

# Uticaj pakovanja u modifikovanoj atmosferi i vakuumu na očuvanje senzornih svojstava odrezaka šarana (*Cyprinus carpio*)

Babić Jelena<sup>1</sup>, Milijašević Milan<sup>1</sup>, Dimitrijević Mirjana<sup>2</sup>

*S a d r ž a j:* Cilj ovih istraživanja bio je da se ispita uticaj pakovanja u modifikovanoj atmosferi i vakuumu na promene odabranih senzornih karakteristika odrezaka šarana (boja i konzistencija mesa, miris odrezaka i ukupna prihvatljivost) i da se ustanovi najprihvatljivija smeša gasova za pakovanje ove slatkovodne vrste ribe. Za potrebe ovog istraživanja, formirane su tri grupe uzoraka odrezaka šarana. Prve dve grupe upakovane su u modifikovanu atmosferu sa različitim odnosom gasova: 60% CO<sub>2</sub> + 40% N<sub>2</sub> (I grupa) i 40% CO<sub>2</sub> + 60% N<sub>2</sub> (II grupa), dok je III grupa upakovana u vakuum. Svi uzorci su čuvani pri istovetnim uslovima na temperaturi od +3°C, a zatim su nultog, četvrtog, sedmog, devetog, dvanaestog i petnaestog dana čuvanja obavljena ispitivanja. Rezultati ispitivanja pokazali su da uzorci pakovani u atmosferu sa 60% ugljen-dioksida i 40% N<sub>2</sub> ostaju nepromenjeni do dvanaestog, a uzorci pakovani u atmosferu sa 40% ugljen-dioksida i 60% N<sub>2</sub> do devetog dana čuvanja. Odrasci šarana upakovani u vakuum ostaju nepromenjeni do sedmog dana čuvanja.

Pakovanjem u modifikovanoj atmosferi, naročito u atmosferi sa 60% ugljen-dioksida i 40% N<sub>2</sub>, može značajno da se produži održivost odrezaka šarana.

**Ključne reči:** odrasci šarana, senzorna svojstva, održivost, modifikovana atmosfera (MAP).

## Uvod

Riba u ishrani ljudi ima veliki značaj, a njena potrošnja naročito se povećala od 1995. godine, kada je svet počeo da shvata značaj njene hranjive vrednosti (Baltić i dr., 2009). Razlog za povećanu potrošnju ove namirnice jeste i saznanje da je meso ribe u mnogo manjoj meri uzrok zoonoza u odnosu na meso stoke za klanje, kao i to da je značajno manje opterećeno različitim aditivima koji se u savremenoj proizvodnji koriste u svinjarstvu i živinarstvu.

Potreba za svežom kvalitetnom ribom u svetu je iz dana u dan sve veća. Potrošači ribu procenjuju na osnovu nekoliko parametara od kojih su najvažniji bezbednost za konzumiranje, nutritivne karakteristike, ukus, miris, boja, tekstura, pogodnost za kulinarsku obradu i konzervisanje (Haard, 1992; Huss, 1995).

Kvalitet ribljeg mesa zavisi od vrste, starosti i ambijenta u kojem žive ribe. Poznato je da je meso grabljivica (som, smuđ, štika, jegulja i dr.) ukusnije

od mesa riba omnivora ili onih koje se hrane planktonskim organizmima i makrofitskom vegetacijom. Najboljeg kvaliteta je meso dvogodišnjih riba jer je kod mlađih kategorija sadržaj vode u miškulaturi veći a kod starijih primeraka mišićna vlakna su grublja, žilavija i suvlja. Meso rečnih riba je ukusnije od mesa jezerskih i riba koje se gaje u ribnjaci-ma, međutim, zbog česte zagađenosti rečnih tokova mogu se nekad konstatovati razni propratni neprijatni mirisi (Ćirković i dr., 2002). Opšte rašireno gledište je da meso jezerskih riba ima karakterističan miris na mulj. Ukus koji podseća na mulj potiče od produkata razgradnje modrozelenih algi koji se talože u masnom tkivu riba. Ovaj ukus može se lako odstraniti ako se živa riba na nekoliko dana ostavi u svežoj vodi.

Boja je veoma važan parametar kvaliteta ribe. U stvari, boja gotovo trenutno određuje prihvatljivost ribe kao namirnice. Potrošači će odbaciti ribu koja ima ribi nesvojstvenu boju pošto znaju da ona

**Napomena:** Istraživanja su sprovedena u okviru realizacije projekta TR 31011 koji finansira Ministarstvo prosvete, nauke i tehnološkog razvoja 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.

može biti znak kvara ili neadekvatnog načina obrade (*Klaur i Bauernfeind*, 1981). Najtraženije su ribe čije je meso izrazito bele ili ružičaste boje. Meso većine riba koristi se odmah posle čišćenja, bez procesa zrenja. Izuzetak čine starije kategorije ribe koje se posle čišćenja drže na ledu ili u salamuri, odnosno u marinadi 24 časa pred pripremu. Zrenje ribljeg mesa odigrava se kao i kod mesa toplokrvnih životinja. Pošto mišićno tkivo ribe nema opne, fascia i aponeuroza lakše podleže kvaru nego meso toplokrvnih životinja.

Na teksturu mesa ribe utiče nekoliko faktora među kojima su najbitniji stepen rigor mortisa, količina i vrsta masnih kiselina, raspoređenost masti u mišićima i aktivnost ribe pre samog izlova (*Mohr*, 1986). Plivanje poboljšava teksturu mesa ribe, jer sprečava omekšavanje mesa posle izlova i povećava sadržaj crvenih mišića (ribe umerene brzine) ili belih mišića (ribe velike brzine) (*Davison i Goldspink*, 1977). Drugi faktor koji utiče na teksturu mesa ribe je njena veličina. Broj i veličina mišićnih ćelija su direktno proporcionalni veličini ribe. Zbog toga veće ribe imaju čvršće meso u poređenju sa manjim ribama iste vrste (*Love*, 1988).

U najvećem broju slučajeva kvar ribe i proizvoda od ribe nastaje usled pojave neprijatnog mirisa i ukusa kao posledica metaboličkih procesa bakterija (*Gram i dr.*, 2002). Na kraju perioda održivosti, kao posledica bakterijskog rasta stvaraju se različita jedinjenja male molekulske mase, kao što su sumporna jedinjenja ( $H_2S$  i  $CH_3SH$ ), isparljive masne kiseline i amonijak (*Siverstvik i dr.*, 2002). Razgradnjom aminokiselina koje sadrže sumpor, kao što su cistein i metionin, i posledičnim stvaranjem vodonik-sulfida i metilmerkaptana nastaje neprijatan truležni miris i miris sumpora, koji su najčešće posledica metaboličke aktivnosti enterobakterija i homofermentativnih *Lactobacillus spp.* vrsta. Kao posledica razmnožavanja bakterija mlečne kiseline nastaju mlečna i sirćetna kiselina koje dovode do nastanka neprijatnog kiselog mirisa, koji karakteriše kvar mesa upakovanog u vakuum ili modifikovanu atmosferu bez prisustva kiseonika (*Gram i Huss*, 1996). Tipičan oštar („fishy”) miris koji je specifičan miris za pokvarenu ribu posledica je redukcije trimetilaminoksida u anaerobnoj respiraciji sulfitoreduksijskih bakterija i nastanka trimetilamina (*Jørgensen i dr.*, 1988).

Mikrobiološki kvar hrane može imati različite forme, ali su sve one posledica mikrobiološkog rasta i manifestuju se promenama u senzornim karakteristikama. Zbog razgradnje sastojaka hrane i rasta mikroorganizama dolazi do pojave neprijatnog mirisa i ukusa, kao i stvaranja vidljivih pigmentiranih ili nepigmentiranih kolonija. Sinteza polisaharidnih

ekstracelularnih materija i difuznog pigmenta dovode do senzornih promena u vidu formiranja sluzi i diskoloracija (*Gram i Huss*, 1996).

Sa druge strane, hemijske promene kao što su autooksidacija ili enzimaska hidroliza na mastima mogu da dovedu do pojave neprijatnog mirisa i ukusa ili, u drugom slučaju, aktivnost tkivnih enzima može da dovede do neprihvatljivog omekšavanja mesa. Parametri procesa proizvodnje, zajedno sa temperaturom skladištenja, kao i način pakovanja određuju da li će pojava kvara biti posledica mikrobiološke aktivnosti ili biohemijskih promena, ili kombinacija oba mehanizma (*Siverstvik i dr.*, 2002).

Rastuća potreba za svežom ribom dovela je do pojave novih tehnologija, pakovanja u modifikovanu atmosferu (MAP), koje se koristi u cilju produženja roka održivosti i očuvanja određenih senzornih svojstava proizvoda. Svrha ove tehnologije je da se produži održivost hrane sprečavanjem ili usporavanjem biohemijskih procesa (oksidacija masti, formiranje metmioglobina) i rasta bakterija kvara (*Milijašević i dr.*, 2008). Gasovi koji se najviše koriste u tehnologiji pakovanja u modifikovanu atmosferu su ugljen-dioksid ( $CO_2$ ), kiseonik ( $O_2$ ) i azot ( $N_2$ ) (*Martinez i dr.*, 2006). Njihove uloge u modifikovanoj atmosferi su veoma različite. Dok je  $N_2$  inertan gas kome je zadatak da spreči kolaps pakovanja,  $CO_2$  može inhibirati rast nekoliko vrsta mikroorganizama, posebno onih koji izazivaju nastanak kvara i neprijatnih mirisa kod namirnica koje se čuvaju na temperaturi frižidera. Prednost ugljen-dioksida je i što nije toksičan za ljude (*Siverstvik i dr.*, 2002). Kiseonik ima značajnu ulogu u MAP-u, pogotovo u pakovanju svežeg mesa (*Martinez i dr.*, 2006). Prisustvo kiseonika održava pigment mioglobin u mesu u oksigenisanoj formi, oksimioglobinu, i, na taj način, daje mesu svetlocrvenu boju, prihvatljivu za potrošača.

Iako su i drugi gasovi, kao što su azot-oksidi, sumpor-dioksid, etilen, hlor, ozon i propilen-oksidi eksperimentalno korišćeni, oni se ne primenjuju u MAP tehnologiji zbog bezbednosti proizvoda, propisa koji ograničavaju njihovu upotrebu i cene pakovanja (*Brody*, 2003). Mešavine gasova sa visokom koncentracijama  $CO_2$  i  $N_2$  su privukle najveću pažnju istraživača koji su se tokom protekle decenije bavili problematikom pakovanja ribe.

Slatkovodne ribe, koje se najviše koriste u ishrani ljudi u Srbiji, su šaran i pastrmka. One se na tržištu mogu da nađu žive, poledene (sa rokom trajanja do pet dana), sveže upakovane u vakuum (rok trajanja do sedam dana) ili u vidu raznih proizvoda sa različitim rokovima trajanja. Na tržištu Srbije

nisu zastupljeni šaran i pastrmka upakovani u modifikovanu atmosferu.

Cilj ovih istraživanja bio je da se ispita uticaj pakovanja u modifikovanoj atmosferi i vakuumu na promene senzornih svojstava i period održivosti odrezaka šarana i da se ustanovi najpodesnija smeša gasova za pakovanje ove slatkovodne vrste riba.

## Materijal i metode

Konzumni šaran (*Cyprinus carpio*), koji je korišćen u eksperimentu, poticao je iz ribnjaka koji se nalazi u ravničarskom delu Srbije, u kome je primenjen poluintenzivni način uzgoja ribe. Za eksperiment su korišćeni dvogodišnji šarani prosečne mase 2,5 kg. Šarani su živi preneti do pogona za klanje i preradu ribe, gde su omamljeni, zaklani, očišćena im je krljušt, a trup je isečen na odreske debljine 2 cm, pri čemu je od jednog trupa dobijeno po 6 odrezaka. Prosečna masa odreska bila je 220 g.

Formirane su tri grupe uzoraka. Prve dve grupe su upakovane u modifikovanu atmosferu sa različitim odnosom gasova: 60% CO<sub>2</sub> + 40% N<sub>2</sub> (I grupa) i 40% CO<sub>2</sub> + 60% N<sub>2</sub> (II grupa), dok je III grupa upakovana u vakuum. Za pakovanje uzoraka upotrebljena je mašina za pakovanje „Variovac“ (Variovac Primus, Zarrentin, Nemačka). Kao materijal za pakovanje korišćena je folija OPA/EVOH/PE (orijentisani poliamid/etilen vinil alkohol/polietilen, Dynopack, Polimoon, Kristiansand, Norveška) sa niskom propustljivošću za gas (stepen propustljivosti za O<sub>2</sub> – 3,2 cm<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>/dan pri 23°C; za N<sub>2</sub> – 1 cm<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>/dan pri 23°C; za CO<sub>2</sub> – 14 cm<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>/dan pri 23°C i za vodenu paru 15 g/m<sup>2</sup>/dan pri 38°C). Odnos gas/uzorak u pakovanju bio je 2:1.

Nakon pakovanja sve tri grupe uzoraka su iz pogona transportovane na strogo kontrolisanom temperaturnom režimu od +2°C u laboratoriju. Uzorci su u laboratoriji čuvani pri temperaturi od +3°C tokom 15 dana i u tom periodu, 0, 4, 7, 9, 12. i 15. dana eksperimenta, praćene su promene senzornih svojstava odrezaka šarana. Opisani postupak uzorkovanja, obrade, transportovanja i ispitivanja odrezaka šarana obavljen je nakon prolećnog (april) i istovetno nakon jesenjeg (oktobar) izlova šarana.

### Ocena senzornih svojstava

Uzorke sve tri grupe odrezaka šarana upakovanih nakon prolećnog i jesenjeg izlova ocenjivala je grupa od šest obučanih ocenjivača. Odabir, obuka i praćenje sposobnosti ocenjivača izvršeno je prema standardu SRPS EN ISO 8586-2:2012. Uzorci su ispitani u prostorijama koje su projektovane prema

zahtevima standarda SRPS EN ISO 8589:2012. Senzorna ocena obavljena je kvantitativno deskriptivnom analizom (SRPS ISO 6658:2013 i SRPS ISO 4121:2013) i obuhvatala je ocenu boje mesa, konzistencije, mirisa i ukupne prihvatljivosti sirovih odrezaka šarana. Za svaku osobinu data je intervalna skala sa ocenama od 1 do 7, pri čemu je jedinica označavala najmanju prihvatljivost, a sedmica najveću prihvatljivost ispitane osobe. Granica prihvatljivosti tj. održivosti odrezaka šarana definisana je nastankom kvara, odnosno ocenom manjom od tri.

### Metode statističke obrade podataka

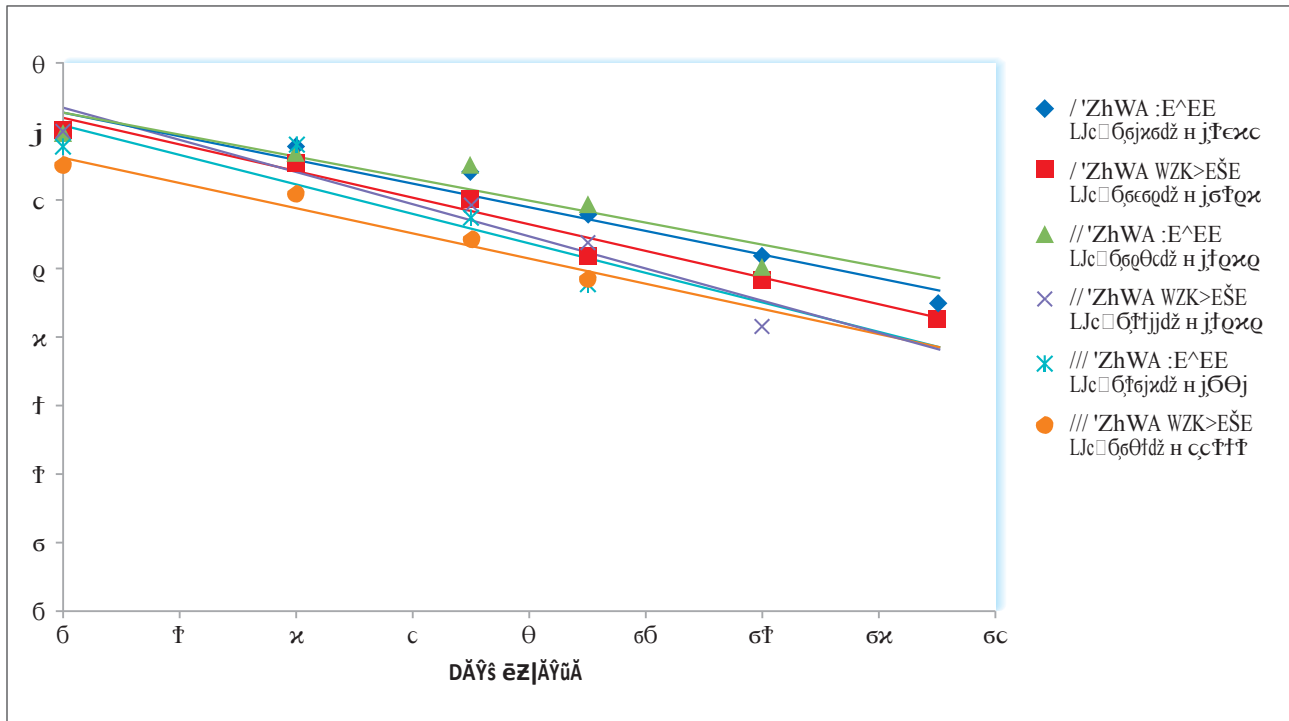
Za statističku obradu podataka (srednja vrednost, mera varijacije, t-test, analize varijanse, linearna regresija) korišćen je program Microsoft Excel 2007.

## Rezultati i diskusija

### Boja mesa odrezaka šarana

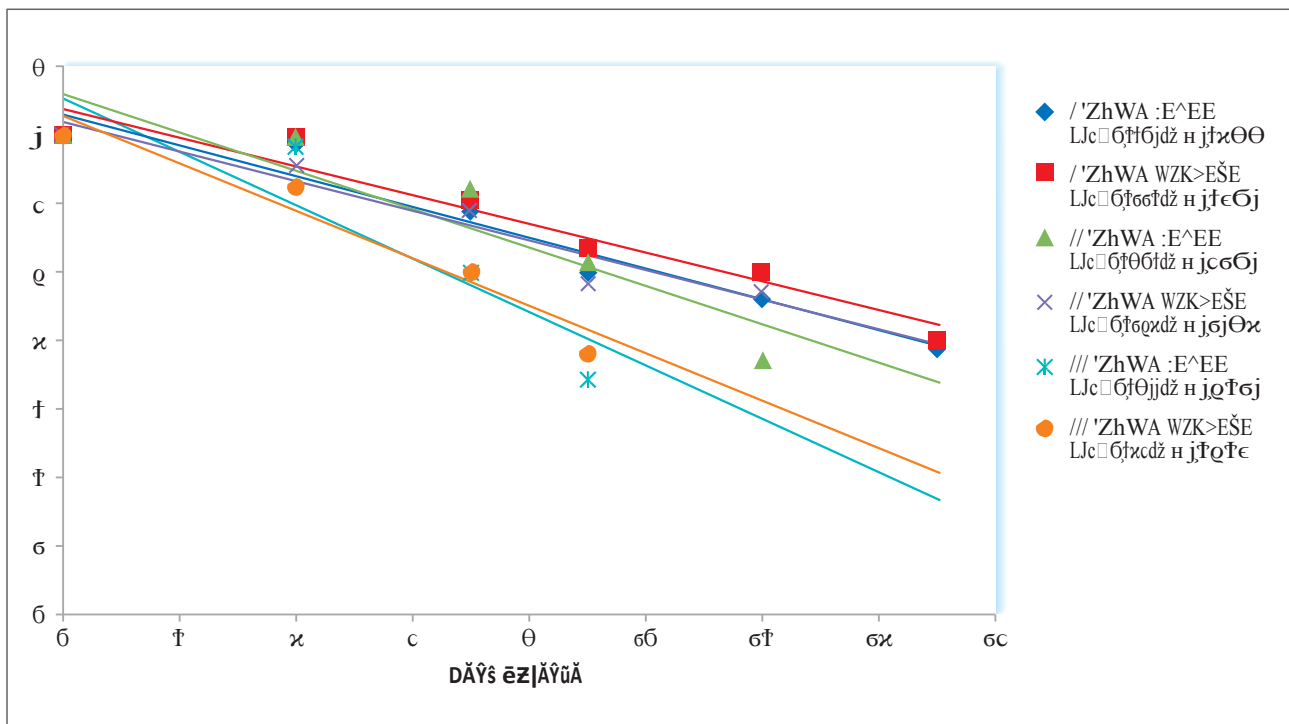
Nultog dana ispitivanja, između prosečne ocene boje mesa odrezaka šarana pakovanih posle jesenjeg i prolećnog izlova iz I (7,00 ± 0,00 i 7,00 ± 0,00 respektivno), II (7,00 ± 0,00 i 7,00 ± 0,00 respektivno) i III grupe (6,75 ± 0,41 i 6,50 ± 0,44 respektivno) nije ustanovljeno postojanje statistički značajne razlike p > 0,05. Tokom celog perioda ispitivanja statistički značajna razlika nije ustanovljena (p > 0,05) poređenjem prosečne ocene boje mesa uzoraka iz I i III grupe koji su pakovani nakon prolećnog i jesenjeg izlova. Razlika u prosečnoj oceni boje mesa odrezaka šarana II grupe, ustanovljena je 9. dana (p < 0,05), kao i 12. dana ispitivanja (p < 0,01) u korist uzoraka koji su pakovani nakon jesenjeg izlova (5,91 ± 0,50 i 5,00 ± 0,31 respektivno), a u odnosu na uzorke pakovane nakon prolećnog izlova (5,33 ± 0,25 i 4,16 ± 0,25 respektivno).

Na osnovu zavisnosti koje su dobijene linearnom regresijom i koje su prikazane u grafikonu 1 može se videti da prosečne ocene boje mesa uzoraka sve tri grupe odrezaka šarana opadaju u toku eksperimenta. Naši rezultati pokazuju da je promena prosečne ocene boje mesa bila najizraženija kod uzoraka koji su pakovani u atmosferu koja se sastojala od 40% CO<sub>2</sub> i 60% N<sub>2</sub> nakon prolećnog izlova, kao i kod uzoraka koji su pakovani u vakuum nakon jesenjeg izlova. Bez obzira na utvrđene razlike, boja mesa je tokom celog perioda ispitivanja kod sve tri grupe uzoraka kako nakon prolećnog, tako i nakon jesenjeg izlova bila prihvatljiva.



**Grafikon 1.** Zavisnost promene boje odrezaka šarana od vremena čuvanja  
**Graph 1.** The changes in colour of carp filets depending on the storage time

**Legenda/Legend:** I grupa jesen/I group autumn; I grupa proleće/I group spring; II grupa jesen/II group autumn; II grupa proleće/II group spring; III grupa jesen/III group autumn; III grupa proleće/ III group spring; Dani čuvanja/Storage days



**Grafikon 2.** Zavisnost promene konzistencije odrezaka šarana od vremena čuvanja  
**Graph 2.** The changes in consistency of carp filets depending on the storage time

**Legenda/Legend:** I grupa jesen/I group autumn; I grupa proleće/I group spring; II grupa jesen/II group autumn; II grupa proleće/II group spring; III grupa jesen/III group autumn; III grupa proleće/ III group spring; Dani čuvanja/Storage days

## Konzistencija odrezaka šarana

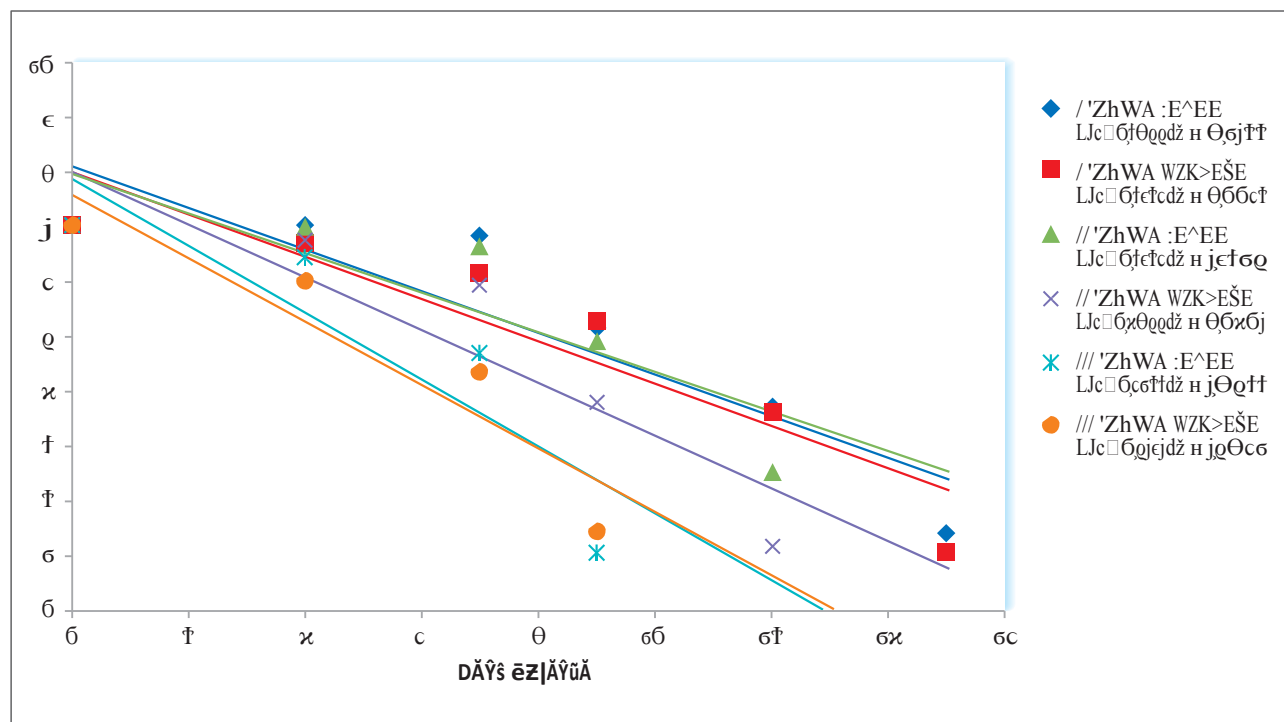
Ustanovljeno je da se prosečna ocena konzistencije odrezaka šarana na početku ispitivanja između grupa uzoraka nije statistički značajno razlikovala ( $p > 0,05$ ), a u zavisnosti od sezone pakovanja. Statistički značajna razlika nije ustanovljena između prosečne ocene konzistencije uzoraka iz I i III grupe pakovanih nakon prolećnog i jesenjeg izlova tokom celog perioda skladištenja ( $p > 0,05$ ). Razlika u prosečnoj oceni konzistencije odrezaka šarana II grupe, ustanovljena je samo 12. dana ispitivanja ( $p < 0,01$ ) u korist uzoraka koji su pakovani nakon prolećnog izlova ( $4,66 \pm 0,40$ ), a u odnosu na uzorke pakovane nakon jesenjeg izlova ( $3,66 \pm 0,51$ ). Na osnovu zavisnosti koje su dobijene linearnom regresijom i koje su prikazane u grafikonu 2 može se videti da u toku eksperimenta u uzorcima sve tri grupe prosečna ocena konzistencije opada. S obzirom da je u III grupi uzoraka pakovanih nakon prolećnog (0,34) i jesenjeg izlova (0,38) vrednost koeficijenta „b“ bila najveća, može se zaključiti da je u toj grupi promena konzistencije bila najizraženija. Tokom celog perioda ispitivanja konzistencija sve tri grupe odrezaka šarana, bez obzira na sezonu pakovanja, ocenjena je kao prihvatljiva.

## Miris odrezaka šarana

Na početku ispitivanja prosečna ocena mirisa odrezaka šarana nije se statistički značajno razlikovala ( $p > 0,05$ ) između grupa, koje su pakovane nakon jesenjeg i prolećnog izlova.

Kod I grupe uzoraka razlika u prosečnoj oceni mirisa, ustanovljena je 4. i 7. dana ispitivanja ( $p < 0,01$ ) u korist uzoraka koji su pakovani nakon jesenjeg izlova ( $7,00 \pm 0,00$  i  $6,83 \pm 0,40$  respektivno), a u poređenju sa uzorcima pakovanim nakon prolećnog izlova ( $6,66 \pm 0,25$  i  $6,16 \pm 0,25$  respektivno). Miris je ocenjen kao neprihvatljiv kod odrezaka šarana I grupe 15. dana ispitivanja, kako nakon jesenjeg, tako i nakon prolećnog izlova ( $1,33 \pm 0,40$  i  $1,00 \pm 0,00$  respektivno).

Miris odrezaka šarana II grupe koji su pakovani nakon prolećnog izlova ( $5,91 \pm 0,20$ ;  $3,75 \pm 0,27$  i  $1,16 \pm 0,25$  respektivno) bio je statistički značajno ( $p < 0,01$ ) lošije ocenjen 7, 9. i 12. dana ispitivanja u odnosu na miris uzoraka II grupe koji su pakovani nakon jesenjeg izlova ( $6,66 \pm 0,51$ ;  $4,91 \pm 0,50$  i  $2,50 \pm 0,63$  respektivno). Međutim, bez obzira na ustanovljene razlike, miris odrezaka šarana II grupe ocenjen je kao neprihvatljiv 12. dana eksperimenta kod obe sezone pakovanja.



**Grafikon 3.** Zavisnost promene mirisa odrezaka šarana od vremena čuvanja

**Graph 3.** The changes in odor of carp filets depending on the storage time

**Legenda/Legend:** I grupa jesen/I group autumn; I grupa proleće/I group spring; II grupa jesen/II group autumn; II grupa proleće/II group spring; III grupa jesen/III group autumn; III grupa proleće/III group spring; Dani čuvanja/Storage days

Kod uzoraka III grupe nije ustanovljena statistički značajna razlika ( $p > 0,05$ ) u prosečnoj oceni mirisa tokom celog perioda ispitivanja, a u zavisnosti od sezone pakovanja. Miris odrezaka šarana III grupe ocenjen je kao neprihvatljiv 9. dana eksperimenta kako nakon jesenjeg, tako i nakon prolećnog izlova ( $1,00 \pm 0,00$  i  $1,41 \pm 0,50$  respektivno).

Tokom celog perioda ispitivanja prosečne senzorne ocene mirisa uzoraka sve tri grupe odrezaka šarana su opadale, što se može videti iz zavisnosti dobijenih linearnom regresijom a koje su prikazane u grafikonu 3. Naši rezultati ukazuju da je promena mirisa bila najizraženija u ribi upakovanoj u vakuumu nakon jesenjeg i prolećnog izlova. Visoke ocene mirisa dobili su uzorci odrezaka šarana upakovani u modifikovanu atmosferu koja se sastojala od 60% CO<sub>2</sub> i 40% N<sub>2</sub> (I grupa) i one su uticale na visoke ocene ukupne prihvatljivosti, s obzirom da miris predstavlja najznačajnije senzorno svojstvo u proceni svežine i prihvatljivosti ribe kao namirnice.

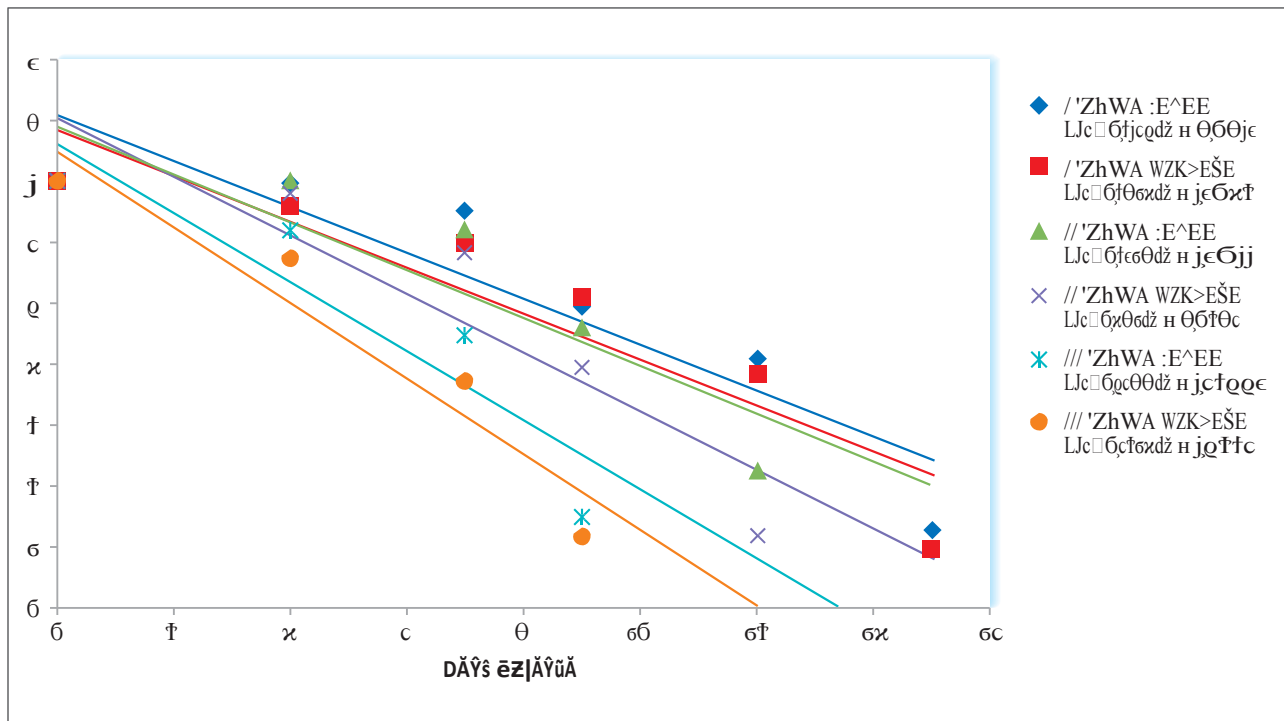
*Ukupna prihvatljivost odrezaka šarana*

Prosečna ocena ukupne prihvatljivosti odrezaka šarana na početku ispitivanja između grupa uzoraka nije se statistički značajno razlikovala ( $p > 0,05$ ), kako nakon jesenjeg, tako i nakon prolećnog izlova.

Odresci šarana I grupe bili su ocenjeni kao prihvatljivi prvih 12 dana ispitivanja, a ocene su bile statistički značajno veće ( $p < 0,05$ ) 4. i 15. dana ispitivanja kod uzoraka pakovanih posle jesenjeg izlova ( $7,00 \pm 0,00$  i  $1,25 \pm 0,27$  respektivno), a u odnosu na uzorke pakovane posle prolećnog izlova ( $6,58 \pm 0,37$  i  $1,00 \pm 0,00$  respektivno). Petnaestog dana, uzorci su bili neprihvatljivi u pogledu senzornih osobina, kada su ocenjivači konstatovali kvar odrezaka šarana.

Razlika u prosečnoj oceni prihvatljivosti odrezaka šarana II grupe, ustanovljena je 9. dana ( $p < 0,05$ ), kao i 12. dana ispitivanja ( $p < 0,01$ ) u korist uzoraka koji su pakovani nakon jesenjeg izlova ( $4,58 \pm 0,50$  i  $2,25 \pm 0,41$  respektivno), a u odnosu na uzorke pakovane nakon prolećnog izlova ( $3,91 \pm 0,37$  i  $1,16 \pm 0,40$  respektivno). Međutim, bez obzira na ustanovljene razlike, kod uzoraka II grupe, kvar je konstatovan 12. dana eksperimenta kod obe sezone pakovanja.

Kod uzoraka III grupe prihvatljivost nakon prolećnog izlova ( $3,75 \pm 0,27$ ) bila je lošije ocenjena ( $p < 0,05$ ) 7. dana ispitivanja, u odnosu na prihvatljivost nakon jesenjeg perioda pakovanja ( $4,50 \pm 0,54$ ). Uzorci III grupe ocenjeni su kao neprihvatljivi 9. dana eksperimenta, kako nakon jesenjeg, tako i



**Grafikon 4.** Zavisnost promene ukupne prihvatljivosti odrezaka šarana od vremena čuvanja  
**Graph. 4.** The changes in general acceptability of carp filets depending on the storage time

**Legenda/Legend:** I grupa jesen/I group autumn; I grupa proleće/I group spring; II grupa jesen/II group autumn; II grupa proleće/II group spring; III grupa jesen/III group autumn; III grupa proleće/ III group spring; Dani čuvanja/Storage days

nakon prolećnog izlova ( $1,50 \pm 0,44$  i  $1,16 \pm 0,25$  respektivno).

Na osnovu zavisnosti dobijenih linearnom regresijom koje su prikazane u grafikonu 4 može se videti da su prosečne ocene ukupne prihvatljivosti sve tri grupe uzoraka odrezaka šarana opadale u toku ispitivanja, što su u svojim istraživanjima utvrdili i *Provincial i dr.*, 2010; *Hudecova i dr.*, 2010; *Hansen i dr.*, 2009; *Babić i dr.*, 2009; *Wang i dr.*, 2008; *Stamatis i Arkoudelos*, 2007; *Sivertsvik i dr.*, 2003; *Gimenéz i dr.*, 2002; *Ruiz-Capillas i Moral*, 2001. Zajedničko za rezultate ispitivanja navedenih autora i naše rezultate je da su uzorci ribe pakovani u različitim smešama gasova uvek pokazivali veće senzorne ocene ukupne prihvatljivosti, a samim tim i veću održivost, u odnosu na ispitane uzorke čuvane pre svega na vazduhu, ali isto tako pakovane i u vakuumu.

U našim ispitivanjima rezultati pokazuju da su najveće prosečne ocene ukupne prihvatljivosti, koje su bile i statistički značajno veće, ustanovljene za uzorke pakovane u atmosferi koja se sastojala od 60% CO<sub>2</sub> i 40% N<sub>2</sub> tj. za uzorke iz I grupe. Odrasci šarana sa nešto manjim prosečnim ocenama ukupne prihvatljivosti bili su upakovani u smeši gasova sa 40% CO<sub>2</sub> i 60% N<sub>2</sub> (II grupa), i najmanje prosečne ocene ukupne prihvatljivosti imali su uzorci upakovani u vakuumu (III grupa). Statistički značajno veće senzorne ocene u toku skladištenja ustanovili su *Masniyom i dr.* (2002) za uzorke fileta branci na upakovane u različite smeše gasova u odnosu na uzorke čuvane na vazduhu, a slične rezultate dobili su i *Goulas i Kontominas*, (2007) koji su ispitivali skušu upakovanu u modifikovanoj atmosferi i vakuumu. Dobijanje takvih rezultata može biti i potvrda tvrdnje *Murcie i dr.* (2003) da hrana pakovana u

modifikovanoj atmosferi zadržava prirodniji i lepši izgled u odnosu na onu koja je pakovana u vakuumu.

Na osnovu prosečnih senzornih ocena ukupne prihvatljivosti, izvršili smo kategorizaciju uzoraka odrezaka šarana u pet klasa. Prosečnu ocenu ukupne prihvatljivosti koja se nalazi između 6 i 7 imali su uzorci odličnog kvaliteta, senzornu ocenu ukupne prihvatljivosti od 5 do 6 imali su uzorci veoma dobrog kvaliteta, prosečnu senzornu ocenu između 4 i 5 imali su uzorci dobrog kvaliteta, prosečne ocene između 3 i 4 imali su uzorci zadovoljavajućeg kvaliteta, dok su prosečne senzorne ocene ukupne prihvatljivosti ispod 3 kategorisale uzorke koji su bili nezadovoljavajućeg kvaliteta, odnosno koji su bili ocenjeni kao neprihvatljivi za ljudsku ishranu.

## Zaključak

Različite smeše gasova kao i pakovanje u vakuumu nisu značajno uticali na promenu boje i konzistencije odrezaka šarana i oni su ostali svojstveni do kraja eksperimenta.

Na procenu svežine i prihvatljivost ribe najviše je uticala prosečna ocena mirisa, tako da se na osnovu dobijenih rezultata može zaključiti da je održivost odrezaka šarana u smeši gasova koja se sastojala od 60% CO<sub>2</sub> i 40% N<sub>2</sub> (I grupa) bila 12 dana, dok su uzorci pakovani u smešu gasova sa 40% CO<sub>2</sub> i 60% N<sub>2</sub> (II grupa) bili održivi 9 dana. Odrasci šarana upakovani u vakuum (III grupa) bili su održivi 7 dana.

Kao najprihvatljivija smeša za pakovanje svežih odrezaka šarana u pogledu odabranih senzornih svojstava kao što su boja, konzistencija, miris i ukupna prihvatljivost pokazala se smeša gasova sa 60% CO<sub>2</sub> i 40% N<sub>2</sub>.

## Literatura

- Babić J., Milijašević M., Baltić Ž. M., Spirić A., Lilić S., Jovanović J., Đorđević M., 2009.** Uticaj različitih smeša gasova na očuvanje senzornih svojstava odrezaka šarana (*Cyprinus carpio*). *Tehnologija mesa*, 50, 5–6, 328–334.
- Baltić Ž. M., Kilibarda N., Dimitrijević M., Karabasil N., 2009.** Meso ribe – značaj i potrošnja. IV međunarodna konferencija „Ribarstvo“ 27–29. maj. Poljoprivredni fakultet Beograd. Zbornik predavanja, 280–287.
- Brody A. L., 2003.** „Nano, Nano“ Food Packaging Technology. *Journal of Food Technology*, 12, 52–54.
- Ćirković M., Jovanović B., Maletin S., 2002.** Ribarstvo. Poljoprivredni fakultet, Novi Sad.
- Davison W., Goldspink G., 1977.** The effect of prolonged exercise on the lateral musculature of the brown trout (*Salmo trutta*). *Journal of Experimental Biology*, 70, 1–12.
- Gimenéz B., Roncalés P., Beltrán J. A., 2002.** Modified atmosphere packaging of filleted rainbow trout. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 82, 1154–1159.
- Goulas A. E., Kontominas M. G., 2007.** Effect of modified atmosphere packaging and vacuum packaging on the shelf-life of refrigerated chub mackerel (*Scomber japonicus*): biochemical and sensory attributes. *European Food Research and Technology*, 224, 545–553.
- Gram L., Huss H. H., 1996.** Microbiological spoilage of fish and fish products. *International Journal of Food Microbiology*, 33, 121–137.
- Gram L., Ravn L., Rasch M., Bruhn J.B., Christensen A.B., Givskov M., 2002.** Food spoilage-interactions between food spoilage bacteria. *International Journal of Food Microbiology*, 78, 79–97.

- Haard N. F., 1992.** Technological aspects of extending prime quality of seafood: A review. *Journal of Aquatic Food Product Technology*, 1, 9–27.
- Hansen A. A., Mørkøre T., Rudi K., Rodbotten M., Bjerke F., Eie T., 2009.** Quality changes of prerigor filleted Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) packaged in modified atmosphere using CO<sub>2</sub> emitter, traditional MAP and vacuum. *Journal of Food Science*, 74, 6, 242–249.
- Hudecova K., Buchtova H., Steinhäuserova I., 2010.** The effect of modified atmosphere packaging on the microbiological properties of fresh Common carp (*Cyprinus carpio* L.). *Acta Veterinaria Brno*, 79, 93–100.
- Huss H. H., 1995.** FAO Fisheries technical paper 348. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome 1995. Quality and quality changes in fresh fish. <http://www.fao.org/docrep/v7180e/v7180e00.htm>
- Jørgensen B. R., Gibson D. M., Huss H. H., 1988.** Microbiological quality and shelf-life prediction of chilled fish. *International Journal of Food Microbiology*, 6, 4, 295–307.
- Klaui H., Bauernfeind J. C., 1981.** Carotenoids. In: Carotenoids as colorants and vitamin A precursors. Academic Press, New York, 47–317.
- Love R. M., 1988.** The Food Fishes. Their Intrinsic Variation and Practical Implications. Farrand Press, London/Van Nostrand Reinhold, New York.
- Martinez L., Djenane D., Cilla I., Beltran J. A., Roncales P., 2006.** Effect of varying oxygen concentrations on the shelf life of fresh pork sausages packaged in modified atmosphere. *Food Chemistry*, 94, 219–225.
- Masniyom P., Benjakul S., Visessanguan W., 2002.** Shelf-life extension of refrigerated seabass slices under modified atmosphere packaging. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 82, 873–880.
- Milijašević M., Velebit B., Turubatović L., Jovanović J., Babić J., 2008.** Uticaj različitih smeša gasova na održivost svežeg junećeg mesa, *Tehnologija mesa*, 49, 5–6, 161–164.
- Mohr V., 1986.** Control of nutritional and sensory quality of cultured fish. in: *Seafood Quality Determination*, (ed. E.D. Kramer and J. Liston). Elsevier Science Publishers, Amsterdam, 487–496.
- Murcia M. A., Martinez-Tome M., Nicolas M. C., Vera A. M., 2003.** Extending the shelf-life and proximate composition stability of ready to eat foods in vacuum or modified atmosphere packaging. *Food Microbiology*, 20, 671–679.
- Provincial L., Gil M., Guillen E., Alonso V., Roncales P., Beltran J. A., 2010.** Effect of modified atmosphere packaging using different CO<sub>2</sub> and N<sub>2</sub> combinations on physical, chemical, microbiological and sensory changes of fresh sea bass (*Dicentrarchus labrax*) fillets. *International Journal of Food Science and Technology*, 45, 1828–1836.
- Ruiz-Capillas C., Moral A., 2001.** Residual effect of CO<sub>2</sub> on hake (*Merluccius merluccius* L) stored in modified and controlled atmospheres. *European Food Research Technology*, 212, 4, 413–420.
- Sivertsvik M., Jeksrud W. K., Rosnes J. T., 2002.** A review of modified atmosphere packaging of fish and fishery products – significance of microbial growth, activities and safety. *International Journal of Food Science Technology* 37, 107–127.
- Sivertsvik M., Rosnes J. T., Kleiberg G. H., 2003.** Effect of modified atmosphere packaging and superchilled storage on the microbial and sensory quality of Atlantic salmon (*Salmo salar*) fillets. *Journal of Food Science* 68, 4, 1467–72.
- SRPS EN ISO 8586-2, 2012.** Senzorske analize – Opšte uputstvo za odabir, obuku i praćenje ocenjivača – Deo 2: Senzorski ocenjivači (eksperti).
- SRPS EN ISO 8589, 2012.** Senzorske analize, Opšte uputstvo za projektovanje prostorija za ispitivanje.
- SRPS ISO 4121, 2013.** Senzorske analize, Uputstva za korišćenje kvantitativnih skala.
- SRPS ISO 6658, 2013.** Senzorske analize, Metodologija, Opšte uputstvo.
- Stamatis N., Arkoudelos J. S., 2007.** Effect of modified atmosphere and vacuum packaging on microbial, chemical and sensory quality indicators of fresh, filleted *Sardina pilchardus* at 3°C. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 87, 1164–1171.
- Wang T., Sveinsdottir K., Magnusson H., Mertinsdottir E., 2008.** Combined application of modified atmosphere packaging and superchilled storage to extend the shelf life of fresh cod (*Gadus morhua*) loins. *Journal of Food Science* 73, 11–19.



# The impact of packaging in modified atmosphere and vacuum on preservation of sensory properties of carp filets (*Cyprinus carpio*)

Babić Jelena, Milijašević Milan, Dimitrijević Mirjana

*S u m m a r y:* The aim of this study was to examine the impact of packaging in modified atmosphere and vacuum on changes of selected sensory characteristics of carp filets (colour and consistency of meat, the smell of and overall acceptability) and to determine the most suitable gas mixtures for the packing of freshwater fish species. For the purposes of this study, three groups of carp filet samples were formed. The first two groups were packed in modified atmosphere with different gas ratios: 60% CO<sub>2</sub> + 40% N<sub>2</sub> (Group I) and 40% CO<sub>2</sub> + 60% N<sub>2</sub> (Group II), while Group III was packaged in a vacuum. All samples were stored in the same conditions, at a temperature of +3°C, and subsequently on day 0, 4, 7, 9, 12 and 15 of storage, tests were performed. Test results showed that the samples packaged in atmosphere with 60% carbon dioxide and 40% N<sub>2</sub> remained unchanged until the day 12, and the samples packaged in an atmosphere with 40% carbon dioxide and 60% N<sub>2</sub> to the day 9 of storage. Carp filets packaged in vacuum remained unchanged until the day 7 of storage.

*Modified Atmosphere Packaging, especially in an atmosphere with 60% carbon dioxide and 40% N<sub>2</sub>, can significantly extend the viability of carp filets.*

**Key words:** carp filets, sensory properties, sustainability, modified atmosphere (MAP).

Rad primljen: 30.03.2015.

Rad prihvaćen: 29.05.2015.