oslića i skuše. Mikrobiološka ispitivanja su obuhvatila *Salmonella* vrste, koagulaza pozitivne stafilokoke, sulfitoreducujuće klostridije, *E. coli* i ukupan broj aerobnih mezofilnih bakterija. Od hemijskih kontaminanata ispitano je prisustvo sledećih organohlornih pesticida (OCIP): gama heksahlorcikloheksan (gama-HCH), tj. lindan, alfa-HCH, beta-HCH, aldrin, dieldrin, heptahlor, cis- i transheptahlorepoksidi, pp'-DDT (dihlordifeniltrihloretan), pp'-DDE (dihlordifenildihloretan), pp'-DDD dihlordifenildihloretan), endrin, heksahlorbenzen (HCB), alfa- i gama-hlordan. Takođe, u istim uzorcima određeni su kongeneri polihlorovanih bifenila IUPAK br. 28, 52, 101, 118, 138, 153, 180 g, a od teških metala olovo, kadmijum i živa.

U ispitanim uzorcima nije utvrđeno prisustvo koagulaza pozitivnih stafilokoka, sulfitoreducujućih klostridija, *Salmonella* spp., niti *E. coli*. Ukupan broj aerobnih mezofilnih bakterija bio je najveći u uzorcima šarana i iznosio je $3,40 \pm 0,57$, ali nije premašio preporučeni limit prihvatljivosti od $5,69 \log \text{ cfu/g}$.

Količine endrina, HCH, HCB i hlordan bile su manje od granice detekcije (0,001 mg/kg) u uzorcima sve četiri vrste ribe. Za uzorke pangasiusa, količine ukupnog DDT bile su u opsegu od granice detekcije (0,001 mg/kg) do 0,005 mg/kg, dok su vrednosti ovog pesticida u uzorcima skuše bile u opsegu od granice detekcije (0,001 mg/kg) do 0,019 mg/kg. U uzorcima pangasiusa zbir količine heptahlor i heptahlorepoksida bio je u opsegu od granice detekcije do 0,009 mg/kg, a u uzorcima šarana u opsegu od granice detekcije do 0,019 mg/kg.

U uzorcima pangasiusa, oslića i skuše sadržaj lindana je bio ispod granice detekcije (0,001 mg/kg), dok je u uzorcima šarana ova vrednost bila u opsegu od granice detekcije do 0,017 mg/kg. Sadržaj polihlorovanih bifenila bio je u opsegu od granice detekcije (0,001 mg/kg) do 0,030 mg/kg, za uzorke pangasiusa, odnosno do 0,089 mg/kg, za uzorke šarana. U uzorcima skuše zbir aldrina i dieldrina bio je u opsegu od granice detekcije do 0,010 mg/kg, dok je u uzorcima pangasiusa, šarana i oslića njegova vrednost bila ispod granice detekcije (0,001 mg/kg). Količine teških metala (Hg, Pb i Cd) bile su, takođe, ispod maksimalno dozvoljenih količina (MDK). Sadržaj olova bio je najveći u uzorcima pangasiusa, 0,21 mg/kg, dok je najveći sadržaj kadmijuma, 0,049 mg/kg, detektovan u uzorcima oslića. Uzorci skuše su imali najveći sadržaj žive, koji je iznosio 0,162 mg/kg.

Sa aspekta bezbednosti hrane, ispitani uzorci ribe su dobrog kvaliteta, sa koncentracijom hemijskih kontaminanata ispod dozvoljenih granica i bez povećanog broja mikroorganizama.

Ključne reči: riba, hemijski kontaminanti, organohlorni pesticidi, PCB, toksični metali, mikrobiološka kontaminacija.

Uvod

Prema zvaničnim podacima, Srbija poseduje 14600 hektara šaranskih i 17 hektara pastrmskih ribnjaka. Potrošnja ribe je kod nas, prema podacima o ulovu, proizvodnji u akvakulturi i uvozu ribe, nešto veća od 5 kilograma po stanovniku godišnje. Razlog relativno niske potrošnje mesa ribe je slaba kupovna moć stanovništva, ali i ograničena i neadekvatna ponuda na tržištu, kao i nedostatak navike korišćenja ribe u ishrani. Asortiman ponude ribe na našem trži-

štu je ograničen (Baltić i dr., 2009). Od plave morske ribe u ponudi su skuša, haringa, srdela, a od bele ribe oslić, škarčina, brancin, zubatac, orada i losos. Kada je u pitanju slatkodonna riba, u ponudi je najzastupljenija riba iz akvakulture, odnosno šaranske i pastrmske vrste riba. Pored šarana, kao slatkodonna vrsta, u ishrani stanovništva je veoma zastupljen i pangasius (*Pangasianodon hypophthalmus*), koji, na naše tržište, dolazi iz Vijetnama. Ova riba je dobro prihvaćena od strane potrošača, što zbog povoljne cene što zbog toga što dolazi u obliku fileta bez

Napomena: Rezultati su proistekli iz rada na realizaciji projekata Ev. br. TR 31011 i TR 31075), koje finansira Ministarstvo prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije.

¹Institut za higijenu i tehnologiju mesa, Kačanskog 13, 11000 Beograd, Republika Srbija;

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

Autor za kontakt: Babić Jelena, bjelena@inmesbgd.com

kostiju i kože, pa je njena priprema za konzumiranje veoma laka.

Pangasius (*Pangasianodon hypophthalmus*), ili kako ga još zovu, sući som ili azijski som, je slatkovodna riba koja je prisutna u većim vodenim basenima jugoistočne Azije, posebno u delti reke Mekong. Iz njih se proširio na ostale azijske reke i ribnjake, u kojima se odvija intenzivan uzgoj. Uzgoj se obavlja u plivajućim kavezima, koji su poplavljeni u reke, ili u ribnjake, a prinos je toliki da zadovoljava, ne samo tržište Vijetnama, već se velike količine ove ribe izvoze (*Cacot i Lazard, 2004; Phillips, 2001*).

Mekong je jedna od najvećih svetskih reka. Njena delta je jedan od najgušće naseljenih regiona u svetu. Oko 20 miliona ljudi živi u gradovima i industrijskim zonama duž ove reke (*Minh i dr., 2006*), a kanalizacija i otpadne vode iz industrijskih postrojenja se ispuštaju direkto u vodotokove, bez prethodnog prečišćavanja. Takođe, čvrsti otpad i električni uređaji se nagomilavaju na obalama reka. Ovakav način odlaganja otpada može dovesti do izlaganja životne sredine štetnim materijama, kao što su polihlorovani bifenili, arsen i teški metali (*Hale i dr., 2001; Agusa i dr., 2003; Minh i dr., 2003*). Ovo, u velikoj meri, može da utiče i na mikrobiološki status, kako živog pangasiusa, tako i njegovih fileta, a toksične materije, deponovanjem u tkivima riba, mogu predstavljati veliki rizik po zdravlje potrošača.

Zdravstveno-higijenska ispravnost fileta pangasiusa zavisi od celog proizvodnog lanca: od kvaliteta vode u ribnjaku, hrane koja se koristi za ishranu ribe, manipulacije ribom tokom izlova, klanja, evisceracije i filetiranja, do skladištenja, transporta i prodaje (*Orban i dr., 2008; Rahman i dr., 2006*). Proizvođači ove vrste ribe su morali da ulože veliki trud da bi ispunili stroge zahteve u pogledu kvaliteta i bezbednosti po zdravlje potrošača, koje pred njih postavlja legislativa zemalja uvoznica, a posebno Evropske unije, Amerike i Kanade (*National Agricultural Statistics Service, 2006; Hung i dr., 2004; Hung i dr., 2003*).

Smrznuti fileti pangasiusa su, u poslednjih nekoliko godina, prisutni i na tržištu Srbije. Najveći problem sa smrznutim filetima pangasiusa u Srbiji su trgovačke prevare i obmane potrošača. Veoma često se na našem tržištu mogu naći fileti pangasiusa koji su deklarirani kao fileti morske ribe list, koji su nekoliko puta skuplji i kvalitetniji. Takođe, pangasius se deklarirše i kao som, ali se on, ipak, dosta razlikuje od evropskog soma (*Silurus glanis*), koji se može naći i u našim vodama i nikako se ne može reći da je to ista vrsta ribe. Velika razlika između njih je i u kvalitetu mesa.

Osnovni oblik akvakulturne proizvodnje u Srbiji je ekstenzivna ili poluintenzivna uzgoj ciprinidnih vrsta, uglavnom šarana (*Cyprinus carpio*) i on čini preko 80% ukupne proizvodnje ribe. Šaran se na tržište plasira živ ili u poleđenom obliku. Ređe se može naći kao toplo dimljeni ili u vidu nekog proizvoda.

Riba iz akvakulture je na svetskom tržištu cenjenija jer se smatra zdravijom i bezbednijom od ribe iz slobodnog izlova, s obzirom na činjenicu da su ribnjaci, u većini slučajeva, udaljeni od velikih zagađivača (*Đinović i dr., 2010*). Međutim, potrošači bi bili iznenađeni rezultatima nekih istraživanja koja pokazuju da je koncentracija nekih zagađivača veća u ribi iz akvakulture u odnosu na ribu iz slobodnog izlova (*Minh i dr., 2006*), ali postoje i oprečna mišljenja (*Janković i dr., 2002*).

Od morskih riba u Srbiji se najviše konzumiraju oslić (*Merluccius merluccius*) i skuša (*Scomber scombrus*), zbog pristupačne cene i relativno jednostavne pripreme. Poznato je da je i morska riba izložena perzistentnim organskim zagađivačima, kao što su organohlorni pesticidi i polihlorovani bifenili, koji mogu da dovedu do različitih toksičnih efekata kod ljudi (*Đinović i dr., 2010*).

Zbog svega navedenog, cilj ovog rada bio je da se utvrde količine akumuliranih kontaminanata u mesu pangasiusa, kao ribe koja se sve više konzumira u našoj zemlji, i da se ti rezultati uporede sa rezultatima za druge vrste riba, koje su, takođe, omiljene na trpezama naših potrošača. Takođe, cilj rada je bio i da se ustanovi i mikrobiološki status ribe kao namirnice, s obzirom da se zna da je riba veoma podložna kvaru i da mikroorganizmi najviše doprinose nastanku njenog kvara, na više načina (*Milijašević i dr., 2010*).

Materijal i metode

Uzorci ribe

Ukupno je ispitano 36 uzoraka pangasiusa, koji je u Srbiju uvezen iz Vijetnama. Masa fileta se kretala od 150–250 g i, prema deklaraciji proizvođača, sadržali su 10–20% glazure na površini.

Konzumni šaran ($n = 31$), koji se koristio u ispitivanju, je izlovljen iz ribnjaka Ečka na kome se primenjuje poluintenzivni sistem tova. Masa fileta šarana se kretala od 500–600 g.

Fileti oslića ($n = 31$) koji su ispitani bili su poreklom iz Argentine. Njihova masa se kretala od 250–300 g. Prema deklaraciji proizvođača, na površini su sadržali 10% glazure.

Fileti pangasiusa, šarana i oslića su bili bez koštiju i kože.

Ispitana skuša ($n = 32$) bila je poreklom iz Irske. Masa skuše je bila 300–350 g a pre početka ispitivanja svaka riba je filetirana.

Mikrobiološka ispitivanja

Određivanje ukupnog broja aerobnih mezofilnih bakterija u uzorcima ribe vršeno je prema metodi SRPS EN ISO 4833:2008. Uzorci mesa ribe, u količini od $20 \pm 0,01$ g, su uzimani sterilnim skalpelom i hirurškom pincetom i stavljeni su u sterilne stomaher kese. Odmerenom uzorku je, zatim, dodavano 180 mL fiziološkog rastvora, posle čega je vršena homogenizacija u stomaheru (AES, Mix 2). Posle homogenizacije, pripremana su odgovarajuća decimalna razblaženja. Iz osnovnog razređenja, kao i serije decimalnih razređenja, uzeto je po 1 mL i preneto u po dve Petrijeve šolje, a zatim nalivano sa Plate Count Agarom (PCA, Merck, Nemačka) i inkubirano pri temperaturi od $30^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ u trajanju od $72 \text{ h} \pm 3 \text{ h}$.

Broj bakterija roda *Salmonella* određivan je prema metodi SRPS EN ISO 6579: 2008. Odmere ni uzorak mase $25 \pm 0,01$ g je stavljan u sterilnu stomaher kesu, u koju je zatim nalivana pufervisana peptonska voda (225 mL). Nakon predobogaćenja na $37^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ tokom $18 \text{ h} \pm 2 \text{ h}$, vršeno je obogaćenje uzoraka u selektivnim bujonima RVS i MKTTn (Merck). RVS bujon je inkubiran na $41,5^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ tokom $24 \text{ h} \pm 3 \text{ h}$, a MKTTn bujon na $37^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ tokom $24 \text{ h} \pm 3 \text{ h}$. Za izolaciju i identifikaciju bakterija korišćene su podloge XLD agar i Rambach agar (Merck).

Broj koagulaza pozitivnih stafilokoka određivan je prema metodi SRPS EN ISO 6888-1: 2009. Pomoću sterilne pipete, preneto je na svaku od dve Petri ploče sa agarom po Berd Parkeru (Torlak, Srbija), 0,1 mL početne suspenzije. Postupak je ponavljan za dalja decimalna razblaženja, a zasejane ploče su inkubirane $24 \text{ h} \pm 2 \text{ h}$, pri 37°C .

Broj sulfitoredujućih bakterija određivan je prema metodi SRPS ISO 15213:2011. Iz inicijalne suspenzije i serije decimalnih razređenja napravljenih u fiziološkom rastvoru, prenet je po 1 mL u Petri ploče, koje su zatim nalivane sa TSC agarom (Merck), dvoslojno, i inkubirane 24–48h, pri $37 \pm 0,5^{\circ}\text{C}$, u anaerobnim uslovima.

Određivanje broja *E. coli* je vršeno prema metodi SRPS ISO 16649-2: 2008. Iz inicijalne suspenzije napravljena je serija decimalnih razređenja u fiziološkom rastvoru, odakle je po 1 mL prenet u sterilne Petri ploče. Korišćene su po dve ploče za svako decimalno razređenje, a zatim je nalivano po

10–12 mL TBX agara (Oxoid, Velika Britanija). Ploče su inkubirane 24h pri 44°C .

Hemijska ispitivanja

Organohlorni pesticidi i polihlorovani bifenili

U mišićnom tkivu riba određeni su ostaci sledećih organohlornih pesticida: gama heksahlorcikloheksan (*gama*-HCH) tj. lindan, *alfa*-HCH, *beta*-HCH, aldrin, dieldrin, heptahlor, *cis*- i *trans*-heptahlorepoksid, pp'-DDT (dihlordifeniltrihloretan), pp'-DDE (dihlordifenildihloretan), p,p'-DDD (dihlordifenildihloretan), endrin, heksahlorbenzen (HCB), *alfa*- i *gama*-hlordan. Takođe, u istim uzorcima određeni su kongeneri polihlorovanih bifenila. Organohlorni pesticidi i polihlorovani bifenili u ribi su kvalitativno i kvantitativno određeni posle ekstrakcije i prečišćavanja ekstrakta masti, primenom gasne hromatografije sa detektorom sa zahvatom elektrona (GC/ECD) na aparatu VARIAN 3380.

Teški metali

Razaranje uzoraka (mišićno tkivo ribe), u cilju određivanja teških metala, urađeno je mikrotalasnom digestijom u smeši azotne kiseline i vodonik-peroksida, u skladu sa uputstvom za rukovanje aparatom za mikrotalasnu digestiju (ETHOS, Milestone). Iz rastvora, olovo i kadmijum su određeni atomskom apsorpcionom spektrometrijom, grafitnom tehnikom, na aparatu VARIAN SpectraAA 220 sa grafitnom peći VARIAN GTA 110, dok je živa određena tehnikom hladnih para na uređaju VARIAN VGA 77.

Svi rezultati ovog ispitivanja su statistički obrađeni pomoću programa Microsoft Excel 2010.

Rezultati i diskusija

U tabeli 1 prikazani su rezultati mikrobioloških ispitivanja uzoraka pangasiusa, šarana, oslića i skuše.

U ispitanim uzorcima nije utvrđeno prisustvo koagulaza pozitivnih stafilokoka, sulfitoredujućih klostridija, *Salmonella spp.*, niti *E. coli*. Ukupan broj aerobnih mezofilnih bakterija bio je najveći u uzorcima šarana i iznosio je $3,40 \pm 0,57$, ali nije premašio preporučeni limit prihvatljivosti od $5,69 \log \text{ cfu/g}$ (ICMSF, 1986). *Spirić i dr.* (2011) su, ispitujući mikrobiološki status šarana tokom trogodišnjeg perioda, ustanovili da se ukupan broj bakterija kretao u opsegu od 3,11 do 4,72 $\log \text{ cfu/g}$, što je u skladu sa rezultatima naših istraživanja.

Tabela 1. Rezultati mikrobioloških ispitivanja uzoraka pangasiusa (*Pangasianodon hypophthalmus*), šarana (*Cyprinus carpio*), oslića (*Merluccius merluccius*) i skuše (*Scomber scombrus*), (srednja vrednost ± standardna devijacija – log₁₀ cfu)

Table 1. The results of microbiological tests of samples of pangasius (*Pangasianodon hypophthalmus*) samples, carp (*Cyprinus carpio*), hake (*Merluccius merluccius*) and mackerel (*Scomber scombrus*) samples, (mean ± standard deviation – log₁₀ cfu).

Rezultat/ Result	Ukupan broj bakterija/ Total bacteria count	Sulfitoredukujuće klostridije/ Sulphite-reducing clostridia	E. coli	Salmonella spp.	Koagulaza pozitivne stafiločke/ Coagulase positive Staphylococci
Pangasius/Pangasius (n = 36)	1,69 ± 0,45	Ø	Ø	Ø	Ø
Šaran/Carp (n = 31)	3,40 ± 0,57	Ø	Ø	Ø	Ø
Oslić/Hake (n = 31)	2,10 ± 0,23	Ø	Ø	Ø	Ø
Skuša/Mackerel (n = 32)	1,12 ± 0,36	Ø	Ø	Ø	Ø

Ø – nije utvrđeno/not determined

Dobijeni rezultati za ostatke organohlorinih pesticida i polihlorovanih bifenila u uzorcima pangasiusa, šarana, oslića i skuše prikazani su u tabeli 2.

Prema Pravilniku (Službeni glasnik RS broj 28/11), u ispitanim uzorcima pangasiusa, šarana, oslića i skuše nisu prekoračene maksimalno dozvoljene količine (MDK) organohlorinih pesticida i polihlorovanih bifenila. Količine endrina, α i β-HCH,

HCB, kao za zbira α- i γ- hlordan bile su manje od granice detekcije (0,001 mg/kg) u uzorcima sve četiri vrste ribe. Sadržaj zbira p,p'-DDT, p,p'-DDE i p,p'-DDD je iskazan u odnosu na masu ribe i bio je u opsegu od granice detekcije (0,001 mg/kg) do 0,005 mg/kg za uzorke pangasiusa, dok su se vrednosti ovog organohlorinog pesticida u uzorcima skuše kretale u opsegu od granice detekcije (0,001 mg/

Tabela 2. Rezidue organohlorinih pesticida i polihlorovanih bifenila u uzorcima pangasiusa (*Pangasianodon hypophthalmus*), šarana (*Cyprinus carpio*), oslića (*Merluccius merluccius*) i skuše (*Scomber scombrus*), (mg/kg)

Table 2. Residues of organochlorine pesticides and polychlorinated biphenyls in samples of pangasius (*Pangasianodon hypophthalmus*), carp (*Cyprinus carpio*), hake (*Merluccius merluccius*) and mackerel (*Scomber scombrus*) (mg/kg)

Rezultati/ Results	Aldrin i dieldrin	DDT	Endrin	HCB	HCH α, β isomeri	Heptahlor i heptahlor epokside	Hlordan α i γ isomeri	Lindan	PCB
Pangasius/ Pangasius (n = 36)	< 0,001	< 0,001–0,005	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001–0,009	< 0,001	< 0,001	< 0,001–0,030
Šaran/ Carp (n = 31)	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001–0,019	< 0,001	< 0,001–0,017	< 0,001–0,089
Oslić/ Hake (n = 31)	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
Skuša/ Meckerel (n = 32)	0,010	0,019	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	0,001

Tabela 3. Teški metali u uzorcima pangasiusa (*Pangasianodon hypophthalmus*), šarana (*Cyprinus carpio*), oslića (*Merluccius merluccius*) i skuše (*Scomber scombrus*) (mg/kg)**Table 3.** Heavy metals in samples of pangasius (*Pangasianodon hypophthalmus*), carp (*Cyprinus carpio*), hake (*Merluccius merluccius*) and mackerel (*Scomber scombrus*) (mg/kg)

Rezultati/Results	Olovo/Lead	Kadmijum/Cadmium	Živa/Mercury
Pangasius/Pangasius (n = 36)	< 0,05–0,21	< 0,005–0,032	< 0,005–0,019
Šaran/Carp (n = 31)	< 0,05–0,06	< 0,005–0,013	< 0,005–0,099
Oslić/Hake (n = 31)	< 0,05–0,06	< 0,005–0,049	< 0,005–0,208
Skuša/Mackerel (n = 32)	< 0,05–0,16	< 0,005–0,043	0,006–0,162

kg) do 0,019 mg/kg. U uzorcima pangasiusa zbir koncentracije heptahloro i heptahlorepoksida kretao se u opsegu od granice detekcije do 0,009 mg/kg, a u uzorcima šarana u opsegu od granice detekcije do 0,019 mg/kg. U uzorcima pangasiusa, oslića i skuše sadržaj lindana je bio ispod granice detekcije (0,001 mg/kg), dok je kod uzoraka šarana vrednost bila u opsegu od granice detekcije do 0,017 mg/kg. Sadržaj polihlorovanih bifenila (kongeneri 28, 52, 101, 118, 138, 153 i 180) bio je u opsegu od granice detekcije (0,001mg/kg) do 0,030 mg/kg, za uzorke pangasiusa, odnosno u opsegu od granice detekcije do 0,089 mg/kg, za uzorke šarana. U uzorcima skuše zbir aldrina i dieldrina kretao se u opsegu od granice detekcije do 0,010 mg/kg, dok je u uzorcima pangasiusa, šarana i oslića njegova vrednost bila ispod granice detekcije (0,001 mg/kg).

U tabeli 3 prikazane su detektovane količine teških metala u uzorcima pangasiusa, šarana, oslića i skuše.

U ispitanim uzorcima pangasiusa, šarana, oslića i skuše nisu prekoračene maksimalno dozvoljene količine teških metala koje su propisane Pravilnikom (Službeni glasnik RS broj 28/11). Prema Pravilniku MDK za olovo iznose 0,30 mg/kg, za kadmijum 0,050 mg/kg i za živu 0,500 mg/kg. Sadržaj olova bio je najveći u uzorcima pangasiusa i kretao se u opsegu od granice detekcije (0,05 mg/kg) do 0,21 mg/kg, dok je najveći sadržaj kadmijuma (0,049 mg/kg) detektovan u uzorcima oslića. Uzorci skuše su imali najveći sadržaj žive, koji je iznosio 0,162 mg/kg. *CHI Qiao-qiao* i dr. (2007) su u uzorcima jezerskog šarana dokazali prisustvo kad-

mijuma u opsegu koncentracija od 0,010 do 0,021 mg/kg uzorka, dok je srednja vrednost za olovo iznosila $0,177 \pm 0,030$, što je slično našim rezultatima. *Mazet i dr.* (2005) su u uzorcima rečne ribe uzorkovane sa većeg broja lokaliteta duž rečnog toka dokazali prisustvo kadmijuma i olova, pri čemu njihove koncentracije nisu prelazile vrednosti definisane evropskom regulativom (European Regulation R466/2001 of 16/03/2001). Količina olova u uzorcima mišićnog tkiva ribe bila je u korelaciji sa koncentracijom polihlorovanih bifenila, što je objašnjeno različitim gustinom populacije i urbanizacijom.

U ispitanim uzorcima četiri vrste ribe nisu detektovane povećane količine hemijskih kontaminata iz životne sredine u odnosu na količine propisane važećim Pravilnikom Republike Srbije.

Zaključak

Prema rezultatima naših istraživanja, ispitani uzorci pangasiusa, šarana, oslića i skuše su dobrog kvaliteta, sa koncentracijom hemijskih kontaminata ispod dozvoljenih granica i bez povećanog broja mikroorganizama, tako da se mogu smatrati prihvatljivim i bezbednim po zdravlje potrošača.

Kada govorimo o zdravstvenoj ispravnosti mesa pangasiusa, koji je sve prisutniji na našem tržištu, s obzirom da su se organohlorni pesticidi i polihlorovani bifenili do nedavno intenzivno koristili u Vijetnamu, poželjno je sprovoditi monitoring njihovih količina u lancu hrane koja dolazi iz tog regiona.

Literatura

- Agusa T., Kunito T., Nakashima E., Minh T. B., Tanabe S., Subramanian A., Viet P. H., 2003. Preliminary on trace element contamination in dumping sites of municipal wastes in India and Vietnam. *Journal de Physique*, 107, 21–24.
- Baltić Ž. M., Kilibarda N., Dimitrijević M., 2009. Činioci od značaja za održivost ribe i odabranih proizvoda od ribe u prometu. *Tehnologija mesa*, 50 1–2, 166–176.
- Cacot P., Lazard J., 2004. Domestication of two species of Pangasiid catfish in the Mekong delta. *Productions Animales*, 17, 195–198.
- CHI Qiao-qiao, ZHU Guang-wei, Alan Langdon, 2007. Bioaccumulation of heavy metals in fishes from Taihu Lake, China. *Journal of Environmental Sciences* 19, 1500–1504.
- Commission Regulation (EC) 466/2001 of 8 march 2001 setting maximum levels for certain contaminants in food stuffs.
- Đinović J., Trbović D., Vranić D., Janković S., Spirić D., Radičević T., Spirić A., 2010. Stanje ekosistema, kvalitete i bezbednost mesa šarana (*Cyprinus carpio*) iz akvakulture u toku uzgoja. *Tehnologija mesa*, 51, 2, 124–132.
- Hale R. C., Guardia M. J. L., Harvey E. P., Gaylor M. O., Mainor T. M., Duff W. H., 2001. Persistent pollutants in land-applied sludges. *Nature* 412, 140–41.
- Hung L. T., Lazard J., Mariojouis C., Moreau Y., 2003. Comparison of starch utilization in fingerlings of two Asian catfishes from the Mekong river (*Pangasius bocourti*, Sauvage, 1880, *Pangasius hypophthalmus*, Sauvage, 1878). *Aquaculture Nutrition*, 9, 215–222.
- Hung L. T., Suhenda N., Slembrouck J., Lazard J., Moreau Y., 2004. Comparison of dietary protein and energy utilization in three Asian catfishes (*Pangasius bocourti*, *P. hypophthalmus* and *P. djambal*). *Aquaculture Nutrition*, 10, 317–326.
- ICMSF, 1986. International Commission on Microbiological Specifications for Food. Sampling for microbiological analysis: principles and specific applications. In: *Microorganisms in Food*. Second editions. Blackwell Scientific Publications.
- Janković S., Radičević T., Spirić A., Nedeljković M., 2002. Contamination of freshwater fish from rivers Sava and Danube with polychlorinated biphenyls. *Environmental recovery of Yugoslavia*, 2002.
- Mazet A., Keck G., Berny P., 2005. Concentrations of PCBs, organochlorine pesticides and heavy metals (lead, cadmium, and copper) in fish from the Dro^{me} river: Potential effects on otters (*Lutra lutra*). *Chemosphere* 61, 810–816.
- Milijašević M., Babić J., Baltić Ž. M., Spirić A., Velebit B., Borović B., Spirić D., 2010. Uticaj različitih smeša gasova na promene nekih mikrobioloških i hemijskih parametara u odrescima šarana (*Cyprinus carpio*) upakovanih u modifikovanu atmosferu. *Tehnologija mesa*, 51 1, 66–70.
- Minh N. H., Minh T. B., Watanabe M., Kunisue T., Monirith I., Tanabe S., Sakai S., Subramanian A., Susikumar K., Viet P. H., Tuyen B. C., Tana T., Prudente M., 2003. Open dumping site in Asian developing countries: A potential source of polychlorinated dibenzo – p dioxins and polychlorinated dibenzofurans. *Environmental Science and Technology*, 37, 1493–1502.
- Minh N. H., Minh T. B., Kajiwarana N., Kunisue T., Iwata H., Viet P. H., 2006. Contamination by polybrominated diphenyl ethers and persistent organochlorine in catfish and feed from Mekong River Delta, Vietnam. *Environmental Toxicology and Chemistry*, 25, 2700–2708.
- National Agricultural Statistics Service, 2006. Agricultural Statistics Board, US Department of Agriculture (November 2006). *Catfish Processing*, 1–6.
- Orban E., Nevigato T., Di Lena G., Masci M., Casini I., Gambelli L., Caproni R., 2008. New trends in the seafood market. Sutchi catfish (*Pangasius hypophthalmus*) filets from Vietnam: Nutritional quality and safety aspects. *Food Chemistry*, 110, 383–389.
- Phillips M. J., 2001. Fresh water aquaculture in the Lower Mekong Basin. MRC Technical Paper No. 7, Mekong River Commission, Phnom Penh 62 pp ISSN: 1683–1689.
- Pravilnik o dopuni pravilnika o maksimalno dozvoljenim količinama ostataka sredstava za zaštitu bilja u hrani i hrani za životinje i o hrani i hrani za životinje za koju se utvrđuju maksimalne dozvoljene količine ostataka sredstava za zaštitu bilja 2011. (Službeni glasnik RS broj 28/11).
- Rahman M. M., Islam M. S., Halder G. C., Tanaka M., 2006. Cage culture of sutchi catfish, *Pangasius sutchi* (Fowler 1937): Effects of stocking density on growth, survival, yield and farm profitability. *Aquaculture Research*, 37, 33–39.
- Spirić D., Velebit B., Vranić D., Đinović-Stojanović J., Trbović D., Borović B., Lakičević B., 2011. Microbiological aspects of the carp pond ecological status during three years period. V International Conference Aquaculture and Fishery, Conference proceedings, 359–364.
- SRPS EN ISO 4833:2008. Mikrobiologija hrane i hrane za životinje – Horizontalna metoda za određivanje broja mikroorganizama – Tehnika brojanja kolonija na 30°C
- SRPS EN ISO 6579:2008. Mikrobiologija hrane i hrane za životinje – Horizontalna metoda za otkrivanje *Salmonella* spp.
- SRPS EN ISO 6888-1:2009. Mikrobiologija hrane i hrane za životinje – Horizontalna metoda za određivanje broja koagulaza – pozitivnih stafilocoka (*Staphylococcus aureus* i druge vrste) – Deo 1: Tehnika upotrebom agara po Berd-Parkeru.
- SRPS ISO 15213:2011. Mikrobiologija hrane i hrane za životinje – Horizontalna metoda za određivanje broja sulfiredukujućih bakterija koje rastu u anaerobnim uslovima.
- SRPS ISO 16649-2:2008. Mikrobiologija hrane i hrane za životinje – Horizontalna metoda za određivanje broja β–glukuronidaza pozitivne *Escherichia coli* – Deo 2: Tehnika brojanja kolonija na 44°C pomoću 5-bromo-4-hloro-3-indolil β-D-glukuronida.

The parameters of hygienic quality of four most common types of fish in Serbian market

Milijašević Milan, Babić Jelena, Baltić Ž. Milan, Đorđević Vesna, Spirić Danka, Janković Saša, Spirić Aurelija

S u m m a r y : The aim of this study was to show the comparative results of chemical and microbiological investigation of two freshwater fish species, pangasius, which, in recent years, occupies a leading position on the market, and carp, as the most common fish in the national aquaculture and two species of marine fish, hake and mackerel. Microbiological testing included *Salmonella* species, coagulase-positive staphylococci, sulphite-reducing clostridia, *E. coli* and total aerobic mesophilic bacteria. Of chemical contaminants, the presence of the following organochlorine pesticides (OCIP) was investigated: gamma-hexachlorocyclohexane (gamma-HCH), i.e. lindane, alpha-HCH, beta-HCH, aldrin, dieldrin, heptachlor, cis-and trans-heptachlor epoxide, p, p'-DDT (dichlorodiphenyl trichloroethane), pp'-DDE (dichlorodiphenyl dichloroethane), pp'-DDD dichlorodiphenyl dichloroethane, endrin, hexachlorobenzene (HCB), alpha-and gamma-chlordane. In the same samples congeners of polychlorinated biphenyls (PCBs), IUPAK no. 28, 52, 101, 118, 138, 153, 180, were determined as well and the heavy metals lead, cadmium and mercury.

The presence of coagulase-positive staphylococci, sulphite reducing clostridia, *Salmonella* spp. and *E. coli* was not established in the tested samples. The total count of aerobic bacteria was the highest in carp samples (3.40 ± 0.57), but did not exceed the recommended limit of acceptability of $5.69 \log \text{ cfu/g}$.

Amounts of dieldrin, HCH, HCB and chlordane were lower than the detection limit (0.001 mg/kg) in samples of all four fish species. For pangasius samples, the total amount of DDT ranged from detection limit (0.001 mg/kg) to 0.005 mg/kg, while the values of pesticides in samples of mackerel were in the range of the detection limit (0.001 mg/kg) to 0.019 mg/kg. The sum of heptachlor quantities and heptachlorepoxide in samples of pangasius ranged from the detection limit to 0.009 mg/kg, and in samples of carp from the detection limit to 0.019 mg/kg. In samples of pangasius, mackerel and hake the content of lindane was below the detection limit (0.001 mg/kg), while in the carp samples ranged from the detection limit to 0.017 mg/kg. The content of polychlorinated biphenyls ranged from the detection limit (0.001 mg/kg) to 0.030 mg/kg, for the samples of pangasius and to 0.089 mg/kg for carp samples. In samples of mackerel, sum of aldrin and dieldrin ranged from the detection limit to 0.010 mg/kg, while in samples of pangasius, carp and hake its value was below the detection limit (0.001 mg/kg). Amounts of heavy metals (Hg, Pb and Cd) were also below the maximum residue limits (MRL). Lead content was the highest in pangasius samples, 0.21 mg/kg, while the highest content of cadmium, 0.049 mg/kg, was detected in samples of hake. Samples of mackerel had the highest mercury content, which amounted to 0.162 mg/kg.

In respect to food safety, samples of fish were of good quality, with the concentration of chemical contaminants below the maximum residue limits and with no increase in the number of microorganisms.

Key words: fish, chemical contaminants, organochlorine pesticides, PCBs, toxic metals, microbiological contamination.

Rad primljen: 1.10.2012.

Rad prihvaćen 9.10.2012.