

Uticaj soljenja i mariniranja na mikrobiološki status i hemijski sastav skuše upakovane u modifikovanu atmosferu

Ivanović Jelena¹, Đurić Jelena¹, Bošković Marija¹, Marković Radmila¹, Baltić Ž. Milan¹, Đorđević Vesna², Grbić Slaven³

S a d r Ź a j: Cilj našeg rada je bio uticaj soljenja i mariniranja na mikrobiološki status i hemijski sastav skuše upakovane u modifikovanu atmosferu. Za potrebe ispitivanja skuša je podeljena u dve grupe, gde je prva grupa bila soljena skuša pakovana u MAP, a druga grupa je bila marinirana skuša pakovana u MAP. Marinade i so imaju pre svega uticaj na mikrobiološki status mesa pa je i cilj ovog istraživanja bio utvrđivanje pojedinih grupa bakterija (ukupan broj bakterija, bakterije mlečne kiseline i broj enterobakterija) tokom pedeset dana skladištenja. Soljenje, a posebno mariniranje, značajno utiče na promenu hemijskog sastava mesa ribe, budući da dolazi do značajnog smanjenja sadržaja vode, povećanja sadržaja masti i povećanja sadržaja pepela. Ovi postupci utiču i na smanjenje a_w vrednosti mesa ribe. U uzorcima marinirane ribe, utvrđen je značajno manji broj svih ispitivanih grupa bakterija, u odnosu na uzorke koji su bili tretirani slanim rastvorom.

Ključne reči: ukupan broj bakterija, MAP, enterobakterije, bakterije mlečne kiseline, skuša, marinada.

Uvod

Riba je, s obzirom na njenu hranljivu vrednost, oduvek predstavljala značajan deo ishrane ljudi u svetu. Iako, danas, znatan deo ove hrane potiče iz akvakulture u toplovodnim, nizijskim kao i u hladnovodnim ribnjacima, izlov ribe iz prirodnih staništa u Srbiji i dalje predstavlja značajan izvor ribe namenjen tržištu (Simonović, 2001). Sveža riba je namirnica koju karakteriše kratka održivost ($pH < 5,2$; $a_w < 0,95$) i, zbog toga, mora da bude skladištena pri niskim temperaturama hlađenja (-1 do $+3^\circ C$) (Milijašević i dr., 2010). Riba koja se koristi za ishranu ljudi, pre svega, mora da bude odgovarajućeg kvaliteta i bezbedna za potrošača. Kontaminacija mesa ribe bakterijama može da bude direktna, kada mikroorganizmi potiču iz zagađene sredine, ili indirektna, kada je prisustvo bakterija u mesu ribe posledica kontaminacije ribe u toku manipulacije ribom, pa sve do postupaka u domaćinstvu (Kilibarda i dr., 2008). Neadekvatan izbor sirovine, nepažljiva

manipulacija sirovinom u toku primarne obrade i nehigijenska proizvodnja mogu usloviti, sa jedne strane, kontaminaciju sirovine nepatogenim mikroorganizmima koji smanjuju kvalitet gotovog proizvoda, ali sa druge strane, što je značajnije sa aspekta zdravlja potrošača, pojavu patogenih mikroorganizama u gotovom proizvodu, što je, ujedno, i najznačajniji aspekt bezbednosti hrane kada su u pitanju proizvodi od ribe.

Soljenje, a posebno mariniranje, značajno mogu da utiču na promenu hemijskog sastava mesa ribe, budući da dolazi do značajnog smanjenja sadržaja vode, povećanja sadržaja masti i povećanja sadržaja pepela. Ovi postupci utiču i na smanjenje a_w vrednosti mesa ribe, a time i na smanjenje ukupnog broja bakterija. Efekat soli na održivost mesa ribe poznat je još iz davnih vremena kao i njegov uticaj na senzorne osobine gotovog proizvoda koji nije zanemarljiv. Soljenje ima konzervišući efekat, s obzirom da se u mesu ribe povećava procenat soli u vodenoj fazi, a smanjuje aktivnost vode, tj. količina

Napomena: Rad je finansiran sredstvima projekta broj TR 31034 Ministarstva prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije.

¹Univerzitet u Beogradu, Fakultet veterinarske medicine, Bulevar oslobođenja br.18, 11000 Beograd, Republika Srbija;

²Institut za higijenu i tehnologiju mesa, Kačanskog br.13, 11 000 Beograd, Republika Srbija;

³Slaven d.o.o, 51000 Banja Luka, Bosna i Hercegovina.

Autor za kontakt: Ivanović Jelena, 1310jecko@gmail.com

vode dostupna mikroorganizmima (*Jittinandana i dr.*, 2002; *Leroi i dr.*, 2000). Pored soljenja, kao postupak konzerviranja, danas se koristi i mariniranje. Osnovni efekat mariniranja zasniva se na delovanju kiselina i drugih sastojaka marinade na bakterije i enzime, a ovaj postupak utiče na mekoću mesa, promenu ukusa, teksturu proizvoda (promena strukture), što sve doprinosi specifičnom mirisu i ukusu. Soljenje i mariniranje značajno utiču na bakteriološki status ribe. Pored konzervišućeg efekta, na kvalitet i bezbednost ribe utiče i način pakovanja sirovine. Pakovanje hrane, ima za cilj da potrošačima pruži i osnovne informacije o ribi, a naročito o uslovima čuvanja i roku trajanja. Tehnologija pakovanja u modifikovanoj atmosferi sastoji se u primeni gasova u cilju održanja kvaliteta od proizvođača do potrošača, odnosno održavanja originalnih svojstava proizvoda (*Cutter*, 2002). Konzervišuće delovanje gasova primenjenih u pakovanju namirnica zasniva se na njihovoj sposobnosti da onemogućavanjem, ili usporavanjem razmnožavanja mikroorganizama, utiču na zaustavljanje, odnosno usporavanje procesa razlaganja koje prouzrokuju mikroorganizmi, ili fizičko-hemijski agensi koji dubinski menjaju proizvod čineći ga neupotrebljivim za konzumiranje. Da bi se gasovi ispravno upotrebili moraju se dobro poznavati svojstva i uloge zaštitnih gasova, ali i karakteristike proizvoda koji se pakuje, kao na primer procenat sadržaja vlage, količine lipida, boja, pH vrednost, itd. Pakovanje u modifikovanoj atmosferi, uglavnom, zahteva primenu smeše najmanje dva gasa, a njihovi optimalni odnosi variraju u zavisnosti od vrste hrane. Najčešća kombinacija gasova koja se primenjuje kod pakovanja mesa su ugljen-dioksid i azot, pri čemu CO₂ utiče na bakteriološki status i kvalitet pakovane ribe, dok azot utiče samo na pakovanje (manji efekat skupljanja prevlake za pakovanje), bez efekata na mikroorganizme. Kiseonik se, takođe, može koristiti u smeši gasova s obzirom na činjenicu da njegovo prisustvo utiče na očuvanje prirodne boje mesa (*Sivertsvik i dr.*, 2002). Iako su i drugi gasovi, kao što su azot-oksidi, sulfat-dioksid, etilen, hlor, ozon i propilen-oksidi eksperimentalno korišćeni, oni se ne primenjuju u MAP tehnologiji, zbog bezbednosti, propisa i cene pakovanja (*Babić i dr.*, 2009).

Cilj našeg ispitivanja je bio da se ispita uticaj soljenja i mariniranja na mikrobiološki status i hemijski sastav skuše upakovane u modifikovanu atmosferu tokom 50 dana skladištenja pri 4 ± 1°C.

Materijal i metode rada

U eksperimentu je korišćena skuša konzumne veličine, mase od 350–400 grama, koja je obrađena na način uobičajen za industrijski objekat koji se bavi obradom ribe. Riba je podeljena u dve grupe, sa po 12 uzoraka u svakoj grupi. Za soljenje, mariniranje, odnosno, pakovanje korišćen je primarno obrađen trup ribe. Prva grupa je tretirana samo u slanom rastvoru (10% soli), a druga grupa je marinirana u marinadi koja se sastojala od 10% soli i 0,5% sirćetne kiseline. Tretiranje ribe trajalo je dva deset četiri sata. Nakon toga, soljena, odnosno marinirana riba je pakovana u modifikovanu atmosferu gde je odnos gasova bio 40% CO₂ + 60% N₂. 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 gasove (stepen propustljivosti za O₂ – 3,2 cm³/m²/dan pri 23°C; za N₂ – 1 cm³/m²/dan pri 23°C; za CO₂ – 14 cm³/m²/dan pri 23°C i za vodu paru 15 g/m²/dan pri 38°C). Svi uzorci su skladišteni pri istim, kontrolisanim, uslovima, na temperatura 4 ± 1°C. Na početku eksperimenta utvrđen je hemijski sastav a na svakih deset dana u toku pedeset dana, vršene su mikrobiološke analize pakovane skuše. Mikrobiološke metode su podrazumevale ispitivanje: ukupnog broja aerobnih mezofilnih bakterija prema standardu SRPS EN ISO 4833: 2008; mikrobiologije hrane i hrane za životinje – Horizontalna metoda za određivanje broja mikroorganizama – Tehnika brojanja kolonija na 30° C; ukupnog broja bakterija iz familije *Enterobacteriaceae* prema standardu SRPS ISO 21528-2:2009; mikrobiologije hrane i hrane za životinje – Horizontalna metoda za otkrivanje i određivanje broja *Enterobacteriaceae* – Deo 2: Metoda brojanja kolonija; bakterija mlečne kiseline prema standardnoj metodi ISO 15214:1998 (MRS, Merck). Hemijske analize su podrazumevale ispitivanje sadržaja: Vode – određivanjem gubitka mase pri sušenju homogenizovanog uzorka pri 105 ± 1°C do konstantne mase (JUS ISO 1442); Masti – metodom po Soxhletu, ekstrakcijom masti iz osušenog uzorka petrol etrom, destilacijom i sušenjem pri 105 ± 1°C do konstantne mase (JUS ISO 1443); Proteina – metodom po Kjeldalhu primenom uređaja firme „Tecator“ (JUS ISO 937); Pepela – sagorevanjem uzorka pri 550°C do konstantne mase (JUS ISO 936); Natrijum-hlorid – metodom po Volhardu (JUS ISO 1841-1).

Kao osnovne statističke metode korišćeni su deskriptivni statistički parametri (aritmetička

Tabela 1. Hemijski sastav uzoraka skuše
Table 1. The chemical composition of mackerel samples

| Uzorak/ Sample | Sastojci/Ingredients (%) | | | |
|---|----------------------------|----------------------------|-------------------|---------------------------|
| | Voda/Water | Mast/Fat | Proteini/Proteins | Pepeo/Ash |
| Sirova skuša/ Raw mackerel | 69,17 ^{aA} ± 1,25 | 9,56 ^{AB} ± 0,41 | 20,05 ± 0,94 | 1,12 ^{AB} ± 0,05 |
| Soljena skuša/ Salted mackerel | 66,24 ^a ± 2,18 | 10,40 ^{AC} ± 0,38 | 19,94 ± 0,81 | 2,92 ^{AC} ± 0,09 |
| Marinirana sluša/ Marinated mackerel | 65,13 ^A ± 1,84 | 11,40 ^{BC} ± 0,56 | 19,95 ± 0,90 | 3,46 ^{BC} ± 0,08 |

Legenda/Legend: Ista slova A, B, C $p < 0,01$; a $p < 0,05$ /the same letters A, B, C – $p < 0,01$; a $p < 0,05$

sredina, standardna devijacija, standardna greška, minimalna, maksimalna vrednost i koeficijent varijacije). Za ispitivanje signifikantnih razlika između tri i više posmatranih tretmana korišćen je grupni test, ANOVA, a zatim pojedinačni Tukey test. Statistička analiza dobijenih rezultata je urađena u statističkom paketu PrismaPad 5.00.

Rezultati i diskusija

Hemijski sastav uzoraka sirove, soljene i marinirane skuše prikazan je u tabeli 1. Sadržaj vode u mesu ribe bio je od $65,15 \pm 1,84\%$ (marinirana riba) do $69,17 \pm 1,25\%$ (sirova riba). Utvrđeno je da je sadržaj vode u mesu soljene ribe ($66,24 \pm 2,18\%$) bio statistički značajno manji ($p < 0,05$) od sadržaja vode u mesu sirove ribe, kao i da je sadržaj vode u mesu marinirane ribe bio statistički značajno manji ($p < 0,01$) od sadržaja vode u mesu sirove ribe. Sadržaj masti u mesu ispitivanih uzoraka sirove ribe bio je $9,56 \pm 0,41\%$, u uzorcima soljene ribe $10,40 \pm 0,38\%$ i u uzorcima marinirane ribe $11,40 \pm 0,56\%$. U svim slučajevima poređenja razlika između prosečnih vrednosti sadržaja masti bila je statistički značajna ($p < 0,01$). Nisu utvrđene statistički

značajne razlike između prosečnih sadržaja proteina ispitivanih uzoraka ribe (sirova, soljena, marinirana). Prosečan sadržaj pepela u ispitivanim uzorcima sirove ribe bio je $1,12 \pm 0,05\%$, u uzorcima soljene ribe $2,92 \pm 0,09\%$ i u uzorcima marinirane ribe $3,46 \pm 0,08\%$ i u svim slučajevima poređena utvrđena je statistički značajna razlika ($p < 0,01$).

Ukupan broj bakterija, tokom pedeset dana ispitivanja, bio je statistički značajno veći ($p < 0,01$) u uzorcima koji su soljeni (tabela 2).

Rezultati ispitivanja ukupnog broja enterobakterija tokom pedeset dana skladištenja prikazani su u tabeli 3. Poređenjem rezultata utvrđeno je da je u uzorcima prve grupe (soljena skuša pakovana u MAP) ($0,62 \pm 0,07 \log \text{CFU/g}$) prosečan broj enterobakterija bio statistički značajno veći ($p < 0,05$) u odnosu na broj enterobakterija u uzorcima druge grupe (marinirana skuša pakovana u MAP) ($0,48 \pm 0,07 \log \text{CFU/g}$). Nakon desetog dana ispitivanja, statistički značajna razlika ($p < 0,05$) uočena je između ukupnog broja enterobakterija poređenjem uzoraka prve i druge grupe. Prosečan broj enterobakterija 20, 30, 40, i 50 dana ispitivanja bio je statistički značajno veći ($p < 0,01$) u uzorcima koji su soljeni, a zatim pakovani u modifikovanu atmosferu.

Tabela 2. Ukupan broj bakterija u uzorcima skuše tokom skladištenja (log CFU/g)
Table 2. The total number of bacteria in the mackerel samples during storage (log CFU/g)

| Grupa/ Group | Dani ispitivanja/Test days ($\bar{X} \pm \text{SD}$) | | | | | |
|-----------------|--|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| | 0. | 10. | 20. | 30. | 40. | 50. |
| I | 2,33 ± 0,20 ^A | 2,65 ± 0,10 ^A | 3,27 ± 0,08 ^A | 3,87 ± 0,12 ^A | 4,78 ± 0,15 ^A | 5,00 ± 0,14 ^A |
| II | 1,97 ± 0,14 ^A | 2,10 ± 0,09 ^A | 2,38 ± 0,08 ^A | 2,73 ± 0,08 ^A | 3,42 ± 0,15 ^A | 3,52 ± 0,08 ^A |

Legenda/Legend: Isto slovo A – $p < 0,01$ /the same letter A – $p < 0,01$

I grupa: soljena skuša pakovana u MAP/Group I: salted mackerel packed in MAP

II grupa: marinirana skuša pakovana u MAP/Group II: marinated mackerel packed in MAP

Tabela 3. Ukupan broj enterobakterija u uzorcima skuše tokom skladištenja (log CFU/g)
Table 3. The total number of enterobacteria in the mackerel samples during storage (log CFU / g)

| Grupa/ Group | Dani ispitivanja/Test days ($\bar{X} \pm SD$) | | | | | |
|-----------------|---|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| | 0. | 10. | 20. | 30. | 40. | 50. |
| I | 0,62 ± 0,07 ^a | 1,05 ± 0,05 ^a | 2,01 ± 0,11 ^A | 2,86 ± 0,08 ^A | 3,41 ± 0,14 ^A | 3,38 ± 0,07 ^A |
| II | 0,48 ± 0,07 ^a | 0,87 ± 0,08 ^a | 1,10 ± 0,09 ^A | 1,35 ± 0,10 ^A | 1,80 ± 0,14 ^A | 1,71 ± 0,07 ^A |

Legenda/Legend: Isto slovo A– p<0,01; a– p<0,05/the same letter A– p<0,01; a– p<0,05

I grupa: soljena skuša pakovana u MAP/Group I: salted mackerel packed in MAP

II grupa: marinirana skuša pakovana u MAP/Group II: marinated mackerel packed in MAP

Prosečan broj bakterija mlečne kiseline nultog dana ispitivanja bio je statistički značajno veći u uzorcima prve grupe (1,91 ± 0,14 log CFU/g) u odnosu na prosečan broj bakterija mlečne kiseline u uzorcima druge grupe (1,33 ± 0,10 log CFU/g) (tabela 4). Poređenjem dobijenih rezultata tokom svih pedeset dana ispitivanja, može da se konstatuje da je prosečan broj bakterija mlečne kiseline bio statistički značajno veći (p<0,01) u uzorcima soljene skuše u odnosu na marinirane uzorke skuše.

Interes potrošača za svežom, ohlađenom, polugotovom hranom sa produženom održivošću, usmerilo je brojna istraživanja na postupke konzerviranja kojima se može kontrolisati rast bakterija, da bi proizvod bio bezbedan i da bi bio održiv duže vreme (Sallam, 2007). Kvarenje ribe može da se spreči različitim postupcima konzervisanja (Sivertsvik i dr., 2007). Hemijski sastav mesa ribe zavisi, pre svega, od vrste ribe ali ima varijacija i unutar same vrste. Te varijacije zavise od starosti, veličine, pola, sezone izlova (Silva i Scamol, 2000). U stvari, varijacije u hemijskom sastavu ribe zavise od ishrane, migracije i polnog ciklusa. Proizvođači imaju direktan interes za hemijski sastav ribe, kao polazni materijal za preradu (Duyar i Eke, 2009). Mariniranje utiče na promene hemijskog sastava mesa ribe. Sadržaj

vode u soljenoj i mariniranoj ribi je prema našim rezultatima znatno manji od sadržaja vode u sirovoj ribi (tabela 1). Promena sadržaja vode uticala je na promene odnosa ostalih sastojaka mesa ribe, pa je tako zabeleženo u soljenoj i mariniranoj ribi povećanje sadržaja masti (10,40% soljena riba, 11,40% marinirana riba i 9,56% sirova riba). Soljenjem, odnosno, mariniranjem povećava se sadržaj pepela u mesu (soljena riba 2,92%, marinirana ribe 3,46% i sirova riba 1,12%) pa razume se i sadržaj soli.

Mariniranje kao postupak konzerviranja je zasnovan tretman mešanja sa rastvorom koji sadrži so, začine, kiseline, limunov sok i doprinosi dobroj prihvatljivosti za različite proizvode od mesa (Duyar i Eke, 2009). Poznato je da se mariniranjem menja sposobnost vezivanja vode, smanjuje kaloričnu vrednost obrade i poboljšava teksturu. Rast bakterija kod mariniranih proizvoda posledica je pada pH vrednosti a ponekad i prisustva antibakterijskih supstanci (Poligne i Collignan, 2000). Održivost ribe i proizvoda od ribe u MAP-u (Modified atmosphere packaging) može da se produži pri čemu održivost zavisi od izvora (stanja) sirovine, temperature, odnosa gasova i materijala za pakovanje. U literaturi postoje brojni podaci o uticaju MAP-a na ribu i proizvode od ribe (Goulas i Kontamines, 2005; Lopez-Caballero i dr.,

Tabela 4. Ukupan broj bakterija mlečne kiseline u uzorcima skuše tokom skladištenja (log CFU/g)
Table 4. The total number of lactic acid bacteria in the mackerel samples during storage (log CFU/g)

| Grupa/ Group | Dani ispitivanja/Test days ($\bar{X} \pm SD$) | | | | | |
|-----------------|---|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| | 0. | 10. | 20. | 30. | 40. | 50. |
| I | 1,91 ± 0,14 ^A | 2,01 ± 0,15 ^A | 2,66 ± 0,13 ^A | 3,46 ± 0,15 ^A | 5,67 ± 0,10 ^A | 5,73 ± 0,12 ^A |
| II | 1,33 ± 0,10 ^A | 1,60 ± 0,09 ^A | 1,95 ± 0,10 ^A | 2,41 ± 0,11 ^A | 3,56 ± 0,15 ^A | 3,61 ± 0,35 ^A |

Legenda/Legend: Isto slovo A– p<0,01/the same letter A– p<0,01

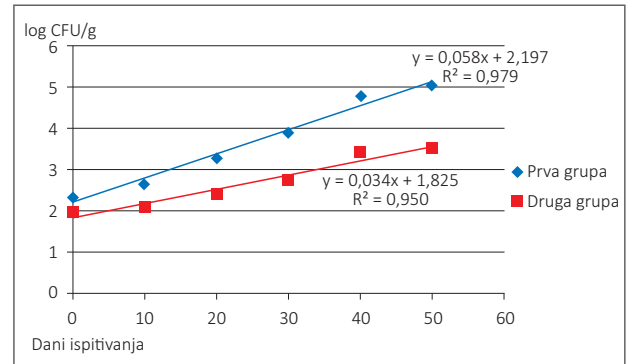
I grupa: soljena skuša pakovana u MAP/ Group I: salted mackerel packed in MAP

II grupa: marinirana skuša pakovana u MAP/Group II: marinated mackerel packed in MAP

2002; Özogul i dr., 2004). Održivost skuše na ledu je oko sedam dana i zato se traže mogućnosti produženja održivosti (Stamatis i Arkoudelos, 2007). U MAP-u se održivost skuše može produžiti i do 12 dana.

Tehnološki aspekti pakovanja u MAP se dugo izučavaju (Günsen i dr., 2011). U pakovanjima sa CO₂ rast *Shewanella Putrefaciens* je veoma inhibiran. Nasuprot tome, gram-negativan organizam *Photobacterium Phosphoreum* je identifikovan kao mikroorganizam odgovoran za kvar (Günsen i dr., 2011). MAP u kombinaciji sa hlađenjem može da bude vrlo efektivan metod konzervisanja koji omogućava produženje održivosti i očuvanje kvaliteta svežih, hlađenih namirnica kao što je crveno meso, meso živine, voće, povrće, pasta, riba (Günsen i dr., 2011). Plodovi voda se razlikuju od ostalih vrsta mesa, pa i po tome što su podložni kako mikrobiološkom tako i hemijskom kvaru (Pastoriza, 1996). Kvar ribe počinje odmah nakon smrti, odnosno izlova. To je rezultat brojnih promena koje su uzrokovane aktivnošću bakterija i enzima. Ukupan broj bakterija može da bude pokazatelj kvara. Smatra se da ukupan broj bakterija od 10⁸ CFU/ml i ukupan broj sulfitoredujućih bakterija od 10⁶ CFU/ml još uvek nije znak kvara ribe (Stamatis i Arkoudelos, 2007). Porast broja enterobakterija je zabeležen u obe grupe ispitivanih uzoraka ali je porast bio znatno veći u uzorcima koji su bili soljeni (grafikon 2). Takođe, poređenjem bakterija mlečne kiseline i ukupnog broja bakterija, može se uočiti da je porast ovih bakterija bio znatno veći u soljenim uzorcima, a zatim pakovani u MAP (grafikon 1 i grafikon 3).

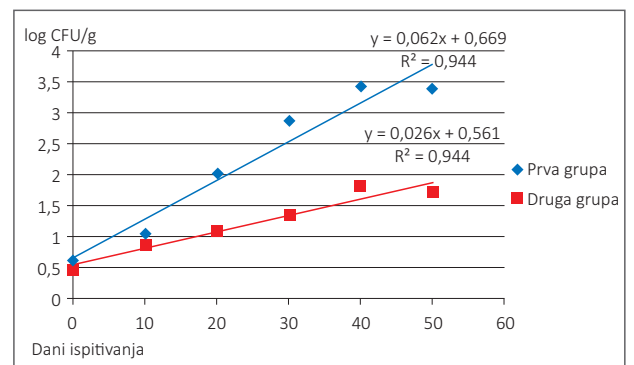
Hlađenje je najvažnija strategija koja usporava rast bakterija i produživost ribe. MAP ili vakuum mogu dodatno da produže održivost (Günsen i dr., 2011). Pozitivan efekat CO₂ na održivost ribe je dobro dokumentovan (Hansen, 2008; Mendes i Goncalves, 2008) i u MAP-u CO₂ redukuje rast nekih bakterija (*Pseudomonas* i *Shewanella*) a neke bakterije su tolerantne (*Photobacterium Phosphoreum*). Kombinacija organskih kiselina i pakovanja u atmosferi sa CO₂ u potpunosti inhibira rast bakterija ako je njihov broj 10³ CFU/g kod lososa za četrnaest dana. Do sličnih rezultata došli su i drugi autori (Hansen, 2008; Mendes i Goncalves, 2008; Manju i dr., 2007; Sallam, 2007; Sallam, 2008). Upotreba istovremeno MAP-a i organskih kiselina sa CO₂ ima bolji efekat nego upotreba samo organskih kiselina ili samo pakovanje u MAP-u sa CO₂. Ovo je potvrđeno i našim ispitivanjima. Sirćetna kiselina ima bolji antibakterijski efekat od limunske kiseline a kombinacija ove dve kiseline ima bolji efekat od pojedinačnog delovanja jedne od ovih kiselina. Nije međutim zapažen značajno bolji efekat ako se kombinuju ove dve kiseline i pakovanje sa CO₂.



Legenda/Legend: Dani ispitivanja/test days;
Prva grupa/Group I; Druga grupa/Group II

Grafikon 1. Prosečan ukupan broj bakterija u uzorcima skuše tokom skladištenja (log CFU/g)

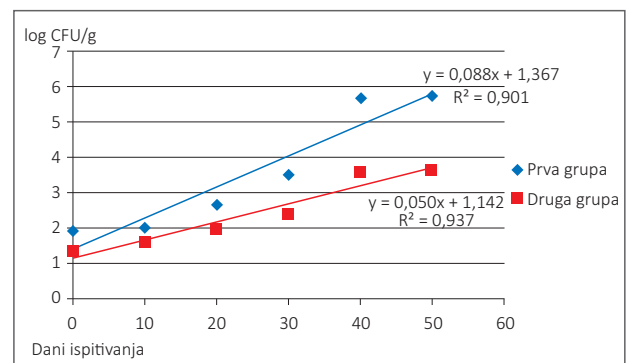
Graph 1. The average total number of bacteria in the mackerel samples during storage (log CFU/g)



Legenda/Legend: Dani ispitivanja/test days;
Prva grupa/Group I; Druga grupa/Group II

Grafikon 2. Prosečan broj enterobakterija u uzorcima skuše tokom skladištenja (log CFU/g)

Graph 2. The average number of enterobacteria the mackerel samples during storage (log CFU/g)



Legenda/Legend: Dani ispitivanja/test days;
Prva grupa/Group I; Druga grupa/Group II

Grafikon 3. Prosečan broj bakterija mlečne kiseline u uzorcima skuše tokom skladištenja (log CFU/g)

Graph 3. The average number of lactic acid bacteria in the mackerel samples during storage (log CFU/g)

Zaključak

Mariniranje, kao jedan od načina konzerviranja ribe, ima poseban uticaj na činioce od značaja za bezbednost i kvalitet skuše. Rezultati ispitivanja pokazuju da mariniranje ribe, u našem slučaju, skuše, a zatim

pakovanje u modifikovanu atmosferu imaju najpovoljniji efekat na parametre kvaliteta ribe. U uzorcima marinirane ribe, a posebno u uzorcima ribe pakovane u modifikovanu atmosferu, utvrđen je značajno manji broj svih ispitivanih grupa bakterija u odnosu na uzorke koji su bili tretirani slanim rastvorom.

Literatura

- Babić J., Milijašević M., Baltić M., Spirić A., Lilić S., Jovanović J., Đorđević M., 2009. Uticaj različitih smeša gasova na očuvanje senzorskih svojstava odrezaka šarana (*Cyprinus carpio*), Tehnologija mesa, 50, 5–6, 328–334.
- Cutter C. N. 2002. Microbial control by packaging: A review. Critical Reviews in Food Science and Nutrition, 42, 2, 151–61.
- Duyar H., Eke E., 2009. Production and quality determination of marinade from different fish species. Journal of Animal and Veterinary Advances, 270–75.
- Goulas, A. E., Kontominas M. G., 2005. Effect of salting and smoking-method on the keeping quality of chub mackerel (*Scomber japonicus*): biochemical and sensory attributes. Food Chemistry 93, 3, 511–20.
- Gudbjornsdottir B., Jonsson A., Hafsteinsson H., Heinz V., 2010. Effect of high pressure processing on *Listeria spp.* and on the textural and microstructural properties of cold smoked salmon. Food Science and Technology, 43, 366–74.
- Günşen U., Özcan A., Aydın A. 2011. Determination of Some Quality Criteria of Cold Stored Marinated Anchovy under Vacuum and Modified Atmosphere Conditions. Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 11, 233–42.
- Hansen, A. A. 2008. Reduced headspace volume of modified atmosphere packaged fresh salmon (*Salmo salar* L.) and cod (*Gadus morhua* L.) by use of a carbon dioxide emitter. PhD Thesis, Norwegian University of Life Sciences, Ås, Norway.
- Jittinandana, S., Kenney, P. B., Slider, S. D., Kiser, R. A. 2002. Effect of brine concentration and brining time on quality of smoked rainbow trout fillets. Journal of Food Science, 67, 6, 2095–099.
- Kilibarda N., Baltić Ž. M., Teodorović V., Dimitrijević M., Karabasil N., 2008. Tama i sjaj ribarstva kao izvora hrane na početku 21. veka. 20. Savetovanje veterinarar Srbije, Zlatibor. Zbornik radova i kratkih sadržaja, 34–49.
- Leroi F., Joffrau, J. J., Chevalier F., 2000. Effect of salt and smoke on the microbiological quality of cold smoked salmon during storage at 5 C as estimated by the factorial design method. Journal of Food Protection, 63, 4, 502–508.
- Lopez-Caballero M. E., Goncalves A., Nunes M. L., 2002. Effect of CO₂/O₂-containing modified atmospheres on packed deepwater pink shrimp (*Parapenaeus longirostris*). European Food Research and Technology, 14, 192–7.
- Manju S., Jose L., Gopal T. K. S., Ravishankar C. N., Lalitha K. V., 2007. Effects of sodium acetate dip treatment and vacuum-packaging on chemical, microbiological, textural and sensory changes of Pearlscale (*Etroplus suratensis*) during chill storage. Food Chemistry, 102, 27–35.
- Mendes R., Goncalves A., 2008. Effect of soluble CO₂ stabilisation and vacuum packaging in the shelf life of farmed sea bream and sea bass fillets. International Journal of Food Science and Technology, 43, 1678–1687.
- Milijašević M., Babić J., Baltić M. Ž., 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.
- Özogul F., Polat A., Özogul Y., 2004. The effects of modified atmosphere packaging and vacuum packaging on chemical, sensory and microbiological changes of sardines (*Sardina pilchardus*). Food Chemistry, 85, 49–57.
- Pastoriza L., Sampedro G., Herrerera, J. J., Cabo M. L., 1996. Effect of carbon dioxide atmosphere on microbial growth and quality of salmon slices. Journal of the Science of Food and Agriculture, 72, 348–52.
- Poligne I., Collignan A., 2000. Quick marination of anchovies (*Engraulis encrasicolus*) using acetic and gluconic acids. Quality and stability of the end product. Lebensmittel Wissenschaft Technology, 33, 202–209.
- Sallam K. I., 2007. Antimicrobial and antioxidant effects of sodium acetate, sodium citrate in refrigerated sliced salmon. Food Control, 18, 566–75.
- Sallam K. I., 2008. Effect of marinating process on the microbiological quality of Pacific saury (*Cololabis saira*) during vacuum-packaged storage at 4 degrees C. International Journal of Food Science and Technology, 43, 220–228.
- Silva J. K., Chamul R. S., 2000. Composition of marine and freshwater finfish and shellfish species and their products. In Marine freshwater products handbook, ed R.E. Martin et al., 31, PA. Techomic.
- Simonović P., 2001. Ribe Srbije. NNK International, Zavod za zaštitu prirode Srbije, Biološki fakultet.
- Siverstvik M., 2007. The optimized modified atmosphere for packaging of pre-rigor filleted farmed cod (*Gadus morhua*) is 63 ml /100 ml oxygen and 37 ml / 100 ml carbon dioxide. LWT, 40, 430–438.
- Stamatis N., Arkoudelos J., 2007. Quality assessment of *Scomber colias japonicus* under modified atmosphere and vacuum packaging. Food Control, 18, 292–300.

The effect of salting and marinating on microbiological status and chemical composition of mackerel packed in the modified atmosphere

Ivanović Jelena, Đurić Jelena, Bošković Marija, Marković Radmila, Baltić Ž. Milan, Đorđević Vesna, Grbić Slaven

S u m m a r y: The aim of our study was the effect of salting and marinating on microbiological status and chemical composition of mackerel packed in the modified atmosphere. For the purposes of the testing, mackerel were divided into two groups where the first group consisted of salted mackerel packed in MAP and the other group was marinated mackerel packed in the same way. Marinades and salt primarily have impact on microbiological status of meat and the aim of this study was to identify certain groups of bacteria (total bacteria, lactic acid bacteria and the number of Enterobacteriaceae) during the fifty days of storage. Salting and especially marinating, significantly affect the change in the chemical composition of fish meat, since it leads to a significant reduction in water content, an increase in fat content and increased ash content. These processes affect the reduction of aw value of fish meat. In the samples of marinated fish, especially fish samples packaged in the modified atmosphere, significantly lower bacteria count was determined in the tested group relative to the samples which were treated with brine, and were packed under modified atmosphere.

Key words: total number of bacteria, MAP, enterobacteriaceae, lactic acid bacteria, mackerel, marinade.

Rad primljen: 26.03.2014.

Rad ispravljen: 16.06.2014.

Rad prihvaćen: 20.06.2014.