

UNIVERZITET U BEOGRADU  
FAKULTET VETERINARSKE MEDICINE

Jelena A. Babić

**UPOREDNO ISPITIVANJE ODABRANIH  
PARAMETARA KVALITETA U TOKU  
SKLADIŠTENJA ODREZAKA ŠARANA  
PAKOVANIH U VAKUUMU I  
MODIFIKOVANOJ ATMOSFERI**

doktorska disertacija

Beograd, 2013

UNIVERSITY OF BELGRADE  
FACULTY OF VETERINARY MEDICINE

Jelena A. Babić

**COMPARATIVE STUDY OF SELECTED  
QUALITY PARAMETERS DURUNG  
STORAGE OF CARP (*CYPRINUS  
CARPIO*) CUTS PACKAGED IN VACUUM  
AND MODIFIED ATMOSPHERE**

Doctoral Dissertation

Belgrade, 2013

## **MENTOR**

**dr Mirjana Dimitrijević, docent**

Fakultet veterinarske medicine, Univerzitet u Beogradu  
Katedra za higijenu i tehnologiju namirnica animalnog porekla

## **ČLANOVI KOMISIJE**

**dr Mirjana Dimitrijević, docent**

Fakultet veterinarske medicine, Univerzitet u Beogradu  
Katedra za higijenu i tehnologiju namirnica animalnog porekla

**dr Milan Ž. Baltić, redovni profesor**

Fakultet veterinarske medicine, Univerzitet u Beogradu  
Katedra za higijenu i tehnologiju namirnica animalnog porekla

**dr Vlado Teodorović, redovni profesor**

Fakultet veterinarske medicine, Univerzitet u Beogradu  
Katedra za higijenu i tehnologiju namirnica animalnog porekla

**dr Vesna Đorđević, naučni saradnik**

Institut za higijenu i tehnologiju mesa, Beograd

**dr Slobodan Lilić, viši naučni saradnik**

Institut za higijenu i tehnologiju mesa, Beograd

Datum odbrane: \_\_\_\_\_

*Zahvalnost za izradu ove doktorske disertacije dugujem svima koji su mi pomagali u radu i koji su svojim zalaganjem doprineli da ona ugleda svetlost dana, posebno:*

*prof. dr Milanu Ž. Baltiću na savetima i sugestijama koji su me usmeravali tokom izrade disertacije, na njegovom entuzijazmu i strpljenju i na nesebičnoj ljudskoj i stručnoj pomoći u toku doktorskih studija i izradi doktorske teze, kao i mom mentoru, docentu dr Mirjani Dimitrijević na savetima, korisnim sugestijama i ukazanoj časti i poverenju da budem njen kandidat;*

*članovima Komisije na korektnom i profesionalnom odnosu punom razumevanja;*

*kolektivu Instituta za higijenu i tehnologiju mesa na pomoći pri realizaciji ove disertacije, a posebno dr Aureliji Spirić na stručnom angažovanju i korisnim sugestijama;*

*kolegi dr Milanu Milijaševiću na prijateljskoj podršci, ogromnoj i nesebičnoj pomoći tokom izrade ove disertacije;*

*firmi „Riboprodukt“ iz Požege čija je pomoć pri izvođenju eksperimentalnog dela disertacije bila od neprocenjivog značaja.*

*porodici, na razumevanju, nesebičnoj ljubavi i podršci.*

# **UPOREDNO ISPITIVANJE ODABRANIH PARAMETARA KVALITETA U TOKU SKLADIŠTENJA ODREZAKA ŠARANA PAKOVANIH U VAKUUMU I MODIFIKOVANOJ ATMOSFERI**

## **Rezime**

Pravilna ishrana ima primarni značaj za kvalitet života ljudi, pa riblje meso, zbog svoje hranjive vrednosti, zauzima značajno mesto u njoj. Sve veći deo stanovništva uviđa da je ishrana ribom nužna potreba. Ovome ide u prilog i činjenica da je konzumiranje mesa ribe retko uzrok zoonoza, kao i to da je značajno manje opterećeno različitim aditivima koji se u savremenoj proizvodnji koriste u proizvodnji mesa životinja za klanje.

Udovoljavanje zahtevima savremenog potrošača za hranom visokog kvaliteta koja je zadržala senzorne karakteristike i nutritivnu vrednost sirovine od koje je proizvedena, a da je uz to i bezbedna za njegovo zdravlje, u velikoj meri se postiže pakovanjem proizvoda u vakuumu ili u modifikovanoj atmosferi. Osim što se na ovaj način zadovoljavaju potrošači, i proizvođači su na dobitku, jer ne samo da uspevaju da zadrže, već su na ovaj način u mogućnosti i da prošire tržište. Pored osnovne funkcije koju pruža, a to je što duže održavanje originalnih svojstava namirnice tokom procesa proizvodnje, distribucije i prodaje, postoje i druge važne funkcije pakovanja hrane. Pakovanjem hrane u različite vrste ambalaže omogućava se njena zaštita od dejstva bioloških, fizičkih i hemijskih opasnosti, zatim zaštita od oksidacije, odnosno održava se kvalitet namirnica i bezbednost koji su postignuti nekim od procesa konzervisanja.

Istraživanja u okviru ove disertacije imaju za cilj ispitivanje kvaliteta i higijenske ispravnosti svežih očišćenih odrezaka šarana upakovanih u vakuumu i u modifikovanoj atmosferi, kao i utvrđivanje postojanja korelacije između odabranih parametara higijenske ispravnosti i kvaliteta, pa time i omogućavanje uspostavljanja kriterijuma za ocenu kvaliteta sveže ribe. Takođe, jedan od ciljeva ove disertacije jeste i da utvrdi da li

pakovanje svežih odrezaka šarana u modifikovanoj atmosferi ima prednosti u odnosu na vakuum pakovanje i, ako je to slučaj, da se utvrdi optimalna smeša gasova pri kojoj sveži odresci šarana najduže zadržavaju nepromenjena hemijska, mikrobiološka i senzorna svojstva.

Za eksperimentalni deo izrade doktorske disertacije korišćeni su trogodišnji konzumni šarani (*Cyprinus carpio*), od čijih trupova su dobijeni odresci. Formirane su tri grupe uzoraka od kojih su prve dve upakovane u različite modifikovane atmosfere: prva grupa (I) - 60%CO<sub>2</sub> i 40%N<sub>2</sub> i druga grupa (II) - 40%CO<sub>2</sub> i 60%N<sub>2</sub>. Treća grupa uzoraka (III) je upakovana u vakuum. Tokom dve nedelje skladištenja svežih odrezaka šarana upakovanih u modifikovane atmosfere i vakuum i skladištenih na temperaturi od +3°C, praćeni su mikrobiološki status, hemijska i fizičko-hemijska svojstva, kao i senzorne osobine.

Na osnovu sprovedenog ispitivanja i dobijenih rezultata zaključeno je da se kod svežih odrezaka šarana pakovanih u vakuumu i modifikovanoj atmosferi broj mikroorganizama u toku skladištenja povećavao, a od ispitanih grupa mikroorganizama povećanje ukupnog broja enterobakterija bilo je najmanje izraženo. Rast ukupnog broja aerobnih mezofilnih bakterija bio je najmanji kod uzoraka odrezaka šarana pakovanih u modifikovanoj atmosferi sa većim udelom ugljen-dioksida, dok je najveći rast ustanovljen u uzorcima upakovanim u vakuum. Takođe, rast ukupnog broja laktobacila bio je najveći u uzorcima svežih odrezaka šarana pakovanih u vakuumu i modifikovanoj atmosferi sa većim udelom ugljen-dioksida.

Rezultati ispitivanja su pokazali da je način pakovanja svežih odrezaka šarana najmanje uticao na razlike u ustanovljenom rastu psihrotrofnih bakterija. Ukupan broj sulfitoredukujućih bakterija bio je statistički značajno manji u uzorcima svežih odrezaka šarana upakovanih u modifikovanu atmosferu sa većim udelom ugljen-dioksida. Sezona pakovanja je najmanje uticala na ukupan broj sulfitoredukujućih bakterija i ukupan broj laktobacila u uzorcima upakovanih svežih odrezaka šarana. Sadržaj ukupno isparljivog azota se značajno povećavao u toku skladištenja, što je naročito bilo izraženo kod uzoraka pakovanih u vakuumu. U toku ispitivanja uzoraka svežih odrezaka šarana pakovanih u vakuumu i modifikovanoj atmosferi pH vrednost je varirala, tako da su

utvrđene statistički značajne razlike kako između ispitanih grupa uzoraka po danima ispitivanja, tako i između grupa ispitanih nakon prolećnog i jesenjeg izlova. Senzorne ocene ukupne prihvatljivosti svežih odrezaka šarana pakovanih u vakuumu i modifikovanoj atmosferi nakon prolećnog i jesenjeg izlova nisu se statistički značajno razlikovale. Na osnovu senzorne ocene ukupne prihvatljivosti, a u zavisnosti od načina pakovanja, sveži odresci šarana bili su održivi sedam, devet i dvanaest dana. Istraživanje je ukazalo da pakovanje svežih odrezaka šarana u modifikovanoj atmosferi sa 60%CO<sub>2</sub> i 40%N<sub>2</sub> ima određene prednosti (bolja senzorna ocena mirisa sirovih odrezaka šarana kao i odrezaka nakon toplotne obrade, manji broj mezofilnih i sulfitoredujućih bakterija i manji sadržaj ukupno isparljivog azota) u odnosu na vakuum pakovanje i pakovanje sa manjim udelom ugljen-dioksida.

**Ključne reči:** *sveži odresci šarana, pakovanje u modifikovanoj atmosferi, vakuum pakovanje, ukupan isparljivi azot, senzorna ocena.*

**naučna oblast:** veterinarska medicina

**uža naučna oblast:** higijena i tehnologija mesa

**UDK broj:** 612.392.8:597.555.3

# **COMPARATIVE STUDY OF SELECTED QUALITY PARAMETERS DURING STORAGE OF CARP (*CYPRINUS CARPIO*) CUTS PACKAGED IN VACUUM AND MODIFIED ATMOSPHERE**

## **Summary**

Proper nutrition is of primary significance for the quality of our life, so fish, due to its nutritional value, has an important place in it. More and more population realize that eating fish is an essential need. This is supported by the fact that the consumption of fish meat rarely causes zoonosis and that it contains considerably fewer additives which are used in modern production of meat from slaughtered animals.

The requirements of the modern consumer regarding the high quality food which has kept the sensory characteristics and nutritional value of the raw material from which it was produced and which will also be safe for their health are to a great extent met by packaging products in vacuum or in modified atmosphere. In addition to making consumers satisfied, this method allows producers to have benefits, too, because they not only succeed in keeping their market but also become able to expand it in this way. Besides its basic function, i.e. as long maintenance of original properties of food during the processes of production, distribution and selling, there are some other important functions of food packaging. Putting food in different types of packaging enables its protection from the action of biological, physical and chemical dangers, then the protection from oxidation, i.e. maintenance of food quality and safety achieved by a preservation process.

The research within this dissertation aims at examining the quality and hygiene of fresh cleaned carp cuts packaged in vacuum and modified atmosphere as well as establishing the existence of correlation between the selected parameters of hygiene and quality and thus enabling the establishment of criteria for evaluation of the quality of fresh fish.



Also, one of the goals of this dissertation is to establish whether a package of fresh carp cuts in modified atmosphere has certain advantages over vacuum packaging and, if it does, to establish the optimum mixture of gases at which fresh carp cuts keep their chemical, microbiological and sensory characteristics unchanged longest.

Three-year common carp (*Cyprinus carpio*), whose trunks were used for cuts, were taken for the experimental part of elaboration of the doctoral dissertation. The samples were divided into three groups, the first two being packaged in different modified atmospheres: the first group (I) - 60%CO<sub>2</sub> and 40%N<sub>2</sub> and the second group (II) - 40%CO<sub>2</sub> and 60%N<sub>2</sub>. The third group of samples (III) was vacuum packaged. During two weeks of storage of fresh carp cuts packaged in modified atmospheres and vacuum and stored at the temperature of +3°C, the following parameters were monitored: microbiological status, chemical and physical-chemical properties, as well as sensory characteristics.

The investigation that was carried out and the obtained results were the basis for the conclusion that the count of microorganisms increased during storage of fresh carp cuts packaged in vacuum and modified atmosphere, and out of the investigated groups of microorganisms the total count of Enterobacteriaceae had the lowest increase. The increase in the total number of aerobic mesophilic bacteria was lowest in the samples of carp cuts packaged in modified atmosphere with a higher level of carbon-dioxide, while the highest increase was recorded in the samples packaged in vacuum. Also, the increase in the total number of lactobacilli was highest in the samples of fresh carp cuts packaged in vacuum and modified atmosphere with a higher level of carbon-dioxide.

The results of investigations showed that the method of packaging fresh carp cuts had the smallest influence on the differences in the recorded growth of psychrotrophic bacteria. The total number of sulphite-reducing bacteria was, statistically, considerably lower in the samples of fresh carp cuts packaged in modified atmosphere with a higher level of carbon-dioxide. The packaging season had the smallest effect on the total number of sulphite-reducing bacteria and the total number of lactobacilli in the samples of packaged fresh carp cuts. The content of total volatile base nitrogen increased significantly during storage, which was particularly noticeable in the samples packaged

in vacuum. During investigations of samples of fresh carp cuts packaged in vacuum and modified atmosphere, pH value varied, so that significant statistical differences were established both between the investigated groups of samples per day of investigation and between the groups investigated after spring and autumn fish catches. Sensory evaluations of the total acceptability of fresh carp cuts packaged in vacuum and modified atmosphere after spring and autumn fish catches did not have any significant statistical differences. On the basis of the sensory evaluation of the total acceptability, and depending on the method of packaging, the shelf life of fresh carp cuts was seven, nine and twelve days. The investigation indicated that packaging of fresh carp cuts in modified atmosphere with 60%CO<sub>2</sub> and 40%N<sub>2</sub> had certain advantages (better sensory evaluation of smell of raw carp cuts as well as cuts after heat treatment, a smaller number of mesophilic and sulphite-reducing bacteria and a smaller content of total volatile base nitrogen) over vacuum packaging and packaging with a small level of carbon-dioxide.

**Key words:** *fresh carp cuts, packaging in modified atmosphere, vacuum packaging, total volatile base nitrogen, sensory evaluation.*

**scientific field:** veterinary medicine

**specific scientific field:** meat hygiene and technology

**UDK:** 612.392.8:597.555.3

## SADRŽAJ

|  |    |
|--|----|
| 1. UVOD.....   | 1  |
| 2. PREGLED LITERATURE .....  | 4  |
| 2.1. Razvoj i značaj ribarstva .....   | 4  |
| 2.2. Iskorišćenje vodenih resursa.....                                       | 5  |
| 2.3. Uzgoj ciprinida .....   | 8  |
| 2.4. Značaj ribe u ishrani ljudi.....  | 10 |
| 2.5. Hemijski sastav mesa ribe .....   | 13 |
| 2.6. Obrada ribe za promet .....   | 16 |
| 2.7. Kvalitet ribe .....   | 20 |
| 2.7.1. Spoljni izgled ribe.....  | 20 |
| 2.7.2. Tekstura mesa ribe.....   | 20 |
| 2.7.3. Ukus, miris i boja mesa ribe .....                                    | 22 |
| 2.8. Bezbednost ribe kao namirnice.....                                      | 24 |
| 2.8.1. Mikrobiološki kvar sveže ribe .....                                   | 25 |
| 2.8.2. Mikrobiološka bezbednost proizvoda od ribe upakovanih u MAP .....     | 27 |
| 2.8.3. Hemijski kvar ribe .....  | 29 |
| 2.9. Istorijski razvoj i definicija pakovanja u modifikovanoj atmosferi..... | 30 |

|        |  |    |
|--------|--|----|
| 2.10.  | Materijali koji se koriste u MAP tehnologiji.....  | 36 |
| 2.11.  | Ostali efekti pakovanja u modifikovanu atmosferu.....  | 38 |
| 2.12.  | Budućnost MAP-a i ostalih alternativnih tehnologija za produženje održivosti upakovane ribe.....                   | 39 |
| 3.     | CILJ I ZADACI RADA .....   | 42 |
| 4.     | MATERIJAL I METODE .....   | 44 |
| 4.1.   | MATERIJAL .....  | 44 |
| 4.2.   | METODE .....   | 47 |
| 4.2.1. | Mikrobiološke analize .....  | 47 |
| 4.2.2. | Hemijske i fizičko–hemijske analize.....   | 51 |
| 4.2.3. | Senzorna ocena uzoraka odrezaka šarana pakovanih nakon prolećnog i jesenjeg izlova .....                           | 52 |
| 4.2.4. | Statistička analiza .....  | 53 |
| 5.     | REZULTATI ISPITIVANJA .....  | 55 |
| 5.1.   | MIKROBIOLOŠKA ISPITIVANJA.....   | 55 |
| 5.1.1. | Promena ukupnog broja mezofilnih bakterija u uzorcima odrezaka šarana pakovanih nakon prolećnog izlova.....        | 55 |
| 5.1.2. | Promena ukupnog broja sulfitoredujućih bakterija u uzorcima odrezaka šarana pakovanih nakon prolećnog izlova ..... | 57 |
| 5.1.3. | Promena ukupnog broja enterobakterija u uzorcima odrezaka šarana pakovanih nakon prolećnog izlova.....             | 58 |

|   |    |
|---|----|
| 5.1.4. Promena ukupnog broja laktobacila u uzorcima odrezaka šarana pakovanih nakon prolećnog izlova.....   | 59 |
| 5.1.5. Promena ukupnog broja psihrotrofnih bakterija u uzorcima odrezaka šarana pakovanih nakon prolećnog izlova.....                                 | 61 |
| 5.1.6. Promena ukupnog broja bakterija u uzorcima odrezaka šarana pakovanih nakon jesenjeg izlova.....  | 62 |
| 5.1.7. Promena ukupnog broja sulfitoredujućih bakterija u uzorcima odrezaka šarana pakovanih nakon jesenjeg izlova .....                              | 64 |
| 5.1.8. Promena ukupnog broja enterobakterija u uzorcima odrezaka šarana pakovanih nakon jesenjeg izlova.....  | 65 |
| 5.1.9. Promena ukupnog broja laktobacila u uzorcima odrezaka šarana pakovanih nakon jesenjeg izlova.....  | 66 |
| 5.1.10. Promena ukupnog broja psihrotrofnih bakterija u uzorcima odrezaka šarana pakovanih nakon jesenjeg izlova.....                                 | 68 |
| 5.1.11. Uporedni prikaz promene ukupnog broja bakterija u uzorcima odrezaka šarana pakovanih nakon prolećnog i jesenjeg izlova.....                   | 69 |
| 5.1.12. Uporedni prikaz promene ukupnog broja sulfitoredujućih bakterija u uzorcima odrezaka šarana pakovanih nakon prolećnog i jesenjeg izlova ..... | 70 |
| 5.1.13. Uporedni prikaz promene ukupnog broja enterobakterija u uzorcima odrezaka šarana pakovanih nakon prolećnog i jesenjeg izlova .....            | 71 |
| 5.1.14. Uporedni prikaz promene ukupnog broja laktobacila u uzorcima odrezaka šarana pakovanih nakon prolećnog i jesenjeg izlova .....                | 73 |
| 5.1.15. Uporedni prikaz promene ukupnog broja psihrotrofnih bakterija u uzorcima odrezaka šarana pakovanih nakon prolećnog i jesenjeg izlova .....    | 74 |

|        |  |    |
|--------|--|----|
| 5.2.   | HEMIJSKA I FIZIČKO-HEMIJSKA ISPITIVANJA .....  | 75 |
| 5.2.1. | Osnovni hemijski sastav .....  | 75 |
| 5.2.2. | Promena prosečnog sadržaja ukupno isparljivog azota u uzorcima odrezaka šarana pakovanih nakon prolećnog izlova .....                            | 76 |
| 5.2.3. | Promena prosečnog sadržaja ukupno isparljivog azota u uzorcima odrezaka šarana pakovanih nakon jesenjeg izlova .....                             | 77 |
| 5.2.4. | Uporedni prikaz promene prosečnog sadržaja ukupno isparljivog azota u uzorcima odrezaka šarana pakovanih nakon prolećnog i jesenjeg izlova ..... | 78 |
| 5.2.5. | Promena prosečnih pH vrednosti u uzorcima odrezaka šarana pakovanih nakon prolećnog izlova.....  | 80 |
| 5.2.6. | Promena prosečnih pH vrednosti u uzorcima odrezaka šarana pakovanih nakon jesenjeg izlova.....   | 81 |
| 5.2.7. | Uporedni prikaz promene prosečnih pH vrednosti u uzorcima odrezaka šarana pakovanih nakon prolećnog i jesenjeg izlova.....                       | 82 |
| 5.3.   | SENZORNA ISPITIVANJA.....  | 83 |
| 5.3.1. | Promena prosečnih senzornih ocena mirisa uzoraka odrezaka šarana pakovanih nakon prolećnog izlova.....   | 83 |
| 5.3.2. | Promena prosečnih senzornih ocena ukupne prihvatljivosti uzoraka odrezaka šarana pakovanih nakon prolećnog izlova .....                          | 85 |
| 5.3.3. | Promena prosečnih senzornih ocena mirisa posle toplotne obrade uzoraka odrezaka šarana pakovanih nakon prolećnog izlova.....                     | 86 |
| 5.3.4. | Promena prosečnih senzornih ocena ukupne prihvatljivosti posle toplotne obrade uzoraka odrezaka šarana pakovanih nakon prolećnog izlova.....     | 87 |

|        |  |     |
|--------|--|-----|
| 5.3.5. | Promena prosečnih senzornih ocena mirisa uzoraka odrezaka šarana pakovanih nakon jesenjeg izlova.....  | 88  |
| 5.3.6. | Promena prosečnih senzornih ocena ukupne prihvatljivosti uzoraka odrezaka šarana pakovanih nakon jesenjeg izlova .....                       | 89  |
| 5.3.7. | Promena prosečnih senzornih ocena mirisa posle toplotne obrade uzoraka odrezaka šarana pakovanih nakon jesenjeg izlova.....                  | 91  |
| 5.3.8. | Promena prosečnih senzornih ocena ukupne prihvatljivosti posle toplotne obrade uzoraka odrezaka šarana pakovanih nakon jesenjeg izlova ..... | 92  |
| 6.     | DISKUSIJA .....  | 93  |
| 6.1.   | MIKROBIOLOŠKI STATUS UZORAKA ODREZAKA ŠARANA NAKON PROLEĆNOG I JESENJEG IZLOVA .....   | 93  |
| 6.1.1. | Promena ukupnog broja bakterija u uzorcima odrezaka šarana pakovanih nakon prolećnog i jesenjeg izlova .....                                 | 94  |
| 6.1.2. | Promena ukupnog broja sulfitoredujućih bakterija u uzorcima odrezaka šarana pakovanih nakon prolećnog i jesenjeg izlova .....                | 96  |
| 6.1.3. | Promena ukupnog broja enterobakterija u uzorcima odrezaka šarana pakovanih nakon prolećnog i jesenjeg izlova.....                            | 99  |
| 6.1.4. | Promena ukupnog broja laktobacila u uzorcima odrezaka šarana pakovanih nakon prolećnog i jesenjeg izlova.....                                | 101 |
| 6.1.5. | Promena ukupnog broja psihrotrofnih bakterija u uzorcima odrezaka šarana pakovanih nakon prolećnog i jesenjeg izlova.....                    | 104 |
| 6.2.   | HEMIJSKA I FIZIČKO-HEMIJSKA ISPITIVANJA .....  | 107 |
| 6.2.1. | Promena vrednosti ukupno isparljivog azota u uzorcima odrezaka šarana pakovanih nakon prolećnog i jesenjeg izlova.....                       | 107 |

|        |   |     |
|--------|---|-----|
| 6.2.2. | Promena pH vrednosti u uzorcima odrezaka šarana pakovanih nakon prolećnog i jesenjeg izlova ..... | 110 |
| 6.3.   | SENZORNA ISPITIVANJA .....  | 112 |
| 6.3.1. | Senzorne ocene ukupne prihvatljivosti uzoraka svežih i termički obrađenih odrezaka šarana .....   | 113 |
| 6.3.2. | Senzorne ocene mirisa uzoraka svežih i termički obrađenih odrezaka šarana.....                    | 116 |
| 6.4.   | ODRŽIVOST ODREZAKA ŠARANA PAKOVANIH U VAKUUMU I MODIFIKOVANOJ ATMOSFERI .....                     | 118 |
| 6.4.1. | Mikrobiološki status uzoraka odrezaka šarana u vreme pojave znakova kvara.....                    | 118 |
| 6.4.2. | Hemijski i fizičko-hemijski status uzoraka odrezaka šarana u vreme pojave znakova kvara .....     | 120 |
| 7.     | ZAKLJUČCI .....   | 123 |
| 8.     | SPISAK LITERATURE.....  | 125 |



## 1. UVOD

Ljudsko interesovanje za ribu kao značajan sastojak ishrane toliko je staro da mu se počeci gube u vremenima daleke praistorije, kada su na tlu naše planete počeli da se uspravljaju prvi direktni preci današnjeg čoveka, *Australopithecus* i *Homo erectus* (*Soldatović i sar., 1988*). Zato se sa pravom može reći da je ribolov star koliko i čovek. Ribolovom je čovek lako i jednostavno dolazio do hrane, jer je lov ostalih životinjskih vrsta, sisara na primer, zahtevao više okretnosti, iskustva, umešnosti i lukavstva, a uz to je bio i znatno opasniji. Samim tim riblje meso je kroz istoriju ljudske vrste predstavljalo značajan izvor hrane, bitan kako za njegov opstanak, tako i za ljudski razvoj. Još u kamenom dobu čovek se bavio ribolovom, odnosno koristio je različite vrste primitivnih metoda za lovljenje ribe. Vremenom se tehnika ribolova poboljšavala, pa su u bakarnom i gvozdenu dobu korišćeni osim udica i drugi ribarski alati (kao mreže i harpuni). Riba je kao izvor hrane za ljude oduvek bila posebno cenjena u zemljama koje su imale izlaz na more, a ako su uz to postojali i oskudni uslovi za razvoj poljoprivrede, razumljiv je značaj koji je ribarstvo predstavljalo za te zemlje. Veći ekonomski razvoj ribarstva počinje u drugoj polovini 19. veka, a dostiže izvanredne razmere u 20. veku. Osnovni uzrok tome leži u činjenici da je tek pre nešto više od jednog veka pronađen način da se riba veštački mresti.

Tokom nekoliko proteklih decenija posebna pažnja se posvećuje ishrani stanovništva u cilju prevencije različitih bolesti, a opšte je prihvaćeno da konzumiranje ribe doprinosi zdravom načinu života (*Gezondheidsraad, 2004; Sidhu, 2003*). Međutim, trenutna potrošnja ribe u mnogim evropskim zemljama nije ni blizu preporuka da se riba konzumira dva puta nedeljno (*Welch i sar., 2002*). Veliki broj istraživanja je sproveden da bi se utvrdili tačni razlozi za nedovoljno konzumiranje ribe na pojedinim tržištima (*Olsen, 2003; Myrland i sar., 2000; Trondsen i sar., 2004*).

U literaturi postoje brojni podaci koji se odnose na ispitivanje činilaca od značaja za kvalitet ribe. Najčešće su to podaci o uticajima koji na ribu imaju ishrana, zatim ambijent, genetski faktori, pol i polna zrelost, životni ciklus itd. Izučavanje činilaca koji utiču na kvalitet ribe, a vezani su za proizvodni proces, takođe je vrlo često.

Pravilna ishrana ima primarni značaj za kvalitet života ljudi. Zbog toga riblje meso, zahvaljujući svojoj hranljivoj vrednosti zauzima značajno mesto u ljudskoj ishrani. Sve veći deo stanovništva uviđa da je ishrana ribom nužna potreba, naročito ako se ima u vidu da je meso ribe značajno manje opterećeno različitim aditivima koji se inače koriste u savremenoj proizvodnji u svinjarstvu i živinarstvu. Ono što ribu, kao namirnicu, posebno čini privlačnom za potrošača, jeste, pored povoljnog sadržaja proteina, minerala i vitamina, i to što je veoma bogat izvor esencijalnih masnih kiselina koje imaju ulogu u prevenciji brojnih oboljenja (*Ćirkovići sar., 2002*). Zbog svojih karakteristika, riblje meso je jedna od nutritivno najvrednijih namirnica.

Današnju prehrambenu industriju karakteriše razvoj segmenta koji se odnosi na pakovanje hrane. Razlog tome je potrošač koji postaje sve zahtevniji. Savremen potrošač traži hranu visokog kvaliteta koja je zadržala senzorne karakteristike i nutritivnu vrednost sirovine od koje je proizvedena, a da je uz to i bezbedna po njegovo zdravlje. Taj zahtev se u velikoj meri postiže pakovanjem proizvoda u vakuumu ili u modifikovanoj atmosferi. Osim što se na ovaj način zadovoljavaju zahtevi potrošača, i proizvođači su na dobitku - ne samo da uspevaju da zadrže, već su na ovaj način u mogućnosti i da prošire tržište. Pored osnovne funkcije koju pruža, a to je što duže održavanje originalnih svojstava namirnice tokom procesa proizvodnje, distribucije i prodaje, postoje i druge važne funkcije pakovanja hrane. Pakovanjem hrane u različite vrste ambalaže omogućava se njena zaštita od delovanja bioloških, fizičkih i hemijskih opasnosti, zatim zaštita od oksidacije, odnosno održava se kvalitet namirnica i bezbednost koji su postignuti nekim od procesa konzervisanja. Ambalaža koja se koristi za pakovanje hrane služi i da potrošačima pruži informaciju o hrani, kao i da olakšava manipulaciju njome.

Ideja da se riba sačuva na duže vreme vrlo je stara. Da bi se to postiglo, čovek je iskorišćavao prirodne fenomene: zimu, led, pećine, sunce, vetar, dim itd. Tako se polako razvijao tehnološki proces konzervisanja ribe.

Pošto se krajnji zaključak o održivosti i kvalitetu sveže ribe donosi na osnovu njenih senzornih karakteristika, postoji velika opravdanost istraživanja čiji je osnovni cilj da se utvrde korelacije između promena organoleptičkih svojstava ribe upakovane u vakuumu ili modifikovanoj atmosferi i odabranih parametara higijenske ispravnosti i kvaliteta (bakteriološki status, fizičko-hemijska i hemijska svojstva). Rezultati ovakvog istraživanja bi omogućili proizvođačima da se opredele za pakovanje ribe u vakuumu ili u modifikovanoj atmosferi. Takođe, rezultati ovako sveobuhvatnog ispitivanja bi omogućili dobijanje proizvoda koji je, pre svega, bezbedan po zdravlje ljudi, a uz to je proizvod visokog i ujednačenog kvaliteta, sa unapred određenim rokom trajanja.

Kako u najvećem broju zemalja Evropske unije ne postoje zakonske regulative koje bi definisale tačno utvrđene kriterijume kvaliteta koje treba pratiti prilikom pakovanja sveže ribe u vakuumu ili modifikovanoj atmosferi, kao ni regulative koje uspostavljaju dozvoljene granice za pojedine parametre kvaliteta proizvoda od sveže ribe, brojna istraživanja su usmerena ka definisanju jedinstvenih kriterijuma kvaliteta sveže ribe i pronalaženju korelacija između njih. Ovakva istraživanja treba da omoguće proizvođačima sveže ribe da usaglašavanjem pojedinih faktora proizvodnje, a samim tim i načina pakovanja, naprave proizvod ujednačenog kvaliteta koji je bezbedan po zdravlje potrošača, što i predstavlja imperativ u proizvodnji hrane.

## 2. PREGLED LITERATURE

### 2.1. Razvoj i značaj ribarstva

Riba kao namirnica i kao veoma važan izvor hranjivih materija već hiljadama godina zauzima važno mesto u ljudskoj ishrani. Prvi podaci koji svedoče o počecima ribarstva potiču još iz donjeg pleistocena, pre 700 000 do 2 000 000 godina (*Soldatović i sar., 1988*). Arheološki podaci nam pokazuju kako su izgledali prvi harpuni za lov ribe (pre 90 000 godina), mreže (pre 40 000 godina) i udice (pre 35 000 godina). Najstarija ljudska zajednica koja je isključivo zavisila od ulova ribe, bila je razvijena na obalama jezera Mungo u Australiji pre 30 000 godina. Egipatska aristokratija se bavila ribolovom iz zabave još pre 4 000 godina. Istorija uzgoja ribe u akvakulturi je duga nekoliko hiljada godina.

U srednjem veku, sa razvojem tehnika konzervisanja namirnica (sušenje, dimljenje i salamurenje) i transporta, komercijalni ribolov je postao značajna privredna grana. U velikoj meri je napredovao dizajn i konstrukcija plovila, zajedno sa ribarskom opremom i tehnikama konzervisanja namirnica. Od 16. veka ribarski brodovi su sposobni da preplove okeane u potrazi za jatima ribe, a od 19. veka su u upotrebi veliki brodovi na kojima je moguće i preraditi ulovljenu ribu.

Izum konzerve predstavljao je veoma važan trenutak jer je omogućavao dugotrajno skladištenje velike količine proizvoda od ribe. Na zahtev Napoleona, koji je želeo da opskrbi svoju vojsku hranom koja bi bila dugo održiva bez opasnosti da se pokvari, 1804. godine napravljena je prva konzerva. Konzerva je bila izum francuskog pivničara i vinara Nicolasa Apperta. Nešto kasnije, 1875. godine, došlo se i do drugog genijalnog

otkrića - rashladnog uređaja čiji je takođe cilj bio da se produži održivost namirnica (Šoša, 1989).

Danas, prema podacima FAO organizacije, procenjeni broj ribara i uzgajivača ribe je oko 38 miliona. Ribarstvo i akvakultura obezbeđuju direktno i indirektno zaposlenje za preko 500 miliona ljudi.

## 2.2. Iskorišćenje vodenih resursa

Iz otvorenih voda i ribnjaka godišnje se izlovljava preko 4000 vrsta vodenih životinja ukupne mase oko 142 miliona tona. Sa porastom broja stanovnika u svetu i rastom životnog standarda, naročito u zemljama u razvoju, značajno rastu i potrebe za mesom ribe i ostalih plodova voda. Ulov ribe povećan je od početka do kraja 20. veka 20 puta (tabela 2.1).

Tabela 2.1. Ulov ribe u svetu u toku 20. veka (Baltić i sar., 1997).

| Godina              | 1900. | 1920. | 1938. | 1960. | 1977. | 1991. | 1997. |
|---------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Ulov (milioni tona) | 5,0   | 9,5   | 20,5  | 35,0  | 73,5  | 84,3  | 93,3  |

Sa naučnim dostignućima i naglim razvojem opreme koja se koristi u ribarstvu postalo je jasno da vodeni resursi, iako obnovljivi, nisu beskrajni i da zahtevaju pravilno upravljanje da bi njihova uloga u ekonomskoj, nutritivnoj i socijalnoj dobrobiti u rastućoj svetskoj populaciji bila održiva. U poslednjih nekoliko godina ribarstvo u svetu je postalo oblast koja se izuzetno brzo razvija u okviru industrije hrane i veliki broj obalskih zemalja je uložio ogromna sredstva u razvoj modernih ribarskih flota i fabrika za preradu ribe. Ovo je dovelo do toga da vodeni ekosistemi ne mogu da opstanu u uslovima preterane eksploatacije. Svetska komisija za životnu sredinu i razvoj (*World Commission on Environment and Development*) je 1987. godine definisala održivi razvoj kao „razvoj koji ispunjava potrebe sadašnjih generacija, a ne umanjuje priliku budućim generacijama da zadovolje svoje potrebe“. Ova definicija pretpostavlja da se

ljudske potrebe mogu vremenom menjati i da se očuvanjem životne sredine obezbeđuje da se buduće generacije nesmetano razvijaju. Druga, preciznija definicija kaže da je održivi razvoj „očuvanje i upravljanje prirodnim resursima i orijentacija tehnoloških i institucionalnih promena na takav način da se postigne i održi zadovoljenje potreba sadašnjih i budućih generacija“. Ovu definiciju je 1991. godine doneo FAO komitet za ribarstvo (*FAO Committee on Fisheries*). Radi ispunjenja opšteg cilja koji je definisan, FAO je 1995. godine razvio Kodeks ponašanja za odgovorno ribarstvo (*Code of Conduct for Responsible Fisheries*) da bi postavio opšte principe koji obezbeđuju održivu eksploataciju vodenih resursa. Svi ribolovni resursi su u eksploataciji, neki čak i iznad održivog maksimuma. Danas se smatra da dalje povećanje ulova ribe nije moguće, odnosno da je količina od 100 miliona tona granica koja se ne može povećavati bez posledica po opstanak pojedinih vrsta riba i narušavanja prirodnih odnosa u određenom ekosistemu. Primera prekomernog ulova ribe u pojedinim lovnim područjima ima više, a poznati su oni koji se odnose na ulov bakalara u vodama Nove Engleske i Kanade, u kojima su prekomernim ulovom ova područja opustošena. To je uticalo na smanjenje snabdevenosti tržišta ribom, a time i na pad ekonomske stabilnosti priobalnih područja.

Ulovi iz otvorenih voda i akvakultura su 2008. godine ukupno proizveli 142 miliona tona ribe, čime su obezbedili 17 kg po glavi stanovnika u svetu. U ovim brojevima, akvakultura učestvuje sa 46% i ona je jedan od sektora u industriji proizvodnje hrane koji se najbrže razvija. Riba obezbeđuje za 2,9 milijardi ljudi minimum 15,7% od ukupnog unosa animalnih proteina. Unos proteina ribe iz godine u godinu raste, tako da je 1992. godine činio 14,9% ukupnog unosa animalnih proteina, da bi 1996. godine dostigao maksimum od 16%, a 2005. godine se spustio na 15,3%. Kina je najveći proizvođač ribe sa prijavljenom proizvodnjom od 47,5 miliona tona u 2008. godini. Od toga je 14,8 miliona tona ulov iz otvorenih voda, a 32,7 miliona tona ribe iz akvakulture (FAO, 2010). Zahvaljujući visokom rastu proizvodnje ribe u akvakulturi, njeno učešće u ukupnoj proizvodnji ribe (ulov + akvakultura) iz godine u godinu sve je veće. Tako je 1984. godine akvakultura učestvovala u ukupnoj proizvodnji ribe sa 9,73%, a 1996. godine sa 22,87%. Proizvodnja ribe u akvakulturi bila je 1984. godine 8 099 000, a 1996. godine iznosila je 27 681 000 tona. Već 1997. godine proizvodnja ribe u akvakulturi povećala se na 30 863 067 tona.

Prikaz 10 zemalja sa najvećom proizvodnjom ribe u akvakulturi dat je u tabeli 2.2.

Tabela 2.2. Najveći svetski proizvođači ribe u akvakulturi (tone) (Baltić i sar., 2001).

| Zemlja                  | Godina     |            |            |            |
|-------------------------|------------|------------|------------|------------|
|                         | 1984.      | 1989.      | 1995.      | 2000.      |
| <b>Kina</b>             | 3.826.026  | 7.293.728  | 17.581.642 | 22.500.000 |
| <b>Indija</b>           | 510.000    | 1.004.500  | 1.608.938  | 2.400.000  |
| <b>Japan</b>            | 1.198.692  | 1.359.345  | 1.381.082  | 1.400.000  |
| <b>Republika Koreja</b> | 667.685    | 821.778    | 990.498    | 1.220.000  |
| <b>Filipini</b>         | 478.345    | 629.323    | 812.325    | 1.000.000  |
| <b>Indonezija</b>       | 330.764    | -521.075   | 719.410    | 875.000    |
| <b>Tajland</b>          | 111.930    | 260.185    | 464.173    | 680.000    |
| <b>SAD</b>              | 326.453    | 369.052    | 413.431    | 500.000    |
| <b>Bangladeš</b>        | 117.025    | 162.630    | 321.506    | 475.000    |
| <b>Tajvan</b>           | 244.806    | 243.996    | 283.540    | 300.000    |
| <b>Ukupno</b>           | 7.811.726  | 12.665.612 | 24.576.545 | 31.350.000 |
| <b>Ostale zemlje</b>    | 2.311.903  | 2.463.398  | 3.138.943  | 3.640.000  |
| <b>UKUPNO</b>           | 10.123.629 | 15.129.010 | 27.715.488 | 34.990.000 |

Prema najnovijim statističkim podacima Azija je zadržala dominantnu poziciju u svetskoj akvakulturnoj proizvodnji. Ovaj kontinent učestvuje sa 88,8%, dok sama Kina ostvaruje 62,3% svetske akvakulturne proizvodnje. Razvoj akvakulture nije jednak u svim delovima sveta. Latinska Amerika i Karibi ostvaruju najveći prosečan godišnji rast akvakulturne proizvodnje (21,1%), odmah iza njih je Bliski istok (14,1%) i Afrika (12,6%).

U 2008. godini slatkovodne vrste riba su dominirale u svetskoj akvakulturnoj proizvodnji sa 28,8 miliona tona (54,7%). Iza njih su bili mekušci (13,1 miliona tona), školjkaši (5 miliona tona), morske ribe (1,8 miliona tona) i drugi vodeni organizmi (0,6 miliona tona). U slatkovodnoj akvakulturi 2008. godine dominirale su ciprinidne vrste riba (20,4 miliona tona tj. 71,1%). Najveći proizvođač ciprinidnih vrsta riba bile su Kina (70,7%) i India (15,7%) (*FAO, 2010*).

### 2.3. Uzgoj ciprinida

Familija Ciprinidae su najzastupljenije ribe u akvakulturi. U evropskim zemljama, *Cyprinus carpio* - šaran, predstavlja najznačajniju ciprinidnu vrstu riba. Šaran nastanjuje sve kontinente, a postojbina mu je Azija. Može nastanjivati i vode povećanog saliniteta. Raste do dužine veće od jednog metra i mase preko 30 kg. Po tipu ishrane je omnivor, hrani se zooplanktonom, faunom dna, ali i zrnastom hranom. Gajenje šarana se najvećim delom obavlja u toplovodnim, nizijskim ili, kako se najčešće nazivaju, šaranskim ribnjacima. Šaranski ribnjaci su ribnjačke površine ograđene prirodnim pregradama ili nasipima na koje se dovodi voda, koja se u letnjem periodu pod uticajem sunčevog zračenja zagreva i preko 30°C.

Šaranski ribnjak se može podići na različitim nepropusnim i slabopropusnim terenima, uz osnovni preduslov da postoji mogućnost snabdevanja ribnjaka vodom. S obzirom na široki dijapazon mogućnosti za izgradnju ribnjaka (obradive površine različite plodnosti, pašnjaci, zemljišta lošeg kvaliteta, slatine, zamočvarene livade, barska ili šumska tla, poplavna zemljišta i sl.) ustanovljeno je da što je zemljište boljeg kvaliteta to će i prinosi na ribnjaku biti bolji, a proizvodnja ekonomičnija.

U zavisnosti od mesta izgradnje ribnjaci se mogu podeliti na: ribnjake podignute u rečnim rukavcima, ribnjake sa uzdužnim nasipom, ribnjake na zabarenim terenima i ribnjake okružene nasipom. Ribnjaci okruženi nasipom predstavljaju jednu od najboljih varijanti podizanja ribnjak-a. Uglavnom se snabdevaju vodom iz obližnjih tokova reka i kanala. Vodom se najčešće pune korišćenjem crpnih uređaja – pumpi, a prazne gravitacijom. Karakteristični su za ravničarske terene pa su, kao takvi, najpogodniji za Srbiju, budući da se najveći deo površina šaranskih ribnjaka nalazi u Vojvodini. (*Marković i sar., 2008*).

Pažljiva priprema ribnjaka (mrestilišta, mesečnjaka, rastilišta, mladičnjaka, tovišta i zimovnika) pre nasada ribe od velike je važnosti sa proizvodnog i zdravstvenog stanovišta. Priprema počinje odmorom tla tokom zime, a nastavlja se dezinfekcionim i melioracijskim merama: krečenjem, pođubrivanjem organskim i mineralnim đubrivima, košenjem, oranjem i izmuljavanjem izlovne jame i okolnih delova ribnjaka. Cilj ovih



mera je da se stvore što optimalniji uslovi za uzgoj šarana (kao razvoj prirodne hrane i sprečavanje bolesti). Uzgojni ciklusi šarana su sledeći:

1. mrest,
2. uzgoj mlađi i
3. uzgoj konzumne ribe.

Prva faza uključuje odabir i pripremu matica koje se mogu mrestiti slobodnim ili kontrolisanim načinom, pripremu mrestilišta i uzgoj mlađi do 3 ili 4 nedelje (u tzv. mesečnjacima). Nakon toga se mlađ izlovljava i nasađuje u rastilišta gde počinje uzgoj jednogodišnje mlađi u proseku do 50 g. Mlađ se izlovljava pomoću sitnih mreža i transportuje u posudama u tzv. mladičnjake i na taj način se formira dvogodišnja mlađ koja na proleće sledeće godine teži u proseku 500g ili više, kada se prebacuje u tovilišta. Sve ove operacije se obavljaju u martu i aprilu. U tovilištima šaran se tovi do konzumne veličine koja je za naše tržište između 2 i 4 kg. Kada dostigne konzumnu veličinu u periodu oktobar – novembar - decembar, šaran se izlovljava. On se prebacuje iz tovilišta u zimovnike u kojima se prekida ishrana, odakle se izlovljava i transportuje na tržište.

Ishrana i aktivnost šarana vezani su kako za prirodne uslove tako i za temperaturu vode. U proleće sa porastom temperature vode riba postaje aktivnija i počinje da uzima hranu. U jesen padom temperature smanjuju se aktivnost i apetit šarana, a najmanje vrednosti se dostižu u zimskim mesecima. U januaru se prekida hranjenje (*Tehničke upute BiH, 2008*).

Pod šaranskim ribnjacima u Srbiji je između 13 500 i 14 000 hektara. Deo ribnjačkih površina je zapušten i van upotrebe. Najveći deo površina pod šaranskim ribnjacima je u Vojvodini, oko 97%. Ukupna proizvodnja toplovodnih vrsta riba u toplovodnim šaranskim ribnjacima se poslednjih godina u Srbiji kreće od 6000 do 13000 tona (od čega je 30% mlađ i 70% konzumna riba). Proizvodnja po jedinici korišćene površine je u proseku od 700 do 1100 kg ribe po hektaru.

Na prostore Srbije je još u XVIII veku prosvetitelj Dositej Obradović, sa svojih putovanja po tadašnjoj Ugarskoj, doneo ideju o gajenju šaranskih vrsta riba. Prvi podaci

o postojanju ribnjaka u Srbiji vezani su za 1860. godinu, kada je u katastarske knjige u mestu Irig na Fruškoj gori ucrtana površina pod imenom Ribnjak. Počeci modernog gajenja riba u Vojvodini datiraju iz perioda osnivanja najstarijeg ribnjaka u Srbiji (ribnjak Ečka) 1894. godine (*Marković i sar., 2009*). Dominantne prateće vrste riba u šaranskim ribnjacima (beli tolstolobik, sivi tolstolobik i beli amur) počele su da se gaje u Srbiji 60-ih godina dvadesetog veka (*Marković i sar., 2009*).

#### 2.4. Značaj ribe u ishrani ljudi

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 sar., 2009c*). Razlog za povećanu potrošnju ove namirnice jeste 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. Stoga, meso ribe predstavlja značajan, a u mnogim zemljama sveta i dominantan izvor proteina (od 15-24%). Procenjuje se da se blizu 15% potreba za životinjskim proteinima u svetu podmiruje potrošnjom ribe (*Baltić i sar., 2001*). Ukupna količina aminokiselina proteina u mesu ribe ne razlikuje se značajno od ukupne količine aminokiselina proteina mesa stoke za klanje. Mišići ribe sadrže manje vezivnog tkiva od mišića stoke za klanje pa se, samim tim, meso ribe brže i lakše resorbuje, odnosno ima visok koeficijent svarljivosti (*Baltić i sar., 1997*).

O povoljnom uticaju n-3 polinezasićenih masnih kiselina (PNMK) iz mesa ribe na zdravlje čoveka postoje mnogobrojne studije (*Arts i sar., 2001; Von Shacky, 2001; Mozaffarian i sar., 2004; Givens i sar., 2006; Sahena i sar., 2009; Barcelo-Coblijn i sar., 2009*) kojima se potvrđuje da povećana potrošnja ribe utiče na sprečavanje nastanka koronarnih oboljenja, posebno infarkta miokarda, arterioskleroze, hipertenzije i drugih oboljenja kardiovaskularnog sistema (*Kris-Etherton i sar., 2002; Mayneris-Perxachs i sar., 2010*). Osim u sprečavanju koronarnih oboljenja (*Yaqoob, 2004; Mozaffarian i sar., 2005*) i smanjenju hipertenzije (*Calder, 2001*), povoljan uticaj n-3

PNMK ogleda se i u prevenciji inflamatornih (*Moreno i sar., 2003*), autoimunih (*Zamaria, 2004*) i malignih oboljenja (*Terry i sar., 2004*), dijabetesa (*Nettleton i sar., 2005*) i drugih.

Morski resursi obezbeđuju velike količine masnih kiselina (MK), veoma značajnih za ishranu i očuvanje zdravlja stanovništva (*Ackman, 2000; Hunter i sar., 2000*). Konzumiranje ribe doprinosi očuvanju ljudskog zdravlja zahvaljujući prisustvu PNMK, zatim proteina, minerala i vitamina. Istraživanja *Cahu i sar., (2004)* ukazuju da i slatkovodna riba može da bude nosilac n-3 PNMK, zbog činjenice da ta vrsta ribe poseduje veću sposobnost desaturacije nekih masnih kiselina (oleinska, linolna i linolenska) i njihove transformacije u dugolančane PNMK u odnosu na morsku ribu (*Lichtenstein i sar., 2006*). Takođe je poznato da slatkovodna riba iz slobodnog izlova, u odnosu na gajenu ribu iste vrste, sadrži manje ukupne masti a procentualno veće količine n-3 PNMK. Međutim, treba imati u vidu činjenicu da riba iz akvakulture sadrži veći procenat ukupne masti i da je, kada se vrednosti za PNMK izražavaju na 100g ribe, unos n-3 PNMK u organizam čoveka veći kada se jede gajena riba u odnosu na istu vrstu ribe iz slobodnog izlova.

Masti riba koje su vrlo bogate polinezasićenim masnim kiselinama sadrže i holesterol. Dosadašnja ispitivanja su pokazala da većina ispitanih riba sadrži sličnu količinu holesterola (49-92mg/100g) kao i svinjsko i goveđe meso (45-84mg/100g) (*Piironen i sar., 2002*). U pomenutoj studiji se navodi da sadržaj holesterola nije u korelaciji sa sadržajem masti i da, slično kao i kod mesa krupne stoke, konzumiranje ribe sa smanjenim sadržajem masti nikako ne znači i smanjeno unošenje holesterola. Rezultati koje su dobili *Cahu i sar. (2004)* ukazuju da riba iz akvakulture, iako ima veći sadržaj masti, ima isti sadržaj holesterola (izražen kao g/100g uzorka) kao i ista vrsta ribe iz slobodnog izlova. Međutim, drugi izvori iz literature (*Moreira i sar., 2001*) ukazuju da se sadržaj holesterola u slatkovodnoj ribi iz slobodnog izlova i akvakulture razlikuje i da zavisi od vrste ribe. Kod nekih vrsta riba nema značajnih razlika, a kod drugih se sadržaj holesterola razlikuje i za 10mg/100g uzorka.

Rezultati ispitivanja hemijskog sastava, holesterola i masnokiselinskog sastava šarana različitog uzrasta (od 12, 15 i 18 meseci) do kojih su došli *Geri i sar. (1995)* ukazali su

na neke interesantne činjenice. U periodu rasta, od 12 do 18 meseci starosti, smanjio se sadržaj proteina i masti, što autori objašnjavaju sezonskim uticajem, a ne starošću ribe, jer je uzorkovanje bilo u julu, oktobru i januaru. U ispitivanom periodu nisu nastale značajne varijacije u sadržaju holesterola.

Utvrđeno je da masti riba sadrže 17-21% zasićenih i 79-83% nezasićenih masnih kiselina. Masne kiseline koje učestvuju u izgradnji masti, sastoje se od hidrokarbonilnog lanca. Ovaj lanac čine atomi ugljenika za koje su vezani vodonikovi atomi i na čijem se omega ( $\omega$ ) ili n kraju nalazi metil grupa, a na drugom, delta ( $\delta$ ) kraju karboksilna grupa (*Lunn i sar., 2006*). Nezasićene masne kiseline se mogu podeliti u dve klase: omega ( $\omega$ ) 3, ili n-3 i omega ( $\omega$ ) 6, ili n-6 polinezasićene masne kiseline. Riblje masti su bogat izvor n-3 masnih kiselina. Obe klase nezasićenih masnih kiselina su bitne i neophodne za zdravlje ljudi, a razlikuju se u hemijskoj strukturi, odnosno u položaju dvostruke veze u lancu. Kod omega-3 masnih kiselina dvostruka veza se nalazi na trećem C atomu od terminalne grupe, dok se kod omega-6 masnih kiselina ona nalazi na šestom C atomu od terminalne grupe (*Mason, 2000*).

Prema *Sidhu-u (2003)* postoji nekoliko vrsta riba čije je meso najbogatiji izvor n-3 masnih kiselina i čijom se primenom u ishrani (samo jednim obrokom) zadovoljavaju potrebne količine n-3 masnih kiselina preporučene od mnogih zdravstvenih udruženja (prikaz u tabeli 2.3).

Tabela 2.3. Količina n-3 masnih kiselina u nekoliko vrsta riba (*Sidhu, 2003*)

| Vrsta ribe<br>(100g sirove ribe) | Masti (g) | n-3 PNMK (g) | n-3 PNMK (g)<br>po obroku (227g) |
|----------------------------------|-----------|--------------|----------------------------------|
| Sardina, evropska                | 4,8       | 1,4          | 3,2                              |
| Brancin, prugasti                | 2,3       | 0,8          | 1,8                              |
| Skua, atlantska                  | 13,9      | 2,5          | 5,7                              |
| Haringa, atlantska               | 9,0       | 1,6          | 3,6                              |
| Haringa, pacifička               | 13,9      | 1,7          | 3,9                              |
| Losos, atlantski                 | 5,4       | 1,2          | 2,7                              |
| Pastrmka, jezerska               | 9,7       | 1,6          | 3,6                              |
| Pastrmka,<br>kalifornijska       | 3,4       | 0,5          | 1,1                              |
| Bakalar                          | 15,3      | 1,4          | 3,2                              |
| Tuna                             | 2,5       | 0,5          | 1,1                              |

Nutritivni i zdravstveni značaj koji se postiže upotrebom ribe i proizvoda od ribe u ishrani jedan je od razloga za neprestani rast potražnje za tim proizvodima na tržištu (*Burger i sar., 2009; Sveinsdottir i sar., 2009*). Smatra se da postoje dve osnovne funkcije koje esencijalne masne kiseline obavljaju u organizmu. Esencijalne masne kiseline su prekursori za sintezu supstanci sličnih hormonima, koje se sastoje od 20 C atoma i nazivaju se eikosanoidi. Postoji nekoliko različitih familija eikosanoida: prostaglandini (regulišu kontrakcije miškulature, imuni odgovor i zapaljenja), prostaciklini (inhibiraju agregaciju trombocita) i tromboksani (stimulišu agregaciju trombocita). Druga važna funkcija n-3 i n-6 esencijalnih masnih kiselina je ta što se one, odnosno njihovi metaboliti, pre svega dokozaheksaenska kiselina (DHK) i arahidonska kiselina, ugrađuju u fosfolipidni sloj ćelijskih membrana u kojima imaju značajnu strukturnu i funkcionalnu ulogu (*Hunter i sar., 2000*). DHK je glavni sastojak fosfolipida u membranama retine i mozga, dok je arahidonska kiselina glavni sastojak fosfolipidnog sloja u membranama trombocita (*Lunn i sar., 2006*).

S obzirom na važnost funkcija koje imaju u organizmu, razumljiv je uticaj polinezasićenih masnih kiselina, a pre svih n - 3 masnih kiselina na prevenciju razvoja određenih bolesti, kao što su kardiovaskularna oboljenja, nepravilan razvoj mozga i vida, zatim neurološka oboljenja, zapaljenski procesi i autoimuna oboljenja (reumatoidni artritis, psorijaza, ulcerativni kolitis, astma) i dr. (*Valfre i sar., 2003*).

## **2.5. Hemijski sastav mesa ribe**

Meso ribe ima malu energetska vrednost u odnosu na meso sisara koje se koristi u ishrani, ali nutritivno je njegov značaj veliki. Riba kao namirnica predstavlja jedan od glavnih izvora proteina životinjskog porekla. Odlikuje se bogatim sastavom masti i proteina koji sadrže mnoge esencijalne masne kiseline i aminokiseline neophodne organizmu za odvijanje metaboličkih funkcija. U odnosu na meso ostalih životinja, meso ribe sadrži vrlo malo vezivnog tkiva i ne sadrži elastin. Sve te karakteristike čine

riblje meso dijetalnim prehranbenim proizvodom i daju mu posebno mesto u ishrani ljudi (*Cvrtila i sar., 2006*).

U nutritivnom pogledu riba je važan izvor sastojaka preko potrebnih za život čoveka, a posebno proteina (*Marošević, 1982*). Količina proteina u ribi varira od 12-24%. Njihova vrednost je u lakšoj svarljivosti, boljem iskorišćenju, pogodnijem aminokiselinskom sastavu, naročito ako se uzme u obzir sadržaj esencijalnih aminokiselina i to metionina, lizina, triptofana, arginina i histidina. Sadržaj vode u ribi je veći nego u mesu toplokrvnih životinja. Voda u organizmu ribe može biti slobodna i vezana. Slobodna voda ima ulogu rastvarača mineralnih materija, rastvorljivih proteina i sl. Vezana voda je drugačijih osobina – smrzava se pri temperaturi ispod 0°C i daje osnovna svojstva mesu ribe: ukus, konzistenciju, elastičnost (*Šoša, 1989*).

Riblje meso ima vrlo visoku hranjivu vrednost, što se ogleda u povoljnom sadržaju i odnosu belančevina, masti, ugljenih hidrata, mineralnih materija i vitamina. Od svih sastojaka ribe ljudski organizam iskoristi prosečno oko 95-96% proteina i do 91% masti.

Hemijski sastav ribljeg mesa u velikoj meri varira od vrste do vrste ali i između jedinki iste vrste u zavisnosti od pola, starosti, okruženja u kome žive i godišnjeg doba (*Huss, 1995*). Promene u mišićnoj masi šarana u toku uzgoja, koje se odražavaju na hranjivu vrednost ribe, uslovljene su genetskim činiocima, ishranom i uslovima sredine (*Geri i sar., 1995; Fauconneau i sar., 1995*). Bliže rečeno, na hemijski sastav mesa ribe, osim genetskih faktora utiče i kvalitet vode, pH, temperatura, odnosno godišnje doba, sadržaj kiseonika, zatim motorne aktivnosti, uzrast ribe, vrsta hrane, način ishrane i dr. (*Buchtova i sar., 2007; Menoyo i sar., 2007*). Variranja u hemijskom sastavu ribljeg mesa su usko povezana sa unosom raspoložive hrane, migracijama i promenama koje se dešavaju u organizmu ribe pod delovanjem hormona u sezoni parenja. Riba u prirodi imaju periode gladovanja iz fizioloških razloga, kao što su migracije i parenje, ili zbog eksternih razloga, kao što je nedostatak hrane. Parenje, bilo da nastupa posle dugotrajnih migracija ili ne, obično crpi velike količine energije kada riba troše svoje lipide kao izvor energije. Vrste riba koje pre parenja dugo migriraju troše i svoje proteine da bi proizvele dovoljno energije.

Po završetku mresta riba veoma brzo uspostavlja normalnu ishranu a ponekad je prisiljena i da krene u nove migracije da bi našla dovoljno velike izvore hrane. Riblje vrste koje se pretežno hrane planktonom pokazuju i velike sezonske varijacije u hemijskom sastavu mesa, jer produkcija planktona u velikoj meri zavisi od fizičkih parametara vodenog ekosistema.

Meso riba posebno varira u pogledu količine masti, koja i jeste parametar za razvrstavanje riba u tri osnovne kategorije: nemasne – do 3% masti, srednje masne – od 3 do 8% masti i masne sa količinom masti većom od 8%. Na osnovu raspodele masti u organizmu riba se deli na plavu i belu. Plava riba nagomilava masti u masnim ćelijama po celom telu, a bela riba u jetri i trbušnoj šupljini. Udeo masti u beloj ribi je mali, posebno u mesu i iznosi oko 1%, a od toga 90% čine strukturalne masti i fosfolipidi (*Cvrtila i sar., 2006*). U mesu ribe sa najmanje udela, ali ne i najmanjeg značaja jesu ugljeni hidrati. Njih u mišiću riba ima ispod 0,5 do 0,8%, a najviše je zastupljen glikogen. Tokom života ribe najveći uticaj na količinu ugljenih hidrata u mišićnom tkivu imaju nutritivni status, umor i stres pa je pravilo da dobro hranjena, odmorna i nestresirana riba sadrži više glikogena. Zbog smanjene količine glikogena konačni pH mesa riba iznosi od 6,4 do 6,8 i takav, relativno visok pH, razlog je njegove lakše kvarljivosti (*Dune, 1990*).

*Tabela 2.4. Sadržaj hranjivih materija u pojedinim kategorijama mesa (Marošević, 1982; Ćirković i sar., 2002).*

| Vrsta mesa         | Voda (%) | Proteini (%) | Masti (%) | Hranjiva vrednost (kJ/100g) |
|--------------------|----------|--------------|-----------|-----------------------------|
| Šaran              | 78,9     | 16,0-18,0    | 4,0       | 418                         |
| Šaran dvogodišnjak | 79,27    | 17,63        | 1,93      | 355                         |
| Smuđ               | 78,9     | 19,0-20,0    | 0,8       | 351                         |
| Tolstolobik        | 81,18    | 17,76        | 0,5       | 320                         |
| Amur               | 77,19    | 19,49        | 2,32      | 360                         |
| Zelena žaba        | 79,21    | 20,22        | 0,25      | 330                         |
| Pastrmka           | 76,3     | 19,0-20,0    | 2,7       | /                           |
| Evropski som       | 80,5     | 17,5-20,0    | 0,8       | 326                         |
| Afrički som        | 77,97    | 19,90        | 0,7       | 340                         |
| Svinjsko meso      | 56,8     | 17,0-19,0    | 25,3      | 1238                        |
| Goveđe meso        | 74,3     | 20,0         | 3,5       | 485                         |
| Piletina           | 74,6     | 21,5         | 2,5       | 460                         |
| Kokošije meso      | 73,6     | 20,0         | 5,0       | 531                         |
| Jagnjetina         | 66,4     | 19,7         | 12,7      | 812                         |
| Teletina           | 74,7     | 19,5         | 4,5       | 502                         |

Riblje meso i meso stoke prema hemijskom sastavu svrstavaju se u iste kategorije. Razlike u hemijskom sastavu mesa ribe i mesa drugih životinja prikazane su u tabeli 2.4.

U tabeli 2.5 prikazane su razlike u hemijskom sastavu mesa različitih vrsta riba.

*Tabela 2.5. Hemijski sastav fileta različitih vrsta riba (Murray i sar., 1969; Poulter i sar., 1985a; Poulter i sar., 1985b).*

| Vrsta                   | Latinski naziv        | Voda (%) | Lipidi (%) | Proteini (%) | Energija (kJ/100g) |
|-------------------------|-----------------------|----------|------------|--------------|--------------------|
| <b>Bakalar</b>          | Gadus morhua          | 78-83    | 0,1-0,9    | 15-19        | 295-332            |
| <b>Jegulja</b>          | Anguilla anguilla     | 60-71    | 8-31       | 14,4         |                    |
| <b>Haringa</b>          | Clupea harengus       | 60-80    | 0,4-22     | 16-19        |                    |
| <b>Riba list</b>        | Pleuronectes platessa | 81       | 1,1-3,6    | 15,7-17,8    | 332-452            |
| <b>Losos</b>            | Salmo salar           | 67-77    | 0,3-14     | 21,5         |                    |
| <b>Potočna pastrmka</b> | Salmo trutta          | 70-79    | 1,2-10,8   | 18,8-19,1    |                    |
| <b>Tuna</b>             | Thunnus spp.          | 71       | 4,1        | 25,2         | 581                |
| <b>Šaran</b>            | Cyprinus carpio       | 81,6     | 2,1        | 16,0         |                    |

Brojni istraživači su ispitivali hemijski sastav mesa šarana. *Stolyhwo i sar. (2006)* su ispitivali uticaj godišnjeg doba na sastav mesa različitih vrsta šarana. Količina proteina u ispitanim uzorcima bila je između 13,0 i 21,9%, masti od 0,3 do 23,9%, vode od 59,8 do 84,2% i pepela od 0 do 1,6%. Rezultati ispitivanja koje su sproveli *Trbović i sar. (2009)* ukazuju na to da se hemijski sastav fileta šarana (sadržaj proteina, vlage, masti i pepela) nije bitno razlikovao u odnosu na godišnje doba (april i jun).

## 2.6. Obrada ribe za promet

Sa nutritivnog i zdravstvenog gledišta riba je za čovekovu ishranu vrlo vredna namirnica. Današnja potrošnja ribe u ishrani stanovništva u Srbiji ni izdaleka ne zadovoljava potrebe za tom kvalitetnom namirnicom. Ta se činjenica može objasniti, između ostalog, i prilično jednoličnom ponudom ribe na tržištu. Naime, riba na tržište dolazi najčešće sveža ili obrađena na nekoliko načina, kao što su: smrznuta riba, cela ili



u komadima (koji ponekad mogu biti panirani), konzervirana riba ili prerađena postupkom sterilizacije. Riba prerađena tradicionalnim načinima prerade, kao što su soljenje, sušenje ili dimljenje, na tržištu je minimalno zastupljena.

Pod pojmom tehnologije prerade podrazumevaju se ekonomične primene bioloških, fizičkih, hemijskih i tehničkih zahvata kojima je svrha da se sveža riba prevede u polutrajne ili trajne prerađevine, a da se svi delovi koji otpadaju u procesu prerade iskoriste. U preradu se ubrajaju i postupci konfekcioniranja ribe koji omogućavaju lakše čuvanje u svežem stanju ili produžavaju upotrebnu vrednost do skladištenja, prerade ili transporta do potrošača. Preradom se stvaraju nepovoljni uslovi za opstanak mikroorganizama, uzročnika kvarenja ribljeg mesa, bilo bakteriostatskim, baktericidnim ili kombinovanim delovanjem (*Ćirković i sar., 2002*).

Kvalitetna i higijenski ispravna riba može da se dobije ako se sa njom, od momenta ulova pa sve do prodaje potrošaču, postupa pažljivo, savesno i znalački (*Baltić i sar., 1997*). Proces prerade ribe kao i procesi prerade drugih vrsta namirnica treba da obezbede najbolji mogući kvalitet ribe koja izlazi na tržište, zdravstvenu ispravnost proizvoda i svođenje otpada pri proizvodnji na najmanju moguću meru, uz minimalno zagađenje životne sredine.

Riba se, uglavnom, prerađuje u postrojenjima koja se nalaze blizu mesta njenog izlova. Međutim, danas postoji sve više pogona za preradu ribe na samim brodovima koji je i izlovljavaju iz otvorenih voda. I u Srbiji bi slatkovodno ribarstvo imalo perspektivu za dalji razvoj, ukoliko bi se ribarska gazdinstva odlučila da u okviru svojih proizvodnih kapaciteta razviju male pogone za preradu vlastite ribe koju su uzgojili tokom godine. Prerada bi se mogla organizovati preko zime, kada postoje mogućnosti preraspodele radne snage koja tada nije preopterećena proizvodnjom ribe i svim poslovima vezanim za ribnjak. Razvitkom takve prerade uveliko bi se smanjio trošak prevoza žive ribe koji danas u velikoj meri učestvuje u formiranju cene završnog proizvoda.

Morske ribe teško preživljavaju izlov i transport, pa se najčešće prodaju u poleđenom i smrznutom stanju. Isti slučaj je i sa ribom iz hladnovodnih ribnjaka, kao i sa tvrdoperkom iz toplovodnih ribnjaka. Šaran, som, biljojedne vrste, linjak, srebrni karaš, često se na balkanskim prostorima prodaju živi.

Riba se u promet stavlja živa, ohlađena, ohlađena upakovana u vakuum i zamrznuta. Za potrošače je najnepovoljnije stavljanje žive ribe u promet. To se naročito odnosi na gradsko stanovništvo koje je u našoj zemlji i najveći potrošač ribe (*Dorđević, 2008*). Na našem tržištu u prometu je najzastupljenija živa i zamrznuta riba (oslić, skuša) (*Baltić i sar., 2009b*). Zamrznuta riba je i najčešći predmet uvoza. U svetu je sveža riba u prometu zastupljena sa više od 50% od ukupne ponude ribe (*Mirilović i sar., 2008*).

Osnovni tehnološki postupci prerade ribe su fizičkog ili hemijskog karaktera. Fizički karakter pre svega odnosi se na hlađenje, zamrzavanje, čuvanje ribe na ledu ili na niskim temperaturama. Hemijski postupci su: soljenje, salamurenje, dimljenje, mariniranje, delovanje visokim temperaturama uz dodatak začina i aditiva.

Primarna obrada ribe se sastoji iz nekoliko operacija. Koje od njih će se primeniti zavisi od vrste ribe i od njene dalje namene. Primarnu obradu ribe čine omamljivanje, iskrvarenje, odsecanje glave i škrge, skidanje krljušti i sluzi, egzenteracija, trimovanje i pranje ribe (*Baltić i sar., 1997*). U zavisnosti od veličine ribe, neke od ovih operacija se mogu automatizovati ili se obavljati ručno. Primarna obrada ribe je veoma važna za proces dalje prerade, naročito kada je riba namenjena za dobijanje proizvoda visokog kvaliteta i cena, što je slučaj sa dimljenim filetima. Nivo automatizacije u procesu prerade ribe u budućnosti će se povećavati zbog stalnog pritiska na smanjenje proizvodnih troškova i poboljšanje ekonomskih efekata (*FAO, 1996*).

Metod omamljivanja ribe je kod mnogih slatkovodnih vrsta veoma bitan za kvalitet krajnjeg proizvoda jer produžena agonija ribe dovodi do nagomilavanja nepoželjnih materija u mesu. Nedostatak kiseonika u krvi i mišićnom tkivu dovodi do akumulacije mlečne kiseline i drugih produkata katabolizma i posledično do paralize nervnog sistema. Crvene fleke se pojavljuju na površini kože i u mišićnom tkivu oko kičmenog stuba, što smanjuje kvalitet ribe (*FAO, 1996*). Najprihvatljiviji metod omamljivanja ribe iz akvakulture je pomoću električne struje. Riba se smešta u tankove sa vodom kroz koju se potom propušta električna struja. U nekim pogonima voda sa živom ribom se prezasićuje ugljen-dioksidom dok se riba ne onesvesti ili ne ugine.

Veoma je bitno da prilikom klanja ribe, kao i kod klanja drugih vrsta životinja, dođe do što potpunijeg iskrvarenja. Meso ribe u kojoj se zadržala krv podložno je

diskoloracijama, ali i bržem kvaru. Iskrvarenje ribe se obavlja zasecanjem većih krvnih sudova u predelu vrata ili odsecanjem kompletne glave, ako se posle toga vrši egzenteracija. Iskrvarenje se ne primenjuje kod riba koje na tržište idu cele, sa glavom.

Nakupljanje sluzi na površini ribe koja uginjava je zaštitni mehanizam protiv nepovoljnih uslova u kojima se ona našla. Kod nekih slatkovodnih vrsta riba sluz čini 2-3% telesne mase. Lučenje sluzi prestaje početkom mrtvačke ukočenosti. Ona predstavlja idealnu sredinu za razvoj mikroorganizama i mora biti temeljno uklonjena sa tela ribe. Neke vrste ribe kao što su jegulja, pastrmka i šaran, zahtevaju poseban tretman prilikom uklanjanja sluzi. Čak i male količine sluzi koje zaostaju na površini tela posle ručnog uklanjanja kod dimljene jegulje mogu dovesti do nastanka vidljivih žućkasto-braonkastih fleka (*FAO, 1996*). Za skidanje sluzi sa kože ovih vrsta riba konstruisani su posebni uređaji. Krljušt se sa kože riba koje je imaju može skidati mašinski ili ručno.

Svrha egzenteracije je da se, u što kraćem roku, uklone delovi ribe koji mogu dovesti do smanjenja njenog kvaliteta i do ranijeg nastanka kvara. Egzenteraciju čine rasecanje trbušnog zida, vađenje unutrašnjih organa i čišćenje grudne i trbušne šupljine od ostataka peritoneuma, bubrežnog tkiva i krvi. Riba se raseca uzdužno, pri čemu se vodi računa da ne dođe do zasecanja žučne kese i isticanja žuči (*FAO, 1996*).

Zbog rastresite strukture ribljeg mesa i nepostojanja vezivno-tkivnih fascija, prodiranje bakterija u meso je olakšano. Zbog toga je bitno da se pranje ribe obavi odmah posle egzenteracije uz stalan protok vode pijaćeg kvaliteta. Krv ribe brzo koaguliše i pranje pomaže da iskrvarenje bude što bolje. Pranjem se odstranjuju ostaci krljušti, sluzi, digestivnog trakta i krvi jer mogu da kontaminiraju meso (*Baltić i sar., 1997*).

U odnosu na način obrade, riba u promet može da se stavi u različitim oblicima:

- živa i mrtva riba (ona koja nije egzenterirana i očišćena)
- primarno obrađen trup (trup ribe bez krljušti i unutrašnjih organa)
- obrađen trup (trup ribe bez krljušti, unutrašnjih organa, peraja i glave)
- naresci od ribe (delovi obrađenog trupa dobijeni poprečnim sečenjem trupa u delove)

- fileti od riba (delovi obrađenog trupa ribe, odrezani sa obe strane, od grudnog peraja do repa, paralelno sa kičmenim stubom) (*Baltić i sar., 1997*).

## **2.7. Kvalitet ribe**

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, 1992a; Huss, 1995*).

### **2.7.1. Spoljni izgled ribe**

Zdrava riba bi trebalo da ima neoštećenu kožu ujednačene boje po celoj svojoj površini, bez bilo kakvih promena (npr. infekcija gljivicama). Trebalo bi da bude prekrivena slojem providne sluzi. Pojava malih belih ili crnih tačkica mogu značiti da je riba infestirana parazitima. Sveža riba ima providne oči sa crnim zenicama. Beličaste ili upale oči mogu biti znak da riba nije dobro hranjena u ribnjaku ili da nije dovoljno sveža. Škrge bi trebalo da budu svetlo crvene i neotečene. Ako su svetlo roze boje mogu biti znak da je riba bila anemična ili izložena nedostatku kiseonika (*Hansen i sar., 1982*).

### **2.7.2. Tekstura mesa ribe**

Pre uginuća riba koja je namenjena potrošnji trebalo bi da bude čuvana u čistoj vodi bogatoj kiseonikom, čija temperatura ne prelazi 12°C, da bi se sačuvala mekoća ribljeg mesa. Takođe, ribu ne treba hraniti određeno vreme pre izlova, da bi se izbacila sva hrana iz njihovog digestivnog trakta pre omamljivanja i evisceracije. Izgladnjivanje ribe

povećava kvalitet i bezbednost krajnjeg proizvoda, posebno u slučajevima kada se postupak evisceracije ne obavlja na pogodan način. Pošto se riba izlovi od velikog je značaja čuvati je što je moguće svežijom, što se postiže obezbeđivanjem kontrolisanih temperaturnih uslova. Ako su oscilacije u spoljnoj temperaturi nešto veće, potrebno je ribu eviscerirati u roku od 30 minuta od izlova (*Hansen i sar, 1982*).

Posle uginuća ribe neophodno je što pre izvršiti njenu evisceraciju. Neposredno posle smrti ribe muskulatura je potpuno opuštena i ta elastična tekstura se zadržava nekoliko sati zahvaljujući rezervama kiseonika i hranjivih materija. Glikogen i masti oksiduju i sagorevaju zahvaljujući aktivnosti tkivnih enzima, pri čemu nastaju CO<sub>2</sub>, voda i ATP - adenzintrifosfat (*Huss, 1995*). Kao posledica ovih promena, pH ribljeg mesa se smanjuje i ATP počinje da se razgrađuje što izaziva kontrakciju transverzalne skeletne muskulature i promenu njene teksture (*Amlacher, 1961*). Ceo trup postaje krut i riba ulazi u fazu rigor mortisa koja traje dan ili više. Popuštanjem rigor mortisa mišići ponovo omekšaju ali nikada više ne povrate elastičnost koju su imali neposredno posle uginuća. Vreme prestanka rigor mortisa zavisi od vrste ribe, temperature, uslova skladištenja, veličine i fizičkog stanja ribe. Šaran u rigor mortis ulazi 40 - 70 časova nakon uginuća i kod njega rigor mortis traje 4 - 6 dana dok pastrmka u rigor mortis ulazi za 10 - 60 minuta od trenutka uginuća, a kod nje on traje samo nekoliko minuta. Prestanak rigor mortisa je povezan sa aktivacijom jednog ili više enzima koji se nalaze u mišićnim ćelijama a koji su povezani sa komponentama kompleksa koji izaziva rigor mortis (*Huss, 1995*). Veoma je bitno poznavanje ovih biohemijskih procesa koji mogu uticati na vreme obavljanja tehnoloških operacija pri preradi ribe. Na primer, ako se filetiranje obavlja tokom trajanja rigor mortisa dobija se proizvod koji je veoma lošeg kvaliteta. Tekstura mesa ribe biće previše meka i gotovo maziva ako se termička obrada obavlja u fazi pre nastanka rigor mortisa, veoma žilava ako se meso ribe termički obradi tokom rigor mortisa a elastična i veoma prihvatljiva, ako se riba kuva posle završetka ove faze (*Huss, 1995*).

Na teksturu 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 sar., 1977*). Drugi faktor koji utiče na teksturu mesa ribe je njena veličina. Broj i veličina mišićnih ćelija je direktno proporcionalna veličini ribe. Zbog toga veće ribe imaju čvršće meso u poređenju sa manjim ribama iste vrste (*Love, 1988*).

### 2.7.3. Ukus, miris i boja mesa ribe

Komponente ribljeg mesa koje utiču na njegov ukus i aromu jesu slobodne aminokiseline, minerali, organske kiseline i kvaternarna amonijumova jedinjenja (*Fine, 1992*). Sadržaj slobodnih aminokiselina se povećava tokom rasta, tako da starije ribe imaju jače izražen ukus (*Suzuki i sar., 1980*). Pošto ribe iz akvakulture imaju manji sadržaj slobodnih aminokiselina nego ribe iz otvorenih voda, njihov ukus je slabiji ili bljutav pojedinim ocenjivačima (*Haard, 1992b*). Na ukus ribe se može uticati njihovom ishranom. Istraživanja su pokazala da losos, ako se hrani ostacima škampa kao izvorom pigmenta karotenoida, ima bolji ukus sveže ribe nego ako se u hranu ubacuju veštački karotenoidi (*Haard, 1992c*). Neugodan ukus imaće šaran koji je hranjen kukuruzom u ribnjacima. Ovaj ukus se može korigovati ishranom sa odgovarajućim izbalansiranim krmnim smešama. Količina i vrsta lipida koji se nalaze u hrani za ribe takođe utiču na ukus ribljeg mesa. Visok nivo sojinog ulja u hrani za salmonide izaziva neprijatan ukus koji se naziva i „ukus mrestilišta“ (*Inoue i sar., 1988*).

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 muskulaturi veći a kod starijih primeraka mišićna vlakna su grublja, žilavija i suvlja. Za razliku od toplokrvnih životinja, pol riba nema uticaja na ukus mesa. Meso rečnih riba je ukusnije od mesa jezerskih i riba koje se gaje u ribnjacima, međutim, zbog česte zagađenosti rečnih tokova mogu se nekad konstatovati razni propratni neprijatni mirisi (*Ćirković i sar., 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 miris 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 može biti znak kvara ili neadekvatnog načina obrade (*Klauri i sar., 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 opni, fascia i aponeuroza lakše podleže kvaru nego meso toplokrvnih životinja.

Nesmetano konzumiranje ribljeg mesa otežavaju oštre, tanke međumišićne kosti oblika slova Y. Trup šarana prosečno sadrži 97, belog tolstolobika 116, sivog tolstolobika 150, a amura 144 komada međumišićnih kostiju. Većina ovih međumišićnih kostiju se nalazi u predelu peraja i na području repa. Postoje ribe koje nemaju međumišićne kosti (kao som, smuđ i kečiga).

Randman riba značajno je povoljniji od randmana ostalih vrsta životinja.

*Tabela 2.6. Iskoristivi deo nekih riba nakon primarne obrade (%) (Marošević, 1982; Ćirković i sar., 2002).*

| Vrsta       | Glava | Utroba | Otpad | Iskoristivi deo |
|-------------|-------|--------|-------|-----------------|
| Šaran       | 14-24 | 11-18  | 30-40 | 60-70           |
| Amur        | 15-16 | 18-22  | 33-38 | 62-67           |
| Tolstolobik | 15-16 | 14-16  | 30-32 | 68-70           |
| Afrički som | 10    | 35,95  | 45,95 | 54,05           |

Brojni autori (*Chen i sar., 2008; Ibrahim i sar., 2008; Pantazi i sar., 2008; Özogul i sar., 2006; Cardinal i sar., 2001; Özogul i sar., 2000; Leroi i sar., 2000;*) ispitivali su uticaj načina pakovanja ribe i proizvoda od ribe na održivost pogledu senzornih karakteristika tj. ukusa, mirisa i boje.

## 2.8. Bezbednost ribe kao namirnice

Riba kao namirnica ima potencijal da izazove širok spektar oboljenja kod osoba koje je konzumiraju, s obzirom na mogućnost kontaminacije i rasta patogenih bakterija tokom proizvodnog procesa, od trenutka izlova do finalne pripreme i konzumacije. Poznavanje prirode glavnih patogena iz hrane omogućilo je razvoj kontrolnih mera koje se mogu implementirati u proizvodni proces i efikasno eliminisati ili značajno smanjiti rizik od izbijanja bolesti izazvanih ovim mikroorganizmima. Procesi sanitacije i kontrolne mere bezbednosti proizvoda od ribe, kroz ceo proizvodni ciklus moraju se i dalje unapređivati. Mikroorganizmi iz ribe mogu izazvati bolesti kod ljudi koji je konzumiraju a prema izvorima kontaminacije mogu se podeliti na nekoliko grupa.

Kod ljudi uzročnici bolesti izazvanih konzumiranjem kontaminiranih namirnica često su patogeni mikroorganizmi koji u hranu dospevaju od strane bolesnih osoba ili asimptomatskih nosilaca koji su uključeni u proizvodni proces. Bakterije kao što su *Salmonella spp.* i *Shigella spp.* često fekalnom ili oralnom transmisijom dospevaju do ribe, a ona im, s obzirom na svoj hemijski sastav, omogućava veoma brzo umnožavanje ukoliko su uslovi skladištenja za to odgovarajući. Čak i kada nivo kontaminacije nije veliki, ako termička obrada proizvoda nije adekvatna ili ako potpuno izostane, moguć je razvoj simptoma bolesti. Najveći rizik sa sobom nose proizvodi od ribe koji se konzumiraju sveži (kao sušimi i suši) kao i konzumacija školjkaša.

Riba koja se izlovljava u priobalnim vodama u koje se ispuštaju kanalizacija i otpadne industrijske vode, može predstavljati poseban rizik za trovanje patogenim bakterijama i virusima fekalnog porekla. Riba list koja se izlovljava u priobalnim delovima Baltičkog mora često sadrži veoma patogene rodove *Salmonelle* koji su u visokom stepenu izazivači bolesti (*Wuthe i sar., 1972*). *Clostridium perfringens* je pronađen u digestivnom traktu gotovo svih riba ulovljenih oko kanalizacionih cevi u okolini Vašingtona (*Matches i sar., 1974*).

Međutim, najveći izvor kontaminacije ribe patogenim mikroorganizmima su nehigijenski uslovi tokom njene prerade. Proizvodi od ribe koji su potpuno termički obrađeni ili konzervisani na neki drugi način, često mogu biti predmet unakrsne



kontaminacije. *Salmonella*, *Campylobacter*, *Listeria monocytogenes*, patogene forme *Escherichia coli* i *Yersinia enterocolitica* često se nalaze u vodenoj sredini, a samim tim i na površini riba, pa su mogućnosti za unakrsnu kontaminaciju tokom njene prerade velike (*Ingham, 1991*).

### 2.8.1. Mikrobiološki kvar sveže ribe

Kvarom hrane se može smatrati svaka promena koja namirnicu čini nepogodnom za ljudsko konzumiranje (*Huis, 1996*). Kvar ribe, mekušaca i školjkaša je rezultat promena koje izazivaju oksidacija lipida, reakcije izazvane aktivnošću tkivnih enzima i metabolička aktivnost mikroorganizama (*Ashie i sar., 1996*). Riba i plodovi mora su veoma kvarljive namirnice s obzirom da imaju visoku aktivnost vode ( $a_w$ ), neutralnu pH vrednost i autolitičke enzime. Stepem kvara je u velikoj meri zavisano od temperature i može biti inhibiran skladištenjem na niskom temperaturnom režimu. Kvar ribe je uglavnom mikrobiološkog porekla. Međutim, u nekim slučajevima hemijske promene, kao što su autooksidacija ili enzimski hidroliza masti, mogu dovesti do pojave neprijatnog mirisa i ukusa, a u nekim slučajevima aktivnost tkivnih enzima može dovesti do neprihvatljivog omekšavanja mesa ribe (*Huss i sar., 1997*). Procesi prerade i konzervacije zajedno sa temperaturom skladištenja određuju da li će se u ribi razviti mikrobiološki ili biohemijski kvar, ili kombinacija oba.

Nekoliko istraživača je zaključilo da su mikroorganizmi povezani sa najvećim brojem proizvoda od ribe refleksija mikrobiološke populacije vodene sredine iz koje riba potiče (*Liston, 1980; Colby i sar., 1993; Ashie i sar., 1996; Gram i sar., 1996*). Mikroflora riba iz toplih voda čine dominantno psihrotrofne, aerobne ili fakultativno anaerobne Gram-negativne štapičaste bakterije, posebno rodovi *Pseudomonas*, *Moraxella*, *Acinetobacter*, *Shewanella*, *Flavobacterium*, *Vibrio*, *Photobacterium* i *Aeromonas* (*Stammen i sar., 1990*). *Vibrio*, *Photobacterium* i *Shewanella* zahtevaju povećanu koncentraciju soli za rast i tipične su za morske ribe, dok je *Aeromonas* prisutan kod slatkovodnih riba. Različiti rodovi Gram-pozitivnih bakterija (*Bacillus*, *Micrococcus*, *Clostridium*, *Lactobacillus*, *Corynebacterium*, *Brochotrix*) takođe su izolovani iz ribe i

plodova mora (*Stammen i sar., 1990; Gram i sar., 1996*). Ribe iz tropskih voda često sa sobom nose nešto veći broj Gram-pozitivnih bakterija nego što je to slučaj sa ribama hladnih voda (*Liston, 1980*). Kod riba ulovljenih blizu obale mogu biti veoma zastupljene bakterije koje potiču iz tla. Od njih su najznačajnije one koje pripadaju *Bacillus* vrstama (*Baltić i sar., 1997*). Mikroorganizmi se mogu naći na spoljnim površinama ribe (koža i škrge), ali i u digestivnom traktu. *Rodriguez i sar. (2001)* su utvrdili inicijalni broj bakterija od 5,27 log cfu/g na 30°C i 4,87 log cfu/g na 25°C u filetima kalifornijske pastrmke. Inicijalni broj bakterija na filetima lososa je bio veći od 6 log cfu/g. Broj aerobnih psihrotrofnih bakterija na površini fileta kalifornijske pastrmke prešao je 10<sup>7</sup> cfu/cm<sup>2</sup>, pri čemu su oni šest dana skladišteni na temperaturi od 1±1°C (*Gimenez i sar., 2002*). Ukupan broj bakterija znatno varira, a *Liston (1980)* je utvrdio da se on kreće od 10<sup>2</sup>-10<sup>7</sup> cfu/cm<sup>2</sup> na površini kože. Škrge i creva sadrže između 10<sup>3</sup> i 10<sup>9</sup> cfu/g (*Huss, 1995*). Mišićno tkivo ribe je sterilno u trenutku ulova, ali brzo postaje kontaminirano bakterijama sa površine tela i iz digestivnog trakta, a kontaminiraju ga i mikroorganizmi sa opreme i ljudi koji manipulišu ribom. Tokom skladištenja na niskim temperaturama dolazi do promena u prisutnoj mikroflori. Psihrotrofni *Shewanella* i *Pseudomonas* su dominantno prisutni mikroorganizmi posle 1-2 nedelje skladištenja. Pri višim temperaturama (+25°C) mikrofloru u trenutku kvara dominantno čine mezofilne *Vibrionaceae*, a ako je riba ulovljena u zagađenoj vodi, *Enterobacteriaceae* (*Huss, 1995*). Koja će mikroflora rasti na proizvodu od ribe zavisi od intrinzičkih faktora (postmortalni pH u mesu ribe, prisustva trimetilamin - oksida i neproteinskog azota) i ekstrinzičkih parametara (temperatura, proces prerade i način pakovanja) (*Huss i sar., 1997*).

Sastav mesa ribe čini ga pogodnim za razvoj mikroorganizama (*Colby i sar., 1993*). Trimetilamin - oksid (TMAO) u ribljem mesu se može razgraditi do trimetilamina (TMA) posredstvom tkivnih enzima, ali na niskim temperaturama skladištenja TMA nastaje i posredstvom bakterijske TMA oksidaze (*Ashie i sar., 1996*). TMA daje ribljem mesu karakterističan miris pokvarene ribe. Kada je koncentracija kiseonika niska, mnoge bakterije kvara koriste TMAO kao krajnji akceptor vodonika, što im omogućava da rastu u anaerobnim uslovima. Sa razvojem mikrobiološkog kvara u mesu ribe se nagomilavaju niskomolekulska jedinjenja koja sadrže sumpor (H<sub>2</sub>S i CH<sub>3</sub>SH), zajedno sa isparljivim masnim kiselinama i amonijakom.

Kada je proizvod od ribe mikrobiološki pokvaren, mikroflora kvara se sastoji od mešavine raznih vrsta (*Huss i sar., 1997*), od kojih neke mogu biti potpuno bezopasne u pogledu narušavanja ljudskog zdravlja i sposobnosti da stvore neprijatan miris i ukus. Mikroflora koja tokom razvoja kvara izaziva važne hemijske promene obično se sastoji od jedne vrste mikroorganizama. Kod bakalara skladištenog u aerobnim uslovima na ledu (0°C) identifikovana je *Shewanella putrefaciens* kao glavni izazivač kvara (*Gram i sar., 1987*). *Shewanella putrefaciens* dovodi do stvaranja veoma neprijatnog mirisa, redukuje TMAO do TMA i utiče na stvaranje H<sub>2</sub>S. Sojevi *Vibrionaceae* su dominantna mikroflora kvara u mesu bakalara koji je skladišten na temperaturi od 20°C (*Gram i sar., 1987*). Utvrđeno je da je *Shewanella putrefaciens* zajedno sa *Lactobacillus spp.* glavna bakterija kvara bakalara i lista koji su upakovani u modifikovanu atmosferu MAP (*Stammen i sar., 1990*). Kod bakalara skladištenog na temperaturi od 0°C i upakovanog u vakuum i MAP identifikovan je Gram-negativan mikroorganizam *Photobacterium phosphoreum* kao izazivač kvara (*Dalgaard i sar., 1993; Dalgaard, 1995a*). Stepem rasta ovog mikroorganizma se uvećava u anaerobnim uslovima i ta činjenica može objasniti značaj koji on ima za ribu upakovanu u vakuum ili modifikovanu atmosferu. U ribi upakovanoj u smeše gasova koje imaju veliku koncentraciju CO<sub>2</sub> u velikoj meri inhibiran je rast *Shewanella putrefaciens* i mnogih drugih mikroorganizama koji su prisutni na njenoj površini. Nasuprot ovome, *Photobacterium phosphoreum* je pokazao veliku razistenciju prema ugljen-dioksidu (*Dalgaard, 1995b*). Ovaj mikroorganizam redukuje TMAO u TMA 10-100 puta više nego *Shewanella putrefaciens*, dok se u ribi kao supstratu stvara veoma malo H<sub>2</sub>S tokom njegovog rasta (*Dalgaard i sar., 1996*).

### **2.8.2. Mikrobiološka bezbednost proizvoda od ribe upakovanih u MAP**

Održivost sveže ohlađene ribe može biti produžena pakovanjem u vakuumu ili modifikovanoj atmosferi (*Rotabakk i sar., 2008; Hovda i sar., 2007; Pastoriza i sar., 1996a; Stamatis i sar., 2006*). Efekti gasova koji se koriste prilikom pakovanja u modifikovanoj atmosferi do sada su uglavnom ispitivani na morskim ribama (*Özogul i sar., 2000; Davies, 1993; Farber, 1991; Vogel i sar., 2005; Laursen i sar., 2006*).

MAP nudi višestruke prednosti industriji ribe, ali i potrošačima pa su zbog toga mnoga ispitivanja sprovedena u cilju razvoja ove tehnologije. Ispitivan je uticaj raznih smeša gasova prilikom pakovanja ribe (*Parkin i sar., 1981; Barnett i sar., 1987; Stammen i sar., 1990; Farber, 1991; Reddy i sar., 1991; Randell i sar., 1995; Gimenez i sar., 2002; Sivertsvik i sar., 2002*).

Kada se govori o pakovanju ribe u MAP veoma je bitno razlikovati dve kategorije proizvoda: one koji se konzumiraju bez prethodne termičke pripreme (suši, sašimi, dimljeni losos) i proizvode koji se pre konzumiranja podvrgavaju delovanju visokih temperatura dovoljnih da ubiju vegetativne oblike patogenih mikroorganizama. Ribe i školjkaši su namirnice koje su često izvor bolesti izazvanih hranom (*Huss i sar., 1997*). Patogeni koji se mogu naći u ribi potiču iz vodene sredine u kojoj riba živi (*C. botulinum* tip E i neproteolitički tipovi B i F, *Vibrio spp.*, *A. hydrophila*, *Plesiomonas shigelloides*), neki se često mogu naći u ribi (*Listeria monocytogenes*, *C. botulinum* proteolitički tipovi A i B, *C. perfringens*, *Bacillus spp.*) ili potiču od životinja i ljudi (*Salmonella*, *Shigella*, *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*).

Pakovanje ribe u modifikovanu atmosferu ne mora smanjiti rizik od rasta bakterija *Salmonella*, *Staphylococcus*, *C.perfringens*, *Yersinia*, *Campylobacter*, *Vibrio parahaemolyticus* i *Enterococcus* u odnosu na ribu koja se čuva na vazduhu (*Silliker i sar., 1980; Reddy i sar., 1992*). Slično je zapaženo i kod *A. hydrophila* dok je rast *Plesiomonas shigelloides* potpuno inhibiran uvođenjem modifikovane atmosfere u pakovanje (*Kirov, 1997*). *Kimura i sar. (1993)* nisu zapazili razlike u rastu *E. coli*, *S. aureus*, *V. parahaemolyticus* i *C. perfringens* u japanskoj skuši (*Trachurus japonicus*) tokom skladištenja na vazduhu i u modifikovanim atmosferama koje su se sastojale od 100% N<sub>2</sub> i 40% CO<sub>2</sub> + 60% N<sub>2</sub> na temperaturi od 5°C. *Slade i sar. (1997)* su ispitali antibiotsku rezistenciju sojeva *Y. enterocolitica*, *Aeromonas spp.* i *Salmonella typhimurium* koje su inokulisali u meso ribe (bakalar i pastrmka) a koju su upakovali u različite smeše gasova (60% CO<sub>2</sub> : 40% N<sub>2</sub>; 40% CO<sub>2</sub> : 30% N<sub>2</sub> : 30% O<sub>2</sub> – bakalar i 60% CO<sub>2</sub> : 40% N<sub>2</sub>; 80% CO<sub>2</sub> : 20% N<sub>2</sub> – pastrmka) i skladištili je na temperaturi od 0 i 5°C. Utvrđeno je da ugljen-dioksid ispoljava bakteriostatski efekat na salmonelu pri ovim temperaturama skladištenja. *Aeromonas* i *Yersinia* su ostvarile određeni rast, ali je on bio izraženiji u kontrolnoj grupi koja je skladištena na vazduhu.

Za ribu upakovanu u anaerobnu sredinu osnovni mikrobiološki rizik predstavljaju *Cl. botulinum* tip E i neproteolitički tip B. Glavni mikrobiološki rizik predstavlja *Listeria monocytogenes* kod ribe upakovane u modifikovanu atmosferu sa aerobnom sredinom i skladištenom na temperaturama ispod 10°C (*Gibson i sar., 1995*).

### 2.8.3. Hemijski kvar ribe

Veliki broj faktora je povezan sa hemijskim kvarom ribe. To su gubitak vlage, oksidacija, užeglost, gubitak vitamina, promene u mirisu i ukusu. Faktor koji najviše utiče na brzinu nastanka i stepen hemijskog kvara ribe je sadržaj masti u mesu. Lipidi ribe su visoko nezasićeni i skloni oksidaciji (*Xiong, 1994; Church, 1998*). Nestabilni hidroperoksidi nastali oksidacijom masnih kiselina ili triglicerida pretvaraju se u slobodne radikale koji ubrzavaju stepen autooksidacije. Proizvodi ovih sekundarnih reakcija doprinose specifičnom ukusu morskih plodova (*Gray, 1978; Khayat i sar., 1983*). Proizvodi sekundarne autooksidacije su aldehidi, ketoni, alkoholi i male karboksilne kiseline. Neki od ovih aldehida se mogu odrediti pomoću reakcije sa tiobarbiturnom kiselinom (TBA) (*Huss, 1995*). *Ryder i sar. (1984)* su ustanovili da se kod skuše (*Trachurus novaezelandie*) stvara 8,3 mg malondialdehida/100g posle 7 dana skladištenja na ledu. Fileti kalifornijske pastrmke umotani u polietilensku foliju i skladišteni na 1±1°C tokom 20 dana pokazuju povećanje TBA vrednosti u početnom periodu skladištenja. Međutim, TBA vrednosti se smanjuju kada se u filetima razvije kvar (*Gimenez i sar., 2002*). Ovo smanjenje može nastajati zbog reakcije malondialdehida sa produktima razgradnje proteina (*Known i sar., 1965*). Enzimski sistem koji utiče na oksidaciju lipida u mesu ribe uključuje lipooksigenaze (*German i sar., 1985*) lokalizovane u koži i škragama, kao i sistem mikrozomalnih enzima (*McDonald i sar., 1987*). Oksidacija lipida može voditi ka smanjenju nutritivnog kvaliteta mesa. Takođe može izazvati gubitak esencijalnih masnih kiselina, vitamina rastvorljivih u mastima i esencijalnih aminokiselina i razvoj toksičnosti (*Pearson i sar., 1983*).

Neenzimsko tamno prebojavanje takođe igra važnu ulogu u hemijskom kvaru ribe. Ono predstavlja diskoloraciju mesa ribe i objašnjava se na dva načina: Mailardovom reakcijom koja nastaje između ugljenih hidrata i aminokiselina ili interakcijom između produkata autooksidacije lipida i proteina (*El Zeany i sar., 1975*). *Khayat i sar., (1983)* pretpostavljaju da se neenzimsko tamno prebojavanje odigrava u tri faze: (1) formiranje peroksida lipida, (2) formiranje bezbojnih ili blago obojenih prekursora tamnih pigmenata u interakciji peroksida sa aktivnim grupama proteina ili produkata razgradnje peroksida sa aktivnim grupama proteina i (3) transformacija bezbojnih ili blago obojenih prekursora u tamne pigmente.

Kao hemijski indikator svežine ribe smatra se vrednost ukupnog isparljivog azota (*total volatile basic nitrogen – TVB-N*). Ukupno isparljivi azot čine jedinjenja koja su odgovorna za nastanak neprijatnog mirisa i ukusa mesa ribe, a tu spadaju amonijak, dimetilamin (DMA), trimetilamin (TMA), amini koji nastaju dekarboksilacijom aminokiselina, kao i druga azotna jedinjenja koja u alkalnom obliku postaju isparljiva (*Debevere i sar., 1996; Ruiz-Capillas i sar., 2005*). Amonijak nastaje bakterijskom dezaminacijom proteina, peptida i aminokiselina, kao i autolitičkom razgradnjom adenzin-monofosfata (AMP). Dimetilamin i trimetilamin nastaju degradacijom trimetilamin-oksida (TMAO), jedinjenja koje ima značajnu ulogu u osmoregulaciji i čije je prisustvo dokazano kod svih morskih i velikog broja slatkovodnih riba. Aktivnošću endogenih enzima kod riba dolazi do razgradnje TMAO i nastanka DMA i formaldehida (*Huss, 1995*). Bakterije uzročnici kvara mesa u anaerobnim uslovima koriste TMAO kao krajnji akceptor elektrona u anaerobnoj respiraciji što dovodi do formiranja TMA - jedinjenja odgovornog za pojavu karakterističnog mirisa kod kvara ribe (*Gram i sar., 1996*).

## **2.9. Istorijski razvoj i definicija pakovanja u modifikovanoj atmosferi**

Uloga pakovanja hrane je da zaštiti namirnicu od negativnih spoljnjih uticaja, da ostvari komunikaciju sa potrošačima kao veoma efikasno marketinško sredstvo i da kod njih

stvari poverenje u bezbednost i kvalitet onoga što kupuju, ali takođe i da obezbedi laku manipulaciju namirnicom (*Yam i sar., 2005*). Izlaganje mesa potrošaču u plastičnim materijalima je veoma atraktivan, higijenski i praktičan način pakovanja (*Rennerre i sar., 1993*).

U cilju produženja održivosti i očuvanja određenih organoleptičkih svojstava proizvoda u prometu, industrija mesa, pored vakuum pakovanja i termičke obrade, naročito poslednjih godina, sve više koristi pakovanje u modifikovanoj atmosferi (MAP). To su hermetička pakovanja u koja su posle vakuumiranja uvedeni određeni gasovi. Pod modifikovanom atmosferom podrazumeva se izmenjen i selekcionisan sastav i odnos gasova koji su sastojci atmosferskog vazduha. Koriste se samo oni gasovi ili njihove smeše koji imaju poželjno delovanje na očuvanje kvaliteta mesa i proizvoda. Ova vrsta pakovanja primenjuje se kod konfekcioniranog svežeg mesa, barenih i fermentisanih kobasica, narezaka polutrajnih konzervi, a u poslednje vreme se sve više na ovaj način u svetu pakuje sveža riba i razni proizvodi od ribe (*Ogrydziak i sar., 1982; Parkin i sar., 1982; Brody, 1989; Stammen i sar., 1990; Skura, 1991; Reddy i sar, 1992*).

Sredinom prošlog veka je nastala potreba za metodama pakovanja komada mesa naprednijim od uvijanja u običan papir ili papir premazan voskom, kako se to do tada radilo u mesarama u visoko razvijenim zemljama. Rasecanje mesa prema zahtevu kupaca u radnjama je zamenilo rasecanje na tačno definisane komade u klanicama koji su potom izlagani u rashladnim vitrinama u maloprodaji (*Brody, 2002*). Potrošači su iskazali potrebu da pred sobom imaju pakovanje komada mesa koje im omogućava da ocene njegove senzorne karakteristike, prvenstveno boju mesa i količinu masnog tkiva (*Kerry i sar., 2006*). Hemijska industrija je obezbedila plastične i druge polimerne forme materijala za pakovanje, koji su ispunjavali uslov da obezbeđuju produženu održivost namirnice, da imaju nisku cenu tako da ne učestvuju u velikom procentu u ceni proizvoda i da omogućavaju vizuelnu inspekciju onoga što je upakovano. Prvo je razvijen film koji se sastojao od polivinil - hlorida i koji je bio propustljiv za vazduh, ali ne i za vlagu i koji je obavijao posudu od polistirena u koju se pakovalo meso (*Brody, 2005*). Potrošači su potom počeli da povezuju svetlocrvenu boju koja se razvijala u tako upakovanom mesu sa njegovom svežinom, jer je to bila prva boja koju su mogli videti u komadima mesa (*Jenkins i sar., 1991*). Veliki uticaj na razvoj tada novih tehnologija za

pakovanje mesa imala je činjenica da su gotovo sve klanice u razvijenim zemljama polako prelazile na konfekcioniranje trupova zaklane stoke u manje komade, tako da je nastala potreba da se oni pakuju na jednom centralizovanom mestu i da se tako otpremaju do maloprodajnih objekata (*Cole, 1986; McMillin, 1994*). Prema nekim statističkim podacima oko 43% svežeg mesa u Evropi se prodaje upakovano u vakuum ili MAP (*Belcher, 2006*) i oko 64% u Americi (*Crews, 2007*). Centralizovano pakovanje mesa i drugih vrsta namirnica ima većih prednosti koje se ogledaju u smanjenju potrebnog prostora i radne snage, poboljšanju i ujednačavanju kvaliteta, smanjenju stvaranja otpada, mogućnosti automatizacije proizvodnje, u lakšem sprovođenju sistema sledljivosti i dr. (*Cole, 1986*).

Prva istraživanja na temu pakovanja ribe u smeše gasova koje su sadržale visoke koncentracije CO<sub>2</sub> obavljena su početkom tridesetih godina prošlog veka u Engleskoj, Americi i Rusiji (*Stansby i sar., 1935*). Riba pakovana u atmosferi koja se sastojala od 100% CO<sub>2</sub> bila je održiva 2 - 3 puta duže nego kontrolna grupa ribe koja je pakovana u običan vazduh i čuvana na istoj temperaturi (*Killeffer, 1930*). Bakalar skladišten na 27°C i upakovan u MAP bio je održiv nekoliko dana. Svež oslić, bakalar i list su veoma efikasno konzervisani u atmosferama sa 20-100% CO<sub>2</sub>, a utvrđeno je da su optimalne koncentracije ovog gasa 40-50% (*Coyne, 1933*).

U industriji mesa, industriji bezalkoholnih i alkoholnih pića, kao i u drugim granama prehrambene industrije, za pakovanje u modifikovanoj atmosferi koriste se azot, kiseonik, ugljen-dioksid i njihove međusobne smeše (*Martinez i sar., 2006*). Oni se koriste u različitim kombinacijama u kojima svaki od njih ima svoju ulogu. Iako su u eksperimentima korišćeni i drugi gasovi, kao što su azot-oksidi, sumpor-dioksid, etilen, hlor, ozon i propilen-oksidi, oni se ne primenjuju u MAP tehnologiji zbog bezbednosti, propisa i cene pakovanja (*Brody, 2003*).

Azot je inertan gas bez boje, mirisa i ukusa, nije toksičan niti zapaljiv. Njegov efekat je sličan kao pri vakuum pakovanju. Zbog toga se više koristi u produženju održivosti mesa svinja, jagnjadi i ribe. Primena N<sub>2</sub> u pakovanju utiče i na smanjenje izdvajanja mesnog soka i na sprečavanje eventualnog pripajanja i slepljivanja plastične folije i upakovane namirnice. On može zameniti kiseonik u smeši gasova i na taj način uticati



na produženje održivosti. Azot sprečava užeglost masti i rast aerobnih mikroorganizama (*Blakistone, 1998*). Upotreba azota sprečava kolaps pakovanja, zbog njegove slabe rastvorljivosti u vodi i mastima. On nema direktan uticaj na boju upakovanog proizvoda.

Kiseonik, gas koji ubrzava oksidacione procese, neutrovan je, bez boje, mirisa i ukusa. U životnim namirnicama kiseonik pospešuje aktivnost aerobnih mikroorganizama, a sprečava rast anaerobnih. Najvažniji efekat O<sub>2</sub> je očuvanje svetlocrvene boje mesa. Naime, sjedinjujući se sa mioglobinom (Mb) on stvara svetlocrveni oksimioglobin (MbO<sub>2</sub>) koji je simbol svežeg mesa i smatra se najprivlačnijom bojom mesa za potrošača. Nizak nivo kiseonika rezultira u promeni boje mesa i proizvoda od mesa u braon boju metmioglobina (*Church, 1993*). Manje količine kiseonika u pakovanju mogu sprečiti ili smanjiti reakciju oksidacije masti i nastajanje užeglosti masti u mesu i ribi, a time se sprečava nastajanje neprijatnog mirisa i ukusa i promena boje kod voća zbog aktivnosti polifenol oksidaze. Međutim, potpuni nedostatak kiseonika takođe nije dobar. Ekstremno niske koncentracije kiseonika ubrzavaju rast patogena, kao što je *Clostridium botulinum* tip E (*Ruiz-Capillas i sar., 2001a*). Kiseonik stvara uslove za razvoj užeglosti lipida u ribi, stimuliše rast aerobnih bakterija i inhibira rast striktno anaerobnih bakterija (*Arashisar i sar., 2004*). Prvenstveno se koristi pri pakovanju mesa goveda dok se zbog slabijeg efekta manje primenjuje kod pakovanja mesa živine, svinja i ribe.

Ugljen-dioksid je anhidrid ugljene kiseline. On je netoksičan, inertan gas bez boje, neutralnog, nešto malo kiselkastog mirisa i ukusa. Teži je od vazduha 1,5 puta. Potiskujući kiseonik CO<sub>2</sub> sprečava njegovu apsorpciju u mesu. Rastvorljiv je u vodenoj fazi mesa i mastima, a njegova rastvorljivost se značajno povećava sa smanjenjem temperature (*Sivertsvik, 2002*). Ugljen-dioksid inhibira rast brojnih vrsta mikroorganizama, zbog čega se sve više koristi u zaštiti namirnica. U kontaktu sa mesom deo gasa se rastvara u vodi koju sadrži proizvod i nastaje cca 0,1% ugljene kiseline, koja utiče na promenu pH sredine. Brojni autori su izučavali uticaj CO<sub>2</sub> u pakovanjima mesa i proizvoda na rast i razmnožavanje pojedinih vrsta mikroorganizama. On se najčešće koristi u količinama od 40 do 60%, pri kojima inhibira rast mikroorganizama, posebno *Shewanella putrefaciens*, *Pseudomonas spp.*,

*Vibrio spp.* i *Aeromonas spp.* (Satomi i sar., 2006; Stohr i sar., 2001). Kada se nalazi u pakovanju usporava reakciju oksidacije. Rastvaranjem u vodenoj fazi mesa gradi ugljenu kiselinu koja snižava pH mesa i ima dokazani antimikrobni efekat (Radetić i sar., 2007). Na mesu držanom na temperaturi od 0 do 5°C *Pseudomonas spp.* brzo postaje dominantna mikroflora, uzrokujući formiranje sluzi i stvaranje putridnog mirisa. Da bi se ograničio rast aerobnih psihrofilnih mikroorganizama kao uzročnika kvara neohodno je u sredini smanjiti sadržaj O<sub>2</sub> i povećati koncentraciju CO<sub>2</sub>. Pod ovim uslovima *Pseudomonas spp.* zamenjuju mlečno-kiselinske bakterije koje ne stvaraju putridne mirise i ne uzrokuju vidljiv kvar. Podaci pojedinih autora se razlikuju kada je u pitanju uticaj koncentracije CO<sub>2</sub> na obim i intenzitet rasta mikroorganizama. Utvrđene razlike se objašnjavaju delovanjem supstrata na rast, ili genetskim razlikama između pojedinih vrsta ili rodova mikroorganizama. Mikroorganizmi osetljivi na CO<sub>2</sub> pri aerobnom rastu ne reaguju na delovanje ovog gasa u anaerobnim uslovima. To je utvrđeno kod *Enterobacter spp.* i *Brochotrix termosphaeta*, što ukazuje na različite mehanizme inhibicije pri aerobnim i anaerobnim uslovima. U principu, povećanjem koncentracije CO<sub>2</sub> brzina razmnožavanja bakterija opada, a produžava se faza rasta. Gram - pozitivne vrste bakterija su otpornije na delovanje CO<sub>2</sub> nego Gram-negativne. Ovi efekti međutim variraju u zavisnosti od koncentracije CO<sub>2</sub>, temperature, vrste mikroorganizama i a<sub>w</sub> vrednosti medijuma. Dokazano je da CO<sub>2</sub> inhibira aerobno disanje i rast fluorescentnih i nefluorescentnih *Pseudomonas spp.*, *Alteromonas putrefaciens* i *Yersinia enterocolitica*.

Značajan udeo u delovanju ugljen-dioksida na mikroorganizme ima i njegov parcijalni pritisak (pCO<sub>2</sub>). Naime, rezultati nisu bili zadovoljavajući kada su korišćeni niski parcijalni pritisci CO<sub>2</sub> za inhibiciju rasta bakterija uzročnika kvara namirnica (npr. od 0-1 Atm). Utvrđeno je da iako 1 Atm pCO<sub>2</sub> inhibira isključavanje spora *Bacillus cereus*, isti uslovi stimulišu germinaciju spora *Clostridium sporogenes* i *Clostridium perfringens*. Isključavanje spora *Cl. sporogenes* je neznatno inhibirano pri 4, a skoro u potpunosti pri 10 Atm pCO<sub>2</sub>. Germinacija *Cl. perfringens* je neznatno smanjena pri 4, a zaustavljena pri pCO<sub>2</sub> od 25 Atm. Pri povećanju pCO<sub>2</sub> iznad optimalnog (0,5 Atm), on uzrokuje neku vrstu pada ili smanjenja metabolizma mikroorganizama. Kružni ciklus stimulisan CO<sub>2</sub> i pH, uključujući i ravnotežu CO<sub>2</sub>:H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>, takođe se smatra mogućim mehanizmom utroška energije, odnosno pada metabolizma.

Različite reakcije uočene praćenjem rasta *Pseudomonas fluorescens* u namirnicama upakovanim u atmosferi CO<sub>2</sub> ukazuju da su osnovne ćelijske funkcije (sinteza proteina ili reakcije centralnog metabolizma) procesi koji su limitirajući faktori za rast mikroorganizama pod delovanjem ugljen-dioksida. Uticaj CO<sub>2</sub> na brzinu rasta mikroorganizama zavisi od nespecifične enzimske inhibicije, raznih stadijuma iskorišćavanja supstrata ili od inhibicije samog supstrata. Međutim, indirektna inhibicija enzima zbog snižavanja intracelularnog pH pod uticajem ugljen-dioksida neodrživa je kao objašnjenje, jer snižavanje intracelularnog pH stimuliše rast mikroorganizama. Na osnovu ovih podataka izveden je zaključak da se inhibitorna aktivnost CO<sub>2</sub> na mikroorganizme ne odvija direktno, već kroz reakciju sa supstratom. Nasuprot ovome, drugi autori ukazuju da za vreme skladištenja proteinskih namirnica pakovanih u modifikovanu atmosferu koja sadrži CO<sub>2</sub> dolazi do interakcije zbog rastvaranja i apsorpcije CO<sub>2</sub> u ćelije mikroorganizama (*Mitsuda i sar., 1975*). Prema njihovim navodima glavni način delovanja CO<sub>2</sub> je u njegovoj sposobnosti da prodre kroz bakterijsku membranu uzrokujući intracelularne promene pH (*Aickin i sar., 1975*). Promene pH indukovane visokim pCO<sub>2</sub> u atmosferi pakovanja dovoljne su da naruše enzimsku ravnotežu. Takve promene pH mogu uticati i na enzime koji nisu osetljivi na ugljen-dioksid (*Turin i sar., 1977*). CO<sub>2</sub> može imati direktan uticaj na fizičko-hemijske osobine enzima tako što povećava stepen rastvorljivosti proteina u vodi, a u nekim slučajevima nerastvorljive belančevine postaju rastvorljive (*Silliker i sar., 1980*). Promene u pritisku CO<sub>2</sub> mogu takođe prouzrokovati promene u stepenu rastvorljivosti, disocijaciji kompleksa, reaktivnosti, stabilnosti i konfiguraciji lanaca belančevina (*Mitz, 1979*).

U modifikovanoj atmosferi sa CO<sub>2</sub> povećava se sposobnost kolagena da apsorbuje vodu. Nakupljanje vode u kolagenu javlja se pri većim a<sub>w</sub> vrednostima. Drugim rečima, termodinamično stanje vode, koja je na raspolaganju za rast mikroorganizama, pod uticajem CO<sub>2</sub> se menja, jer efekat CO<sub>2</sub> na interakciju proteina i vode može poremetiti fizičko - hemijske osobine belančevina mesa. Pošto se na ovaj, indirektna način može uticati i na sadržaj vode u bakterijama, proizilazi da ovaj proces može imati znatnog uticaja i na njihov rast (*Specchio i sar., 1988*). Na osnovu iznetih podataka zaključuje se da su glavni faktori efikasnosti delovanja ugljen-dioksida na mikroorganizme u njegovoj sposobnosti da prodire kroz bakterijsku membranu (*Aickin i sar., 1975; Wolf,*

1980), zatim u uticaju na smanjenje metabolizama mikroorganizama (*Dixon i sar., 1988*), u povećavanju sposobnosti kolagena da apsorbuje vodu (*Specchio i sar., 1988*), u uzrokovanju intracelularne promene pH vrednosti (*Aickin i sar., 1975; Finne, 1982*), u stvaranju ugljene kiseline koja je toksična u nedisosovanoj formi (*Dixon i sar., 1988*), u narušavanju unutrašnje ravnoteže fermentata (*Turin i sar., 1977*), u inhibiranju dekarboksilirajućih fermentata (*Teixeira de Mattos, 1984*), a povećanjem pCO<sub>2</sub> izaziva promene stepena rastvorljivosti, disocijaciju kompleksa, utiče na reaktivnost, stabilnost i konfiguraciju lanaca belančevina (*Mitz, 1979*).

Uprkos brojnim istraživanjima o uticaju ugljen-dioksida na rast, razmnožavanje i metabolizam mikroorganizama, mehanizam inhibitornog delovanja ovog gasa još nije u potpunosti razjašnjen. Većina autora se slaže da se ne može prihvatiti unitarističko objašnjenje bazirano samo na jednom efektu ili načinu delovanja ovog gasa na mikroorganizme (*Dinglinger, 1983*).

## 2.10. Materijali koji se koriste u MAP tehnologiji

Pakovanje štiti proizvod od štetnih uticaja spoljne sredine (*Yam i sar., 2005*) koji mogu dovesti do diskoloracije, pojave neprijatnih mirisa i ukusa, gubitka hranjivih sastojaka, promena u teksturi, razvoja bakterija i drugih merljivih promena (*Skibsted i sar., 1994*). Osobine mesa koje su bitne za određivanje roka trajanja su sposobnost za vezivanje vode, boja, mikrobiološki kvalitet, stabilnost lipida (*Zhao i sar., 1994; Renerre i sar., 1993*). Rok trajanja je vremenski period tokom koga namirnica zadržava svojstva prihvatljiva za potrošača kao što su: konzistencija, tekstura, ukus i miris, boja i nutritivne vrednosti (*Singh i sar., 2005*). Promenjive veličine koje utiču na održivost namirnica upakovanih u modifikovanu atmosferu jesu kvalitet namirnice, smeša gasova, materijal za pakovanje, zapreminski odnos gasa i namirnice u pakovanju, oprema za pakovanje, temperatura skladištenja i aditivi koji se dodaju kao konzervansi (*Hotchkiss, 1989*). Kvalitet upakovane namirnice direktno zavisi od osobina materijala za pakovanje

i namirnice koja se pakuje (*Hani sar., 2005*), tako da se materijali za pakovanje unapređuju da bi sačuvali željene osobine proizvoda tokom perioda skladištenja.

Materijali za pakovanje koji se najčešće koriste u prehrambenoj industriji su staklo, metal, papir i plastika (*Marsh i sar., 2007*). Osobine plastičnih materijala čine ih izuzetno pogodnim za pakovanje hrane (*Jenkins i sar., 1991*). Plastični materijali imaju malu gustinu, otporni su na lomljenje, nemaju oštre ivice, lako se spajaju, mogu biti nepropustljivi za gasove i vodenu paru, imaju otpornost na kidanje, istezanje i niske temperature, providni su i lako primaju štampu (*Jenkins i sar., 1991; Smith, 2001*). Polimeri koji se najčešće koriste za pakovanje hrane su polietilen, polipropilen, politetrafluoroetilen i poliamid (*Jan i sar., 2005*). Za ovu namenu se koriste i poliester, polivinil-hlorid, polistiren i etilen-vinil-acetat (*Marsh i sar., 2007*). Svaki tip materijala za pakovanje ima svoje prednosti i mane, određenu cenu i sa sobom nosi pitanje pogodnosti za upotrebu sa aspekta zaštite životne sredine (*Marsh i sar., 2007*). Da bi se osiguralo da modifikovana atmosfera ostane u pakovanju tokom perioda održivosti proizvoda, nekoliko različitih plastičnih materijala se kombinuje u višeslojnu strukturu, pri čemu svaki sloj ima svoju funkciju (*Kirwan i sar., 2003*).

Posuda u koju se stavlja namirnica koja se pakuje može biti sačinjena od termoformirajuće folije ili može biti unapred namenski proizvedena. U slučaju kada se posuda termoformira, njen sastav je obično na bazi polivinil-hlorid/polietilen, polietilen tereftalat/polietilen, polistiren/etilen vinil alkohol/polietilen ili polietilen tereftalat/etilen vinil acetat/polietilen. Ako se koriste već formirane posude upotrebljeni materijali su uglavnom polietilen tereftalat, polipropilen, polivinil-hlorid i polietilen. Gornja folija kojom se zatvara pakovanje pretežno se sastoji od poliamid/polietilen ili poliamid/etilen-vinil-acetat/polietilen filmova (*Mullan i sar., 2003*). Supstance koje sprečavaju zamagljivanje pakovanja nanose se spolja na polimerne filmove ili se mešaju sa monomerima tokom njihovog sjedinjavanja. Te supstance smanjuju površinski napon vodene pare koja se kondenzuje na unutrašnjoj strani filma u slučajevima kada postoji temperaturna razlika između površine filma i okolne sredine. Obično u ovu svrhu se koriste: *glicerol estri, poliglicerol estri i sorbitan estri* (*Osswald i sar., 2006*).

### 2.11. Ostali efekti pakovanja u modifikovanu atmosferu

U trenutku kvara nekih proizvoda od ribe upakovanih u MAP utvrđen je mali broj bakterija (105-106 cfu/g) (*Sivertsvik., 2000*). U ovim slučajevima reakcije koje nemaju veze sa mikroorganizmima mogu biti odgovorne za nastanak kvara. Po pravilu kiseonik se isključuje iz smeše gasova kada se pakuje masna riba i na taj način se sprečava nastanak oksidativne užeglosti. Vakuum pakovanje može biti alternativa MAP pakovanju masnih vrsta ribe, kao što su pastrmka i losos, s obzirom da se postiže približno ista održivost (*Rosnes i sar., 1997; Randell i sar., 1999*). Pri niskim temperaturama skladištenja održivost lososa i pastrmke upakovanih u vakuumu ili MAP dvostruko je duža nego kod istih vrsta riba skladištenih na vazduhu. Kod ribe koja je upakovana u smeše gasova sa visokom koncentracijom CO<sub>2</sub> mogu se zapaziti promene boje muskulature, oka i kože (*Haard, 1992a*), ali se, takođe, može primetiti i potamnjenje škrge i razmekšavanje tkiva kod ribe koja je upakovana u modifikovanu atmosferu sa 100% CO<sub>2</sub>. Za sada nije u potpunosti objašnjeno da li je uzrok ovih promena visoka količina rastvorenog ugljen-dioksida, pad pH vrednosti, povećana količina eksudata ili kombinacija navedenih faktora. Čist ugljen-dioksid je korišćen za pakovanje lososa, bez negativnih efekata na boju i teksturu tkiva (*Sivertsvik i sar., 1999*). Međutim, razmekšavanje mesa pastrmke je uočeno prilikom pakovanja ove ribe u pomenutim uslovima (*Chen i sar., 1984*). Diskoloracija škrge izazvana odsustvom kiseonika može biti sprečena dodavanjem manje količine CO<sub>2</sub> u smešu gasa (*Rosnes i sar., 1998*).

Iako se na osnovu brojnih podataka iz literature i mnogih rezultata ispitivanja može zaključiti da ribe i proizvodi od ribe imaju veću održivost kada su pakovani u smeši gasova u odnosu na one pakovane u vakuumu, *Muratore i sar. (2005)* su u svojim istraživanjima dokazali suprotno. Naime, rezultati njihovog eksperimenta pokazuju da je dimljena sabljarka pakovana u vakuumu i skladištena na temperaturama ispod 4°C imala znatno veću održivost (42 dana) u odnosu na onu pakovanu u kombinaciji smeše gasova 5% O<sub>2</sub>, 45% CO<sub>2</sub> i 50% N<sub>2</sub> (12 dana) čuvanoj na istoj temperaturi. Takođe, još jedan zaključak se nametnuo na osnovu rezultata njihovog ispitivanja. S obzirom da se ukupan broj bakterija u hladno dimljenom proizvodu pakovanom u smeši gasova od

početka skladištenja pa do pojave prvih znakova kvara (12. dana) nije promenio (iznosio je 5 log cfu/g), zaključak je bio da mikroorganizmi u ovom slučaju nisu bili odgovorni za nastanak kvara. Razlog kvara je verovatno bila autolitička aktivnost enzima u mesu ribe, koji se kod hladnog dimljenja ne inaktiviraju delovanjem temperature, a mogu nastaviti proces razgradnje kada je mikrobiološka aktivnost smanjena usled delovanja drugih faktora.

## **2.12. Budućnost MAP-a i ostalih alternativnih tehnologija za produženje održivosti upakovane ribe**

Nekoliko novih tehnologija na polju pakovanja hrane nude potencijal za unapređenje bezbednosti i perioda održivosti proizvoda upakovanih u MAP, uključujući upotrebu aktivnih pakovanja i tehnologiju „prepreka“. Primena aktivnih pakovanja je u novije vreme sve zastupljenija u prehrambenoj industriji. U aktivnom pakovanju namirnica materijal za pakovanje i okolina međusobno interreaguju, uključujući različite vrste emitera i apsorbera gasova, što kao rezultat daje produženi rok održivosti (*Rooney, 1995*). Za većinu namirnica najznačajniji su O<sub>2</sub> apsorberi i CO<sub>2</sub> emiteri, koji se koriste ili u cilju proizvodnje modifikovane atmosfere u pakovanju, ili u cilju održavanja njenog sastava konstantnim tokom perioda skladištenja. Apsorberi kiseonika se mogu koristiti za održavanje niske koncentracije tog gasa u pakovanju čak i kada se za pakovanje koriste materijali koji nisu u potpunosti nepropustljivi za njega (*Ashie i sar., 1996*).

Uobičajeni postupak je da se iz pakovanja prvo ukloni vazduh, a potom se uvodi ugljen-dioksid kao komponenta smeše gasova. Postoje još dva načina za uvođenje CO<sub>2</sub> koja su se počela primenjivati u novije vreme. Prvi je da se generiše CO<sub>2</sub> unutar pakovanja tokom perioda skladištenja, a drugi je da se ovaj gas rastvara u namirnici pre pakovanja. Oba načina daju pakovanja sa nešto manjim odnosom gas/namirnica, pa se tako smanjuje i veličina pakovanja (*Sivertsvik i sar., 1999*). CO<sub>2</sub> se takođe može uvesti u pakovanje tako što se u pakovanje postavlja propustljiva kesica sa mešavinom natrijum-

karbonata i limunske kiseline. Kada voda iz namirnice izreaguje sa ovom smešom, oslobađa se ugljen-dioksid koji obavlja svoju ulogu u prezervaciji upakovane hrane (*Bjerkeng i sar., 1995*). Rastvaranje CO<sub>2</sub> u namirnici pre pakovanja je noviji metod i pokazao je dobre rezultate kod upakovanog lososa (*Sivertsvik, 2000*).

Tehnologija „prepreka“ podrazumeva kombinaciju prezervacionih tehnika čija je uloga da u namirnici stvore uslove koji onemogućavaju rast mikroorganizama. Ove „prepreke“ mogu biti temperatura skladištenja, aktivnost vode, pH, redoks potencijal, ali i novije tehnologije, kao što je MAP, biokonzervacija, upotreba bakteriocina, tretman visokim pritiskom i upotreba jestivih omotača (*Leistner i sar., 1995*). Kalijum-sorbat je prezervativ koji se koristi za produženje roka održivosti ribe u kombinaciji sa modifikovanom atmosferom (*Reddy i sar., 1992; Fey i sar., 1982*).

Primena pametnih pakovanja, kao što su pakovanja u kojima se koriste indikatori temperature i vremena (*Time Temperature Indicators, TTI*) predstavlja tehnologiju koja ima veliki potencijal, posebno ako se govori o proizvodima upakovanim u MAP koji zahtevaju skladištenje na strogo određenom temperaturnom režimu. Da bi se postigla mikrobiološka ispravnost proizvoda neophodna je veoma rigorozna kontrola temperaturnog režima. TTI prati temperaturu tokom skladištenja i detektuje pakovanja koja su određeno vreme provela van strogo propisanog hladnog lanca (*Labuza, 1993, 1996*).

Rastuća potreba za svežom ribom dovela je do pojave novih tehnologija koje se koriste u cilju produženja roka održivosti. Razna hemijska sredstva se dodaju da bi odložila nastanak kvara sveže ribe. Za sprečavanje mikrobiološkog kvara koriste se natrijum hipohlorit, širok spektar antibiotika, etilendiamin tetrasirćetna kiselina (EDTA), glukoza i razne organske kiseline (*Haard, 1992b*). *Kim i sar. (1997)* su utvrdili da je količina tiobarbiturne kiseline (TBA) u mesu lososa koji je tretiran sa 100 i 200 ppm ClO<sub>2</sub> bila veća nego u kontrolnim uzorcima. Nije primećena razlika u pogledu sadržaja mononezasićenih i polinezasićenih masnih kiselina. *Kim i sar. (1998)* su, u sličnom eksperimentu, ustanovili da dodavanje hlor-dioksida ne utiče na proteine, masti, vitamine i minerale u mesu lososa. U eksperimentu koji su sproveli 2003. godine *Zhang*



*i sar.* su dokazali da fileti lista, ako se tretiraju sa 200 ppm natrijum hlorita, mogu biti održivi 18 dana na temperaturi čuvanja od 4°C.

Od strane američke Agencije za hranu i lekove odobren je kao aditiv dozvoljen za upotrebu u hrani za ljude acidifikovani natrijum hlorit (ASC). Za upotrebu kod živine, crvenog mesa, ribe, proizvoda od mesa i prerađenog voća i povrća dozvoljena je količinama od 500-1200 ppm ASC radi sprečavanja razvoja bakterija. ASC je antimikrobni agens koji se dobija mešanjem natrijum hlorita, limunske kiseline i fosforne kiseline. Njegova antimikrobna aktivnost se povezuje sa oksidativnim efektom hlorne kiseline koji se ostvaruje kada se hloritni jon prevodi u svoju kiselinu pod kiselim uslovima sredine (*Gordon i sar., 1972*). Potrošena hlorna kiselina se zamenjuje novim količinama koje se stvaraju od rezidualnog hlorita i taj proces se nastavlja dok god rastvor koji je dodat namirnici ne izvetri ili se ne osuši na njenoj površini (*Castillo i sar., 1999*). Smatra se da je mehanizam antimikrobnog dejstva ASC-a zavisao od hlorita koji se nalaze u njegovom sastavu. Naime, oni prolaze plazma membranu bakterijske ćelije i u citoplazmi reaguju sa aminokiselinama i nukleotidima koji sadrže sulhidrilne grupe, sulfide i disulfide (*Warf i sar., 2001*). *Su i sar. (2003)* su dokazali da antimikrobno dejstvo ASC-a ne potiče od niskog pH koji se njegovom upotrebom postiže, već od baktericidnih jedinjenja, kao što su hlor-dioksid i hipohlorna kiselina, koji se iz njega izdvajaju.

*Kemp (2001)* je u svom eksperimentu utvrdio da se potapanjem zùbaca tokom 2 minuta u rastvor ASC-a produžava održivost za 13 do 19 dana prilikom skladištenja na -3°C na ledu. Slični rezultati pokazuju da je i održivost bakalara tretiranog istim rastvorom bila 10 dana duža od održivosti kontrolnih uzoraka. *Eun i sar. (2001)* su potapali grgeča u rastvore različitih koncentracija ASC-a u trajanju od 5 i 10 minuta. Rastvor koncentracije 50 ppm je doveo do smanjenja psihrotrofnih i ukupnog broja koliformnih bakterija za 1 log, a rastvor koncentracije 600 ppm je smanjio broj mezofilnih i Gram-negativnih bakterija za 1 log. Rastvor koncentracije 1000 ppm doveo je do smanjenja mezofilnih bakterija za 3 log, a psihrotrofnih bakterija za 2 log.

### 3. CILJ I ZADACI RADA

Kao odgovor na sve zahtevnije potrebe potrošača, industrija pakovanja hrane poslednjih godina ulaže sve više sredstava i napora u unapređenje postojećih načina pakovanja, kao i pronalaženje novih, savremenijih rešenja za pakovanje hrane. Uporedo sa razvitkom pakovanja hrane dolazi do promena u načinu ishrane ljudi, koju karakteriše sve veća potrošnja ribe i ribljih proizvoda.

Zbog toga je stručno i naučno opravdano što je kao cilj istraživanja u okviru ove disertacije postavljeno ispitivanje kvaliteta i higijenske ispravnosti svežih očišćenih odrezaka šarana upakovanih u vakuumu i u modifikovanoj atmosferi, kao i utvrđivanje postojanja korelacije između odabranih parametara higijenske ispravnosti i kvaliteta, a samim tim, omogućavanje uspostavljanja kriterijuma za ocenu kvaliteta sveže ribe. Takođe, jedan od ciljeva ove disertacije jeste i da utvrdi da li pakovanje svežih odrezaka šarana u modifikovanoj atmosferi ima prednosti u odnosu na vakuum pakovanje i, ako je to slučaj, da se utvrdi optimalna smeša gasova pri kojoj sveži odresci šarana najduže zadržavaju nepromenjena hemijska, mikrobiološka i senzorna svojstva.

Za ostvarenje ovih ciljeva postavljeni su sledeći zadaci:

1. Ispitavanje sadržaja vode, masti, proteina i pepela u odrescima šarana;
2. Praćenje mikrobioloških promena u toku petnaest dana skladištenja na temperaturi od +3°C (nultog, četvrtog, sedmog, devetog, dvanaestog i petnaestog dana) i to:
  - ukupnog broja mezofilnih bakterija,
  - ukupnog broja sulfitoredujućih anaerobnih bakterija,
  - ukupnog broja enterobakterija,
  - ukupnog broja laktobacila i
  - ukupnog broja psihrotrofnih bakterija;

3. Praćenje vrednosti ukupno isparljivog azota u toku petnaest dana skladištenja na temperaturi od  $+3^{\circ}\text{C}$  (nultog, četvrtog, sedmog, devetog, dvanaestog i petnaestog dana);
4. Ispitavanje pH vrednosti uzoraka u toku petnaest dana skladištenja na temperaturi od  $+3^{\circ}\text{C}$  (nultog, četvrtog, sedmog, devetog, dvanaestog i petnaestog dana);
5. Praćenje promena senzornih osobina (mirisa i ukupne prihvatljivosti sirovih odrezaka šarana kao i mirisa i ukupne prihvatljivosti odrezaka nakon termičke obrade) u toku petnaest dana skladištenja na temperaturi od  $+3^{\circ}\text{C}$  (nultog, četvrtog, sedmog, devetog, dvanaestog i petnaestog dana).

## 4. MATERIJAL I METODE

### 4.1. MATERIJAL

Za eksperimentalni deo izrade doktorske disertacije korišćen je trogodišnji konzumni šaran (*Cyprinus carpio*) prosečne mase 2,5 kg. Konzumni šaran je poticao iz ribnjaka Ečka u kojem je primenjen poluintenzivni način uzgoja ribe. Ribnjak Ečka je organizovan na četrdesetak jezera, u trouglu reka Tise, Begeja i Tamiša, vodene površine 2700 ha, sa projektovanim kapacitetom od oko 6 000 tona ribe. Na ribnjacima je zaposleno oko 200 ribara. Iz sopstvenog nasada riblje mlađi, čiste vode Tise i obilja prirodne hrane (planktona) Ečanskih jezera, u zaštićenoj zoni rezervata prirode nastao je brend „ečanski šaran”, krupne ribe izuzetnog kvaliteta.

Klanje i pakovanje ribe u vakuumu i modifikovanoj atmosferi obavljeno je u pogonu za klanje i preradu ribe „Riboprodukt” u Požegi. Ovaj objekat ima uveden HACCP sistem i registrovan je kao izvozni objekat za zemlje Evropske unije kao i za zemlje koje nisu njene članice. Proizvodnja je automatizovana, sa najvišim stepenom higijenske zaštite tokom svih faza proizvodnog procesa. Kapacitet prerade na godišnjem nivou je 3700 t.

Riba je živa transportovana od ribnjaka do pogona, u specijalizovanim vozilima. Po dopremanju riba je prihvaćena u otvorene bazene u dvorištu pogona, u kojima su bili obezbeđeni svi neophodni uslovi za odgovarajući smeštaj ribe. Šarani su odmah po izlovljavanju iz prihvatnog bazena omamljeni električnom strujom. Klanje, čišćenje i evisceracija ribe obavljani su ručno. Trupovi ribe oprani su pod mlazom tekuće vode, a zatim isečeni na odreske debljine 2 cm, pri čemu je od jednog trupa dobijeno po 6 odrezaka. Prosečna masa odreska bila je 220 g.

Po završenom proizvodnom procesu formirane su tri grupe uzoraka odrezaka šarana. Prve dve grupe uzoraka su upakovane u modifikovanu atmosferu sa različitim odnosom gasova:

- grupa I sa 60%CO<sub>2</sub> i 40%N<sub>2</sub> i
- grupa II sa 40%CO<sub>2</sub> i 60%N<sub>2</sub>.
- grupa III je upakovana u vakuum.

Za pakovanje uzoraka upotrebljena je mašina 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). Zapreminski odnos gas/uzorak u pakovanju je bio 2:1.

Nakon pakovanja sve tri grupe uzoraka su iz pogona transportovane u laboratoriju Instituta za higijenu i tehnologiju mesa u Beogradu, u kome su obavljena ispitivanja. Transport je obavljen vozilom sa hladnjačom na strogo kontrolisanom temperaturnom režimu od +2°C. Uzorci su u laboratoriji skladišteni na temperaturi od +3°C tokom 15 dana i u tom periodu su obavljene mikrobiološke analize, praćeni pojedini hemijski i fizičko-hemijski parametri, kao i promena senzornih svojstava ribe. Osnovni hemijski sastav upakovanih odrezaka šarana određen je nultog dana eksperimenta.

Plan eksperimenta prikazan je u tabeli 4.1.

Opisani postupak uzorkovanja, obrade, transportovanja i ispitivanja odrezaka šarana obavljen je nakon prolećnog (april) i istovetno nakon jesenjeg (oktobar) izlova šarana.

Tabela 4.1. Plan eksperimenta

| Dani skladištenja   | Grupa I<br>(60%CO <sub>2</sub> +40%N <sub>2</sub> )                   | Grupa II<br>(60%CO <sub>2</sub> +40%N <sub>2</sub> ) | Grupa III<br>(vakuum) |
|---|---|--|-----------------------|
| 0.<br>dan<br>skladištenja   | <b>Mikrobiološka ispitivanja</b>                                      |  |                       |
|   | ukupan broj mezofilnih bakterija                                      |  |                       |
|   | ukupan broj sulfitoredujućih anaerobnih bakterija                     |  |                       |
|   | ukupan broj enterobakterija   |  |                       |
|   | ukupan broj laktobacila   |  |                       |
|   | ukupan broj psihrotrofnih bakterija                                   |  |                       |
|   | <b>Hemijska i fizičko-hemijska ispitivanja</b>                        |  |                       |
|   | sadržaj vode  |  |                       |
|   | sadržaj proteina  |  |                       |
|   | sadržaj pepela  |  |                       |
|   | sadržaj masti   |  |                       |
|   | sadržaj ukupno isparljivog azota                                      |  |                       |
|   | pH vrednost   |  |                       |
|   | <b>Senzorna ispitivanja</b>   |  |                       |
| miris sirovih odrezaka šarana i nakon toplotne obrade                 |   |  |                       |
| ukupna prihvatljivost sirovih odrezaka šarana i nakon toplotne obrade |   |  |                       |
| 4. dan<br>7. dan<br>9. dan<br>12. dan<br>15. dan<br>skladištenja      | <b>Mikrobiološka ispitivanja</b>                                      |  |                       |
|   | ukupan broj mezofilnih bakterija                                      |  |                       |
|   | ukupan broj sulfitoredujućih anaerobnih bakterija                     |  |                       |
|   | ukupan broj enterobakterija   |  |                       |
|   | ukupan broj laktobacila   |  |                       |
|   | ukupan broj psihrotrofnih bakterija                                   |  |                       |
|   | <b>Hemijska i fizičko-hemijska ispitivanja</b>                        |  |                       |
|   | sadržaj ukupno isparljivog azota                                      |  |                       |
|   | pH vrednost   |  |                       |
|   | <b>Senzorna ispitivanja</b>   |  |                       |
|   | miris sirovih odrezaka šarana i nakon toplotne obrade                 |  |                       |
|   | ukupna prihvatljivost sirovih odrezaka šarana i nakon toplotne obrade |  |                       |

## 4.2. METODE

U eksperimentalnom delu disertacije primenjene su:

- mikrobiološke analize,
- hemijske i fizičko - hemijske analize i
- senzorne analize.

### 4.2.1. Mikrobiološke analize

Mikrobiološke analize obuhvatale su ispitivanje ukupnog broja mezofilnih bakterija, ukupnog broja sulfitoredujućih anaerobnih bakterija, ukupnog broja laktobacila, ukupnog broja enterobakterija i ukupnog broja psihrotrofnih bakterija .

Određivanje ukupnog broja navedenih mikroorganizama u mišićnom tkivu ribe u sve tri grupe uzoraka je urađeno 0, 4, 7, 9, 12. i 15. dana eksperimenta. Uzorci mesa ribe, u količini od 20 g, uzimani su sterilnim skalpelom i hirurškom pincetom i stavljeni su u sterilne stomaher kese.

#### 4.2.1.1. Mikrobiološke podloge

Za određivanje ukupnog broja mezofilnih i psihrotrofnih bakterija korišćen je *Plate Count Agar* (PCA, *Merck*) sledećeg sastava: enzimski digestat kazeina - 5g, ekstrakt kvasca - 2,5g, glukoza anhidrovana - 1g, agar - 9 do 18g, destilovana voda do 1000 ml. Komponente su rastvarane u destilovanoj vodi sledećim redom: ekstrakt kvasca, enzimski digestat kazeina i glukoza. Na kraju je dodat agar i sve zagrejano do ključanja da bi se podloga kompletno rastvorila. pH vrednost je podešena tako da posle sterilizacije bude  $7\pm 0,2$  na  $25^{\circ}\text{C}$ . Podloga je zatim razlivena u boce, a potom sterilisana u autoklavu u trajanju od 15 minuta na temperaturi od  $121^{\circ}\text{C}$  i pri pritisku od 1,2 bara .

Bakterije *Lactobacillus* vrsta izolovane su na MRS (*De Man, Rogosa i Sharpe*) agaru (*Merck*) sledećeg sastava: triptozni pepton - 10g, mesni ekstrakt - 8g, kvašćev ekstrakt -

4g, glukoza - 20g, tween - 1ml, dikalijumhidrogenfosfat - 2g, diamonijumhidrogencitrat - 2g, natrijumacetat - 5g, magnezijumsulfat - 0,2g, mangansulfat - 0,04g, agar-agar - 14g i destilovana voda do 1000 ml. Sastojci podloge, ili gotova podloga, rastvoreni su u destilovanoj vodi i sterilisani u autoklavu u trajanju od 15 minuta na temperaturi od 121°C i pri pritisku od 1,2 bara. pH vrednost podloge nakon sterilizacije iznosila je  $5,7 \pm 0,2$ .

Bakterije familije *Enterobacteriaceae* izolovane su na VRBG agaru (*Violet Red Bile Agar, Merck*) sledećeg sastava: enzimski digest animalnih tkiva - 7g, glukoza - 10g, natrijum hlorid - 5g, ekstrakt kvasca - 3g, žučna so broj 3 - 1,5g, neutralno crveno - 0,03g, kristal violet - 0,002g, agar - 9 do 18g, voda do 1000 ml. Kompletan dehidrisani medijum je rastvoren u ključaloj destilovanoj vodi. pH vrednost je podešena tako da posle zagrevanja iznosi  $7,4 \pm 0,2$  pri temperaturi od 25°C. Podloga je potom aseptično razlivena u sterilne sudove odgovarajuće zapremine i nije sterilisana. Otopljena podloga je korišćena do 4 sata nakon pripreme.

Određivanje ukupnog broja sulfitoredukujućih bakterija koje rastu u anaerobnim uslovima obavljeno je na gvožđe sulfitnom agaru (Merck) sledećeg sastava: enzimski digestat kazeina - 15g, pankreatični digest soje - 5g, ekstrakt kvasca - 5g, dinatrijumdisulfit ( $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$ ) - 20g, gvožđe amonijum citrat - 1g, agar - 9 do 18g, destilovana voda do 1000 ml. Sastojci podloge su rastvoreni u destilovanoj vodi zagrevanjem. pH vrednost podloge je podešena tako da nakon sterilizacije iznosi  $7,6 \pm 0,2$  na 25°C. Po 250 ml podloge je razliveno u staklene boce zapremine 500 ml. Pripremljena podloga je sterilisana u autoklavu u trajanju od 15 minuta na temperaturi od 121°C i pri pritisku od 1,2 bara.

#### **4.2.1.2. Određivanje ukupnog broja mezofilnih bakterija u uzorcima odrezaka šarana pakovanih nakon prolećnog i jesenjeg izlova**

Određivanje ukupnog broja mezofilnih bakterija u ispitanim uzorcima je obavljeno prema standardu SRPS EN ISO 4833: 2008.

Od svakog uzorka upakovanih odrezaka šarana odmereno je po 20g mišićnog tkiva. Odmerenom uzorku je dodavano 180 ml fiziološkog rastvora, posle čega je obavljena



homogenizacija u stomaheru. Posle homogenizacije pripremana su odgovarajuća decimalna razblaženja. Na ploče je naliveno 15 ml agara, koji je prethodno otopljen i ohlađen na temperaturi od 44 do 47°C. Iz odgovarajućih razblaženja zasejavano je po 0,1 ml na površinu PCA i razmazan je sterilnim etalerom. Zasejana podloga je inkubirana na 30°C tokom 72±3 h. Posle inkubacionog perioda izbrojane su izrasle kolonije. Kolonije su brojane na pločama na kojima je izraslo između 15 i 300 kolonija. Dobijeni broj kolonija množen je sa veličinom razređenja, podeljen je sa brojem grama i iskazan kao log cfu (*Colony Forming Unit*) u 1 gramu mesa šarana.

#### **4.2.1.3. Određivanje broja sulfitoredujućih bakterija koje rastu u anaerobnim uslovima u uzorcima odrezaka šarana pakovanih nakon prolećnog i jesenjeg izlova**

Određivanje broja sulfitoredujućih bakterija koje rastu u anaerobnim uslovima u ispitanim uzorcima rađeno je prema standardu SRPS ISO 15213:2011.

Od svakog uzorka upakovanih odrezaka šarana odmereno je po 20g mišićnog tkiva. Od mišićnog tkiva pravljena su osnovna decimalna razređenja. Od svakog razređenja je uzet po 1ml i zasejan u po dve Petri ploče u koje je zatim naliveno 15 ml podloge za brojanje kolonija ohlađene na 44°C u vodenom kupatilu. Kružnim pokretima uzorak i podloga su homogenizovani i ploče su ostavljene da se podloga stegne i ohladi. Nakon toga naliven je još jedan sloj (10 ml) iste podloge u Petri šolje. Zasejane podloge su inkubirane 24 – 48 h na 37±1°C u anaerobnim uslovima (*Gas Pak Anaerobic System, Bio Merieux*). Izbrojan broj kolonija množen je sa veličinom razređenja, podeljen je sa brojem grama i iskazan kao log cfu u 1 gramu mesa šarana.

#### **4.2.1.4. Određivanje ukupnog broja enterobakterija u uzorcima odrezaka šarana pakovanih nakon prolećnog i jesenjeg izlova**

Određivanje ukupnog broja enterobakterija u ispitanim uzorcima je rađeno prema metodi iz standarda SRPS ISO 21528-2:2009.

Od svakog uzorka upakovanih odrezaka šarana odmereno je po 20g mišićnog tkiva. Pripremljena je serija decimalnih razređenja inicijalne suspenzije. U dve Petri šolje je

otpipetirano po 1ml inicijalne suspenzije razređenja 10-1. U sledeće dve Petri šolje je otpipetirano po 1ml inicijalne suspenzije razređenja 10-2 i postupak je ponovljen za svako sledeće razređenje. U svaku Petri šolju je razliveno po 10 ml VRBG agara temperiranog na 44°C. Nakon očvršćavanja podloge na svaku ploču je dodatno naliveno po 15 ml VRBG agara temperiranog na 44°C. Dodavanjem ovog sloja sprečeno je prerastanje i stvaraju se poluanaerobni uslovi. Ploče sa okrenutim poklopcem nadole su inkubirane na temperaturi od 37±1°C tokom 24 h. Izbrojan broj kolonija množen je sa veličinom razređenja, podeljen je sa brojem grama i iskazan kao log cfu u 1 gramu mesa šarana.

#### **4.2.1.5. Određivanje ukupnog broja laktobacila u uzorcima odrezaka šarana pakovanih nakon prolećnog i jesenjeg izlova**

Određivanje ukupnog broja laktobacila u ispitivanim uzorcima rađeno je prema standardu ISO 15214:1998 (E).

Od svakog uzorka upakovanih odrezaka šarana odmereno je po 20g mišićnog tkiva. Od pripremljenog osnovnog razblaženja uzoraka pravljen je serija razblaženja. Iz svakog razblaženja je uziman po 1ml uzorka i prenošen u Petri ploče koje su zatim nalivane sa 15 ml MRS agara ohlađenog na 45°C. Kružnim pokretima su uzorci i agar homogenizovani. Zasejane podloge su inkubirane 3 dana na 30°C u mikroaerofilnim uslovima. Posle inkubacije brojane su izrasle kolonije. Dobijeni broj kolonija množen je sa veličinom razređenja, podeljen sa brojem grama i iskazan kao log cfu u 1g mesa šarana.

#### **4.2.1.6. Određivanje ukupnog broja psihrotrofnih bakterija u uzorcima odrezaka šarana pakovanih nakon prolećnog i jesenjeg izlova**

Određivanje ukupnog broja psihrotrofnih bakterija u ispitanim uzorcima obavljeno je prema standardu ISO 17410: 2001 (E).

Od svakog uzorka upakovanih odrezaka šarana odmereno je po 20g mišićnog tkiva. Odmerenom uzorku je dodavano 180 ml fiziološkog rastvora, posle čega je obavljena homogenizacija u stomaheru. Posle homogenizacije pripremana su odgovarajuća

decimalna razblaženja. Na ploče je naliveno 15 ml agara, koji je prethodno otopljen i ohlađen na temperaturi od 44 do 47°C. Iz odgovarajućih razblaženja zasejavano je po 0,1 ml na površinu PCA i razmazan je sterilnim etalerom. Zasejana podloga je inkubirana na 6,5°C tokom 10 dana. Posle inkubacionog perioda izbrojane su izrasle kolonije. Kolonije su brojane na pločama na kojima je izraslo između 15 i 300 kolonija. Dobijeni broj kolonija množen je sa veličinom razređenja, podeljen je sa brojem grama i iskazan kao log cfu u 1 gramu mesa šarana.

#### **4.2.2. Hemijske i fizičko–hemijske analize**

##### **4.2.2.1. Ispitivanje osnovnog hemijskog sastava uzoraka odrezaka šarana pakovanih nakon prolećnog i jesenjeg izlova**

Osnovni hemijski sastav je ispitan nultog dana eksperimenta u sve tri grupe uzoraka odrezaka šarana upakovanih nakon prolećnog i jesenjeg izlova. Za ispitivanje osnovnog hemijskog sastava korišćeni su sledeći postupci:

- Određivanje sadržaja proteina – Princip metode: digestija uzorka koncentrovanom sumpornom kiselinom uz korišćenje bakar-sulfata kao katalizatora. Prilikom digestije organski azot se prevodi u amonijumove jone, zatim se vrši alkalizacija i destilacija oslobođenog amonijaka. Titracijom se određuje količina amonijaka i na kraju izračunava sadržaj azota u uzorku iz količine dobijenog amonijaka. Referenca: SRPS ISO 937/1992.
- Određivanje sadržaja vlage – Princip metode: potpuno mešanje dela uzorka za ispitivanje sa peskom i sušenje do konstantne mase na 103±2 oC. Referenca: SRPS ISO 1442/1998.
- Određivanje ukupne masti – Princip metode: ključanje dela uzorka za ispitivanje sa razblaženom hlorovodoničnom kiselinom da bi se oslobodile okludovane i vezane lipidne frakcije, filtriranje i sušenje dobijene mase i ekstrakcija masti petroletrom korišćenjem aparature po Soxhlet-u. Referenca: SRPS ISO 1443/1992.

- Određivanje sadržaja ukupnog pepela – Princip metode: deo uzorka za ispitivanje se suši, ugljeniše, a zatim žari na  $550 \pm 25^\circ\text{C}$ . Posle hlađenja se odredi masa ostatka. Referenca: SRPS ISO 936/1999.

#### **4.2.2.2. Određivanje pH vrednosti u uzorcima odrezaka šarana pakovanih nakon prolećnog i jesenjeg izlova**

pH vrednosti uzoraka sve tri grupe odrezaka šarana određivane su 0, 4, 7, 9, 12. i 15. dana eksperimenta. Metoda se zasniva na merenju razlike potencijala, a merenje se izvodi stavljanjem kombinovane elektrode instrumenta u uzorak mesa ili potapanjem u ekstrakt mesa ili proizvoda od mesa, pomoću uređaja pH metar-Cyber Scan 510. Referenca: SRPS ISO 2917/2004.

#### **4.2.2.3. Određivanje sadržaja ukupno isparljivog azota u uzorcima odrezaka šarana pakovanih nakon prolećnog i jesenjeg izlova**

Sadržaj ukupno isparljivog azota u uzorcima sve tri grupe odrezaka šarana upakovanih nakon prolećnog i jesenjeg izlova određivan je 0, 4, 7, 9, 12. i 15. dana eksperimenta. Princip metode: Isparljivi azot se ekstrahuje iz uzorka mesa ribe upotrebom 0,6 molarne perhlorne kiseline. Posle alkalizacije, ekstrakt se destiluje. Isparljive baze koje se nalaze u dobijenom rastvoru posle destilacije određuju se titracijom sa standardnim rastvorom hlorovodonične kiseline. Koncentracija ukupno isparljivog azota izražava se u mg/100g uzorka.

Referenca: *Commission regulation (EC) 2074/2005*.

#### **4.2.3. Senzorna ocena uzoraka odrezaka šarana pakovanih nakon prolećnog i jesenjeg izlova**

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: 2001. i SRPS ISO 4121:2001) i obuhvatala je ocenu mirisa i ukupne prihvatljivosti sirovih odrezaka šarana, kao i miris i ukupnu prihvatljivost odrezaka šarana nakon termičke obrade, koja je podrazumevala pečenje odrezaka šarana u rerni na 200°C u trajanju od 10 minuta bez dodatih začina i soli. Na ocenjivačkom listiću za svaku osobinu data je skala sa ocenama od 1 do 7, pri čemu je jedinica označavala najmanju prihvatljivost, a sedmica najveću prihvatljivost ispitane osobine. Primer ocenjivačkog listića je prikazan na shemi 1.

|  |  |
|--|--|
| <b>Grupa: kontrolna/ogledna</b>                      |  |
| <b>Dani skladištenja: 0. /4. /7. /9. /12. /15.</b>   |  |
| <b>MIRIS SIROVIH ODREZAKA</b>                        | <b>1----2----3----4----5----6----7</b> |
| <b>MIRIS NAKON TOPLLOTNE OBRADJE</b>                 | <b>1----2----3----4----5----6----7</b> |
| <b>UKUPNA PRIHVATLJIVOST SIROVIH ODREZAKA</b>        | <b>1----2----3----4----5----6----7</b> |
| <b>UKUPNA PRIHVATLJIVOST NAKON TOPLLOTNE OBRADJE</b> | <b>1----2----3----4----5----6----7</b> |
| <b>Ime i prezime ocenjivača:</b>                     | <b>Datum:</b>                          |

Shema 1. Ocenjivački listić

#### 4.2.4. Statistička analiza

Sva ispitivanja su uključivala dovoljan broj ponavljanja (minimum šest) za statističku obradu podataka. Za tabelarno predstavljanje podataka, pripremu za dalju obradu i osnovna statistička izračunavanja je korišćen program *Excell* iz *Microsoft Office* 2007 softverskog paketa sa *Data Analysis* dodatkom.

Primenjene su sledeće statističke metode za obradu podataka:

- deskriptivna statistika za prikazivanje srednjih vrednosti rezultata, standardnih devijacija i drugih parametara u vezi sa ponovljenim određivanjima;
- t-testovi za poređenje dva seta rezultata i utvrđivanje statistički značajnih razlika među njima;

- analiza varijanse, ANOVA, za ispitivanje postojanja statistički značajne razlike između više setova rezultata;
- linearna regresija za praćenje vremenske zavisnosti promene ispitanih mikrobioloških, hemijskih i fizičko-hemijskih parametara kao i senzornih svojstava.

## 5. REZULTATI ISPITIVANJA

Rezultati ispitivanja su podeljeni u tri celine, na osnovu rezultata mikrobioloških analiza, hemijskih i fizičko-hemijskih analiza i senzornih analiza, a shodno postavljenim zadacima ispitivanja.

### 5.1. MIKROBIOLOŠKA ISPITIVANJA

#### 5.1.1. Promena ukupnog broja mezofilnih bakterija u uzorcima odrezaka šarana pakovanih nakon prolećnog izlova

Rezultati ispitivanja promene ukupnog broja mezofilnih bakterija i statističke značajnosti razlika za sve tri grupe uzoraka odrezaka šarana pakovanih nakon prolećnog izlova i skladištenih pri temperaturi od +3°C prikazani su u tabeli 5.1.

Ukupan broj mezofilnih bakterija nultog dana ispitivanja u I grupi bio je  $\log$  cfu/g  $2,47 \pm 0,32$ , u II grupi  $\log$  cfu/g  $2,61 \pm 0,86$  i u III grupi  $\log$  cfu/g  $2,70 \pm 0,80$  i nije se statistički značajno razlikovao ( $p > 0,05$ ).

Četvrtog dana ispitivanja ustanovljeni ukupan broj mezofilnih bakterija u III grupi uzoraka ( $\log$  cfu/g  $4,30 \pm 0,31$ ) bio je statistički značajno veći ( $p < 0,01$ ) od ukupnog broja bakterija ustanovljenog u uzorcima iz I ( $\log$  cfu/g  $3,66 \pm 0,35$ ) i II ( $\log$  cfu/g  $3,24 \pm 0,43$ ) grupe. Ukupan broj mezofilnih bakterija u uzorcima iz I i II grupe nije se statistički značajno razlikovao ( $p > 0,05$ ).

Tabela 5.1. Promena ukupnog broja mezofilnih bakterija (izražena kao log cfu/g) u uzorcima odrezaka šarana pakovanih nakon prolećnog izlova

| Grupa      | Dani ispitivanja |                        |                        |                        |                        |                  |
|------------|------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------|
|            | 0.               | 4.                     | 7.                     | 9.                     | 12.                    | 15.              |
|            | $\bar{X} \pm Sd$ | $\bar{X} \pm Sd$       | $\bar{X} \pm Sd$       | $\bar{X} \pm Sd$       | $\bar{X} \pm Sd$       | $\bar{X} \pm Sd$ |
| <b>I</b>   | 2,47±0,32        | 3,66±0,35 <sup>x</sup> | 4,88±0,40 <sup>x</sup> | 4,97±0,22 <sup>x</sup> | 5,99±0,44 <sup>x</sup> | 7,48±0,20        |
| <b>II</b>  | 2,61±0,86        | 3,24±0,43 <sup>x</sup> | 6,05±0,54 <sup>y</sup> | 6,86±0,50 <sup>y</sup> | 7,63±0,13 <sup>y</sup> | *                |
| <b>III</b> | 2,70±0,80        | 4,30±0,31 <sup>y</sup> | 7,48±0,61 <sup>z</sup> | 8,36±0,50 <sup>z</sup> | *                      | *                |

Objašnjenje:

a,b,c ( $p < 0,05$ ) - statistički značajna razlika;

x, y, z ( $p < 0,01$ ) - statistički veoma značajna razlika;

\* - od trenutka nastanka senzornih promena nisu rađena dalja ispitivanja.

Sedmog dana ispitivanja ukupan broj bakterija u uzorcima iz III grupe bio je log cfu/g 7,48±0,61 i statistički je značajno bio veći ( $p < 0,01$ ) od ukupnog broja bakterija ustanovljenog u uzorcima iz I (log cfu/g 4,88±0,40) i II (log cfu/g 6,05±0,54) grupe. Razlika u ukupnom broju bakterija u uzorcima iz I i II grupe takođe je bila statistički značajna ( $p < 0,01$ ).

Ukupan broj bakterija u uzorcima iz I grupe (log cfu/g 4,97±0,22) devetog dana ispitivanja bio je statistički značajno manji ( $p < 0,01$ ) od ukupnog broja bakterija ustanovljenog u uzorcima iz II (log cfu/g 6,86±0,50) i III (log cfu/g 8,36±0,50) grupe. Statistički značajno veći ( $p < 0,01$ ) ukupan broj bakterija ustanovljen je u uzorcima iz III grupe u odnosu na ukupan broj bakterija u uzorcima iz II grupe.

Ukupan broj bakterija ustanovljen u uzorcima iz I grupe (log cfu/g 5,99±0,44) dvanaestog dana ispitivanja bio je statistički značajno manji ( $p < 0,01$ ) od ukupnog broja bakterija ustanovljenog u uzorcima iz II grupe (log cfu/g 7,63±0,13).



### 5.1.2. Promena ukupnog broja sulfitoredujućih bakterija u uzorcima odrezaka šarana pakovanih nakon prolećnog izlova

Rezultati ispitivanja promene ukupnog broja sulfitoredujućih bakterija i statističke značajnosti razlika za sve tri grupe uzoraka odrezaka šarana pakovanih nakon prolećnog izlova i skladištenih na temperaturi od +3°C prikazani su u tabeli 5.2.

Ukupan broj sulfitoredujućih bakterija nultog dana ispitivanja u uzorcima iz I, II i III grupe ( $\log$  cfu/g 2,27±0,54;  $\log$  cfu/g 2,49±0,36;  $\log$  cfu/g 2,55±0,31 respektivno) nije se statistički značajno razlikovao ( $p>0,05$ ).

Četvrtog dana ispitivanja ustanovljeni ukupan broj sulfitoredujućih bakterija u I grupi uzoraka ( $\log$  cfu/g 2,98±0,83) bio je statistički značajno manji ( $p<0,05$ ) od ukupnog broja sulfitoredujućih bakterija u uzorcima iz III grupe ( $\log$  cfu/g 4,20±0,70), a statistički se značajno nije razlikovao ( $p>0,05$ ) od ukupnog broja sulfitoredujućih bakterija u uzorcima iz II grupe ( $\log$  cfu/g 3,62±0,21). Između ukupnog broja sulfitoredujućih bakterija u uzorcima iz II i III grupe nije ustanovljena statistički značajna razlika ( $p>0,05$ ).

Tabela 5.2. Promena ukupnog broja sulfitoredujućih bakterija (izražena kao  $\log$  cfu/g) u uzorcima odrezaka šarana pakovanih nakon prolećnog izlova

| Grupa      | Dani ispitivanja |                        |                          |                        |                        |                  |
|------------|------------------|------------------------|--------------------------|------------------------|------------------------|------------------|
|            | 0.               | 4.                     | 7.                       | 9.                     | 12.                    | 15.              |
|            | $\bar{X} \pm Sd$ | $\bar{X} \pm Sd$       | $\bar{X} \pm Sd$         | $\bar{X} \pm Sd$       | $\bar{X} \pm Sd$       | $\bar{X} \pm Sd$ |
| <b>I</b>   | 2,27±0,54        | 2,98±0,83 <sup>a</sup> | 3,70±0,23 <sup>x</sup>   | 4,81±0,44 <sup>x</sup> | 5,18±0,49 <sup>x</sup> | 6,15±0,48        |
| <b>II</b>  | 2,49±0,36        | 3,62±0,21              | 5,37±0,52 <sup>y,a</sup> | 6,70±0,78 <sup>y</sup> | 7,69±0,64 <sup>y</sup> | *                |
| <b>III</b> | 2,55±0,31        | 4,20±0,70 <sup>b</sup> | 6,02±0,40 <sup>y,b</sup> | 8,06±0,28 <sup>z</sup> | *                      | *                |

Ukupan broj sulfitoredujućih bakterija ustanovljen u uzorcima iz I grupe ( $\log$  cfu/g 3,70±0,23) sedmog dana ispitivanja bio je statistički značajno manji ( $p<0,01$ ) od ukupnog broja sulfitoredujućih bakterija ustanovljenog u uzorcima iz II i III grupe ( $\log$  cfu/g 5,37±0,52;  $\log$  cfu/g 6,02±0,40 respektivno). Između ukupnog broja

sulfitoredukujućih bakterija u uzorcima iz II i III grupe ustanovljena je statistički značajna razlika na nivou  $p < 0,05$ .

Devetog dana ispitivanja ukupan broj sulfitoredukujućih bakterija u uzorcima iz III grupe ( $\log \text{ cfu/g } 8,06 \pm 0,28$ ) bio je statistički značajno veći ( $p < 0,01$ ) od ukupnog broja sulfitoredukujućih bakterija u uzorcima iz I i II grupe ( $\log \text{ cfu/g } 4,81 \pm 0,44$ ;  $\log \text{ cfu/g } 6,70 \pm 0,78$  respektivno). Razlika u ukupnom broju sulfitoredukujućih bakterija u uzorcima iz I i II grupe takođe je bila statistički značajna ( $p < 0,01$ ).

Dvanaestog dana ispitivanja ukupan broj sulfitoredukujućih bakterija ustanovljen u uzorcima iz I grupe bio je  $\log \text{ cfu/g } 5,18 \pm 0,49$  i statistički značajno je bio manji ( $p < 0,01$ ) od ukupnog broja sulfitoredukujućih bakterija ustanovljenog u uzorcima iz II grupe ( $\log \text{ cfu/g } 7,69 \pm 0,64$ ).

### 5.1.3. Promena ukupnog broja enterobakterija u uzorcima odrezaka šarana pakovanih nakon prolećnog izlova

Rezultati ispitivanja promene ukupnog broja enterobakterija i statističke značajnosti razlika za sve tri grupe uzoraka odrezaka šarana pakovanih nakon prolećnog izlova i skladištenih na temperaturi od  $+3^\circ\text{C}$  prikazani su u tabeli 5.3.

Tabela 5.3. Promena ukupnog broja enterobakterija (izražena kao  $\log \text{ cfu/g}$ ) u uzorcima odrezaka šarana pakovanih nakon prolećnog izlova

| Grupa | Dani ispitivanja        |                         |                         |                         |                         |                         |
|-------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
|       | 0.                      | 4.                      | 7.                      | 9.                      | 12.                     | 15.                     |
|       | $\bar{X} \pm \text{Sd}$ | $\bar{X} \pm \text{Sd}$ | $\bar{X} \pm \text{Sd}$ | $\bar{X} \pm \text{Sd}$ | $\bar{X} \pm \text{Sd}$ | $\bar{X} \pm \text{Sd}$ |
| I     | $0,62 \pm 0,06$         | $1,45 \pm 0,13^x$       | $1,67 \pm 0,13^x$       | $2,04 \pm 0,21^x$       | $2,75 \pm 0,19^x$       | $3,26 \pm 0,15$         |
| II    | $0,55 \pm 0,05$         | $1,86 \pm 0,18^y$       | $2,47 \pm 0,13^y$       | $2,88 \pm 0,11^y$       | $3,42 \pm 0,28^y$       | *                       |
| III   | $0,58 \pm 0,08$         | $1,49 \pm 0,16^z$       | $3,17 \pm 0,30^z$       | $4,06 \pm 0,21^z$       | *                       | *                       |

Ukupan broj enterobakterija nultog dana ispitivanja u I grupi bio je  $\log$  cfu/g  $0,62 \pm 0,06$ , u II grupi  $\log$  cfu/g  $0,55 \pm 0,05$  i u III grupi  $\log$  cfu/g  $0,58 \pm 0,08$  i nije se statistički značajno razlikovao ( $p > 0,05$ ).

Četvrtog dana ispitivanja ustanovljeni ukupan broj enterobakterija u uzorcima iz II grupe bio je  $\log$  cfu/g  $1,86 \pm 0,18$  i statistički značajno je bio veći ( $p < 0,01$ ) od ukupnog broja enterobakterija u uzorcima iz I ( $\log$  cfu/g  $1,45 \pm 0,13$ ) i III ( $\log$  cfu/g  $1,49 \pm 0,16$ ) grupe. Između ukupnog broja enterobakterija u uzorcima iz I i III grupe nije ustanovljena statistički značajna razlika ( $p > 0,05$ ).

U uzorcima iz I grupe sedmog dana ispitivanja ustanovljeni ukupan broj enterobakterija ( $\log$  cfu/g  $1,67 \pm 0,13$ ) bio je statistički značajno manji ( $p < 0,01$ ) od ukupnog broja enterobakterija u uzorcima iz II ( $\log$  cfu/g  $2,47 \pm 0,13$ ) i III ( $\log$  cfu/g  $3,17 \pm 0,29$ ) grupe. Razlika u ukupnom broju enterobakterija u uzorcima iz II i III grupe takođe je bila statistički značajna ( $p < 0,01$ ).

Ustanovljeni ukupan broj enterobakterija devetog dana ispitivanja u uzorcima iz I grupe ( $\log$  cfu/g  $2,04 \pm 0,21$ ) bio je statistički značajno manji ( $p < 0,01$ ) od ukupnog broja enterobakterija ustanovljenog u uzorcima iz II i III grupe ( $\log$  cfu/g  $2,88 \pm 0,11$ ;  $\log$  cfu/g  $4,06 \pm 0,21$  respektivno). Između ukupnog broja enterobakterija u uzorcima iz II i III grupe takođe je ustanovljena statistički značajna razlika ( $p < 0,01$ ).

Dvanaestog dana ispitivanja ukupan broj enterobakterija u uzorcima iz I ( $\log$  cfu/g  $2,75 \pm 0,19$ ) i II ( $\log$  cfu/g  $3,42 \pm 0,28$ ) grupe statistički se značajno razlikovao ( $p < 0,01$ ).

#### **5.1.4. Promena ukupnog broja laktobacila u uzorcima odrezaka šarana pakovanih nakon prolećnog izlova**

Rezultati ispitivanja promene ukupnog broja laktobacila i statističke značajnosti razlika za sve tri grupe uzoraka odrezaka šarana pakovanih nakon prolećnog izlova i skladištenih na temperaturi od  $+3^{\circ}\text{C}$  prikazani su u tabeli 5.4.

Tabela 5.4. Promena ukupnog broja laktobacila (izražena kao log cfu/g) u uzorcima odrezaka šarana pakovanih nakon prolećnog izlova

| Grupa      | Dani ispitivanja |                        |                          |                          |                        |                  |
|------------|------------------|------------------------|--------------------------|--------------------------|------------------------|------------------|
|            | 0.               | 4.                     | 7.                       | 9.                       | 12.                    | 15.              |
|            | $\bar{X} \pm Sd$ | $\bar{X} \pm Sd$       | $\bar{X} \pm Sd$         | $\bar{X} \pm Sd$         | $\bar{X} \pm Sd$       | $\bar{X} \pm Sd$ |
| <b>I</b>   | 2,06±0,27        | 2,99±0,16 <sup>x</sup> | 4,66±0,81 <sup>x,a</sup> | 5,84±0,24 <sup>x,a</sup> | 6,69±0,53 <sup>x</sup> | 7,77±0,24        |
| <b>II</b>  | 1,67±0,35        | 2,21±0,18 <sup>y</sup> | 3,57±0,22 <sup>x,b</sup> | 4,56±0,56 <sup>y</sup>   | 5,46±0,33 <sup>y</sup> | *                |
| <b>III</b> | 2,01±0,38        | 3,25±0,36 <sup>x</sup> | 6,12±0,54 <sup>y</sup>   | 6,30±0,41 <sup>x,b</sup> | *                      | *                |

Ukupan broj laktobacila nultog dana ispitivanja u I grupi bio je log cfu/g 2,06±0,27, u II grupi log cfu/g 1,67±0,35 i u III grupi log cfu/g 2,01±0,38 i nije se statistički značajno razlikovao ( $p > 0,05$ ).

Četvrtog dana ispitivanja ukupan broj laktobacila u uzorcima iz I grupe (log cfu/g 2,99±0,16) bio je statistički značajno veći ( $p < 0,01$ ) od ukupnog broja laktobacila u uzorcima iz II grupe (log cfu/g 2,21±0,18), dok statistički značajna razlika nije ustanovljena ( $p > 0,05$ ) između broja laktobacila u uzorcima iz I i III grupe (log cfu/g 3,25±0,36). Između ukupnog broja laktobacila u uzorcima iz II i III grupe ustanovljena je statistički značajna razlika na nivou od  $p < 0,01$ .

Nakon sedam dana skladištenja ustanovljeni ukupan broj laktobacila u uzorcima iz I grupe bio je log cfu/g 4,66±0,81 i statistički se značajno razlikovao ( $p < 0,05$ ) od ukupnog broja laktobacila ustanovljenog u uzorcima iz II grupe (log cfu/g 3,57±0,22) i ukupnog broja laktobacila ustanovljenog u uzorcima iz III grupe (log cfu/g 6,12±0,54) ( $p < 0,01$ ). Statistički značajna razlika na nivou  $p < 0,01$  ustanovljena je i između ukupnog broja laktobacila u uzorcima iz II i III grupe.

Ukupan broj laktobacila nakon devet dana skladištenja u I grupi uzoraka (log cfu/g 5,84±0,24) statistički se značajno razlikovao ( $p < 0,01$ ) od ukupnog broja laktobacila u uzorcima iz II grupe (log cfu/g 4,56±0,56), a statistički značajna razlika ( $p < 0,05$ ) je ustanovljena i u odnosu na ukupan broj laktobacila u uzorcima iz III grupe (log cfu/g 6,30±0,41). Između ukupnog broja laktobacila u uzorcima iz II i III grupe ustanovljena je statistički značajna razlika ( $p < 0,01$ ).

Dvanaestog dana ispitivanja ustanovljeni ukupan broj laktobacila u uzorcima iz I grupe ( $\log \text{ cfu/g } 6,69 \pm 0,53$ ) bio je statistički značajno veći ( $p < 0,01$ ) u odnosu na ukupan broj laktobacila u uzorcima iz II grupe ( $\log \text{ cfu/g } 5,46 \pm 0,33$ ).

### 5.1.5. Promena ukupnog broja psihrotrofnih bakterija u uzorcima odrezaka šarana pakovanih nakon prolećnog izlova

Rezultati ispitivanja promene ukupnog broja psihrotrofnih bakterija i statističke značajnosti razlika za sve tri grupe uzoraka odrezaka šarana pakovanih nakon prolećnog izlova i skladištenih na temperaturi od  $+3^{\circ}\text{C}$  prikazani su u tabeli 5.5.

Tabela 5.5. Promena ukupnog broja psihrotrofnih bakterija (izražena kao  $\log \text{ cfu/g}$ ) u uzorcima odrezaka šarana pakovanih nakon prolećnog izlova

| Grupa | Dani ispitivanja        |                                |                              |                              |                         |                         |
|-------|-------------------------|--------------------------------|------------------------------|------------------------------|-------------------------|-------------------------|
|       | 0.                      | 4.                             | 7.                           | 9.                           | 12.                     | 15.                     |
|       | $\bar{X} \pm \text{Sd}$ | $\bar{X} \pm \text{Sd}$        | $\bar{X} \pm \text{Sd}$      | $\bar{X} \pm \text{Sd}$      | $\bar{X} \pm \text{Sd}$ | $\bar{X} \pm \text{Sd}$ |
| I     | 1,95 $\pm$ 0,20         | 2,60 $\pm$ 0,52 <sup>a</sup>   | 3,62 $\pm$ 0,22 <sup>x</sup> | 4,54 $\pm$ 0,19 <sup>x</sup> | 5,22 $\pm$ 0,29         | 6,54 $\pm$ 0,22         |
| II    | 2,18 $\pm$ 0,28         | 2,43 $\pm$ 0,17 <sup>x</sup>   | 3,27 $\pm$ 0,37 <sup>x</sup> | 4,34 $\pm$ 0,31 <sup>x</sup> | 5,53 $\pm$ 0,20         | *                       |
| III   | 2,24 $\pm$ 0,25         | 3,27 $\pm$ 0,42 <sup>y,b</sup> | 4,45 $\pm$ 0,38 <sup>y</sup> | 5,28 $\pm$ 0,32 <sup>y</sup> | *                       | *                       |

Ukupan broj psihrotrofnih bakterija nultog dana ispitivanja u sve tri grupe (I -  $\log \text{ cfu/g } 1,95 \pm 0,20$ , II -  $\log \text{ cfu/g } 2,18 \pm 0,28$  i III -  $\log \text{ cfu/g } 2,24 \pm 0,25$ ) nije se statistički značajno razlikovao ( $p > 0,05$ ).

Četvrtog dana ispitivanja ukupan broj psihrotrofnih bakterija ustanovljen u uzorcima iz III grupe ( $\log \text{ cfu/g } 3,27 \pm 0,42$ ) bio je statistički značajno veći ( $p < 0,05$ ) od ukupnog broja psihrotrofnih bakterija ustanovljenog u uzorcima iz I grupe ( $\log \text{ cfu/g } 2,60 \pm 0,52$ ) i statistički značajno veći ( $p < 0,01$ ) od ukupnog broja psihrotrofnih bakterija ustanovljenog u uzorcima iz II grupe ( $\log \text{ cfu/g } 2,43 \pm 0,17$ ). Između ukupnog broja psihrotrofnih bakterija u uzorcima iz I i II grupe nije ustanovljena statistički značajna razlika ( $p > 0,05$ ).

Ukupan broj psihrotrofnih bakterija u uzorcima iz I grupe ( $\log$  cfu/g  $3,62 \pm 0,22$ ) sedmog dana ispitivanja nije se statistički značajno razlikovao ( $p > 0,05$ ) od ukupnog broja psihrotrofnih bakterija u uzorcima iz II grupe ( $\log$  cfu/g  $3,27 \pm 0,37$ ). Međutim, ukupan broj psihrotrofnih bakterija ustanovljen u uzorcima iz III grupe ( $\log$  cfu/g  $4,45 \pm 0,38$ ) bio je statistički značajno veći ( $p < 0,01$ ) od ukupnog broja psihrotrofnih bakterija u uzorcima iz I i II grupe.

Devetog dana ispitivanja ukupan broj psihrotrofnih bakterija u uzorcima iz III grupe ( $\log$  cfu/g  $5,28 \pm 0,32$ ) bio je statistički značajno veći ( $p < 0,01$ ) od ukupnog broja psihrotrofnih bakterija ustanovljenog u uzorcima iz I ( $\log$  cfu/g  $4,54 \pm 0,19$ ) i II ( $\log$  cfu/g  $4,34 \pm 0,31$ ) grupe. Između ukupnog broja psihrotrofnih bakterija u uzorcima iz I i II grupe nije ustanovljena statistički značajna razlika ( $p > 0,05$ ).

Dvanaestog dana ispitivanja ukupan broj psihrotrofnih bakterija ustanovljen u uzorcima iz I grupe ( $\log$  cfu/g  $5,22 \pm 0,29$ ) nije se statistički značajno razlikovao ( $p > 0,05$ ) od ukupnog broja psihrotrofnih bakterija ustanovljenog u uzorcima iz II grupe ( $\log$  cfu/g  $5,53 \pm 0,20$ ).

#### **5.1.6. Promena ukupnog broja bakterija u uzorcima odrezaka šarana pakovanih nakon jesenjeg izlova**

Rezultati ispitivanja promene ukupnog broja bakterija i statističke značajnosti razlika za sve tri grupe uzoraka odrezaka šarana pakovanih nakon jesenjeg izlova i skladištenih na temperaturi od  $+3^{\circ}\text{C}$  prikazani su u tabeli 5.6.

Ukupan broj bakterija nultog dana ispitivanja u I grupi bio je  $\log$  cfu/g  $2,23 \pm 0,22$ , u II grupi  $\log$  cfu/g  $2,50 \pm 0,26$  i u III grupi  $\log$  cfu/g  $2,35 \pm 0,27$  i nije se statistički značajno razlikovao ( $p > 0,05$ ).

Četvrtog dana ispitivanja ustanovljeni ukupan broj bakterija u I grupi uzoraka ( $\log$  cfu/g  $3,14 \pm 0,26$ ) bio je statistički značajno manji ( $p < 0,01$ ) od ukupnog broja bakterija ustanovljenog u uzorcima II ( $\log$  cfu/g  $4,13 \pm 0,24$ ) i III ( $\log$  cfu/g  $3,94 \pm 0,33$ ) grupe.

Ukupan broj bakterija u uzorcima II i III grupe nije se statistički značajno razlikovao ( $p>0,05$ ).

Tabela 5.6. Promena ukupnog broja bakterija (izražena kao  $\log$  cfu/g) u uzorcima odrezaka šarana pakovanih nakon jesenjeg izlova

| Grupa      | Dani ispitivanja |                        |                        |                        |                        |                  |
|------------|------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------|
|            | 0.               | 4.                     | 7.                     | 9.                     | 12.                    | 15.              |
|            | $\bar{X} \pm Sd$ | $\bar{X} \pm Sd$       | $\bar{X} \pm Sd$       | $\bar{X} \pm Sd$       | $\bar{X} \pm Sd$       | $\bar{X} \pm Sd$ |
| <b>I</b>   | 2,23±0,22        | 3,14±0,26 <sup>x</sup> | 4,09±0,25 <sup>x</sup> | 4,47±0,16 <sup>x</sup> | 5,57±0,51 <sup>x</sup> | 6,60±0,19        |
| <b>II</b>  | 2,50±0,26        | 4,13±0,24 <sup>y</sup> | 5,46±0,34 <sup>y</sup> | 6,26±0,18 <sup>y</sup> | 7,09±0,12 <sup>y</sup> | *                |
| <b>III</b> | 2,35±0,27        | 3,94±0,33 <sup>y</sup> | 6,65±0,64 <sup>z</sup> | 7,63±0,57 <sup>z</sup> | *                      | *                |

Ukupan broj bakterija u uzorcima iz I grupe ( $\log$  cfu/g 4,09±0,25) sedmog dana ispitivanja bio je statistički značajno manji ( $p<0,01$ ) od ukupnog broja bakterija ustanovljenog u uzorcima iz II ( $\log$  cfu/g 5,46±0,34) i III ( $\log$  cfu/g 6,65±0,64) grupe. Razlika između ukupnog broja bakterija u uzorcima iz II i III grupe bila je takođe statistički značajna ( $p<0,01$ ).

Devetog dana ispitivanja ukupan broj bakterija u uzorcima iz III grupe bio je  $\log$  cfu/g 7,63±0,57 i statistički je značajno bio veći ( $p<0,01$ ) od ukupnog broja bakterija ustanovljenog u uzorcima iz I ( $\log$  cfu/g 4,47±0,16) i II ( $\log$  cfu/g 6,26±0,18) grupe. Između ukupnog broja bakterija u uzorcima iz I i II grupe takođe je ustanovljena statistički značajna razlika ( $p<0,01$ ).

Ukupan broj bakterija u uzorcima iz I grupe ( $\log$  cfu/g 5,57±0,51) dvanaestog dana ispitivanja bio je statistički značajno manji ( $p<0,01$ ) od ukupnog broja bakterija ustanovljenog u uzorcima iz II grupe ( $\log$  cfu/g 7,09±0,12).

### 5.1.7. Promena ukupnog broja sulfitoredujućih bakterija u uzorcima odrezaka šarana pakovanih nakon jesenjeg izlova

Rezultati ispitivanja promene ukupnog broja sulfitoredujućih bakterija i statističke značajnosti razlika za sve tri grupe uzoraka odrezaka šarana pakovanih nakon jesenjeg izlova i skladištenih na temperaturi od +3°C prikazani su u tabeli 5.7.

Ukupan broj sulfitoredujućih bakterija nultog dana ispitivanja u I grupi bio je  $\log$  cfu/g  $2,08 \pm 0,40$ , u II grupi  $\log$  cfu/g  $2,22 \pm 0,25$  i u III grupi  $\log$  cfu/g  $2,36 \pm 0,34$  i nije se statistički značajno razlikovao ( $p > 0,05$ ).

Tabela 5.7. Promena ukupnog broja sulfitoredujućih bakterija (izražena kao  $\log$  cfu/g) u uzorcima odrezaka šarana pakovanih nakon jesenjeg izlova

| Grupa | Dani ispitivanja |                       |                       |                   |                   |                  |
|-------|------------------|-----------------------|-----------------------|-------------------|-------------------|------------------|
|       | 0.               | 4.                    | 7.                    | 9.                | 12.               | 15.              |
|       | $\bar{X} \pm Sd$ | $\bar{X} \pm Sd$      | $\bar{X} \pm Sd$      | $\bar{X} \pm Sd$  | $\bar{X} \pm Sd$  | $\bar{X} \pm Sd$ |
| I     | $2,08 \pm 0,40$  | $2,83 \pm 0,50^{x,a}$ | $3,51 \pm 0,30^x$     | $4,46 \pm 0,37^x$ | $5,10 \pm 0,53^x$ | $5,99 \pm 0,31$  |
| II    | $2,22 \pm 0,25$  | $3,41 \pm 0,35^b$     | $5,15 \pm 0,43^{y,a}$ | $6,40 \pm 0,50^y$ | $7,35 \pm 0,66^y$ | *                |
| III   | $2,36 \pm 0,34$  | $3,82 \pm 0,53^y$     | $5,75 \pm 0,37^{y,b}$ | $7,30 \pm 0,50^z$ | *                 | *                |

Četvrtog dana ispitivanja ustanovljeni ukupan broj sulfitoredujućih bakterija u I grupi uzoraka ( $\log$  cfu/g  $2,83 \pm 0,50$ ) bio je statistički značajno manji ( $p < 0,01$ ) od ukupnog broja sulfitoredujućih bakterija u uzorcima iz III grupe ( $\log$  cfu/g  $3,82 \pm 0,53$ ), dok je razlika u odnosu na ukupan broj sulfitoredujućih bakterija u uzorcima iz II grupe ( $\log$  cfu/g  $3,41 \pm 0,35$ ) bila na nivou statističke značajnosti od  $p < 0,05$ . Između ukupnog broja sulfitoredujućih bakterija u uzorcima iz II i III grupe nije ustanovljena statistički značajna razlika ( $p > 0,05$ ).

Ukupan broj sulfitoredujućih bakterija u uzorcima iz I grupe sedmog dana ispitivanja, bio je  $\log$  cfu/g  $3,51 \pm 0,30$  i statistički značajno je bio manji ( $p < 0,01$ ) od ukupnog broja sulfitoredujućih bakterija uzoraka iz II i III grupe ( $\log$  cfu/g  $5,15 \pm 0,43$ ;  $\log$  cfu/g  $5,75 \pm 0,37$  respektivno). Između ukupnog broja sulfitoredujućih bakterija u uzorcima iz II i III grupe statistički značajna razlika je bila na nivou  $p < 0,05$ .



Devetog dana ispitivanja ukupan broj sulfitoredukujućih bakterija u uzorcima iz III grupe ( $\log$  cfu/g  $7,30\pm 0,50$ ) bio je statistički značajno veći ( $p < 0,01$ ) od ukupnog broja sulfitoredukujućih bakterija ustanovljenog u uzorcima iz I i II grupe ( $\log$  cfu/g  $4,46\pm 0,37$ ;  $\log$  cfu/g  $6,40\pm 0,50$  respektivno). Razlika u ukupnom broju sulfitoredukujućih bakterija u uzorcima iz I i II grupe takođe je bila statistički značajna ( $p < 0,01$ ).

Dvanaestog dana ispitivanja ukupan broj sulfitoredukujućih bakterija u uzorcima iz II grupe bio je  $\log$  cfu/g  $7,35\pm 0,66$  i statistički značajno je bio veći ( $p < 0,01$ ) od ukupnog broja sulfitoredukujućih bakterija ustanovljenog u uzorcima iz I grupe ( $\log$  cfu/g  $5,10\pm 0,53$ ).

#### 5.1.8. Promena ukupnog broja enterobakterija u uzorcima odrezaka šarana pakovanih nakon jesenjeg izlova

Rezultati ispitivanja promene ukupnog broja enterobakterija i statističke značajnosti razlika za sve tri grupe uzoraka odrezaka šarana pakovanih nakon jesenjeg izlova i skladištenih na temperaturi od  $+3^{\circ}\text{C}$  prikazani su u tabeli 5.8.

Tabela 5.8. Promena ukupnog broja enterobakterija (izražena kao  $\log$  cfu/g) u uzorcima odrezaka šarana pakovanih nakon jesenjeg izlova

| Grupa | Dani ispitivanja        |                         |                         |                         |                         |                         |
|-------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
|       | 0.                      | 4.                      | 7.                      | 9.                      | 12.                     | 15.                     |
|       | $\bar{X} \pm \text{Sd}$ | $\bar{X} \pm \text{Sd}$ | $\bar{X} \pm \text{Sd}$ | $\bar{X} \pm \text{Sd}$ | $\bar{X} \pm \text{Sd}$ | $\bar{X} \pm \text{Sd}$ |
| I     | $0,52\pm 0,13$          | $1,10\pm 0,15^x$        | $1,30\pm 0,14^x$        | $1,58\pm 0,09^x$        | $2,10\pm 0,16^x$        | $2,68\pm 0,12$          |
| II    | $0,60\pm 0,12$          | $1,35\pm 0,24$          | $1,96\pm 0,23^y$        | $1,78\pm 0,08^y$        | $2,60\pm 0,05^y$        | *                       |
| III   | $0,63\pm 0,10$          | $1,43\pm 0,11^y$        | $2,63\pm 0,21^z$        | $3,00\pm 0,13^z$        | *                       | *                       |

Ukupan broj enterobakterija nultog dana ispitivanja u uzorcima sve tri grupe (I -  $\log$  cfu/g  $0,52\pm 0,13$ , II -  $\log$  cfu/g  $0,60\pm 0,12$  i III -  $\log$  cfu/g  $0,63\pm 0,10$ ) nije se statistički značajno razlikovao ( $p > 0,05$ ).

Četvrtog dana ispitivanja ustanovljeni ukupan broj enterobakterija u uzorcima iz I grupe bio je  $\log$  cfu/g  $1,10 \pm 0,15$  i nije se statistički značajno razlikovao ( $p > 0,05$ ) od ukupnog broja enterobakterija u uzorcima iz II grupe ( $\log$  cfu/g  $1,35 \pm 0,24$ ), ali je bio statistički značajno manji ( $p < 0,01$ ) od ukupnog broja enterobakterija u uzorcima iz III grupe ( $\log$  cfu/g  $1,43 \pm 0,11$ ). Između ukupnog broja enterobakterija u uzorcima iz II i III grupe nije ustanovljena statistički značajna razlika ( $p > 0,05$ ).

U uzorcima iz I grupe sedmog dana ispitivanja ustanovljeni ukupan broj enterobakterija ( $\log$  cfu/g  $1,30 \pm 0,14$ ) bio je statistički značajno manji ( $p < 0,01$ ) od ukupnog broja enterobakterija u uzorcima iz II ( $\log$  cfu/g  $1,96 \pm 0,23$ ) i III ( $\log$  cfu/g  $2,63 \pm 0,21$ ) grupe. Razlika u ukupnom broju enterobakterija u uzorcima iz II i III grupe takođe je bila statistički značajna ( $p < 0,01$ ).

Ustanovljeni ukupan broj enterobakterija devetog dana ispitivanja u uzorcima iz I grupe ( $\log$  cfu/g  $1,58 \pm 0,09$ ) bio je statistički značajno manji ( $p < 0,01$ ) od ukupnog broja enterobakterija ustanovljenog u uzorcima iz II i III grupe ( $\log$  cfu/g  $1,78 \pm 0,08$ ;  $\log$  cfu/g  $3,00 \pm 0,13$  respektivno). Između ukupnog broja enterobakterija u uzorcima iz II i III grupe takođe je ustanovljena statistički značajna razlika na nivou od  $p < 0,01$ .

Dvanaestog dana ispitivanja ukupan broj enterobakterija u uzorcima iz I ( $\log$  cfu/g  $2,10 \pm 0,16$ ) i II ( $\log$  cfu/g  $2,60 \pm 0,05$ ) grupe se statistički značajno razlikovao ( $p < 0,01$ ).

#### **5.1.9. Promena ukupnog broja laktobacila u uzorcima odrezaka šarana pakovanih nakon jesenjeg izlova**

Rezultati ispitivanja promene ukupnog broja laktobacila i statističke značajnosti razlika za sve tri grupe uzoraka odrezaka šarana pakovanih nakon jesenjeg izlova i skladištenih na temperaturi od  $+3^{\circ}\text{C}$  prikazani su u tabeli 5.9.

Ukupan broj laktobacila nultog dana ispitivanja u I grupi bio je  $\log$  cfu/g  $1,84 \pm 0,18$ , u II grupi  $\log$  cfu/g  $1,69 \pm 0,23$  i u III grupi  $\log$  cfu/g  $1,80 \pm 0,32$  i nije se statistički značajno razlikovao ( $p > 0,05$ ).

Tabela 5.9. Promena ukupnog broja laktobacila (izražena kao log cfu/g) u uzorcima odrezaka šarana pakovanih nakon jesenjeg izlova

| Grupa      | Dani ispitivanja |                        |                          |                  |                        |                  |
|------------|------------------|------------------------|--------------------------|------------------|------------------------|------------------|
|            | 0.               | 4.                     | 7.                       | 9.               | 12.                    | 15.              |
|            | $\bar{X} \pm Sd$ | $\bar{X} \pm Sd$       | $\bar{X} \pm Sd$         | $\bar{X} \pm Sd$ | $\bar{X} \pm Sd$       | $\bar{X} \pm Sd$ |
| <b>I</b>   | 1,84±0,18        | 2,77±0,40              | 4,34±0,81 <sup>a</sup>   | 5,27±0,27        | 6,51±0,52 <sup>x</sup> | 7,59±0,53        |
| <b>II</b>  | 1,69±0,23        | 2,52±0,10 <sup>x</sup> | 3,27±0,24 <sup>x,b</sup> | 4,80±0,64        | 5,33±0,27 <sup>y</sup> | *                |
| <b>III</b> | 1,80±0,32        | 2,83±0,17 <sup>y</sup> | 4,36±0,60 <sup>y</sup>   | 5,27±0,51        | *                      | *                |

Četvrtog dana ispitivanja ukupan broj laktobacila u uzorcima iz I grupe (log cfu/g 2,77±0,40) nije se statistički značajno razlikovao ( $p > 0,05$ ) od ustanovljenog broja laktobacila u uzorcima iz II (log cfu/g 2,52±0,10) i III (log cfu/g 2,83±0,17) grupe. Između ukupnog broja laktobacila u uzorcima iz II i III grupe ustanovljena je statistički značajna razlika na nivou od  $p < 0,01$ .

Nakon sedam dana skladištenja ustanovljeni ukupan broj laktobacila u uzorcima iz I grupe bio je log cfu/g 4,34±0,81 i statistički se značajno razlikovao ( $p < 0,05$ ) od ukupnog broja laktobacila ustanovljenog u uzorcima iz II grupe (log cfu/g 3,27±0,24), dok statistički značajna razlika nije ustanovljena ( $p > 0,05$ ) između ukupnog broja laktobacila u uzorcima iz I i III (log cfu/g 4,36±0,60) grupe. Statistički značajna razlika ( $p < 0,01$ ) ustanovljena je između ukupnog broja laktobacila u uzorcima iz II i III grupe.

Ukupan broj laktobacila u uzorcima iz I, II i III grupe (log cfu/g 5,27±0,27, log cfu/g 4,80±0,64 i log cfu/g 5,27±0,51 respektivno) nakon devet dana skladištenja nije se statistički značajno razlikovao ( $p > 0,05$ ).

Dvanaestog dana ispitivanja ustanovljeni ukupan broj laktobacila u uzorcima iz I grupe (log cfu/g 6,51±0,52) bio je statistički značajno veći ( $p < 0,01$ ) od ukupnog broja laktobacila u uzorcima iz II grupe (log cfu/g 5,33±0,27).

### 5.1.10. Promena ukupnog broja psihrotrofnih bakterija u uzorcima odrezaka šarana pakovanih nakon jesenjeg izlova

Rezultati ispitivanja promene ukupnog broja psihrotrofnih bakterija i statističke značajnosti razlika za sve tri grupe uzoraka odrezaka šarana pakovanih nakon jesenjeg izlova i skladištenih na temperaturi od +3°C prikazani su u tabeli 5.10.

Tabela 5.10. Promena ukupnog broja psihrotrofnih bakterija (izražena kao log cfu/g) u ispitanim grupama odrezaka šarana pakovanih nakon jesenjeg izlova

| Grupa      | Dani ispitivanja       |                        |                        |                  |                  |                  |
|------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------|------------------|------------------|
|            | 0.                     | 4.                     | 7.                     | 9.               | 12.              | 15.              |
|            | $\bar{X} \pm Sd$       | $\bar{X} \pm Sd$       | $\bar{X} \pm Sd$       | $\bar{X} \pm Sd$ | $\bar{X} \pm Sd$ | $\bar{X} \pm Sd$ |
| <b>I</b>   | 1,65±0,07 <sup>x</sup> | 1,92±0,06 <sup>a</sup> | 2,81±0,14 <sup>x</sup> | 3,92±0,30        | 4,90±0,28        | 5,44±0,42        |
| <b>II</b>  | 1,81±0,06 <sup>y</sup> | 2,35±0,36 <sup>b</sup> | 2,94±0,37 <sup>x</sup> | 4,02±0,35        | 4,95±0,05        | *                |
| <b>III</b> | 1,74±0,08              | 2,48±0,35 <sup>b</sup> | 3,92±0,14 <sup>y</sup> | 4,27±0,43        | *                | *                |

Između ukupnog broja psihrotrofnih bakterija nultog dana ispitivanja ustanovljena je statistički značajna razlika ( $p < 0,01$ ) kod uzoraka iz I (log cfu/g 1,65±0,07) i II (log cfu/g 1,81±0,06) grupe. Ukupan broj psihrotrofnih bakterija u uzorcima iz III grupe (log cfu/g 1,74±0,08) nije se statistički značajno razlikovao ( $p > 0,05$ ) od broja psihrotrofnih bakterija ustanovljenog u uzorcima iz I i II grupe.

Četvrtog dana ispitivanja ukupan broj psihrotrofnih bakterija u uzorcima iz I grupe (log cfu/g 1,92±0,06) bio je statistički značajno manji ( $p < 0,05$ ) od ukupnog broja psihrotrofnih bakterija ustanovljenog u uzorcima iz II (log cfu/g 2,35±0,36) i III (log cfu/g 2,48±0,35) grupe. Između ukupnog broja psihrotrofnih bakterija u uzorcima iz II i III grupe nije ustanovljena statistički značajna razlika ( $p > 0,05$ ).

Ukupan broj psihrotrofnih bakterija u uzorcima iz I grupe (log cfu/g 2,81±0,14) sedmog dana ispitivanja nije se statistički značajno razlikovao ( $p > 0,05$ ) od ukupnog broja psihrotrofnih bakterija u uzorcima iz II grupe (log cfu/g 2,94±0,37). Međutim, ukupan broj psihrotrofnih bakterija ustanovljen u uzorcima iz III grupe (log cfu/g 3,92±0,14)

bio je statistički značajno veći ( $p < 0,01$ ) u odnosu na ukupan broj psihrotrofnih bakterija ustanovljenih u uzorcima iz I i II grupe.

Devetog dana ispitivanja ukupan broj psihrotrofnih bakterija u uzorcima iz I grupe bio je  $\log$  cfu/g  $3,92 \pm 0,30$  i nije se statistički značajno razlikovao ( $p > 0,05$ ) od ukupnog broja psihrotrofnih bakterija u uzorcima iz II i III ( $\log$  cfu/g  $4,02 \pm 0,35$ ;  $\log$  cfu/g  $4,27 \pm 0,43$  respektivno) grupe. Između ukupnog broja psihrotrofnih bakterija u uzorcima iz II i III grupe nije ustanovljena statistički značajna razlika ( $p > 0,05$ ).

Dvanaestog dana ispitivanja ukupan broj psihrotrofnih bakterija ustanovljen u uzorcima iz I grupe ( $\log$  cfu/g  $4,90 \pm 0,28$ ) nije se statistički značajno razlikovao ( $p > 0,05$ ) od ukupnog broja psihrotrofnih bakterija ustanovljenih u uzorcima iz II grupe ( $\log$  cfu/g  $4,95 \pm 0,05$ ).

#### **5.1.11. Uporedni prikaz promene ukupnog broja bakterija u uzorcima odrezaka šarana pakovanih nakon prolećnog i jesenjeg izlova**

Uporedni prikaz promene ukupnog broja bakterija i statističke značajnosti razlika za sve tri grupe uzoraka odrezaka šarana pakovanih nakon prolećnog i jesenjeg izlova i skladištenih na temperaturi od  $+3^{\circ}\text{C}$  prikazani su u tabeli 5.11.

Ukupan broj bakterija u odrescima šarana iz I grupe koji su pakovani posle jesenjeg izlova 4. dana ispitivanja bio je statistički značajno manji ( $p < 0,05$ ) od ukupnog broja bakterija u uzorcima iz I grupe pakovanih posle prolećnog izlova. Statistički značajna razlika ( $p < 0,01$ ) između ukupnog broja bakterija u uzorcima iz I grupe pakovanih nakon jesenjeg i prolećnog izlova ustanovljena je kod 7, 9. i 15. dana ispitivanja, dok 0. i 12. dana ispitivanja nije ustanovljena statistički značajna razlika ( $p > 0,05$ ).

U II grupi uzoraka koji su pakovani nakon jesenjeg izlova 9. dana ispitivanja ukupan broj bakterija je bio statistički značajno manji ( $p < 0,05$ ) u odnosu na ukupan broj bakterija u uzorcima iz II grupe, koji su pakovani i čuvani nakon prolećnog izlova. Statistički značajna razlika na nivo  $p < 0,01$  ustanovljena je između ukupnog broja

bakterija u uzorcima iz II grupe 4. i 12. dana ispitivanja, dok 0. i 7. dana ispitivanja nije ustanovljena statistički značajna razlika ( $p > 0,05$ ).

*Tabela 5.11. Uporedni prikaz promene ukupnog broja bakterija (izražen kao log cfu/g) u uzorcima odrezaka šarana*

| Dani ispitivanja | Grupa                  |                        |                        |                        |                        |                        |
|------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
|                  | I                      |                        | II                     |                        | III                    |                        |
|                  | Izlov                  |                        | Izlov                  |                        | Izlov                  |                        |
|                  | prolećni               | jesenji                | prolećni               | jesenji                | prolećni               | jesenji                |
| 0.               | 2,47±0,32              | 2,23±0,22              | 2,61±0,86              | 2,50±0,26              | 2,70±0,80              | 2,35±0,27              |
| 4.               | 3,66±0,35 <sup>a</sup> | 3,14±0,26 <sup>b</sup> | 3,24±0,43 <sup>x</sup> | 4,13±0,24 <sup>y</sup> | 4,30±0,31              | 3,94±0,33              |
| 7.               | 4,88±0,40 <sup>x</sup> | 4,09±0,25 <sup>y</sup> | 6,05±0,54              | 5,46±0,34              | 7,48±0,61 <sup>a</sup> | 6,65±0,64 <sup>b</sup> |
| 9.               | 4,97±0,22 <sup>x</sup> | 4,47±0,16 <sup>y</sup> | 6,86±0,50 <sup>a</sup> | 6,26±0,18 <sup>b</sup> | 8,36±0,50 <sup>a</sup> | 7,63±0,57 <sup>b</sup> |
| 12.              | 5,99±0,44              | 5,57±0,51              | 7,63±0,13 <sup>x</sup> | 7,09±0,12 <sup>y</sup> | *                      | *                      |
| 15.              | 7,48±0,20 <sup>x</sup> | 6,60±0,19 <sup>y</sup> | *                      | *                      | *                      | *                      |

Statistički značajna razlika nije ustanovljena ( $p > 0,05$ ) između ukupnog broja bakterija u uzorcima iz III grupe pakovanih nakon prolećnog i jesenjeg izlova 0. i 4. dana ispitivanja. Sedmog i devetog dana ispitivanja ukupan broj bakterija u uzorcima iz III grupe koji su pakovani nakon jesenjeg izlova bio je statistički značajno manji ( $p < 0,05$ ) od ukupnog broja bakterija u uzorcima iz III grupe koji su pakovani i čuvani nakon prolećnog izlova.

#### **5.1.12. Uporedni prikaz promene ukupnog broja sulfitoredujućih bakterija u uzorcima odrezaka šarana pakovanih nakon prolećnog i jesenjeg izlova**

Uporedni prikaz promene ukupnog broja sulfitoredujućih bakterija i statističke značajnosti razlika za sve tri grupe uzoraka odrezaka šarana pakovanih nakon prolećnog i jesenjeg izlova i skladištenih na temperaturi od +3°C prikazani su u tabeli 5.12.

Ukupan broj sulfitoredukujućih bakterija u uzorcima iz I grupe koji su pakovani nakon jesenjeg i prolećnog izlova nije se statistički značajno razlikovao tokom skladištenja ( $p>0,05$ ).

Tokom skladištenja uzoraka iz II grupe pakovanih nakon jesenjeg i prolećnog izlova šarana nije ustanovljena statistički značajna razlika ( $p>0,05$ ) između ukupnog broja sulfitoredukujućih bakterija.

*Tabela 5.12. Uporedni prikaz promene ukupnog broja sulfitoredukujućih bakterija (izražen kao log cfu/g) u uzorcima odrezaka šarana*

| Dani ispitivanja | Grupa     |           |           |           |                        |                        |
|------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------------------|------------------------|
|                  | I         |           | II        |           | III                    |                        |
|                  | Izlov     |           | Izlov     |           | Izlov                  |                        |
|                  | prolećni  | jesenji   | prolećni  | jesenji   | prolećni               | jesenji                |
| 0.               | 2,27±0,54 | 2,08±0,40 | 2,49±0,36 | 2,22±0,25 | 2,55±0,31              | 2,36±0,34              |
| 4.               | 2,98±0,83 | 2,83±0,50 | 3,62±0,21 | 3,41±0,35 | 4,20±0,70              | 3,82±0,53              |
| 7.               | 3,70±0,23 | 3,51±0,30 | 5,37±0,52 | 5,15±0,43 | 6,02±0,40              | 5,75±0,37              |
| 9.               | 4,81±0,44 | 4,46±0,37 | 6,70±0,78 | 6,40±0,50 | 8,06±0,28 <sup>x</sup> | 7,30±0,20 <sup>y</sup> |
| 12.              | 5,18±0,49 | 5,10±0,53 | 7,69±0,64 | 7,35±0,66 | *                      | *                      |
| 15.              | 6,15±0,48 | 5,99±0,31 | *         | *         | *                      | *                      |

U uzorcima iz III grupe ustanovljeni ukupni broj sulfitoredukujućih bakterija nakon jesenjeg i prolećnog izlova statistički se značajno razlikovao ( $p<0,01$ ) devetog dana ispitivanja. Kod ostalih dana ispitivanja (0, 4. i 7) nije ustanovljena statistički značajna razlika ( $p>0,05$ ).

#### **5.1.13. Uporedni prikaz promene ukupnog broja enterobakterija u uzorcima odrezaka šarana pakovanih nakon prolećnog i jesenjeg izlova**

Uporedni prikaz promene ukupnog broja enterobakterija i statističke značajnosti razlika za sve tri grupe uzoraka odrezaka šarana pakovanih nakon prolećnog i jesenjeg izlova i skladištenih na temperaturi od +3°C prikazani su u tabeli 5.13.

Tabela 5.13. Uporedni prikaz promene ukupnog broja enterobakterija (izražen kao log cfu/g) u uzorcima odrezaka šarana

| Dani ispitivanja | Grupa                  |                        |                        |                        |                        |                        |
|------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
|                  | I                      |                        | II                     |                        | III                    |                        |
|                  | Izlov                  |                        | Izlov                  |                        | Izlov                  |                        |
|                  | prolećni               | jesenji                | prolećni               | jesenji                | prolećni               | jesenji                |
| 0.               | 0,62±0,06              | 0,52±0,13              | 0,55±0,05              | 0,60±0,12              | 0,58±0,08              | 0,63±0,10              |
| 4.               | 1,45±0,13 <sup>x</sup> | 1,10±0,15 <sup>y</sup> | 1,86±0,18 <sup>x</sup> | 1,35±0,24 <sup>y</sup> | 1,49±0,16              | 1,43±0,11              |
| 7.               | 1,67±0,13 <sup>x</sup> | 1,30±0,14 <sup>y</sup> | 2,47±0,13 <sup>x</sup> | 1,96±0,23 <sup>y</sup> | 3,17±0,30 <sup>x</sup> | 2,63±0,21 <sup>y</sup> |
| 9.               | 2,04±0,21 <sup>x</sup> | 1,58±0,09 <sup>y</sup> | 2,88±0,11 <sup>x</sup> | 1,78±0,08 <sup>y</sup> | 4,06±0,21 <sup>x</sup> | 3,00±0,13 <sup>y</sup> |
| 12.              | 2,75±0,19 <sup>x</sup> | 2,10±0,16 <sup>y</sup> | 3,42±0,28 <sup>x</sup> | 2,60±0,05 <sup>y</sup> | *                      | *                      |
| 15.              | 3,26±0,15 <sup>x</sup> | 2,68±0,12 <sup>y</sup> | *                      | *                      | *                      | *                      |

Ukupan broj enterobakterija u uzorcima iz I grupe koji su pakovani nakon jesenjeg izlova bio je statistički značajno manji ( $p < 0,01$ ) od ukupnog broja enterobakterija u uzorcima iz I grupe koji su pakovani nakon prolećnog izlova kod svih dana ispitivanja (4, 7, 9, 12. i 15), osim 0. dana, kada nije ustanovljena statistički značajna razlika ( $p > 0,05$ ).

U II grupi uzoraka 0. dana ispitivanja nije ustanovljena statistički značajna razlika ( $p > 0,05$ ) između ukupnog broja enterobakterija nakon jesenjeg i prolećnog izlova. Kod ostalih dana ispitivanja (4, 7, 9. i 12) statistički značajna razlika je bila na nivou  $p < 0,01$ .

Nultog i četvrtog dana ispitivanja između ukupnog broja enterobakterija u uzorcima iz III grupe nakon jesenjeg i prolećnog izlova nije ustanovljena statistički značajna razlika ( $p > 0,05$ ), dok je statistički značajna razlika na nivou  $p < 0,01$  ustanovljena 7. i 9. dana ispitivanja.



#### 5.1.14. Uporedni prikaz promene ukupnog broja laktobacila u uzorcima odrezaka šarana pakovanih nakon prolećnog i jesenjeg izlova

Uporedni prikaz promene ukupnog broja laktobacila i statističke značajnosti razlika za sve tri grupe uzoraka odrezaka šarana pakovanih nakon prolećnog i jesenjeg izlova i skladištenih na temperaturi od +3°C prikazani su u tabeli 5.14.

Tabela 5.14. Uporedni prikaz promene ukupnog broja laktobacila (izražen kao log cfu/g) u uzorcima odrezaka šarana

| Dani ispitivanja | Grupa                  |                        |                        |                        |                        |                        |
|------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
|                  | I                      |                        | II                     |                        | III                    |                        |
|                  | Izlov                  |                        | Izlov                  |                        | Izlov                  |                        |
|                  | prolećni               | jesenji                | prolećni               | jesenji                | prolećni               | jesenji                |
| 0.               | 2,06±0,27              | 1,84±0,18              | 1,67±0,35              | 1,69±0,23              | 2,01±0,38              | 1,80±0,32              |
| 4.               | 2,99±0,16              | 2,77±0,40              | 2,21±0,18 <sup>x</sup> | 2,52±0,10 <sup>y</sup> | 3,25±0,36 <sup>a</sup> | 2,83±0,17 <sup>b</sup> |
| 7.               | 4,66±0,81              | 4,34±0,81              | 3,57±0,22              | 3,27±0,24              | 6,12±0,54 <sup>x</sup> | 4,36±0,60 <sup>y</sup> |
| 9.               | 5,84±0,24 <sup>x</sup> | 5,27±0,27 <sup>y</sup> | 4,56±0,56              | 4,80±0,64              | 6,30±0,41 <sup>x</sup> | 5,27±0,51 <sup>y</sup> |
| 12.              | 6,69±0,53              | 6,51±0,52              | 5,46±0,33              | 5,33±0,27              | *                      | *                      |
| 15.              | 7,77±0,24              | 7,59±0,53              | *                      | *                      | *                      | *                      |

Između ukupnog broja laktobacila u uzorcima iz I grupe pakovanih nakon jesenjeg i prolećnog izlova 0, 4, 7, 12. i 15. dana ispitivanja nije ustanovljena statistički značajna razlika ( $p > 0,05$ ), dok je 9. dana skladištenja statistički značajna razlika bila na nivou  $p < 0,01$ .

Kod uzoraka iz II grupe četvrtog dana ispitivanja ustanovljena je statistički značajna razlika ( $p < 0,01$ ) između ukupnog broja laktobacila nakon jesenjeg i prolećnog izlova, dok kod ostalih dana ispitivanja (0, 7, 9. i 12) nije ustanovljena statistički značajna razlika ( $p > 0,05$ ).

Između ukupnog broja laktobacila u uzorcima iz III grupe pakovanih nakon jesenjeg i prolećnog izlova 0. dana ispitivanja nije ustanovljena statistički značajna razlika

( $p > 0,05$ ). Statistički značajna razlika ( $p < 0,05$ ) ustanovljena je 4. dana ispitivanja, dok je 7. i 9. dana skladištenja statistički značajna razlika bila na nivou  $p < 0,01$ .

#### 5.1.15. Uporedni prikaz promene ukupnog broja psihrotrofnih bakterija u uzorcima odrezaka šarana pakovanih nakon prolećnog i jesenjeg izlova

Uporedni prikaz promene ukupnog broja psihrotrofnih bakterija i statističke značajnosti razlika za sve tri grupe uzoraka odrezaka šarana pakovanih nakon prolećnog i jesenjeg izlova i skladištenih na temperaturi od  $+3^{\circ}\text{C}$  prikazani su u tabeli 5.15.

Tabela 5.15. Uporedni prikaz promene ukupnog broja psihrotrofnih bakterija (izražen kao log cfu/g) u uzorcima odrezaka šarana

| Dani ispitivanja | Grupa                  |                        |                        |                        |                        |                        |
|------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
|                  | I                      |                        | II                     |                        | III                    |                        |
|                  | Izlov                  |                        | Izlov                  |                        | Izlov                  |                        |
|                  | prolećni               | jesenji                | prolećni               | jesenji                | prolećni               | jesenji                |
| 0.               | 1,95±0,20 <sup>a</sup> | 1,65±0,07 <sup>b</sup> | 2,18±0,28 <sup>a</sup> | 1,81±0,06 <sup>b</sup> | 2,24±0,25 <sup>x</sup> | 1,74±0,08 <sup>y</sup> |
| 4.               | 2,60±0,52 <sup>a</sup> | 1,92±0,06 <sup>b</sup> | 2,43±0,17              | 2,35±0,36              | 3,27±0,42 <sup>x</sup> | 2,48±0,35 <sup>y</sup> |
| 7.               | 3,62±0,22 <sup>x</sup> | 2,81±0,14 <sup>y</sup> | 3,27±0,37              | 2,94±0,37              | 4,45±0,38 <sup>a</sup> | 3,92±0,14 <sup>b</sup> |
| 9.               | 4,54±0,19 <sup>x</sup> | 3,92±0,30 <sup>y</sup> | 4,34±0,31              | 4,02±0,35              | 5,28±0,32 <sup>x</sup> | 4,27±0,43 <sup>y</sup> |
| 12.              | 5,22±0,29              | 4,90±0,28              | 5,53±0,20 <sup>x</sup> | 4,95±0,05 <sup>y</sup> | *                      | *                      |
| 15.              | 6,54±0,22 <sup>x</sup> | 5,44±0,42 <sup>y</sup> | *                      | *                      | *                      | *                      |

Između ukupnog broja psihrotrofnih bakterija u uzorcima iz I grupe pakovanih nakon jesenjeg i prolećnog izlova ustanovljena je statistički značajna razlika ( $p < 0,05$ ) 0. i 4. dana ispitivanja, dok je 7, 9. i 15. dana skladištenja statistički značajna razlika bila na nivou  $p < 0,01$ . Dvanaestog dana ispitivanja između ukupnog broja psihrotrofnih bakterija u uzorcima iz I grupe pakovanih nakon jesenjeg i prolećnog izlova nije ustanovljena statistički značajna razlika ( $p > 0,05$ ).

Ukupan broj psihrotrofnih bakterija u uzorcima iz II grupe koji su pakovani nakon jesenjeg izlova 0. dana ispitivanja bio je statistički značajno manji ( $p < 0,05$ ) od ukupnog

broja psihotrofnih bakterija u uzorcima iz II grupe koji su pakovani nakon prolećnog izlova, kao i statistički značajno manji na nivou od  $p < 0,01$  dvanaestog dana ispitivanja. Kod ostalih dana poređenja (4, 7. i 9) nije ustanovljena statistički značajna razlika ( $p > 0,05$ ).

Kod III grupe uzoraka ukupan broj psihotrofnih bakterija nakon jesenjeg i prolećnog izlova statistički se značajno razlikovao ( $p < 0,01$ ) 0, 4. i 9. dana ispitivanja, dok je 7. dana poređenja statistički značajna razlika bila na nivou  $p < 0,05$ .

## 5.2. HEMIJSKA I FIZIČKO-HEMIJSKA ISPITIVANJA

### 5.2.1. Osnovni hemijski sastav

Osnovni hemijski sastav uzoraka odrezaka šarana nakon prolećnog i jesenjeg izlova na početku ispitivanja prikazan je u tabeli 5.16.

Sadržaj vode u odrescima šarana nakon prolećnog i jesenjeg izlova na početku ispitivanja bio je  $79,11 \pm 0,74$  i  $75,53 \pm 1,02\%$  respektivno, proteina  $16,57 \pm 0,56$  i  $17,35 \pm 0,42\%$  respektivno, masti  $3,45 \pm 0,78$  i  $5,96 \pm 1,54\%$  respektivno i pepela  $0,92 \pm 0,04$  i  $0,96 \pm 0,05\%$  respektivno.

*Tabela 5.16. Osnovni hemijski sastav uzoraka odrezaka šarana nakon prolećnog i jesenjeg izlova na početku ispitivanja*

| Izlov           | Voda               | Proteini           | Mast              | Pepeo             |
|-----------------|--------------------|--------------------|-------------------|-------------------|
| <b>Prolećni</b> | $79,11 \pm 0,74\%$ | $16,57 \pm 0,56\%$ | $3,45 \pm 0,78\%$ | $0,92 \pm 0,04\%$ |
| <b>Jesenji</b>  | $75,53 \pm 1,02\%$ | $17,35 \pm 0,42\%$ | $5,96 \pm 1,54\%$ | $0,96 \pm 0,05\%$ |

### 5.2.2. Promena prosečnog sadržaja ukupno isparljivog azota u uzorcima odrezaka šarana pakovanih nakon prolećnog izlova

Rezultati ispitivanja promene prosečnog sadržaja ukupno isparljivog azota i statističke značajnosti razlika za sve tri grupe uzoraka odrezaka šarana pakovanih nakon prolećnog izlova i skladištenih na temperaturi od +3°C prikazani su u tabeli 5.17.

Nultog dana ispitivanja prosečan sadržaj ukupno isparljivog azota u uzorcima iz I (16,75±0,70mg N/100g), II (16,08±0,34mg N/100g) i III (16,48±0,30mg N/100g) grupe nije se statistički značajno razlikovao ( $p>0,05$ ).

Četvrtog dana ispitivanja prosečan sadržaj ukupno isparljivog azota u sve tri grupe uzoraka (I - 19,11±0,81mg N/100g; II - 18,48±0,45mg N/100g; III - 18,69±0,89mg N/100g) nije se statistički značajno razlikovao ( $p>0,05$ ).

5.17. Promena prosečnog sadržaja ukupno isparljivog azota (izražena u mg/100g) u uzorcima odrezaka šarana pakovanih nakon prolećnog izlova

| Grupa      | Dani ispitivanja |                  |                         |                         |                  |                  |
|------------|------------------|------------------|-------------------------|-------------------------|------------------|------------------|
|            | 0.               | 4.               | 7.                      | 9.                      | 12.              | 15.              |
|            | $\bar{X} \pm Sd$ | $\bar{X} \pm Sd$ | $\bar{X} \pm Sd$        | $\bar{X} \pm Sd$        | $\bar{X} \pm Sd$ | $\bar{X} \pm Sd$ |
| <b>I</b>   | 16,75±0,70       | 19,11±0,81       | 20,98±1,34 <sup>a</sup> | 23,60±0,62 <sup>x</sup> | 26,84±1,03       | 31,83±1,60       |
| <b>II</b>  | 16,08±0,34       | 18,48±0,45       | 21,52±1,40              | 23,76±0,52 <sup>x</sup> | 27,73±0,68       | *                |
| <b>III</b> | 16,48±0,30       | 18,69±0,89       | 22,88±0,11 <sup>b</sup> | 26,62±0,64 <sup>y</sup> | *                | *                |

Prosečan sadržaj ukupno isparljivog azota nakon sedam dana skladištenja u uzorcima iz I grupe bio je najmanji (20,98±1,34mg N/100g) i statistički se značajno razlikovao ( $p<0,05$ ) od prosečnog sadržaja ukupno isparljivog azota u uzorcima iz III grupe (22,88±0,11mg N/100g), dok se statistički značajno nije razlikovao ( $p>0,05$ ) od prosečnog sadržaja ukupno isparljivog azota ustanovljenog u uzorcima iz II grupe (21,52±1,40mg N/100g). Između prosečnog sadržaja ukupno isparljivog azota u uzorcima iz II i III grupe nije ustanovljena statistički značajna razlika ( $p>0,05$ ).

Nakon devet dana skladištenja na temperaturi od +3°C prosečan sadržaj ukupno isparljivog azota u uzorcima iz III grupe bio je najveći (26,62±0,64mg N/100g) i

statistički se značajno razlikovao ( $p < 0,01$ ) od prosečnog sadržaja ukupno isparljivog azota ustanovljenog u uzorcima iz I i II grupe ( $23,60 \pm 0,62$  mg N/100g;  $23,76 \pm 0,52$  mg N/100g respektivno). Između prosečnog sadržaja ukupno isparljivog azota u uzorcima iz I i II grupe nije ustanovljena statistički značajna razlika ( $p > 0,05$ ).

Nakon dvanaest dana skladištenja prosečan sadržaj ukupno isparljivog azota u uzorcima iz I ( $26,84 \pm 1,03$  mg N/100g ) i II ( $27,73 \pm 0,68$  mg N/100g) grupe nije se statistički značajno razlikovao ( $p > 0,05$ ).

### 5.2.3. Promena prosečnog sadržaja ukupno isparljivog azota u uzorcima odrezaka šarana pakovanih nakon jesenjeg izlova

Rezultati ispitivanja promene prosečnog sadržaja ukupno isparljivog azota i statističke značajnosti razlika za sve tri grupe uzoraka odrezaka šarana pakovanih nakon jesenjeg izlova i skladištenih na temperaturi od  $+3^{\circ}\text{C}$  prikazani su u tabeli 5.18.

5.18. Promena prosečnog sadržaja ukupno isparljivog azota (izražena u mg/100g) u uzorcima odrezaka šarana pakovanih nakon jesenjeg izlova

| Grupa | Dani ispitivanja        |                         |                         |                         |                         |                         |
|-------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
|       | 0.                      | 4.                      | 7.                      | 9.                      | 12.                     | 15.                     |
|       | $\bar{X} \pm \text{Sd}$ | $\bar{X} \pm \text{Sd}$ | $\bar{X} \pm \text{Sd}$ | $\bar{X} \pm \text{Sd}$ | $\bar{X} \pm \text{Sd}$ | $\bar{X} \pm \text{Sd}$ |
| I     | $15,95 \pm 0,84$        | $19,56 \pm 1,40$        | $20,86 \pm 1,48^a$      | $21,72 \pm 1,62^x$      | $24,12 \pm 0,68^x$      | $26,74 \pm 1,47$        |
| II    | $15,40 \pm 0,73$        | $18,22 \pm 0,32^x$      | $20,44 \pm 0,74^x$      | $22,86 \pm 1,53^x$      | $26,60 \pm 0,57^y$      | *                       |
| III   | $16,05 \pm 0,27$        | $20,53 \pm 1,17^y$      | $22,82 \pm 0,31^{y,b}$  | $25,52 \pm 0,72^y$      | *                       | *                       |

Nultog dana ispitivanja prosečan sadržaj ukupno isparljivog azota u sve tri grupe uzoraka (I -  $15,95 \pm 0,84$  mg N/100g, II -  $15,40 \pm 0,73$  mg N/100g i III -  $16,05 \pm 0,27$  mg N/100g) nije se statistički značajno razlikovao ( $p > 0,05$ ).

Četvrtog dana ispitivanja prosečan sadržaj ukupno isparljivog azota u uzorcima iz III grupe bio je najveći ( $20,53 \pm 1,17$  mg N/100g) i statistički se značajno razlikovao ( $p < 0,01$ ) od prosečnog sadržaja ukupno isparljivog azota u uzorcima iz II grupe

(18,22±0,32mg N/100g). Između prosečnog sadržaja ukupno isparljivog azota u uzorcima iz I (19,56±1,40mg N/100g) i II i III grupe nije ustanovljena statistički značajna razlika ( $p>0,05$ ).

Prosečan sadržaj ukupno isparljivog azota nakon sedam dana skladištenja u uzorcima iz I grupe bio je najmanji (20,86±1,48mg N/100g) i statistički se značajno razlikovao ( $p<0,05$ ) od prosečnog sadržaja ukupno isparljivog azota u uzorcima iz III grupe (22,82±0,31mg N/100g), dok se statistički značajno nije razlikovao ( $p>0,05$ ) od prosečnog sadržaja ukupno isparljivog azota ustanovljenog u uzorcima iz II grupe (20,44±0,74mg N/100g). Između prosečnog sadržaja ukupno isparljivog azota u uzorcima iz II i III grupe statistički značajna razlika bila je na nivou  $p<0,01$ .

Nakon devet dana skladištenja na temperaturi od +3°C prosečan sadržaj ukupno isparljivog azota u uzorcima iz III grupe bio je najveći (25,52±0,72mg N/100g) i statistički se značajno razlikovao ( $p<0,01$ ) od prosečnog sadržaja ukupno isparljivog azota ustanovljenog u uzorcima iz I i II grupe (21,72±1,62mg N/100g i 22,86±1,53mg N/100g respektivno). Između prosečnog sadržaja ukupno isparljivog azota u uzorcima iz I i II grupe nije ustanovljena statistički značajna razlika ( $p>0,05$ ).

Nakon dvanaest dana skladištenja prosečan sadržaj ukupno isparljivog azota u uzorcima iz II grupe (26,60±0,57mg N/100g) bio je statistički značajno veći ( $p<0,01$ ) od prosečnog sadržaja ukupno isparljivog azota ustanovljenog u uzorcima iz I grupe (24,12±0,68mg N/100g).

#### **5.2.4. Uporedni prikaz promene prosečnog sadržaja ukupno isparljivog azota u uzorcima odrezaka šarana pakovanih nakon prolećnog i jesenjeg izlova**

Uporedni prikaz promene ukupno isparljivog azota i statističke značajnosti razlika za sve tri grupe uzoraka odrezaka šarana pakovanih nakon prolećnog i jesenjeg izlova i skladištenih na temperaturi od +3°C prikazani su u tabeli 5.19.

Prosečan sadržaj ukupno isparljivog azota u uzorcima iz I grupe koji su pakovani nakon jesenjeg izlova, 0, 4. i 7. dana ispitivanja nije se statistički značajno razlikovao ( $p>0,05$ ) od prosečnog sadržaja ukupno isparljivog azota u uzorcima iz I grupe koji su pakovani nakon prolećnog izlova. Statistički značajna razlika na nivou  $p<0,05$  ustanovljena je 9. dana ispitivanja, dok je kod 12. i 15. dana statistički značajna razlika bila na nivou  $p<0,01$ .

Između prosečnog sadržaja ukupno isparljivog azota u uzorcima iz II grupe koji su pakovani nakon jesenjeg i prolećnog izlova, kod 0, 4, 7. i 9. dana ispitivanja nije ustanovljena statistički značajna razlika ( $p>0,05$ ), dok je 12. dana skladištenja statistički značajna razlika bila na nivou  $p<0,01$ .

Prosečan sadržaj ukupno isparljivog azota u uzorcima iz III grupe koji su pakovani nakon jesenjeg izlova 0, 4. i 9. dana ispitivanja bio je statistički značajno manji ( $p<0,05$ ) od prosečnog sadržaja ukupno isparljivog azota u uzorcima iz III grupe koji su pakovani nakon prolećnog izlova. Sedmog dana ispitivanja nije ustanovljena statistički značajna razlika ( $p>0,05$ ).

5.19. Uporedni prikaz promene prosečnog sadržaja ukupno isparljivog azota (izražen u mg/100g) u uzorcima odrezaka šarana

| Dani ispitivanja | Grupa                   |                         |                         |                         |                         |                         |
|------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
|                  | I                       |                         | II                      |                         | III                     |                         |
|                  | Izlov                   |                         | Izlov                   |                         | Izlov                   |                         |
|                  | prolećni                | jesenji                 | prolećni                | jesenji                 | prolećni                | jesenji                 |
| 0.               | 16,75±0,70              | 15,95±0,84              | 16,08±0,34              | 15,40±0,73              | 16,48±0,30 <sup>a</sup> | 16,05±0,27 <sup>b</sup> |
| 4.               | 19,11±0,81              | 19,56±1,40              | 18,48±0,45              | 18,22±0,32              | 18,69±0,89 <sup>a</sup> | 20,53±1,17 <sup>b</sup> |
| 7.               | 20,98±1,34              | 20,86±1,48              | 21,52±1,40              | 20,44±0,74              | 22,88±0,11              | 22,82±0,31              |
| 9.               | 23,60±0,62 <sup>a</sup> | 21,72±1,62 <sup>b</sup> | 23,76±0,52              | 22,86±1,53              | 26,62±0,64 <sup>a</sup> | 25,52±0,72 <sup>b</sup> |
| 12.              | 26,84±1,03 <sup>x</sup> | 24,12±0,68 <sup>y</sup> | 27,73±0,68 <sup>x</sup> | 26,60±0,57 <sup>y</sup> | *                       | *                       |
| 15.              | 31,83±1,60 <sup>x</sup> | 26,74±1,47 <sup>y</sup> | *                       | *                       | *                       | *                       |

### 5.2.5. Promena prosečnih pH vrednosti u uzorcima odrezaka šarana pakovanih nakon prolećnog izlova

Rezultati ispitivanja promene prosečnih pH vrednosti i statističke značajnosti razlika za sve tri grupe uzoraka odrezaka šarana pakovanih nakon prolećnog izlova i skladištenih na temperaturi od +3°C prikazani su u tabeli 5.20.

Nultog dana ispitivanja između prosečnih pH vrednosti u uzorcima iz I, II i III grupe (6,68±0,04, 6,61±0,05 i 6,65±0,05 respektivno) nije ustanovljena statistički značajna razlika ( $p>0,05$ ).

Između prosečnih pH vrednosti u uzorcima iz I (6,75±0,05), II (6,68±0,30) i III (6,64±0,05) grupe četvrtog dana eksperimenta nije ustanovljena statistički značajna razlika ( $p>0,05$ ).

5.20. Promena prosečnih pH vrednosti u uzorcima odrezaka šarana pakovanih nakon prolećnog izlova

| Grupa      | Dani ispitivanja |                  |                        |                        |                        |                  |
|------------|------------------|------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------|
|            | 0.               | 4.               | 7.                     | 9.                     | 12.                    | 15.              |
|            | $\bar{X} \pm Sd$ | $\bar{X} \pm Sd$ | $\bar{X} \pm Sd$       | $\bar{X} \pm Sd$       | $\bar{X} \pm Sd$       | $\bar{X} \pm Sd$ |
| <b>I</b>   | 6,68±0,04        | 6,75±0,05        | 6,50±0,09              | 6,48±0,17              | 6,39±0,05 <sup>a</sup> | 6,74±0,28        |
| <b>II</b>  | 6,61±0,05        | 6,68±0,30        | 6,42±0,02 <sup>x</sup> | 6,29±0,27 <sup>a</sup> | 6,60±0,17 <sup>b</sup> | *                |
| <b>III</b> | 6,65±0,05        | 6,64±0,05        | 6,52±0,03 <sup>y</sup> | 6,62±0,05 <sup>b</sup> | *                      | *                |

Nakon sedam dana skladištenja prosečna pH vrednost u uzorcima iz I grupe (6,50±0,09) nije se statistički značajno razlikovala ( $p>0,05$ ) od prosečnih pH vrednosti u uzorcima iz II (6,42±0,02) i III (6,52±0,03) grupe. Između prosečne pH vrednosti u uzorcima iz II i III grupe ustanovljena je statistički značajna razlika ( $p<0,01$ ).

Nakon devet dana skladištenja između prosečnih pH vrednosti u uzorcima iz II (6,29±0,27) i III (6,62±0,05) grupe ustanovljena je statistički značajna razlika na nivou  $p<0,05$ . Između prosečne pH vrednosti uzoraka iz I grupe (6,48±0,17) i prosečnih pH vrednosti u uzorcima iz II i III grupe nije ustanovljena statistički značajna razlika ( $p>0,05$ ).



Dvanaestog dana skladištenja prosečna pH vrednost u uzorcima iz I grupe ( $6,39 \pm 0,05$ ) bila je statistički značajno manja ( $p < 0,05$ ) od prosečne pH vrednosti u uzorcima iz II grupe ( $6,60 \pm 0,17$ ).

### 5.2.6. Promena prosečnih pH vrednosti u uzorcima odrezaka šarana pakovanih nakon jesenjeg izlova

Rezultati ispitivanja promene prosečnih pH vrednosti i statističke značajnosti razlika za sve tri grupe uzoraka odrezaka šarana pakovanih nakon jesenjeg izlova i skladištenih na temperaturi od  $+3^{\circ}\text{C}$  prikazani su u tabeli 5.21.

Nultog dana ispitivanja prosečne pH vrednosti u sve tri grupe uzoraka ( $6,50 \pm 0,02$ ,  $6,51 \pm 0,01$  i  $6,52 \pm 0,009$ ) nisu se statistički značajno razlikovale ( $p > 0,05$ ).

U uzorcima iz I grupe nakon četiri dana skladištenja prosečna pH vrednost bila je najmanja ( $6,57 \pm 0,02$ ) i statistički se značajno razlikovala ( $p < 0,01$ ) od prosečne pH vrednosti u uzorcima iz II grupe ( $6,65 \pm 0,03$ ), dok se statistički nije razlikovala ( $p > 0,05$ ) od prosečne pH vrednosti u uzorcima iz III grupe ( $6,62 \pm 0,11$ ). Između prosečnih pH vrednosti u uzorcima iz II i III grupe nije ustanovljena statistički značajna razlika ( $p > 0,05$ ).

5.21. Promena prosečnih pH vrednosti u uzorcima odrezaka šarana pakovanih nakon jesenjeg izlova

| Grupa | Dani ispitivanja        |                            |                            |                            |                            |                         |
|-------|-------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|-------------------------|
|       | 0.                      | 4.                         | 7.                         | 9.                         | 12.                        | 15.                     |
|       | $\bar{X} \pm \text{Sd}$ | $\bar{X} \pm \text{Sd}$    | $\bar{X} \pm \text{Sd}$    | $\bar{X} \pm \text{Sd}$    | $\bar{X} \pm \text{Sd}$    | $\bar{X} \pm \text{Sd}$ |
| I     | $6,50 \pm 0,02$         | $6,57 \pm 0,02^{\text{x}}$ | $6,48 \pm 0,08^{\text{x}}$ | $6,25 \pm 0,06^{\text{x}}$ | $5,73 \pm 0,25^{\text{x}}$ | $5,94 \pm 0,10$         |
| II    | $6,51 \pm 0,01$         | $6,65 \pm 0,03^{\text{y}}$ | $6,52 \pm 0,04^{\text{x}}$ | $6,42 \pm 0,03^{\text{y}}$ | $6,31 \pm 0,02^{\text{y}}$ | *                       |
| III   | $6,52 \pm 0,009$        | $6,62 \pm 0,11$            | $6,80 \pm 0,03^{\text{y}}$ | $6,52 \pm 0,04^{\text{z}}$ | *                          | *                       |

Nakon sedam dana skladištenja prosečna pH vrednost u uzorcima iz I grupe ( $6,48 \pm 0,08$ ) se nije statistički značajno razlikovala ( $p > 0,05$ ) od prosečne pH vrednosti u uzorcima iz

II grupe ( $6,52 \pm 0,04$ ), ali se statistički značajno razlikovala ( $p < 0,01$ ) od prosečne pH vrednosti u uzorcima iz III grupe ( $6,80 \pm 0,03$ ). Između prosečnih pH vrednosti u uzorcima iz II i III grupe ustanovljena je statistički značajna razlika na nivou od  $p < 0,01$ .

U uzorcima iz III grupe nakon devet dana skladištenja prosečna pH vrednost je bila najveća ( $6,52 \pm 0,04$ ) i statistički se značajno razlikovala ( $p < 0,01$ ) od prosečnih pH vrednosti u uzorcima iz I i II grupe ( $6,25 \pm 0,06$  i  $6,42 \pm 0,03$  respektivno). Između prosečnih pH vrednosti uzoraka iz I i II grupe ustanovljena je statistički značajna razlika na nivou  $p < 0,01$ .

Dvanaestog dana ispitivanja prosečna pH vrednost u uzorcima iz I grupe ( $5,73 \pm 0,25$ ) bila je statistički značajno manja ( $p < 0,01$ ) od prosečne pH vrednosti u uzorcima iz II grupe ( $6,31 \pm 0,02$ ).

### 5.2.7. Uporedni prikaz promene prosečnih pH vrednosti u uzorcima odrezaka šarana pakovanih nakon prolećnog i jesenjeg izlova

Uporedni prikaz promene prosečnih pH vrednosti i statističke značajnosti razlika za sve tri grupe uzoraka odrezaka šarana pakovanih nakon prolećnog i jesenjeg izlova i skladištenih na temperaturi od  $+3^{\circ}\text{C}$  prikazani su u tabeli 5.22.

5.22. Uporedni prikaz promene prosečnih pH vrednosti u uzorcima odrezaka šarana

| Dani skladištenja | Grupa             |                   |                   |                   |                   |                    |
|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|--------------------|
|                   | I                 |                   | II                |                   | III               |                    |
|                   | Izlov             |                   | Izlov             |                   | Izlov             |                    |
|                   | prolećni          | jesenji           | prolećni          | jesenji           | prolećni          | jesenji            |
| 0.                | $6,68 \pm 0,04^x$ | $6,50 \pm 0,02^y$ | $6,61 \pm 0,05^x$ | $6,51 \pm 0,01^y$ | $6,65 \pm 0,05^x$ | $6,52 \pm 0,009^y$ |
| 4.                | $6,75 \pm 0,05^x$ | $6,57 \pm 0,02^y$ | $6,68 \pm 0,30$   | $6,65 \pm 0,03$   | $6,64 \pm 0,05$   | $6,62 \pm 0,11$    |
| 7.                | $6,50 \pm 0,09$   | $6,48 \pm 0,08$   | $6,42 \pm 0,02^x$ | $6,52 \pm 0,04^y$ | $6,52 \pm 0,03^x$ | $6,80 \pm 0,03^y$  |
| 9.                | $6,48 \pm 0,17^a$ | $6,25 \pm 0,06^b$ | $6,29 \pm 0,27$   | $6,42 \pm 0,03$   | $6,62 \pm 0,05^x$ | $6,52 \pm 0,04^y$  |
| 12.               | $6,39 \pm 0,05^x$ | $5,73 \pm 0,25^y$ | $6,60 \pm 0,17^x$ | $6,31 \pm 0,02^y$ | *                 | *                  |
| 15.               | $6,74 \pm 0,28^x$ | $5,94 \pm 0,10^y$ | *                 | *                 | *                 | *                  |

Između prosečnih pH vrednosti u uzorcima iz I grupe pakovanih nakon jesenjeg i prolećnog izlova sedmog dana ispitivanja nije ustanovljena statistički značajna razlika ( $p > 0,05$ ). Devetog dana ispitivanja statistički značajna razlika bila je  $p < 0,05$ , dok je 0, 4, 12. i 15. dana skladištenja ustanovljena statistički značajna razlika na nivou  $p < 0,01$ .

Prosečna pH vrednost u uzorcima iz II grupe koji su pakovani nakon jesenjeg izlova 0, 7. i 12. dana ispitivanja statistički se značajno razlikovala ( $p < 0,01$ ) od prosečne pH vrednosti u uzorcima iz II grupe koji su pakovani nakon prolećnog izlova. Četvrtog i devetog dana ispitivanja nije ustanovljena statistički značajna razlika ( $p > 0,05$ ).

Između prosečnih pH vrednosti u uzorcima iz III grupe pakovanih nakon jesenjeg i prolećnog izlova 0, 7. i 9. dana ispitivanja ustanovljena je statistički značajna razlika ( $p < 0,01$ ), dok 4. dana ispitivanja statistički značajna razlika ( $p > 0,05$ ) nije ustanovljena.

### **5.3. SENZORNA ISPITIVANJA**

#### **5.3.1. Promena prosečnih senzornih ocena mirisa uzoraka odrezaka šarana pakovanih nakon prolećnog izlova**

Rezultati ispitivanja promene prosečnih senzornih ocena mirisa i statističke značajnosti razlika za sve tri grupe uzoraka odrezaka šarana pakovanih nakon prolećnog izlova prikazani su u tabeli 5.23.

Nultog dana ispitivanja nije ustanovljeno postojanje razlike ( $p > 0,05$ ) u prosečnoj senzornoj oceni mirisa uzoraka sve tri grupe svežih odrezaka šarana ( $7,00 \pm 0,00$ ,  $7,00 \pm 0,00$  i  $7,00 \pm 0,00$ ).

Četvrtog dana ispitivanja prosečna senzorna ocena mirisa svežih odrezaka šarana iz III grupe ( $6,00 \pm 0,63$ ) bila je statistički značajno manja ( $p < 0,05$ ) od prosečne senzorne ocene mirisa uzoraka iz I ( $6,66 \pm 0,25$ ) i II ( $6,83 \pm 0,25$ ) grupe ( $p < 0,01$ ). Između prosečnih

senzornih ocena mirisa uzoraka iz I i II grupe nije ustanovljena statistički značajna razlika ( $p > 0,05$ ).

*5.23. Promena prosečnih senzornih ocena mirisa uzoraka odrezaka šarana pakovanih nakon prolećnog izlova*

| Grupa      | Dani ispitivanja |                          |                        |                        |                        |                  |
|------------|------------------|--------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------|
|            | 0.               | 4.                       | 7.                     | 9.                     | 12.                    | 15.              |
|            | $\bar{X} \pm Sd$ | $\bar{X} \pm Sd$         | $\bar{X} \pm Sd$       | $\bar{X} \pm Sd$       | $\bar{X} \pm Sd$       | $\bar{X} \pm Sd$ |
| <b>I</b>   | 7,00±0,00        | 6,66±0,25 <sup>a</sup>   | 6,16±0,25 <sup>x</sup> | 5,25±0,27 <sup>x</sup> | 3,60±0,31 <sup>x</sup> | 1,00±0,00        |
| <b>II</b>  | 7,00±0,00        | 6,83±0,25 <sup>x</sup>   | 5,91±0,20 <sup>x</sup> | 3,75±0,27 <sup>y</sup> | 1,16±0,25 <sup>y</sup> | *                |
| <b>III</b> | 7,00±0,00        | 6,00±0,63 <sup>b,y</sup> | 4,33±0,40 <sup>y</sup> | 1,41±0,50 <sup>z</sup> | *                      | *                |

Nakon sedam dana skladištenja prosečna senzorna ocena mirisa i dalje je bila najmanja za uzorke iz III grupe (4,33±0,40) i statistički se značajno razlikovala ( $p < 0,01$ ) od prosečnih senzornih ocena mirisa uzoraka iz I (6,16±0,25) i II (5,91±0,20) grupe. Između prosečnih senzornih ocena mirisa uzoraka iz I i II grupe nije ustanovljena statistički značajna razlika ( $p > 0,05$ ).

Devetog dana ispitivanja prosečna senzorna ocena mirisa uzoraka iz III grupe (1,41±0,50) bila je statistički značajno manja ( $p < 0,01$ ) od prosečnih senzornih ocena mirisa uzoraka iz I (5,25±0,27) i II (3,75±0,27) grupe. Između prosečnih senzornih ocena mirisa uzoraka iz I i II grupe takođe je ustanovljena statistički značajna razlika ( $p < 0,01$ ).

Nakon dvanaest dana skladištenja prosečna senzorna ocena mirisa uzoraka iz I grupe (3,60±0,31) bila je statistički značajno veća ( $p < 0,01$ ) od prosečne senzorne ocena mirisa uzoraka iz II grupe (1,16±0,25).

### 5.3.2. Promena prosečnih senzornih ocena ukupne prihvatljivosti uzoraka odrezaka šarana pakovanih nakon prolećnog izlova

Rezultati ispitivanja promene prosečnih senzornih ocena ukupne prihvatljivosti i statističke značajnosti razlika za sve tri grupe uzoraka odrezaka šarana pakovanih nakon prolećnog izlova prikazani su u tabeli 5.24.

5.24. Promena prosečnih senzornih ocena ukupne prihvatljivosti uzoraka odrezaka šarana pakovanih nakon prolećnog izlova

| Grupa      | Dani ispitivanja |                        |                        |                        |                        |                  |
|------------|------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------|
|            | 0.               | 4.                     | 7.                     | 9.                     | 12.                    | 15.              |
|            | $\bar{X} \pm Sd$ | $\bar{X} \pm Sd$       | $\bar{X} \pm Sd$       | $\bar{X} \pm Sd$       | $\bar{X} \pm Sd$       | $\bar{X} \pm Sd$ |
| <b>I</b>   | 7,00±0,00        | 6,58±0,37 <sup>x</sup> | 6,00±0,31 <sup>x</sup> | 5,08±0,37 <sup>x</sup> | 3,83±0,25 <sup>x</sup> | 1,00±0,00        |
| <b>II</b>  | 7,00±0,00        | 6,83±0,25 <sup>x</sup> | 5,83±0,25 <sup>x</sup> | 3,91±0,37 <sup>y</sup> | 1,16±0,40 <sup>y</sup> | *                |
| <b>III</b> | 7,00±0,00        | 5,75±0,52 <sup>y</sup> | 3,75±0,27 <sup>y</sup> | 1,16±0,25 <sup>z</sup> | *                      | *                |

Nultog dana ispitivanja nije ustanovljeno postojanje razlike ( $p > 0,05$ ) u prosečnim senzornim ocenama ukupne prihvatljivosti uzoraka sve tri grupe svežih odrezaka šarana (7,00±0,00, 7,00±0,00 i 7,00±0,00).

Četvrtog dana ispitivanja prosečna senzorna ocena ukupne prihvatljivosti uzoraka iz III grupe bila je 5,75±0,52 i statistički značajno je bila manja ( $p < 0,01$ ) od prosečnih senzornih ocena ukupne prihvatljivosti uzoraka iz I (6,58±0,37) i II (6,83±0,25) grupe. Između prosečnih senzornih ocena ukupne prihvatljivosti uzoraka iz I i II grupe nije ustanovljena statistički značajna razlika ( $p > 0,05$ ).

Nakon sedam dana skladištenja prosečna senzorna ocena ukupne prihvatljivosti bila je najmanja za uzorke iz III grupe (3,75±0,27) i statistički se značajno razlikovala ( $p < 0,01$ ) od prosečnih senzornih ocena ukupne prihvatljivosti uzoraka iz I i II grupe (6,00±0,31 i 5,83±0,25 respektivno). Prosečne senzorne ocene ukupne prihvatljivosti uzoraka iz I i II grupe nisu se statistički značajno razlikovale ( $p > 0,05$ ).

Devetog dana ispitivanja prosečna senzorna ocena ukupne prihvatljivosti uzoraka iz III grupe bila je 1,16±0,25 i statistički značajno je bila manja ( $p < 0,01$ ) od prosečnih

senzornih ocena ukupne prihvatljivosti uzoraka iz I ( $5,08 \pm 0,37$ ) i II ( $3,91 \pm 0,37$ ) grupe. Prosečne senzorne ocene ukupne prihvatljivosti uzoraka iz I i II grupe su se takođe statistički značajno razlikovale ( $p < 0,01$ ).

Dvanaestog dana ispitivanja prosečna senzorna ocena ukupne prihvatljivosti uzoraka iz I grupe bila je  $3,83 \pm 0,25$  i statistički je značajno bila veća ( $p < 0,01$ ) od prosečne senzorne ocene ukupne prihvatljivosti uzoraka iz II grupe ( $1,16 \pm 0,40$ ).

### 5.3.3. Promena prosečnih senzornih ocena mirisa posle toplotne obrade uzoraka odrezaka šarana pakovanih nakon prolećnog izlova

Rezultati ispitivanja promene prosečnih senzornih ocena mirisa posle toplotne obrade i statističke značajnosti razlika za sve tri grupe uzoraka odrezaka šarana pakovanih nakon prolećnog izlova prikazani su u tabeli 5.25.

Nultog dana ispitivanja nije ustanovljeno postojanje razlike ( $p > 0,05$ ) u prosečnim senzornim ocenama mirisa uzoraka sve tri grupe odrezaka šarana nakon toplotne obrade ( $7,00 \pm 0,00$ ,  $7,00 \pm 0,00$  i  $7,00 \pm 0,00$ ).

Četvrtog dana ispitivanja za sve tri grupe uzoraka odrezaka šarana nije ustanovljena statistički značajna razlika ( $p > 0,05$ ) između prosečnih senzornih ocena mirisa nakon toplotne obrade (I -  $6,66 \pm 0,40$ , II -  $6,66 \pm 0,51$  i III -  $6,50 \pm 0,44$ ).

5.25. Promena prosečnih senzornih ocena mirisa posle toplotne obrade uzoraka odrezaka šarana pakovanih nakon prolećnog izlova

| Grupa | Dani ispitivanja |                 |                   |                 |                 |
|-------|------------------|-----------------|-------------------|-----------------|-----------------|
|       | 0.               | 4.              | 7.                | 9.              | 12.             |
| I     | $7,00 \pm 0,00$  | $6,66 \pm 0,40$ | $6,00 \pm 0,31^x$ | $4,50 \pm 0,63$ | $3,50 \pm 0,44$ |
| II    | $7,00 \pm 0,00$  | $6,66 \pm 0,51$ | $5,75 \pm 0,61^x$ | $3,91 \pm 0,86$ | *               |
| III   | $7,00 \pm 0,00$  | $6,50 \pm 0,44$ | $4,50 \pm 0,63^y$ | *               | *               |

Nakon sedam dana skladištenja prosečna senzorna ocena mirisa posle toplotne obrade bila je najmanja za uzorke iz III grupe ( $4,50 \pm 0,63$ ) i statistički se značajno razlikovala ( $p < 0,01$ ) od prosečnih senzornih ocena mirisa nakon toplotne obrade uzoraka iz I ( $6,00 \pm 0,31$ ) i II ( $5,75 \pm 0,61$ ) grupe. Između prosečnih senzornih ocena mirisa nakon toplotne obrade uzoraka iz I i II grupe nije ustanovljena statistički značajna razlika ( $p > 0,05$ ).

Devetog dana ispitivanja prosečna senzorna ocena mirisa nakon toplotne obrade uzoraka iz I grupe ( $4,50 \pm 0,63$ ) nije se statistički značajno razlikovala ( $p > 0,05$ ) od prosečne senzorne ocene mirisa nakon toplotne obrade uzoraka iz II grupe ( $3,91 \pm 0,86$ ).

#### 5.3.4. Promena prosečnih senzornih ocena ukupne prihvatljivosti posle toplotne obrade uzoraka odrezaka šarana pakovanih nakon prolećnog izlova

Rezultati ispitivanja promene prosečnih senzornih ocena ukupne prihvatljivosti posle toplotne obrade i statističke značajnosti razlika za sve tri grupe uzoraka odrezaka šarana pakovanih nakon prolećnog izlova prikazani su u tabeli 5.26.

Nultog dana ispitivanja prosečne senzorne ocene ukupne prihvatljivosti nakon toplotne obrade uzoraka iz I, II i III grupe ( $6,83 \pm 0,25$ ,  $7,00 \pm 0,00$  i  $6,91 \pm 0,20$  respektivno) nisu se statistički značajno razlikovale ( $p > 0,05$ ).

5.26. Promena prosečnih senzornih ocena ukupne prihvatljivosti posle toplotne obrade uzoraka odrezaka šarana pakovanih nakon prolećnog izlova

| Grupa | Dani ispitivanja |                 |                   |                 |                 |
|-------|------------------|-----------------|-------------------|-----------------|-----------------|
|       | 0.               | 4.              | 7.                | 9.              | 12.             |
| I     | $6,83 \pm 0,25$  | $6,08 \pm 0,37$ | $5,83 \pm 0,40^x$ | $4,41 \pm 0,49$ | $3,66 \pm 0,51$ |
| II    | $7,00 \pm 0,00$  | $6,25 \pm 0,27$ | $5,16 \pm 0,25^y$ | $4,50 \pm 0,44$ | *               |
| III   | $6,91 \pm 0,20$  | $6,16 \pm 0,40$ | $3,83 \pm 0,40^z$ | *               | *               |

Četvrtog dana ispitivanja nije ustanovljeno postojanje statistički značajne razlike ( $p > 0,05$ ) u prosečnim senzornim ocenama ukupne prihvatljivosti nakon toplotne obrade

kod sve tri grupe uzoraka odrezaka šarana (I -  $6,08 \pm 0,37$ , II -  $6,25 \pm 0,27$  i III -  $6,16 \pm 0,40$ ).

Posle sedam dana skladištenja prosečna senzorna ocena ukupne prihvatljivosti nakon toplotne obrade bila je najmanja za uzorke iz III grupe ( $3,83 \pm 0,40$ ) i statistički se značajno razlikovala ( $p < 0,01$ ) od prosečnih senzornih ocena ukupne prihvatljivosti nakon toplotne obrade uzoraka iz I ( $5,83 \pm 0,40$ ) i II ( $5,16 \pm 0,25$ ) grupe. Prosečne senzorne ocene ukupne prihvatljivosti nakon toplotne obrade uzoraka iz I i II grupe su se takođe statistički značajno razlikovale ( $p < 0,01$ ).

Devetog dana ispitivanja prosečne senzorne ocene ukupne prihvatljivosti nakon toplotne obrade uzoraka iz I ( $4,41 \pm 0,49$ ) i II ( $4,50 \pm 0,44$ ) grupe nisu se statistički značajno razlikovale ( $p > 0,05$ ).

### 5.3.5. Promena prosečnih senzornih ocena mirisa uzoraka odrezaka šarana pakovanih nakon jesenjeg izlova

Rezultati ispitivanja promene prosečnih senzornih ocena mirisa i statističke značajnosti razlika za sve tri grupe uzoraka odrezaka šarana pakovanih nakon jesenjeg izlova prikazani su u tabeli 5.27.

5.27. Promena prosečnih senzornih ocena mirisa uzoraka odrezaka šarana pakovanih nakon jesenjeg izlova

| Grupa | Dani ispitivanja |                   |                   |                   |                   |                  |
|-------|------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|------------------|
|       | 0.               | 4.                | 7.                | 9.                | 12.               | 15.              |
|       | $\bar{X} \pm Sd$ | $\bar{X} \pm Sd$  | $\bar{X} \pm Sd$  | $\bar{X} \pm Sd$  | $\bar{X} \pm Sd$  | $\bar{X} \pm Sd$ |
| I     | $7,00 \pm 0,00$  | $7,00 \pm 0,00^a$ | $6,83 \pm 0,40^x$ | $5,08 \pm 0,20^x$ | $3,66 \pm 0,40^x$ | $1,33 \pm 0,40$  |
| II    | $7,00 \pm 0,00$  | $7,00 \pm 0,00^a$ | $6,66 \pm 0,51^x$ | $4,91 \pm 0,50^x$ | $2,50 \pm 0,63^y$ | *                |
| III   | $7,00 \pm 0,00$  | $6,50 \pm 0,54^b$ | $4,66 \pm 0,60^y$ | $1,00 \pm 0,00^y$ | *                 | *                |



Nultog dana ispitivanja nije ustanovljeno postojanje razlike u prosečnim senzornim ocenama mirisa sve tri grupe uzoraka odrezaka šarana ( $7,00 \pm 0,00$ ,  $7,00 \pm 0,00$  i  $7,00 \pm 0,00$ ) ( $p > 0,05$ ).

Četvrtog dana ispitivanja prosečna senzorna ocena mirisa odrezaka šarana iz III grupe bila je  $6,50 \pm 0,54$  i statistički značajno se razlikovala ( $p < 0,05$ ) od prosečnih senzornih ocena mirisa uzoraka iz I ( $7,00 \pm 0,00$ ) i II ( $7,00 \pm 0,00$ ) grupe.

Nakon sedam dana skladištenja prosečna senzorna ocena mirisa i dalje je bila najmanja za uzorke iz III grupe ( $4,66 \pm 0,60$ ) i statistički značajno se razlikovala ( $p < 0,01$ ) od prosečnih senzornih ocena mirisa uzoraka iz I ( $6,83 \pm 0,40$ ) i II ( $6,66 \pm 0,51$ ) grupe. Između prosečnih senzornih ocena mirisa uzoraka iz I i II grupe nije ustanovljena statistički značajna razlika ( $p > 0,05$ ).

Devetog dana ispitivanja prosečna senzorna ocena mirisa uzoraka iz III grupe ( $1,00 \pm 0,00$ ) je bila statistički značajno manja ( $p < 0,01$ ) od prosečnih senzornih ocena mirisa uzoraka iz I ( $5,08 \pm 0,20$ ) i II ( $4,91 \pm 0,50$ ) grupe. Između prosečnih senzornih ocena mirisa uzoraka iz I i II grupe nije ustanovljena statistički značajna razlika ( $p > 0,05$ ).

Nakon dvanaest dana skladištenja prosečna senzorna ocena mirisa uzoraka iz I grupe ( $3,66 \pm 0,40$ ) bila je statistički značajno veća ( $p < 0,01$ ) od prosečne senzorne ocena mirisa uzoraka iz II grupe ( $2,50 \pm 0,63$ ).

#### **5.3.6. Promena prosečnih senzornih ocena ukupne prihvatljivosti uzoraka odrezaka šarana pakovanih nakon jesenjeg izlova**

Rezultati ispitivanja promene prosečnih senzornih ocena ukupne prihvatljivosti i statističke značajnosti razlika za sve tri grupe uzoraka odrezaka šarana pakovanih nakon jesenjeg izlova prikazani su u tabeli 5.28.

Nultog dana ispitivanja nije ustanovljeno postojanje statistički značajne razlike u prosečnim senzornim ocenama ukupne prihvatljivosti sve tri grupe uzoraka svežih odrezaka šarana ( $7,00 \pm 0,00$ ,  $7,00 \pm 0,00$  i  $7,00 \pm 0,00$ ) ( $p > 0,05$ ).

5.28. Promena prosečnih senzornih ocena ukupne prihvatljivosti uzoraka odrezaka šarana pakovanih nakon jesenjeg izlova

| Grupa | Dani ispitivanja |                  |                  |                  |                  |                  |
|-------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
|       | 0.               | 4.               | 7.               | 9.               | 12.              | 15.              |
|       | $\bar{X} \pm Sd$ | $\bar{X} \pm Sd$ | $\bar{X} \pm Sd$ | $\bar{X} \pm Sd$ | $\bar{X} \pm Sd$ | $\bar{X} \pm Sd$ |
| I     | $7,00 \pm 0,00$  | $7,00 \pm 0,00x$ | $6,50 \pm 0,54x$ | $5,00 \pm 0,31x$ | $4,08 \pm 0,20x$ | $1,25 \pm 0,27$  |
| II    | $7,00 \pm 0,00$  | $7,00 \pm 0,00x$ | $6,16 \pm 0,40x$ | $4,58 \pm 0,50x$ | $2,25 \pm 0,41y$ | *                |
| III   | $7,00 \pm 0,00$  | $6,16 \pm 0,40y$ | $4,50 \pm 0,54y$ | $1,50 \pm 0,44y$ | *                | *                |

Četvrtog dana ispitivanja prosečna senzorna ocena ukupne prihvatljivosti uzoraka iz III grupe bila je  $6,16 \pm 0,40$  i statistički značajno je bila manja ( $p < 0,01$ ) od prosečnih senzornih ocena ukupne prihvatljivosti uzoraka iz I ( $7,00 \pm 0,00$ ) i II ( $7,00 \pm 0,00$ ) grupe.

Nakon sedam dana skladištenja prosečna senzorna ocena ukupne prihvatljivosti bila je najmanja za uzorke iz III grupe ( $4,50 \pm 0,54$ ) i statistički se značajno razlikovala ( $p < 0,01$ ) od prosečnih senzornih ocena ukupne prihvatljivosti uzoraka iz I ( $6,50 \pm 0,54$ ) i II ( $6,16 \pm 0,40$ ) grupe. Prosečne senzorne ocene ukupne prihvatljivosti uzoraka iz I i II grupe nisu se statistički značajno razlikovale ( $p > 0,05$ ).

Devetog dana ispitivanja prosečna senzorna ocena ukupne prihvatljivosti uzoraka iz III grupe bila je  $1,50 \pm 0,44$  i statistički značajno je bila manja ( $p < 0,01$ ) od prosečnih senzornih ocena ukupne prihvatljivosti uzoraka iz I ( $5,00 \pm 0,31$ ) i II ( $4,58 \pm 0,50$ ) grupe. Prosečne senzorne ocene ukupne prihvatljivosti uzoraka iz I i II grupe nisu se statistički značajno razlikovale ( $p > 0,05$ ).

Dvanaestog dana ispitivanja prosečna senzorna ocena ukupne prihvatljivosti uzoraka iz I grupe bila je  $4,08 \pm 0,20$  i statistički značajno je bila veća ( $p < 0,01$ ) od prosečne senzorne ocene ukupne prihvatljivosti uzoraka iz II grupe ( $2,25 \pm 0,41$ ).

### 5.3.7. Promena prosečnih senzornih ocena mirisa posle toplotne obrade uzoraka odrezaka šarana pakovanih nakon jesenjeg izlova

Rezultati ispitivanja promene prosečnih senzornih ocena mirisa nakon toplotne obrade i statističke značajnosti razlika za sve tri grupe uzoraka odrezaka šarana pakovanih nakon jesenjeg izlova prikazani su u tabeli 5.29.

5.29. Promena prosečnih senzornih ocena mirisa posle toplotne obrade uzoraka odrezaka šarana pakovanih nakon jesenjeg izlova

| Grupa | Dani ispitivanja |           |                        |           |           |
|-------|------------------|-----------|------------------------|-----------|-----------|
|       | 0.               | 4.        | 7.                     | 9.        | 12.       |
| I     | 7,00±0,00        | 6,83±0,40 | 6,75±0,41 <sup>x</sup> | 5,00±0,31 | 3,58±0,37 |
| II    | 7,00±0,00        | 7,00±0,00 | 6,66±0,51 <sup>x</sup> | 5,16±0,40 | *         |
| III   | 7,00±0,00        | 6,75±0,41 | 4,50±0,54 <sup>y</sup> | *         | *         |

Nultog dana ispitivanja nije ustanovljeno postojanje razlike u prosečnim senzornim ocenama mirisa nakon toplotne obrade sve tri grupe uzoraka odrezaka šarana (7,00±0,00, 7,00±0,00 i 7,00±0,00) ( $p>0,05$ ).

Četvrtog dana ispitivanja između prosečnih senzornih ocena mirisa nakon toplotne obrade sve tri grupe uzoraka odrezaka šarana nije ustanovljena statistički značajna razlika (I - 6,83±0,40, II - 7,00±0,00 i III - 6,75±0,41) ( $p>0,05$ ).

Nakon sedam dana skladištenja prosečna senzorna ocena mirisa posle toplotne obrade bila je najmanja za uzorke iz III grupe (4,50±0,54) i statistički se značajno razlikovala ( $p<0,01$ ) od prosečnih senzornih ocena mirisa nakon toplotne obrade uzoraka iz I (6,75±0,41) i II (6,66±0,51) grupe. Između prosečnih senzornih ocena mirisa nakon toplotne obrade uzoraka iz I i II grupe nije ustanovljena statistički značajna razlika ( $p>0,05$ ).

Devetog dana ispitivanja prosečna senzorna ocena mirisa nakon toplotne obrade uzoraka iz I grupe (5,00±0,31) nije se statistički značajno razlikovala ( $p>0,05$ ) od prosečne senzorne ocene mirisa nakon toplotne obrade uzoraka iz II grupe (5,16±0,40).

### 5.3.8. Promena prosečnih senzornih ocena ukupne prihvatljivosti posle toplotne obrade uzoraka odrezaka šarana pakovanih nakon jesenjeg izlova

Rezultati ispitivanja promene prosečnih senzornih ocena ukupne prihvatljivosti nakon toplotne obrade i statističke značajnosti razlika za sve tri grupe uzoraka odrezaka šarana pakovanih nakon jesenjeg izlova prikazani su u tabeli 5.30.

Nultog dana ispitivanja prosečna senzorna ocena ukupne prihvatljivosti nakon toplotne obrade uzoraka iz III grupe ( $6,66 \pm 0,40$ ) statistički se značajno razlikovala ( $p < 0,05$ ) od prosečnih senzornih ocena ukupne prihvatljivosti nakon toplotne obrade uzoraka iz I i II grupe ( $7,00 \pm 0,00$  i  $7,00 \pm 0,00$ ).

Četvrtog dana ispitivanja nije ustanovljeno postojanje razlike u prosečnim senzornim ocenama ukupne prihvatljivosti nakon toplotne obrade sve tri grupe uzoraka odrezaka šarana (I -  $6,83 \pm 0,25$ , II -  $6,75 \pm 0,27$  i III -  $6,50 \pm 0,44$ ) ( $p > 0,05$ ).

5.30. Promena prosečnih senzornih ocena ukupne prihvatljivosti posle toplotne obrade uzoraka odrezaka šarana pakovanih nakon jesenjeg izlova

| Grupa | Dani ispitivanja  |                 |                       |                 |                 |
|-------|-------------------|-----------------|-----------------------|-----------------|-----------------|
|       | 0.                | 4.              | 7.                    | 9.              | 12.             |
| I     | $7,00 \pm 0,00^a$ | $6,83 \pm 0,25$ | $6,50 \pm 0,44^{x,a}$ | $4,83 \pm 0,51$ | $4,16 \pm 0,25$ |
| II    | $7,00 \pm 0,00^a$ | $6,75 \pm 0,27$ | $5,83 \pm 0,25^{x,b}$ | $4,33 \pm 0,40$ | *               |
| III   | $6,66 \pm 0,40^b$ | $6,50 \pm 0,44$ | $4,25 \pm 0,61^y$     | *               | *               |

Posle sedam dana skladištenja prosečna senzorna ocena ukupne prihvatljivosti nakon toplotne obrade bila je najmanja za uzorke iz III grupe ( $4,25 \pm 0,61$ ) i statistički se značajno razlikovala ( $p < 0,01$ ) od prosečnih senzornih ocena ukupne prihvatljivosti nakon toplotne obrade uzoraka iz I ( $6,50 \pm 0,44$ ) i II ( $5,83 \pm 0,25$ ) grupe. Prosečne senzorne ocene ukupne prihvatljivosti nakon toplotne obrade uzoraka iz I i II grupe takođe su se statistički značajno razlikovale ( $p < 0,05$ ).

Devetog dana ispitivanja prosečna senzorna ocena ukupne prihvatljivosti nakon toplotne obrade uzoraka iz I ( $4,83 \pm 0,51$ ) i II ( $4,33 \pm 0,40$ ) grupe nije se statistički značajno razlikovala ( $p > 0,05$ ).

## 6. DISKUSIJA

Kvalitet i higijenska ispravnost ribe upakovane u vakuumu i modifikovanoj atmosferi definisani su mikrobiološkim, fizičko-hemijskim i senzornim parametrima. Određivanje stepena korelacije između:

- godišnjeg doba izlovljavanja šarana,
- ispitivanih parametara svežih odrezaka šarana upakovanih u vakuumu i modifikovanoj atmosferi i
- prihvatljivosti ribe za potrošača,

preduslov je za uspostavljanje jedinstvenih kriterijuma higijenske ispravnosti i kvaliteta svežih odrezaka šarana koji se na ovaj način nude tržištu.

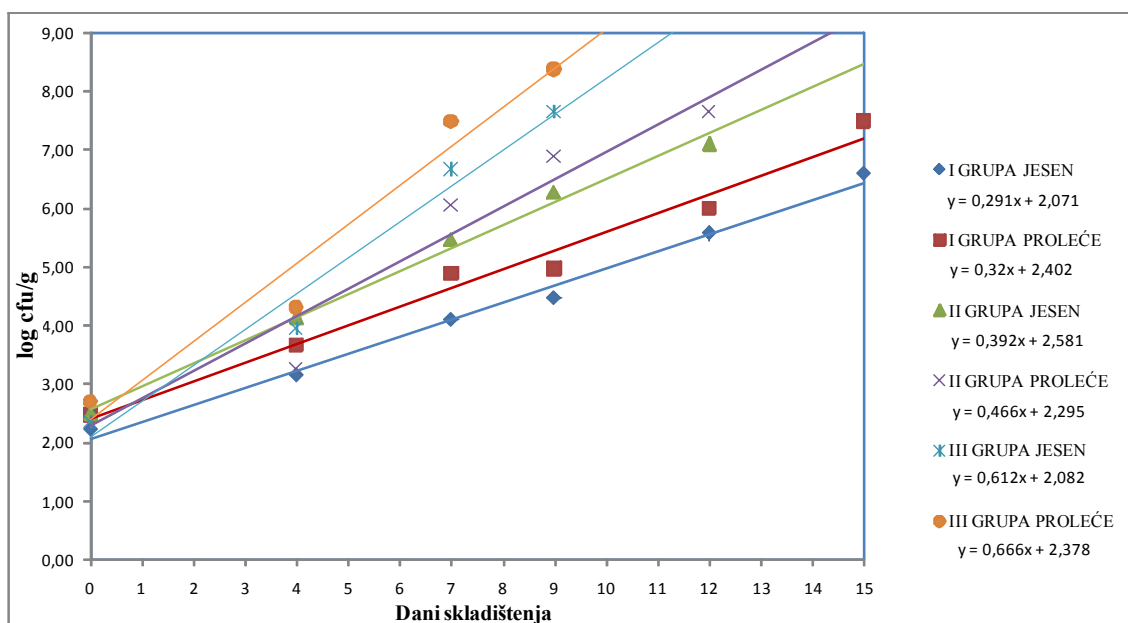
### 6.1. MIKROBIOLOŠKI STATUS UZORAKA ODREZAKA ŠARANA NAKON PROLEĆNOG I JESENJEG IZLOVA

Prema podacima iz literature, najčešće se kao mikrobiološki parametri kvaliteta sveže ribe pakovane u vakuumu i modifikovanoj atmosferi ispituju: ukupan broj bakterija, ukupan broj enterobakterija, ukupan broj laktobacila, ukupan broj sulfitoredukujućih anaerobnih bakterija i ukupan broj psihrotrofnih bakterija.

### 6.1.1. Promena ukupnog broja bakterija u uzorcima odrezaka šarana pakovanih nakon prolećnog i jesenjeg izlova

Promena ukupnog broja bakterija u uzorcima odrezaka šarana u funkciji vremena prikazana je na grafikonu 6.1.

U okviru naših istraživanja došli smo do podataka da je ukupan broj bakterija na početku ispitivanja nakon jesenjeg izlova bio u I grupi (60% CO<sub>2</sub>+40% N<sub>2</sub>)  $\log$  cfu/g  $2,23 \pm 0,22$ , u II grupi (40% CO<sub>2</sub>+60% N<sub>2</sub>)  $\log$  cfu/g  $2,50 \pm 0,26$  i u III grupi, tj. u odrescima šarana pakovanim u vakuumu,  $\log$  cfu/g  $2,35 \pm 0,27$ . Nakon prolećnog izlova iznosio je za I grupu  $\log$  cfu/g  $2,47 \pm 0,32$ , za II grupu  $\log$  cfu/g  $2,61 \pm 0,86$  i za III grupu  $\log$  cfu/g  $2,70 \pm 0,80$ . Na samom početku ispitivanja ustanovljeno je da se ukupan broj bakterija između grupa uzoraka nije statistički značajno razlikovao ( $p > 0,05$ ), kako nakon jesenjeg, tako i nakon prolećnog izlova. Posle petnaest dana skladištenja u uzorcima iz I grupe ustanovljeni ukupan broj bakterija ( $\log$  cfu/g  $6,60 \pm 0,19$ ) nakon jesenjeg izlova bio je statistički značajno manji ( $p < 0,01$ ) od ukupnog broja bakterija ( $\log$  cfu/g  $7,48 \pm 0,20$ ) ustanovljenog nakon prolećnog izlova. U uzorcima iz II grupe nakon dvanaest dana skladištenja ukupan broj bakterija posle jesenjeg izlova ( $\log$  cfu/g  $7,09 \pm 0,12$ ) bio je statistički značajno manji ( $p < 0,01$ ) od ukupnog broja bakterija nakon prolećnog izlova ( $\log$  cfu/g  $7,63 \pm 0,13$ ).



Grafikon 6.1. Zavisnost promene ukupnog broja bakterija od vremena skladištenja

Statistički značajno veći ukupan broj bakterija ( $p < 0,05$ ) ustanovljen je u uzorcima iz III grupe nakon prolećnog izlova ( $\log \text{ cfu/g } 8,36 \pm 0,50$ ) u odnosu na ukupan broj bakterija uzoraka iz III grupe nakon jesenjeg izlova ( $\log \text{ cfu/g } 7,63 \pm 0,57$ ). U svim grupama tokom skladištenja došlo je do statistički značajnog porasta ( $p < 0,01$ ) ukupnog broja bakterija. Na osnovu zavisnosti ukupnog broja bakterija od dana skladištenja, koje su dobijene linearnom regresijom, a prikazane u grafikonu 6.1., može se videti da u uzorcima sve tri grupe odrezaka šarana ukupan broj bakterija raste u toku eksperimenta, što je u saglasnosti sa najvećim brojem rezultata iz literature, kada su u pitanju promene ukupnog broja bakterija u svežoj ribi pakovanoj u vakuumu ili smeši gasova (*Provincial i sar., 2010; Milijašević i sar., 2010; Hudecova i sar., 2010; Stamatis i sar., 2007; Dalgaard i sar., 2006; Chytiri i sar., 2004; Arashisar i sar., 2004; Sivertsvik i sar., 2003; Gimenez i sar., 2002; Fletcher i sar., 2002; Marcel i sar., 1996, Pastoriza i sar., 1996b*). S obzirom da je u III grupi uzoraka koji su pakovani nakon prolećnog izlova vrednost koeficijenta „b“ bila najveća (0,66), možemo zaključiti da je u toj grupi uzoraka rast ukupnog broja bakterija bio najveći, dok je u I grupi uzoraka koji su pakovani nakon jesenjeg izlova vrednost koeficijenta „b“ bila najmanja (0,29), što ukazuje da je u ovoj grupi zabeležen najslabiji rast ukupnog broja bakterija.

*Milijašević i sar. (2010)* su ustanovili da je u ukupnom broju mezofilnih bakterija u odrescima šarana pakovanim u različite smeše gasova (100% CO<sub>2</sub> i 60% N<sub>2</sub>+40% CO<sub>2</sub>), a skladištenim na +3°C, postojala razlika, u smislu da je taj broj bio najmanji u uzorcima koji su pakovani u modifikovanoj atmosferi koju je sačinjavao 100% CO<sub>2</sub>. Razlika u broju mezofilnih bakterija može se objasniti snažnim bakteriostatskim efektom ugljen-dioksida naročito u visokim koncentracijama i pri niskim temperaturama skladištenja.

Rezultati *Provincial i sar. (2010)* ukazuju da je u uzorcima svežih fileta brancina koji su pakovani u smešu gasova sa većim sadržajem ugljen-dioksida (50% CO<sub>2</sub>+50% N<sub>2</sub> i 60% CO<sub>2</sub>+40% N<sub>2</sub>) tokom skladištenja na +4°C, došlo do značajnijeg smanjenja ukupnog broja bakterija i da je razlika u odnosu na ukupan broj bakterija u uzorcima skladištenih na vazduhu bila statistički značajna. Do sličnih rezultata su došli i *Stamatis i sar. (2007)* ispitujući održivost svežih fileta sardine na +3°C, zatim *Arashisar i sar. (2004)* ispitujući filete pastrmke pakovane u smešu gasova sa različitim

koncentracijama ugljen-dioksida, kao i *Marcel i sar. (1996)* ispitujući sveže filete šarana upakovane u modifikovanu atmosferu sa 50% ugljen-dioksida i 50% azota.

Na osnovu preporuke *ICMSF (1986)* ukupan broj bakterija u svežoj ribi ne bi trebalo da prelazi limit od 7 log cfu/g. U našim ispitivanjima ukupan broj bakterija je dostigao vrednosti iznad preporučene granične kod uzoraka iz III grupe devetog dana, kod uzoraka iz II grupe dvanaestog dana i kod uzoraka iz I grupe petnaestog dana ispitivanja, što se poklapa sa senzornom ocenom o neprihvatljivosti tj. kvarom. Na osnovu naših rezultata ispitivanja može se zaključiti da postoji dobra korelacija između senzornih ocena ukupne prihvatljivosti i ukupnog broja bakterija u uzorcima odrezaka šarana pakovanih u vakuumu i modifikovanoj atmosferi. Istraživanja koja su sproveli *Fletcher i sar. (2002)*, ispitujući filete lososa upakovane u modifikovanu atmosferu sa 40% CO<sub>2</sub> i 60% N<sub>2</sub> i čuvane na 0°C, takođe ukazuju da je ukupan broj bakterija dobar indikator kvara ribe. U svojim istraživanjima *Hansen i sar. (2009)* su, ispitujući filete lososa upakovane u modifikovanu atmosferu koja se sastojala od 60% CO<sub>2</sub> i 40% N<sub>2</sub> i vakuumu, ustanovili visok nivo korelacije između ukupnog broja bakterija i mirisa kao glavnog senzornog atributa svežine ribe.

*Ozogul i sar. (2004)* su, ispitujući svežu sardinu koja je bila upakovana u smeši gasova (60% CO<sub>2</sub>+40% N<sub>2</sub>), u vakuumu i vazduhu, konstatovali slabu korelaciju između senzorne prihvatljivosti uzoraka i ukupnog broja bakterija, s obzirom da je ukupan broj bakterija dostigao svoju maksimalnu vrednost, a uzorci su i dalje bili prihvatljivi kada su u pitanju senzorna svojstva. Na iste rezultate ukazuju *Stamatis i sar. (2007)* koji su u svojim istraživanjima svežih fileta sardine upakovanih u modifikovanu atmosferu koja se sastojala od 50% CO<sub>2</sub>+50% N<sub>2</sub> ustanovili da ukupan broj bakterija nije prelazio 7 log cfu/g u momentu pojave prvih znakova kvara ribe.

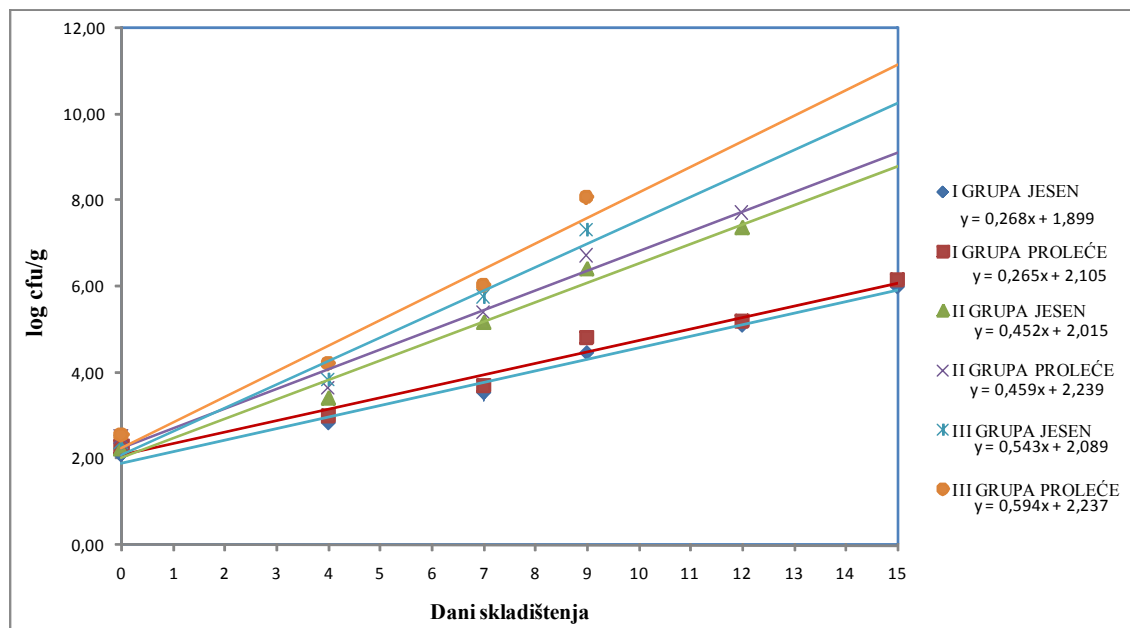
#### **6.1.2. Promena ukupnog broja sulfitoredujućih bakterija u uzorcima odrezaka šarana pakovanih nakon prolećnog i jesenjeg izlova**

Promena ukupnog broja sulfitoredujućih bakterija u uzorcima odrezaka šarana u funkciji vremena prikazana je na grafikonu 6.2.



U okviru naših istraživanja došli smo do podataka da je ukupan broj sulfitoredujućih bakterija u uzorcima odrezaka šarana sve tri ispitane grupe koje su pakovane nakon jesenjeg izlova na početku ispitivanja bio I -  $\log$  cfu/g  $2,08 \pm 0,40$ , II -  $\log$  cfu/g  $2,22 \pm 0,25$  i III -  $\log$  cfu/g  $2,36 \pm 0,34$ , dok je nakon prolećnog izlova iznosio I -  $\log$  cfu/g  $2,27 \pm 0,54$ , II -  $\log$  cfu/g  $2,49 \pm 0,366$  i III -  $\log$  cfu/g  $2,55 \pm 0,31$ . Ustanovljeno je da se ukupan broj sulfitoredujućih bakterija na početku ispitivanja između grupa uzoraka nije statistički značajno razlikovao ( $p > 0,05$ ), kako nakon jesenjeg, tako i nakon prolećnog izlova. Statistički značajna razlika nije ustanovljena između ukupnog broja sulfitoredujućih bakterija u uzorcima iz I i II grupe pakovanih nakon prolećnog i jesenjeg izlova tokom celog perioda skladištenja ( $p > 0,05$ ). Statistički značajno veći ukupan broj sulfitoredujućih bakterija ( $p < 0,01$ ) ustanovljen je devetog dana ispitivanja u uzorcima iz III grupe pakovanih nakon prolećnog izlova ( $\log$  cfu/g  $8,06 \pm 0,28$ ) u odnosu na ukupan broj sulfitoredujućih bakterija u uzorcima iz III grupe pakovanih nakon jesenjeg izlova ( $\log$  cfu/g  $7,30 \pm 0,20$ ). U svim grupama u toku skladištenja došlo je do statistički značajnog porasta ukupnog broja sulfitoredujućih bakterija ( $p < 0,01$ ). Na osnovu zavisnosti koje su dobijene linearnom regresijom i koje su prikazane u grafikonu 6.2. može se videti da u toku eksperimenta u uzorcima sve tri grupe ukupan broj sulfitoredujućih bakterija raste, što je u saglasnosti sa najvećim brojem rezultata iz literature, kada su u pitanju promene ukupnog broja sulfitoredujućih bakterija u svežoj ribi pakovanoj u vakuumu ili smeši gasova (*Hansen i sar., 2009; Wang i sar., 2008; Lalitha i sar., 2005; Debevere i sar., 1996*).

S obzirom da je u III grupi uzoraka pakovanih nakon prolećnog (0,59) i jesenjeg izlova (0,54) vrednost koeficijenta „b“ bila najveća, može se zaključiti da je u toj grupi rast ukupnog broja sulfitoredujućih bakterija bio najveći, dok je u I grupi uzoraka koji su pakovani nakon prolećnog (0,26) i jesenjeg izlova (0,26), vrednost koeficijenta „b“ bila najmanja, tako da je u ovoj grupi zabeležen najslabiji rast ukupnog broja sulfitoredujućih bakterija.



Grafikon 6.2. Zavisnost promene ukupnog broja sulfitoredukujućih bakterija od vremena skladištenja

U toku ispitivanja svežeg bakalara pakovanog u različitim smešama gasova i čuvanog na temperaturi od  $+6^{\circ}\text{C}$  *Debevere i sar. (1996)* su ustanovili da je ukupan broj sulfitoredukujućih bakterija rastao tokom ispitivanja, ali da poslednjeg dana ispitivanja nije dostigao limit od  $7 \log \text{ cfu/g}$ . Ovi autori zaključuju da MAP (60%  $\text{CO}_2$ +40%  $\text{O}_2$ ) ispoljava snažan inhibitorski efekat na rast sulfitoredukujućih bakterija. Kada je ukupan broj bakterija u njihovim istraživanjima dostigao vrednost od  $6 \log \text{ cfu/g}$  u trenutku senzorne neprihvatljivosti uzoraka, broj sulfitoredukujućih bakterija je iznosio  $3 \log \text{ cfu/g}$ . U rezultatima naših istraživanja zapaža se da je evidentno veći broj sulfitoredukujućih bakterija ustanovljen u uzorcima upakovanim u vakuum i modifikovanu atmosferu sa manjim udelom ugljen-dioksida u odnosu na uzorke upakovane u smešu gasova sa 60%  $\text{CO}_2$ +40%  $\text{N}_2$ . U našim istraživanjima u II i III grupi uzoraka odrezaka šarana broj sulfitoredukujućih bakterija prešao je vrednost od  $7 \log \text{ cfu/g}$  u trenutku pojave kvara, dok je u grupi sa većim udelom ugljen-dioksida (I grupa) bio ispod navedene vrednosti.

Istraživanja *Lalitha i sar. (2005)* ukazuju da smeše gasova sa različitim odnosom ugljen-dioksida i kiseonika (40%  $\text{CO}_2$ +60%  $\text{O}_2$ , 60%  $\text{CO}_2$ +40%  $\text{O}_2$  i 70%  $\text{CO}_2$ +30%  $\text{O}_2$ ) suprimiraju rast sulfitoredukujućih bakterija u uzorcima azijskog grgeča. *Wang i sar. (2008)* su ispitujući odreske svežeg bakalara takođe ustanovili da je modifikovana

atmosfera (50% CO<sub>2</sub>+45% N<sub>2</sub>+5% O<sub>2</sub>) efikasna u smanjenju broja sulfitoredujućih bakterija. Razlike u rezultatima koje su navedeni autori dobili u svojim istraživanjima u odnosu na naša ispitivanja mogu da se objasne činjenicom da su sulfitoredujuće bakterije anaerobni i fakultativno anaerobni mikroorganizmi, tako da je prisustvo kiseonika u smešama gasova koje su navedeni autori koristili dovelo do inhibicije njihovog rasta.

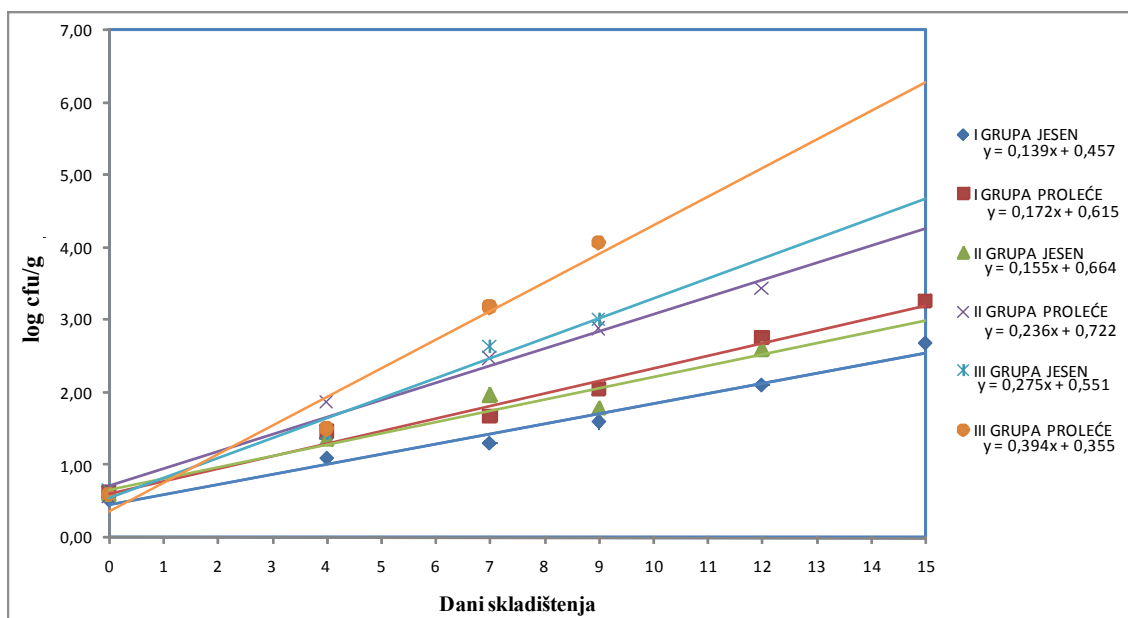
Ispitujući filete lososa upakovane u modifikovanu atmosferu (60% CO<sub>2</sub> i 40% N<sub>2</sub>) i vakuumu, *Hansen i sar. (2009)* su saopštili da je najveći broj sulfitoredujućih bakterija ustanovljen u vakuum pakovanju, što je u saglasnosti sa našim rezultatima. Ovi autori svoje rezultate objašnjavaju sposobnošću sulfitoredujućih bakterija da koriste TMAO kao krajnji akceptor elektrona u anaerobnoj respiraciji (*Gram i sar., 1996*).

### **6.1.3. Promena ukupnog broja enterobakterija u uzorcima odrezaka šarana pakovanih nakon prolećnog i jesenjeg izlova**

Promena ukupnog broja enterobakterija u uzorcima odrezaka šarana u funkciji vremena prikazana je na grafikonu 6.3.

U toku ispitivanja ukupnog broja enterobakterija u uzorcima odrezaka šarana upakovanim u vakuum i modifikovanu atmosferu došli smo do sledećih rezultata: ukupan broj enterobakterija nultog dana ispitivanja nakon jesenjeg izlova u I grupi bio je  $\log$  cfu/g  $0,52 \pm 0,13$ , u II grupi  $\log$  cfu/g  $0,60 \pm 0,12$  i u III grupi  $\log$  cfu/g  $0,63 \pm 0,10$ , dok je nakon prolećnog izlova iznosio za I grupu  $\log$  cfu/g  $0,62 \pm 0,06$ , za II grupu  $\log$  cfu/g  $0,55 \pm 0,05$  i za III grupu  $\log$  cfu/g  $0,58 \pm 0,08$ . Na početku ispitivanja ustanovljeno je da se ukupan broj enterobakterija između grupa nije statistički značajno razlikovao ( $p > 0,05$ ) kako nakon jesenjeg, tako i nakon prolećnog izlova. Devetog dana ispitivanja ukupan broj enterobakterija u uzorcima iz III grupe pakovanih nakon jesenjeg izlova bio je  $\log$  cfu/g  $3,00 \pm 0,13$  i statistički je značajno bio manji ( $p < 0,01$ ) od ukupnog broja enterobakterija u uzorcima iz III grupe pakovanih nakon prolećnog izlova ( $\log$  cfu/g  $4,06 \pm 0,21$ ). Statistički značajna razlika ( $p < 0,01$ ) ustanovljena je i između ukupnog broja

enterobakterija nakon jesenjeg i prolećnog izlova kod uzoraka iz II ( $\log \text{ cfu/g}$   $2,60 \pm 0,05$  i  $\log \text{ cfu/g}$   $3,42 \pm 0,28$  respektivno) i I grupe ( $\log \text{ cfu/g}$   $2,68 \pm 0,12$  i  $\log \text{ cfu/g}$   $3,26 \pm 0,15$  respektivno) u trenutku nastanka senzornih promena, odnosno dvanaestog i petnaestog dana ispitivanja.



Grafikon 6.3. Zavisnost promene ukupnog broja enterobakterija od vremena skladištenja

U svim grupama u toku skladištenja došlo je do statistički značajnog porasta ukupnog broja enterobakterija, što se može videti na osnovu zavisnosti koje su dobijene linearnom regresijom i koje su prikazane na grafikonu 6.3. Naime, pozitivna vrednost koeficijenta „b“ u jednačini regresije za sve tri eksperimentalne grupe ukazuje na tendenciju stalnog porasta ukupnog broja enterobakterija u svim grupama, s tim što je koeficijent „b“ imao najveću vrednost u jednačini regresije za uzorke odrezaka šarana iz III grupe pakovane nakon prolećnog izlova (0,39), a najmanju za uzorke odrezaka šarana iz I grupe pakovane nakon jesenjeg izlova (0,13). Na osnovu dobijenih rezultata može se zaključiti da su najslabiju stopu rasta imale enterobakterije u uzorcima iz I grupe tj. da je u njima najviše izraženo antimikrobno delovanje ugljen-dioksida, koji je inače i procentualno najzastupljeniji u ovoj ispitanoj smeši gasova.

U svojim istraživanjima na filetima pastrmke *Arashisar i sar.* (2004) su konstatovali znatno manji broj enterobakterija u uzorcima upakovanim u modifikovanu atmosferu ( $100\% \text{ CO}_2$ ,  $2,5\% \text{ O}_2 + 7,5\% \text{ N}_2 + 90\% \text{ CO}_2$  i  $30\% \text{ O}_2 + 30\% \text{ N}_2 + 40\% \text{ CO}_2$ ), u odnosu na

uzorke upakovane u vakuumu i vazduhu. Fileti pastrmke pakovani u modifikovanoj atmosferi koja se sastojala od 100% CO<sub>2</sub> u proseku su imali 0,5 i 1,5 *log* cfu/g manji broj enterobakterija u odnosu na filete upakovane u smeše gasova sa 90% CO<sub>2</sub> tj. 40% CO<sub>2</sub>. Zaključak njihovog istraživanja je da pakovanje fileta pastrmke u modifikovanoj atmosferi značajno usporava rast enterobakterija i da je inhibicija rasta ovih mikroorganizama najizraženija u atmosferi koju čini 100% CO<sub>2</sub>. Takođe, *Stamatis i sar. (2007)* su ustanovili da je koncentracija CO<sub>2</sub> veoma važan faktor koji inhibira rast enterobakterija u filetima sardine upakovanim u modifikovanu atmosferu (50% CO<sub>2</sub>+50% N<sub>2</sub>) i skladištenim na +3°C. Neke druge studije su takođe pokazale da CO<sub>2</sub> u koncentracijama od 20% i 40% na temperaturi skladištenja od +2°C inhibira rast enterobakterija u filetima grgeča (*Lopez-Galvez i sar., 1998*), odrescima oslića (*Ordonez i sar., 2000*) i odrescima lososa (*De La Hoz i sar., 2000*).

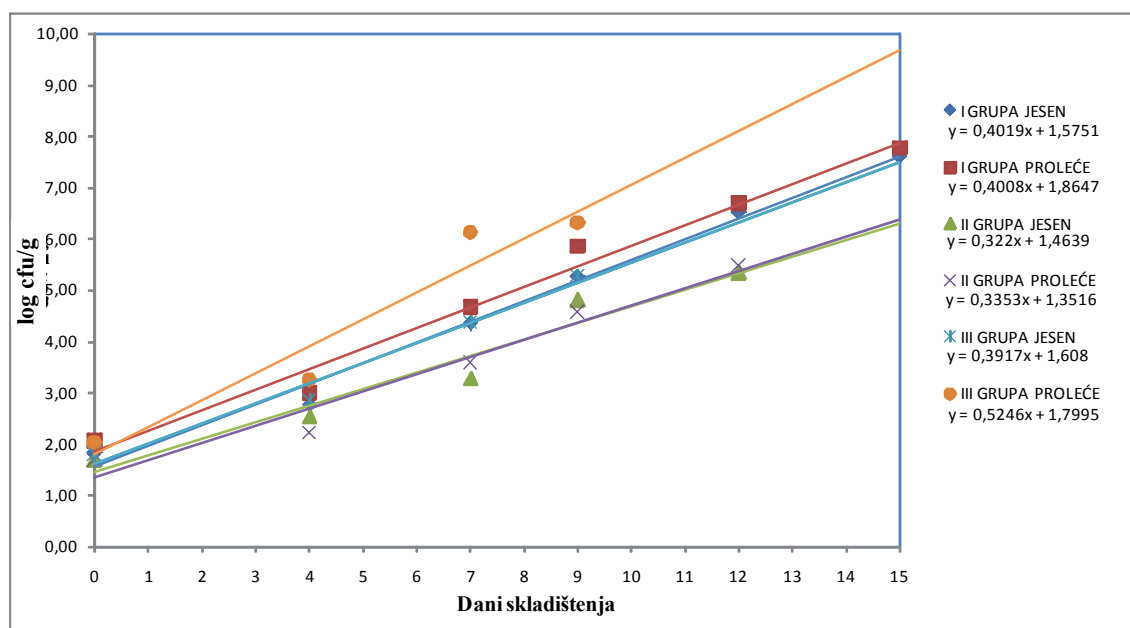
Na antimikrobno delovanje ugljen-dioksida ukazuju i rezultati *Milijaševića i sar. (2010)* koji nakon petnaest dana skladištenja na temperaturi od +3°C konstatuju značajno manji broj enterobakterija u odrescima šarana (*Cyprinus carpio*) upakovanim u smešu koja se sastojala od 100% ugljen-dioksida (1,78±0,08 *log* cfu/g), u odnosu na odreske upakovane u smešu sa 40% ugljen-dioksida i 60% azota, kod kojih je ukupan broj enterobakterija iznosio 4,29±0,42 *log* cfu/g. Ovi rezultati ispitivanja su u saglasnosti sa našim kao i rezultatima ostalih navedenih autora koji su došli do zaključka da CO<sub>2</sub> u pakovanju ima protektivno delovanje na proizvod i da dovodi do smanjenja kako ukupnog broja enterobakterija, tako i ukupnog broja bakterija.

#### **6.1.4. Promena ukupnog broja laktobacila u uzorcima odrezaka šarana pakovanih nakon prolećnog i jesenjeg izlova**

Promena ukupnog broja laktobacila u uzorcima odrezaka šarana u funkciji vremena prikazana je na grafikonu 6.4.

U našim rezultatima ustanovljeno je da nultog dana ispitivanja nije postojala statistički značajna razlika ( $p > 0,05$ ) između ukupnog broja laktobacila nakon jesenjeg i prolećnog izlova u odrescima šarana iz I (*log* cfu/g 1,84±0,18 i *log* cfu/g 2,06±0,27 respektivno),

II ( $\log \text{ cfu/g } 1,69 \pm 0,30$  i  $\log \text{ cfu/g } 1,67 \pm 0,35$  respektivno) i III grupe ( $\log \text{ cfu/g } 1,80 \pm 0,32$  i  $\log \text{ cfu/g } 2,01 \pm 0,38$  respektivno). Posle petnaest dana skladištenja u uzorcima iz I grupe ustanovljeni ukupan broj laktobacila nakon jesenjeg izlova ( $\log \text{ cfu/g } 7,59 \pm 0,53$ ) nije se statistički značajno razlikovao ( $p > 0,05$ ) od ukupnog broja laktobacila nakon prolećnog izlova ( $\log \text{ cfu/g } 7,77 \pm 0,24$ ). U uzorcima iz II grupe nakon dvanaest dana skladištenja, ukupan broj laktobacila posle jesenjeg izlova ( $\log \text{ cfu/g } 5,33 \pm 0,27$ ) nije bio statistički značajno različit ( $p > 0,05$ ) od ukupnog broja laktobacila nakon prolećnog izlova ( $\log \text{ cfu/g } 5,46 \pm 0,33$ ). Statistički značajno manji ukupan broj laktobacila ( $p < 0,01$ ) ustanovljen je u uzorcima iz III grupe koji su pakovani nakon jesenjeg izlova ( $\log \text{ cfu/g } 5,27 \pm 0,51$ ) u odnosu na ukupan broj laktobacila u uzorcima iz III grupe pakovanih nakon prolećnog izlova ( $\log \text{ cfu/g } 6,30 \pm 0,41$ ). U svim grupama u toku skladištenja došlo je do statistički značajnog porasta ukupnog broja laktobacila.



Grafikon 6.4. Zavisnost promene ukupnog broja laktobacila od vremena skladištenja

Na osnovu zavisnosti ukupnog broja laktobacila od dana skladištenja koje su dobijene linearnom regresijom, a prikazane na grafikonu 6.4., može se videti da u toku eksperimenta u uzorcima sve tri grupe odrezaka šarana ukupan broj laktobacila raste. Najveće vrednosti koeficijenta „b“ u jednačini regresije ustanovljene su za III grupu odrezaka šarana pakovanih nakon prolećnog izlova (0,52), kao i za uzorke I grupe koji su pakovani nakon jesenjeg i prolećnog izlova (0,4 i 0,4). Na osnovu ovih rezultata

može se zaključiti da su laktobacili imali najveći rast u uzorcima odrezaka šarana upakovanih u vakuumu i u smeši gasova sa većim udelom ugljen-dioksida.

Naši rezultati su u saglasnosti sa rezultatima drugih istraživanja koja su sprovedena, a koja su se odnosila na ispitivanje ukupnog broja laktobacila u mesu različitih vrsta riba pakovanih u vakuumu i modifikovanoj atmosferi (*Wang i sar., 2008; Stamatis i sar., 2007; Hong i sar., 1996*).

*Hong i sar. (1996)* su, ispitujući filete atlantske skuše upakovane u modifikovanu atmosferu koja se sastojala od 100% CO<sub>2</sub>, ustanovili da se broj laktobacila konstantno uvećavao tokom tri nedelje skladištenja na temperaturi od -2°C i da su na kraju eksperimenta laktobacili postali dominantna mikroflora. Slične rezultate su dobili i *Molin i sar. (1983)* koji su ispitivali filete haringe upakovane u smešu gasova sa velikim udelom CO<sub>2</sub> i čuvane na temperaturi od +2°C tokom dvadeset osam dana. *Lannelongue i sar. (1982)* su takođe konstatovali da visoke koncentracije CO<sub>2</sub> (70 - 100%) dovode do razvoja dominantne heterofermentativne mikroflore *Lactobacillus spp.* u upakovanoj ribi. Istraživanja *Stenstroma (1985)* ukazuju da laktobacili čine 62 - 85% mikroflore koja učestvuje u nastanku kvara fileta bakalara, koji su upakovani u smeše sa visokim koncentracijama CO<sub>2</sub> (90 - 100%). Ovo se može objasniti činjenicom da su Gram-negativni aerobni psihrotrofni štapići, koji čine najveći deo normalne mikroflore ribe, u anaerobnim uslovima u velikoj meri inhibirani, a stimulisan je rast fakultativno anaerobnih bakterija, kao što su *Lactobacillus spp.* (*Huss, 1988*).

U filetima sardine upakovanim u modifikovanoj atmosferi (50%CO<sub>2</sub>+50%N<sub>2</sub>) *Stamatis i sar. (2007)* su ustanovili visok stepen rasta laktobacila, što objašnjavaju tolerancijom ovih mikroorganizama na ugljen-dioksid. Ovi autori smatraju da je razlog dominacije laktobacila u odnosu na druge bakterije i taj što laktobacili inhibiraju rast drugih mikroorganizama stvaranjem mlečne kiseline i bakteriocina. Međutim, u njihovim istraživanjima broj laktobacila nije prešao vrednost od 7 log cfu/g petnaestog dana eksperimenta pri skladištenja na temperaturi od + 3°C, kako u uzorcima upakovanim u MAP i vakuum, tako i u uzorcima čuvanim na vazduhu.

Za razliku od navedenih istraživanja, rezultati *Lalitha i sar. (2005)* ukazuju da u toku skladištenja na temperaturi od 0°C u uzorcima azijskog grgeča koji je upakovan u

modifikovanu atmosferu sa različitim udelom ugljen-dioksida (40-70%) ne dolazi do povećanja broja laktobacila i da njihov nizak broj ukazuje da ovi mikroorganizmi nemaju značaja u nastanku kvara ove vrste ribe. Nizak broj laktobacila ustanovili su i *Debevere i sar. (1996)* u bakalaru upakovanom u MAP.

Ispitujući filete lososa upakovane u modifikovanu atmosferu (60% CO<sub>2</sub>+40% N<sub>2</sub>) i vakuum, *Hansen i sar. (2009)* su konstatovali da su razlike između ova dva vida pakovanja u rastu laktobacila znatno manje nego kod ukupnog broja aerobnih bakterija, pod istim uslovima. Svoje rezultate ovi autori objašnjavaju inhibitornim efektom modifikovane atmosfere na rast laktobacila, koji se ogleda u produženju lag faze (faze adaptacije) ovih mikroorganizama. Istraživanja *Masniyoma i sar. (2002)* takođe ukazuju na manji broj laktobacila u uzorcima brancina koji su upakovani u modifikovanu atmosferu koju je sačinjavao 100% CO<sub>2</sub> u odnosu na uzorke koji su upakovani u modifikovanu atmosferu sa udelom CO<sub>2</sub> od 60 do 80%. Ovi autori zaključuju da CO<sub>2</sub> u koncentraciji od 100% inhibitorno utiče na rast ne samo aerobnih bakterija uzročnika kvara mesa već i ukupnog broja laktobacila.

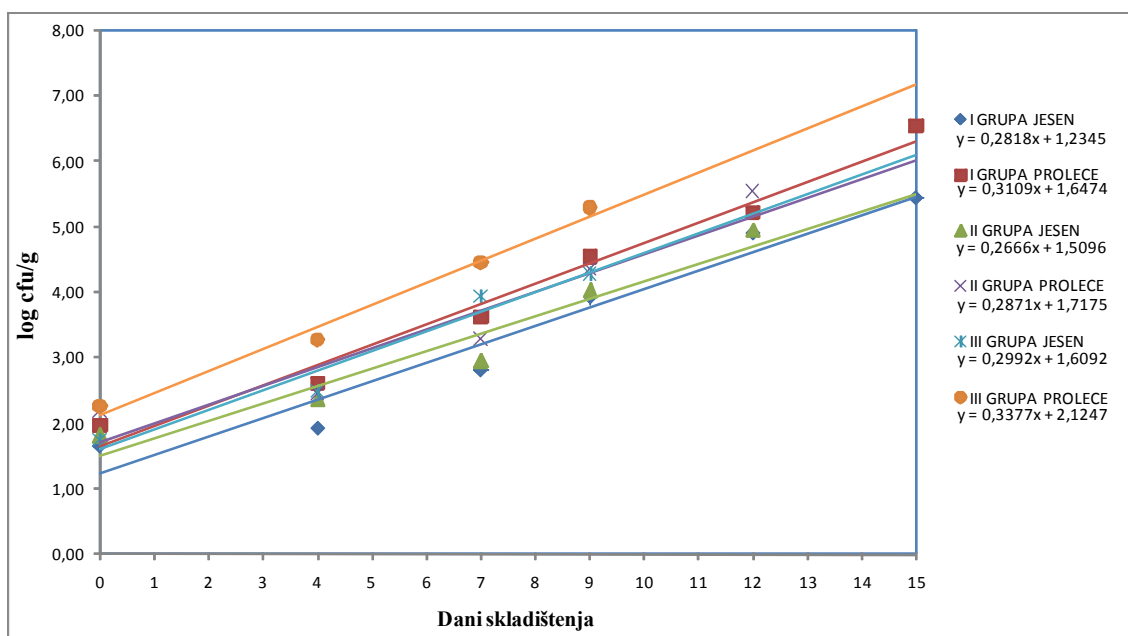
#### **6.1.5. Promena ukupnog broja psihrotrofnih bakterija u uzorcima odrezaka šarana pakovanih nakon prolećnog i jesenjeg izlova**

Promena ukupnog broja psihrotrofnih bakterija u uzorcima odrezaka šarana u funkciji vremena prikazana je na grafikonu 6.5.

Nultog dana ispitivanja, između ukupnog broja psihrotrofnih bakterija posle jesenjeg i prolećnog izlova u uzorcima iz I (*log cfu/g* 1,65±0,07 i *log cfu/g* 1,95±0,20 respektivno) i II grupe (*log cfu/g* 1,81±0,06 i *log cfu/g* 2,18±0,28 respektivno) ustanovljena je statistički značajna razlika ( $p < 0,05$ ), dok se ukupan broj psihrotrofnih bakterija u uzorcima iz III grupe pakovanih nakon jesenjeg i prolećnog izlova (*log cfu/g* 1,74±0,08 i *log cfu/g* 2,24±0,25 respektivno) statistički značajno razlikovao na nivou  $p < 0,01$ . Postojanje statistički značajne razlike ( $p < 0,01$ ) ustanovljeno je i između ukupnog broja psihrotrofnih bakterija nakon jesenjeg i prolećnog izlova kod uzoraka iz I grupe (*log cfu/g* 5,44±0,42 i *log cfu/g* 6,54±0,22 respektivno) petnaestog dana ispitivanja, kod



uzoraka iz II grupe ( $\log \text{ cfu/g } 4,95 \pm 0,05$  i  $\log \text{ cfu/g } 5,53 \pm 0,20$  respektivno) dvanaestog dana ispitivanja i kod uzoraka iz III grupe ( $\log \text{ cfu/g } 4,27 \pm 0,43$  i  $\log \text{ cfu/g } 5,28 \pm 0,32$  respektivno) devetog dana ispitivanja.



Grafikon 6.5. Zavisnost promene ukupnog broja psihrotrofnih bakterija od vremena skladištenja

Na osnovu zavisnosti koje su dobijene linearnom regresijom i koje su prikazane u grafikonu 6.5. može se videti da ukupan broj psihrotrofnih bakterija u uzorcima sve tri grupe odrezaka šarana raste u toku eksperimenta. Naši rezultati pokazuju da je rast psihrotrofnih bakterija bio najizraženiji u ribi upakovanoj u vakuum nakon prolećnog izlova, a najmanji u mesu ribe koja je pakovana u smešu gasova sa 40% CO<sub>2</sub> i 60% N<sub>2</sub> nakon jesenjeg izlova.

**Hudecova i sar. (2010)** su ustanovili da je ukupan broj psihrotrofnih bakterija u komadima šarana (*Cyprinus carpio*) upakovanim u različite smeše gasova (30% CO<sub>2</sub>+70% N<sub>2</sub> i 80% O<sub>2</sub>+20% CO<sub>2</sub>) nultog dana ispitivanja iznosio  $3,60 \pm 0,30 \log \text{ cfu/g}$ , da bi nakon deset dana skladištenja na temperaturi od +4°C u grupi sa većim udelom ugljen-dioksida iznosio  $6,70 \pm 0,30 \log \text{ cfu/g}$ , a u grupi sa manjim udelom ugljen-dioksida iznosio je  $7,15 \pm 0,80 \log \text{ cfu/g}$ . Rezultati ovih autora ukazuju na bakteriostatski efekat ugljen-dioksida, a posledično smanjenje rasta psihrotrofnih bakterija zavisilo je od primenjene koncentracije ovog gasa. Rast psihrotrofnih bakterija u ovom istraživanju

je bio za oko 10% slabijeg intenziteta u odnosu na rast mezofilnih bakterija što je u saglasnosti sa našim rezultatima ispitivanja. Slabiji rast psihrotrofnih bakterija u ispitanim grupama u odnosu na rast mezofilnih bakterija može se objasniti većim stepenom osetljivosti psihrotrofnih mikroorganizama na delovanje ugljen-dioksida.

Za razliku od naših rezultata *Provincial i sar. (2010)* su u filetima brancina upakovanim u modifikovanu atmosferu sa različitim udelom ugljen-dioksida i azota (40% CO<sub>2</sub>+60% N<sub>2</sub>, 50% CO<sub>2</sub>+50% N<sub>2</sub> i 60% CO<sub>2</sub>+40% N<sub>2</sub>) i skladištenim na temperaturi od +4°C ustanovili veći stepen rasta psihrotrofnih bakterija u odnosu na rast mezofilnih bakterija, što objašnjavaju temperaturom skladištenja, koja je bliska idealnim uslovima za rast psihrotrofnih mikroorganizama. Iste rezultate su saopštili *Sivertsvik i sar. (2003)* ispitujući filete lososa upakovane u modifikovanu atmosferu sa 60% CO<sub>2</sub> i 40% N<sub>2</sub>. Ovi autori su ustanovili da je rast psihrotrofnih bakterija bio za 20% veći u odnosu na rast mezofilnih bakterija.

*Gimenez i sar. (2002)* su konstatovali da je granična vrednost za prihvatljivost sveže ribe od 7 log cfu/g kada su u pitanju psihrotrofne bakterije (*ICMSF, 1986*) dostignuta četrnaestog, odnosno sedamnaestog dana skladištenja na temperaturi od +1°C, kada su u pitanju fileti pastrmke upakovani u smešu gasova, odnosno šestog i desetog dana, kada su fileti čuvani na vazduhu, odnosno u vakuum pakovanju. Ovi autori zaključuju da slabiji rast psihrotrofnih bakterija u ribi pakovanoj u modifikovanoj atmosferi, u odnosu na onu pakovanu u vakuumu i vazduhu, potiče od inhibitornog delovanja ugljen-dioksida na psihrotrofne Gram-negativne, aerobne bakterije, koje su i najčešći uzročnici kvara mesa ribe na temperaturi frižidera. Zajedničko za naše i rezultate pomenutih autora je to što je rast psihrotrofnih bakterija bio najizraženiji u ribi upakovanoj u vakuumu, a najslabiji u mesu ribe koja je pakovana u smešu gasova sa ugljen-dioksidom, što govori u prilog činjenici da ugljen-dioksid deluje inhibitorno na psihrotrofne bakterije koje dovode do kvara mesa.

## 6.2. HEMIJSKA I FIZIČKO-HEMIJSKA ISPITIVANJA

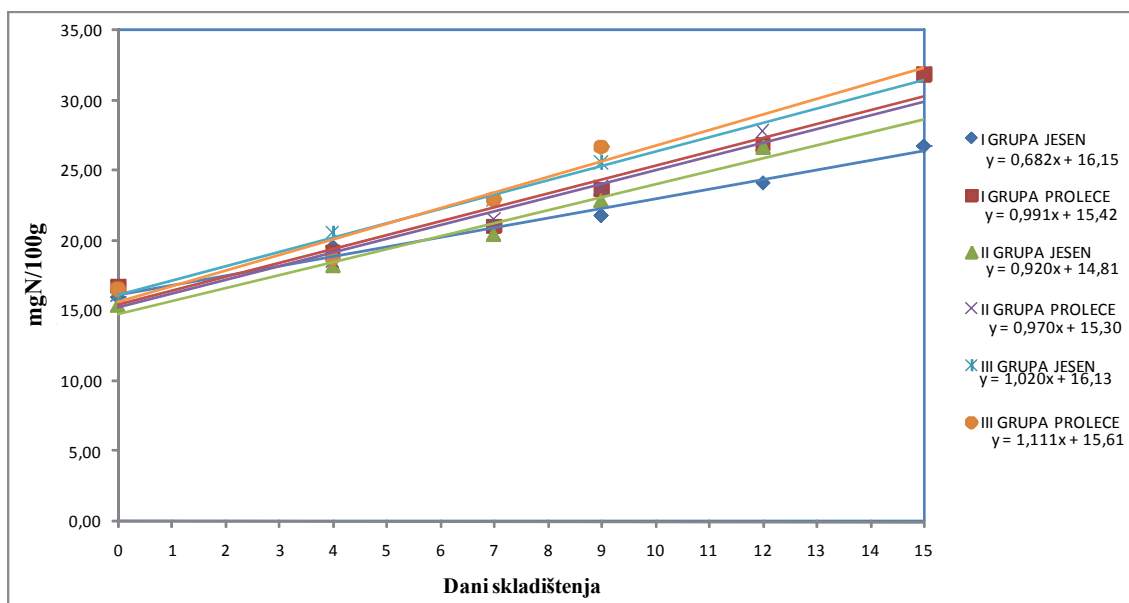
Zbog variranja rezultata među različitim ispitivanjima, gde se ponekad i ne može uspostaviti korelacija između broja određenih grupa mikroorganizama i nastanka kvara samog proizvoda, rešenje u uspostavljanju indikatora kvaliteta traži se u hemijskim i fizičko-hemijskim pokazateljima održivosti. *Dainty (1996)* smatra da praćenje hemijskih parametara kvaliteta ribe ima veći broj prednosti i to, pre svega, u odnosu na mikrobiloške parametre, jer se rezultati za hemijske parametre kvaliteta ribe mogu dobiti u kraćem vremenskom periodu. U odnosu na praćenje senzornih svojstava kvaliteta, prednost hemijskih pokazatelja je u tome što se hemijskim metodama isključuje subjektivnost analitičara u proceni.

### 6.2.1. Promena vrednosti ukupno isparljivog azota u uzorcima odrezaka šarana pakovanih nakon prolećnog i jesenjeg izlova

Promena prosečnih vrednosti ukupno isparljivog azota u uzorcima odrezaka šarana u funkciji vremena prikazana je na grafikonu 6.6.

U našim istraživanjima ustanovljeno je da nultog dana ispitivanja nije postojala statistički značajna razlika ( $p > 0,05$ ) između prosečnih vrednosti ukupno isparljivog azota u uzorcima iz sve tri grupe odrezaka šarana koje su pakovane nakon jesenjeg (I -  $15,95 \pm 0,84 \text{mg}/100\text{g}$ , II -  $15,40 \pm 0,73 \text{mg}/100\text{g}$  i III -  $16,05 \pm 0,27 \text{mg}/100\text{g}$ ) i prolećnog izlova (I -  $16,75 \pm 0,70 \text{mg}/100\text{g}$ , II -  $16,08 \pm 0,34 \text{mg}/100\text{g}$  i III -  $16,48 \pm 0,30 \text{mg}/100\text{g}$ ). Posle petnaest dana skladištenja, u uzorcima iz I grupe ustanovljena prosečna vrednost ukupno isparljivog azota nakon jesenjeg izlova ( $26,74 \pm 1,47 \text{mg}/100\text{g}$ ) bila je statistički značajno manja ( $p < 0,01$ ) od prosečne vrednosti ukupno isparljivog azota u uzorcima iz I grupe pakovanih nakon prolećnog izlova ( $31,83 \pm 1,60 \text{mg}/100\text{g}$ ). U uzorcima iz II grupe, nakon dvanaest dana skladištenja, prosečna vrednost ukupno isparljivog azota ( $26,60 \pm 0,57 \text{mg}/100\text{g}$ ) nakon jesenjeg izlova bila je statistički značajno manja ( $p < 0,01$ ) od prosečne vrednosti ukupno isparljivog azota u uzorcima iz II grupe pakovanih nakon prolećnog izlova ( $27,73 \pm 0,68 \text{mg}/100\text{g}$ ). Statistički značajno manja ( $p < 0,05$ ) prosečna

vrednost ukupno isparljivog azota ustanovljena je u uzorcima iz III grupe koji su pakovani nakon jesenjeg izlova ( $25,52 \pm 0,72 \text{ mg}/100 \text{ g}$ ) u odnosu na prosečnu vrednost ukupno isparljivog azota u uzorcima iz III grupe pakovanih nakon prolećnog izlova ( $26,62 \pm 0,64 \text{ mg}/100 \text{ g}$ ).



Grafikon 6.6. Zavisnost promene prosečnih vrednosti ukupno isparljivog azota od vremena skladištenja

Na osnovu zavisnosti koje su dobijene linearnom regresijom i koje su prikazane u grafikonu 6.6. može se videti da u toku eksperimenta u uzorcima sve tri grupe odrezaka šarana prosečna vrednost ukupno isparljivog azota raste. Najveća vrednost koeficijenta „b“ u jednačini regresije ustanovljena je u III grupi uzoraka odrezaka šarana koji su pakovani nakon prolećnog izlova (1,11), pa se može zaključiti da je u toj grupi rast vrednosti ukupno isparljivog azota bio najveći, dok je u I grupi uzoraka koji su pakovani nakon jesenjeg izlova vrednost koeficijenta „b“ bila najmanja (0,68), tako da je u ovoj grupi zabeležen najslabiji rast prosečne vrednosti ukupno isparljivog azota. Ustanovljena razlika za vrednosti ukupno isparljivog azota TVB-N u ispitanim grupama uzoraka može se objasniti većim procentualnim udelom  $\text{CO}_2$  u smeši gasova kod I grupe uzoraka. Naime, osnovna uloga ugljen-dioksida, kao gasa koji se koristi u tehnologiji pakovanja namirnica u MAP, jeste inhibicija rasta mikroorganizama, posebno bakterija izazivača kvara namirnica koje, svojom metaboličkom aktivnošću, dovode do nastanka azotnih isparljivih jedinjenja.

Ispitivanja koja su sproveli *Masniyom i sar. (2002)* takođe ukazuju na bakteriostatski efekat ugljen-dioksida i, posledično, smanjenje vrednosti TVB-N. Ovi autori su ustanovili sporiji rast vrednosti TVB-N u odrescima brancina koji su bili upakovani u modifikovanu atmosferu koja se sastojala od 80% CO<sub>2</sub>+20% N<sub>2</sub> i 100% CO<sub>2</sub> u odnosu na kontrolnu grupu, kod koje se u pakovanju umesto modifikovane atmosfere nalazio vazduh. U kontrolnoj grupi vrednost za TVB-N je devetog dana eksperimenta dostigla 23mg N/100g, dok je u uzorcima pakovanim u 100% CO<sub>2</sub> dvadeset prvog dana ispitivanja iznosila 20mg N/100g.

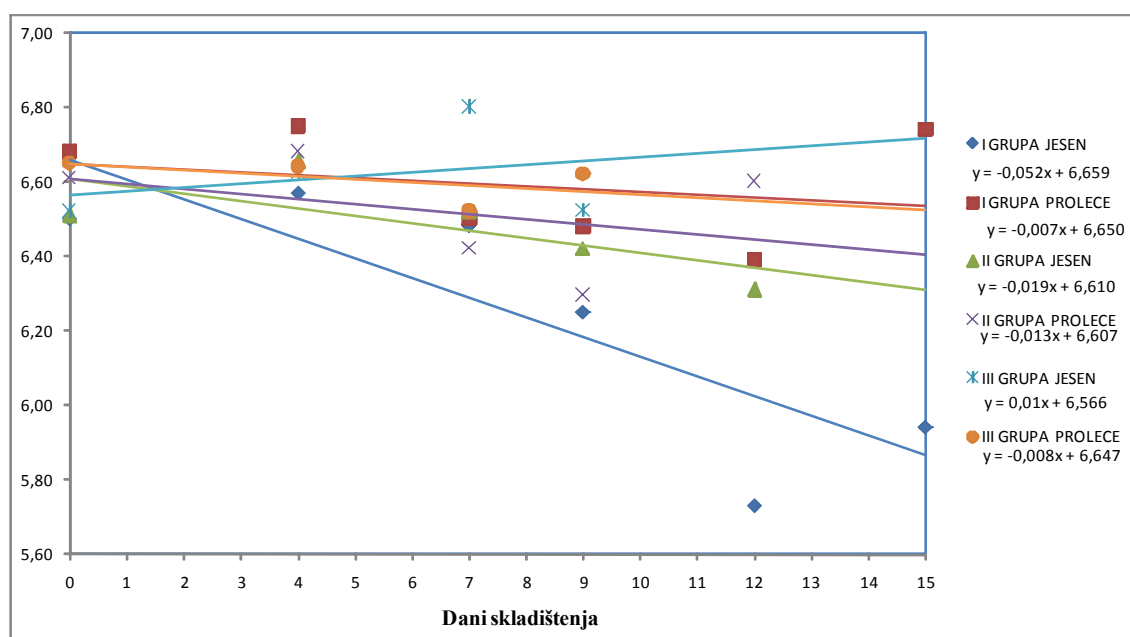
*Gimenez i sar (2002)* su, ispitujući uticaj nekoliko različitih smeša gasova (10% O<sub>2</sub> + 50% CO<sub>2</sub> + 40% N<sub>2</sub>, 10% O<sub>2</sub> + 50% CO<sub>2</sub> + 40% Ar, 20% O<sub>2</sub> + 50% CO<sub>2</sub> + 30% N<sub>2</sub>, 20% O<sub>2</sub> + 50% CO<sub>2</sub> + 30% Ar, 30% O<sub>2</sub> + 50% CO<sub>2</sub> + 20% N<sub>2</sub> i 30% O<sub>2</sub> + 50% CO<sub>2</sub> + 20% Ar) na parametre održivosti fileta pastrmke skladištenih na +1°C, ustanovili, između ostalog, da je ovaj vid pakovanja veoma efikasan u sprečavanju stvaranja TVB-N, bez obzira na smešu gasova koja se koristi. Na osnovu rezultata ispitivanja, ovi autori preporučuju da maksimalno dozvoljena vrednost za TVB-N za pastrmku bude 25mgN/100g mesa, dakle predlažu istu graničnu vrednost koju preporučuju i *Arahisar i sar. (2004)*.

Uticaj inhibitornog efekta ugljen-dioksida na sadržaj TVB-N u odrescima šarana ispitali su *Milijašević i sar. (2010)*, koji su dokazali najmanju vrednost za TVB-N u odrescima šarana upakovanim u modifikovanu atmosferu koju je sačinjavao 100% CO<sub>2</sub>. *Ježek i sar. (2010)* su, u svojim istraživanjima, takođe ustanovili manju vrednost TVB-N u filetima šarana upakovanim u MAP (69%N<sub>2</sub>+25%CO<sub>2</sub>+5%O<sub>2</sub>+1%CO) u odnosu na grupu uzoraka koja je čuvana u uslovima frižidera na temperaturi od +2°C. Ovi autori kao gornji limit prihvatljivosti za TVB-N u mesu šarana preporučuju 20mg N/100g i ukazuju na dobru korelaciju između senzornih pokazatelja održivosti i vrednosti za TVB-N. Međutim, istraživanja *Lalitha i sar. (2005)* ukazuju da TVB-N nije dobar hemijski pokazatelj svežine grgeča pakovanog u modifikovanu atmosferu, s obzirom da su ustanovljene vrednosti ovog parametra tokom celog eksperimenta bile niske i nisu dostigle preporučenu graničnu vrednost od 25mg N/100g, čak ni prilikom nastanka kvara.

### 6.2.2. Promena pH vrednosti u uzorcima odrezaka šarana pakovanih nakon prolećnog i jesenjeg izlova

Promena prosečne pH vrednosti u uzorcima odrezaka šarana u funkciji vremena prikazana je na grafikonu 6.7.

U okviru naših istraživanja došli smo do podataka da je prosečna pH vrednost u uzorcima odrezaka šarana u sve tri ispitane grupe uzoraka pakovanih nakon jesenjeg izlova na početku ispitivanja bila (I -  $6,50 \pm 0,02$ , II -  $6,51 \pm 0,01$  i III -  $6,52 \pm 0,009$ ), dok je nakon prolećnog izlova iznosila (I -  $6,68 \pm 0,04$ , II -  $6,61 \pm 0,05$  i III -  $6,65 \pm 0,05$ ). Na početku ispitivanja ustanovljeno je da se prosečne pH vrednosti između grupa nisu statistički značajno razlikovale ( $p > 0,05$ ) kako nakon jesenjeg, tako i nakon prolećnog izlova.



Grafikon 6.7. Zavisnost promene prosečnih pH vrednosti od vremena skladištenja

Posle petnaest dana skladištenja, u uzorcima iz I grupe ustanovljena prosečna pH vrednost ( $5,94 \pm 0,10$ ) nakon jesenjeg izlova bila je statistički značajno manja ( $p < 0,01$ ) od prosečne pH vrednosti ( $6,74 \pm 0,28$ ) ustanovljene nakon prolećnog izlova. U uzorcima iz II grupe, nakon dvanaest dana skladištenja prosečna pH vrednost posle jesenjeg izlova ( $6,31 \pm 0,02$ ) bila je statistički značajno manja ( $p < 0,01$ ) od prosečne pH vrednosti uzoraka iz II grupe pakovanih nakon prolećnog izlova ( $6,60 \pm 0,17$ ). Statistički značajno

veća prosečna pH vrednost ( $p < 0,01$ ) ustanovljena je u uzorcima iz III grupe koji su pakovani nakon prolećnog izlova ( $6,62 \pm 0,05$ ) u odnosu na prosečnu pH vrednost u uzorcima iz III grupe pakovanih nakon jesenjeg izlova ( $6,52 \pm 0,04$ ). Na osnovu zavisnosti dobijenih linearnom regresijom i prikazanih na grafiku 6.7. može se videti da tokom trajanja ispitivanja, u uzorcima sve tri grupe, prosečna pH vrednost blago opada, osim u uzorcima odrezaka šarana iz III grupe koji su pakovani nakon jesenjeg izlova, gde pH vrednost ostaje skoro nepromenjena.

Postmortalna vrednost pH mišnog tkiva ribe varira između 6 i 7,1, u zavisnosti od godišnjeg doba, vrste ribe i drugih faktora. Usled nakupljanja mlečne kiseline nastale u fazi glikolize pod anaerobnim uslovima, postmortalna pH vrednost ribe opada, a stepen njenog smanjenja utiče na kvalitet mesa ribe.

**Ježek i sar. (2007)** konstatuju pad pH vrednosti u filetima šarana upakovanim u smešu gasova koja se sastojala od 80% O<sub>2</sub> i 20% CO<sub>2</sub>. Prvog dana ispitivanja, pH vrednost iznosila je  $6,46 \pm 0,22$  da bi nakon petnaestog dana skladištenja na temperaturi od +2°C iznosila  $6,17 \pm 0,10$ . Studija **Milijaševića i sar. (2010)** koja je sprovedena na odrescima šarana pokazala je da je pad pH vrednosti bio najizraženiji u grupi uzoraka koja je upakovana u atmosferu koja se sastojala od 100% CO<sub>2</sub>. Znatno manju pH vrednost u uzorcima ribe upakovane u modifikovanu atmosferu sa većim procentom CO<sub>2</sub> ustanovili su i drugi autori (**Provincial i sar., 2010, Stamatis i sar., 2007 i Masniyom i sar., 2002**) i objašnjavaju je povećanim rastvaranjem CO<sub>2</sub> u mesu ribe i posledičnim stvaranjem ugljene kiseline. Međutim, **Stenstrom (1985)** je dokazao da na pad pH vrednosti mesa ribe, takođe, mogu uticati i kiseli proizvodi metabolizma različitih vrsta bakterija.

Ispitivanja **Arahisar i sar. (2004)** koja su sprovedena na filetima pastrmki pakovanih u tri različite smeše gasa pokazala su da tip upotrebljene atmosfere ne utiče značajno na pH vrednost, ali da je uticaj skladištenja tj. vremena bio značajan, jer je pH vrednost tokom skladištenja opadala, što je u saglasnosti sa rezultatima naših ispitivanja. Međutim, vrednosti koeficijenta „b“ u jednačinama regresije u našem istraživanju su male, što ukazuje na neznatan pad pH vrednosti. Ovi rezultati se mogu objasniti time da je tokom skladištenja rastvaranje ugljen-dioksida, odnosno nakupljanje kiselih

proizvoda metabolizma vodilo ka opadanju pH vrednosti sa jedne strane, ali da je sa druge strane nakupljanje baznih proizvoda, kao što su amonijak i trimetilamin, koji nastaju aktivnošću bakterija uzročnika kvara mesa (*Ruiz-Capillas i sar., 2001,b*) povećavalo pH vrednost mesa, tako da je on faktički ostao nepromenjen. Sa druge strane, ovako blage promene pH vrednosti u ispitanim uzorcima mogu se objasniti hemijskim reakcijama u mesu ribe koje teže da dovedu stanje u ravnotežu, pri čemu je u baznoj sredini jača disocijacija ugljen-dioksida od kojeg nastaje ugljena kiselina, koja dovodi do pada pH vrednosti i obrnuto (*Devlieghere i sar., 1998*).

U literaturi postoje rezultati koji nisu u saglasnosti sa našim i rezultatima navedenih autora, pa su tako *Ravi Sankar i sar. (2008)* ustanovili da u mesu grgeča dolazi do blagog rasta pH vrednosti u svim ispitanim grupama uzoraka koje su bile pakovane u različite smeše gasova, a koje su se sastojale od kiseonika, ugljen-dioksida i azota. Iste rezultate su saopštili i *Erkan i sar. (2006)* ispitujući odživost sardine pakovane u modifikovanu atmosferu, kao i *Ruiz-Capillas i sar. (2005)* koji su ispitivali promenu pH vrednosti sveže tune pakovane u smeši gasova.

Međutim, *Reddy i sar. (1995)* smatraju da pH vrednost nije dobar indikator kvara ribe i proizvoda od ribe pakovanih u modifikovanoj atmosferi, a takvog su mišljenja i *Ježek i sar. (2007)* koji su ispitivali održivost svežeg šarana pakovanog u smeši gasova. S obzirom da nisu utvrdili postojanje korelacije između mikrobioloških parametara i promene pH vrednosti mesa grgeča u toku skladištenja, *Ravi Sankar i sar. (2008)* takođe smatraju da pH vrednost nije dobar indikator kvara ribe pakovane u smeši gasova, čije mišljenje dele i *Arkoudelos i sar. (2007)* i *Erkan i sar. (2006)*.

### 6.3. SENZORNA ISPITIVANJA

Obavezno korišćenje senzorne analize u proceni namirnica posledica je činjenice da prehrambeni proizvodi predstavljaju veoma složene organske komplekse sa raznovrsnim svojstvima koja se ne mogu istovremeno meriti, analizirati i vrednovati raspoloživom instrumentalno-analitičkom tehnikom. Zbog toga se u postupku

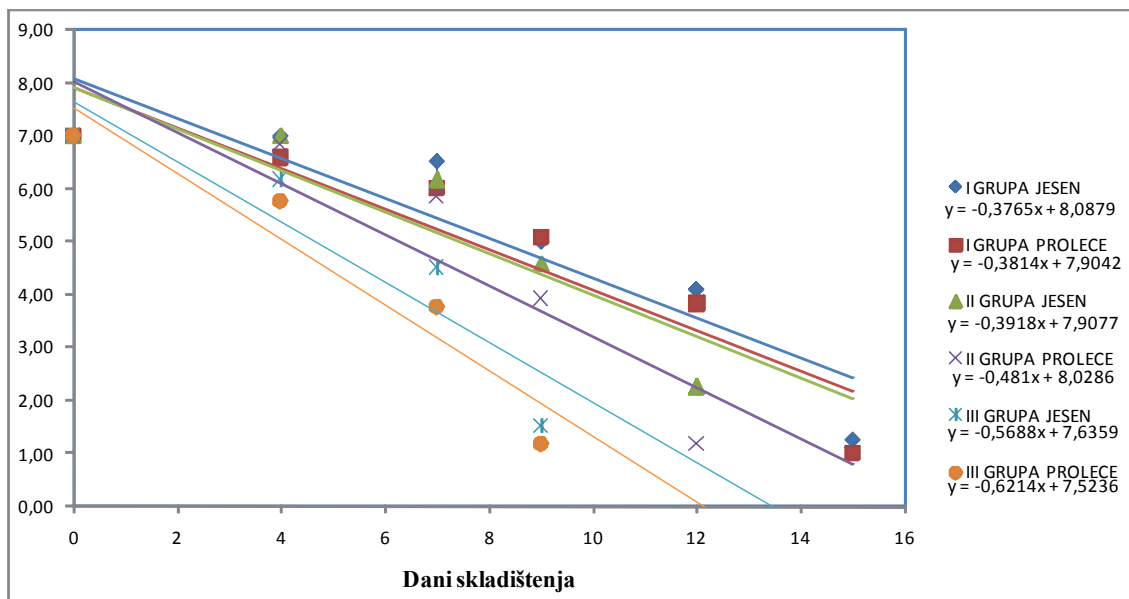


ispitivanja kvaliteta hrane za sticanje dopunskih, ali veoma korisnih informacija, obavezno koriste izuzetne mogućnosti senzorne analize, odnosno mogućnosti jednog ili više čula čoveka kojima se mere i vrednuju senzorna svojstva kvaliteta (*Radovanović i Popov-Raljić, 2000*). Međutim, kao i bilo koja metoda zasnovana na ljudskim čulima, senzorna ocena ima svoje prednosti i mane. Sa jedne strane, može se reći da je to metod koji je najpribližniji uobičajenom iskustvu potrošača i njegovoj senzaciji (*Perera i sar. 2010*), ali je sa druge strane nedostatak senzornih analiza taj što je to subjektivna metoda (*Huss, 1988*). Međutim, ISO standardi u oblasti senzorne analize koji se odnose na izbor, obuku i trening lica koja učestvuju u senzornoj oceni, zatim na uređenje prostorija za ispitivanje, kao i izbor metode senzorne analize, u mnogome su doprineli objektivizaciji senzorne analize (*Baltić i sar., 2009, a*). Senzorna analiza je standardan i najprihvatljiviji način ocene kvaliteta ribe.

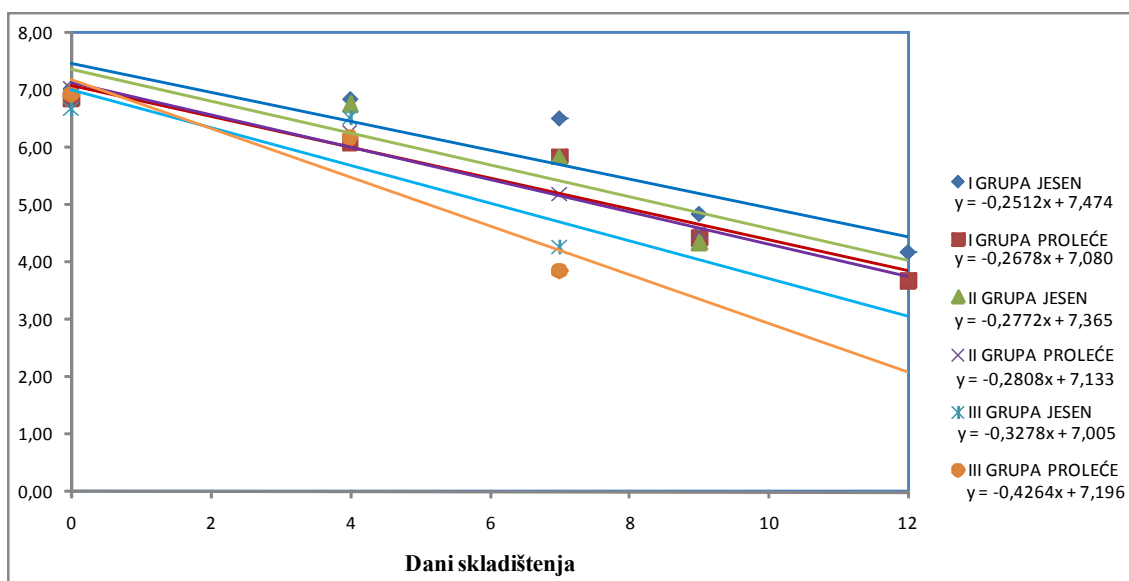
### **6.3.1. Senzorne ocene ukupne prihvatljivosti uzoraka svežih i termički obrađenih odrezaka šarana**

Promene senzorne ocene ukupne prihvatljivosti sirovih i termički obrađenih uzoraka odrezaka šarana u funkciji vremena prikazane su na grafikonu 6.8.a i 6.8.b.

Na osnovu zavisnosti dobijenih linearnom regresijom koje su prikazane u grafikonima 6.8.a i 6.8.b može se videti da su prosečne ocene ukupne prihvatljivosti sve tri grupe uzoraka odrezaka šarana u sirovom stanju i nakon toplotne obrade opadale u toku ispitivanja, što su u svojim istraživanjima utvrdili i *Provincial i sar., 2010, Hudecova i sar., 2010, Hansen i sar., 2009, Babić i sar., 2009, Wang i sar., 2008, Stamatidis i sar., 2007, Sivertsvik i sar., 2003, Gimenez i sar., 2002 i Ruiz-Capillas i Moral, 2001b*. Zajedničko za rezultate ispitivanja navedenih autora i naše rezultate jeste to što 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.



Grafikon 6.8.a Zavisnost promene ukupne prihvatljivosti sirovih odrezaka šarana od vremena skladištenja



Grafikon 6.8.b Zavisnost promene ukupne prihvatljivosti odrezaka šarana nakon toplotne obrade od vremena skladištenja

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. Odresci 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 sar. (2002)* za uzorke

fileta brancina upakovane u različite smeše gasova u odnosu na uzorke čuvane na vazduhu, a slične rezultate dobili su i **Goulas i sar. (2007)** koji su ispitivali skušu upakovanu u modifikovanoj atmosferi i vakuumu. Dobijanje takvih rezultata može biti i potvrda tvrdnje **Murcia-e i sar. (2003)** da hrana pakovana u modifikovanoj atmosferi zadržava prirodniji i lepši izgled u odnosu na onu koja je pakovana u vakuumu.

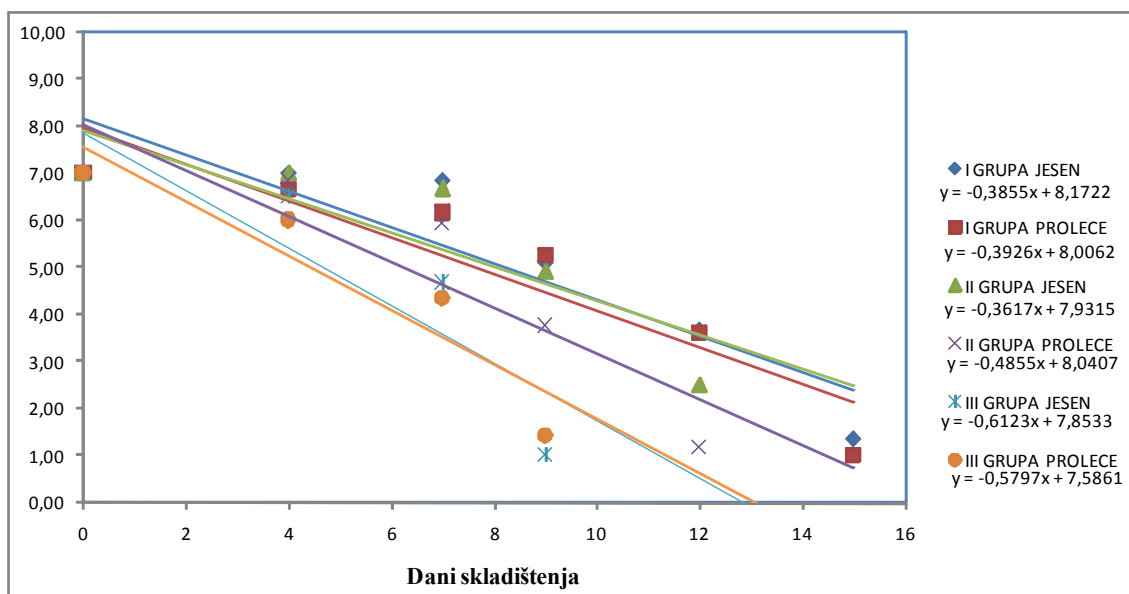
Uzorci iz I grupe ocenjeni su kao neprihvatljivi petnaestog dana ispitivanja kada su ocenjivači konstatovali kvar odrezaka šarana, kod uzoraka iz II grupe kvar se javio dvanaestog dana ispitivanja, dok su uzorci upakovani u vakuum (III grupa) bili neprihvatljivi devetog dana eksperimenta.

Kvar ribe i proizvoda od ribe može se definisati kao bilo koja promena u mesu koja proizvod čini neupotrebljivim za ljudsku ishranu. U najvećem broju slučajeva kvar nastaje usled pojave neprijatnog mirisa i ukusa kao posledica metaboličkih procesa bakterija (**Gram i sar., 2002**). Koji će deo mikroflora rasti u proizvodu zavisi od parametara koji su vezani kako za sam proces proizvodnje, tako i za uslove skladištenja i pakovanja, pa se prisustvo i promena broja određenih grupa mikroorganizama često uzima kao parametar održivosti ribe (**Siverstvik i sar., 2002**). 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. Sintaza polisaharidnih ekstracelularnih materija i difuznog pigmenta dovode do senzornih promena u vidu formiranja sluzi i diskoloracija (**Gram i sar., 1996**).

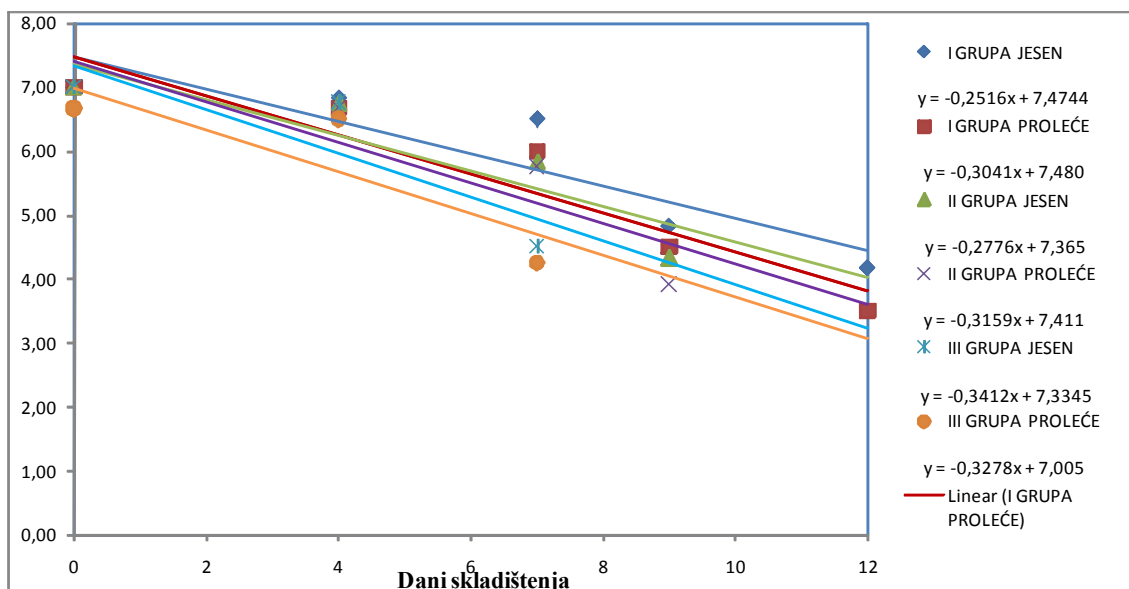
Sa druge strane, hemijske promene kao što su autooksidacija ili enzimaska hidroliza na mastima mogu da dovedu do pojave neprijatnog mirisa i ukusa ili, u drugom slučaju, aktivnost tkivnih enzima može da dovede do neprihvatljivog omekšavanja mesa. Parametri procesa proizvodnje, zajedno sa temperaturom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

### 6.3.2. Senzorne ocene mirisa uzoraka svežih i termički obrađenih odrezaka šarana

Promene prosečne senzorne ocene mirisa uzoraka svežih i termički obrađenih odrezaka šarana u funkciji vremena prikazane su na grafikonima 6.9.a i 6.9.b.



Grafikon 6.9.a Zavisnost promene mirisa sirovih odrezaka šarana od vremena skladištenja



Grafikon 6.9.b Zavisnost promene mirisa odrezaka šarana nakon toplotne obrade od vremena skladištenja

Tokom celog perioda ispitivanja prosečne senzorne ocene mirisa uzoraka sve tri grupe odrezaka šarana u sirovom stanju i nakon toplotne obrade su opadale, što se može videti iz zavisnosti dobijenih linearnom regresijom. Naši rezultati ukazuju da je promena

mirisa bila najizraženija u ribi upakovanoj u vakuumu nakon jesenjeg i prolećnog izlova, kako u sirovom stanju, tako i nakon toplotne obrade.

Visoke ocene mirisa u sirovom stanju i nakon toplotne obrade dobili su uzorci odrezaka šarana upakovanih 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.

Na kraju perioda održivosti, različita jedinjenja male molekulske mase, kao što su sumporna jedinjenja (H<sub>2</sub>S i CH<sub>3</sub>SH) zajedno sa isparljivim masnim kiselinama i amonijakom, stvaraju se kao posledica bakterijskog rasta (*Siverstvik i sar., 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 sar., 1996*). Tipičan oštar („fishy”) miris koji je specifičan miris za pokvarenu ribu posledica je redukcije trimetilaminoksida u anaerobnoj respiraciji sulfitoredukujućih bakterija i nastanka trimetilamina (*Jørgensen i sar., 1988*). *Torrieri i sar. (2006)* su ustanovili postojanje veoma jake korelacije između ukupnog broja bakterija, ukupnog broja enterobakterija i pojave neprijatnog mirisa, tj. prvih znakova kvara. *Dalgaard (1995a)* je u svojim istraživanjima ustanovio da za razliku od mirisa ribe skladištene na vazduhu, nepoželjni mirisi koji prate kvar ribe u vakuumu ili smeši gasova ne sadrže sulfidne komponente.

Naši rezultati ispitivanja ukazuju da kvantitativna analiza bakterijske flore nije dovoljna da se okarakteriše kvar odrezaka šarana. Smatra se da je nastanak neprijatnog mirisa više vezan za određeni rod bakterija, pri čemu neki rodovi imaju veći potencijal da dovedu do kvara namirnica od drugih. Sigurno bi dalja istraživanja u oblasti identifikacije inicijalne bakterijske flore svežih odrezaka šarana imala kao rezultat

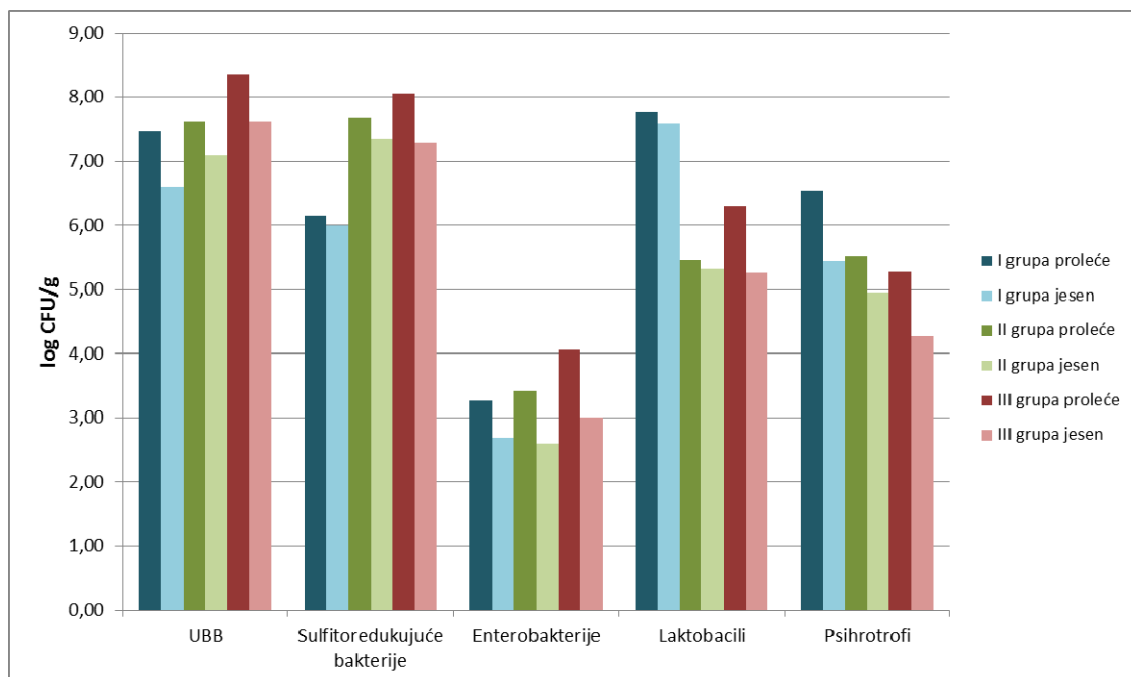
kompletnije razumevanje mehanizama i potencijala nastanka kvara u toku skladištenja odrezaka šarana u različitim smešama gasova.

#### **6.4. ODRŽIVOST ODREZAKA ŠARANA PAKOVANIH U VAKUUMU I MODIFIKOVANOJ ATMOSFERI**

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 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. Na osnovu postavljenih kriterijuma održivost odrezaka šarana u smeši gasova koja se sastojala od 60%CO<sub>2</sub> i 40%N<sub>2</sub> (I grupa) bila je 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. Odresci šarana upakovani u vakuum (III grupa) bili su održivi 7 dana.

##### **6.4.1. Mikrobiološki status uzoraka odrezaka šarana u vreme pojave znakova kvara**

Mikrobiološki status uzoraka odrezaka šarana u momentu kada su procenjeni kao neupotrebljivi prikazan je na grafikonu 6.10.



Grafikon 6.10. Mikrobiološki status odrezaka šarana u momentu nastanka kvara

U grafikonu 6.10. može se videti da je u momentu kada su odresci šarana kategorisani kao neupotrebljivi za ishranu, ukupan broj bakterija u svim grupama bio oko 7, odnosno 8  $\log$  cfu/g. Prema preporukama **ICMSF (1986)** ukupan broj bakterija u svežoj ribi ne bi trebalo da prelazi limit od 7  $\log$  cfu/g. Uzimajući u obzir podatke iz literature i rezultate naših ispitivanja, možemo smatrati da je granična vrednost od 7  $\log$  cfu/g merodavna u slučaju održivosti odrezaka šarana pakovanih u vakuumu i modifikovanoj atmosferi.

Ukupan broj sulfitoreducujućih bakterija u trenutku kada su uzorci ocenjeni kao neprihvatljivi bio je u I grupi oko 6  $\log$  cfu/g, dok se u II i III grupi uzoraka nalazio u opsegu od 7 do 8  $\log$  cfu/g.

Ukupan broj enterobakterija u momentu isključivanja odrezaka šarana iz daljeg ispitivanja bio je u uzorcima I i II grupe između 2 i 3  $\log$  cfu/g, dok je za uzorke III grupe bio između 3 i 4  $\log$  cfu/g. Na osnovu naših rezultata i razmatranja sličnih rezultata istraživanja drugih autora u ovoj oblasti, mišljenja smo da bi granična vrednost ukupnog broja enterobakterija trebalo da bude 3  $\log$  cfu/g za slatkovodnu ribu pakovanu u vakuumu i modifikovanoj atmosferi. Međutim, granica se sa sigurnošću ne može postaviti, pošto je ukupan broj enterobakterija u momentu nastanka kvara varirao, pa se

postavlja pitanje da li je neophodno definisati granicu posebno za vakuum pakovanja a posebno za pakovanja u određenoj smeši gasova. Ono što se iz rezultata naših istraživanja može zaključiti jeste to da bi maksimalno dozvoljene vrednosti ukupnog broja enterobakterija trebalo da budu niže za uzorke pakovane u smeši gasova sa većim sadržajem ugljen-dioksida, s obzirom da njegovo prisustvo značajno redukuje broj enterobakterija.

Ukupan broj laktobacila za odreske šarana iz I grupe dostigao je vrednost iznad  $7 \log$  cfu/g u momentu pojave prvih znakova kvara, dok se kod uzoraka iz II i III grupe njegova vrednost nalazila u opsegu od 5 do  $6 \log$  cfu/g. Razlog ovome može biti već razmatrani uticaj pakovanja sa smešom gasova koja stvara uslove koji inhibiraju rast drugih mikroorganizama, a podstiču rast mlečno kiselinskih bakterija. Drugi razlog može biti tolerancija laktobacila na inhibitorno delovanje ugljen-dioksida.

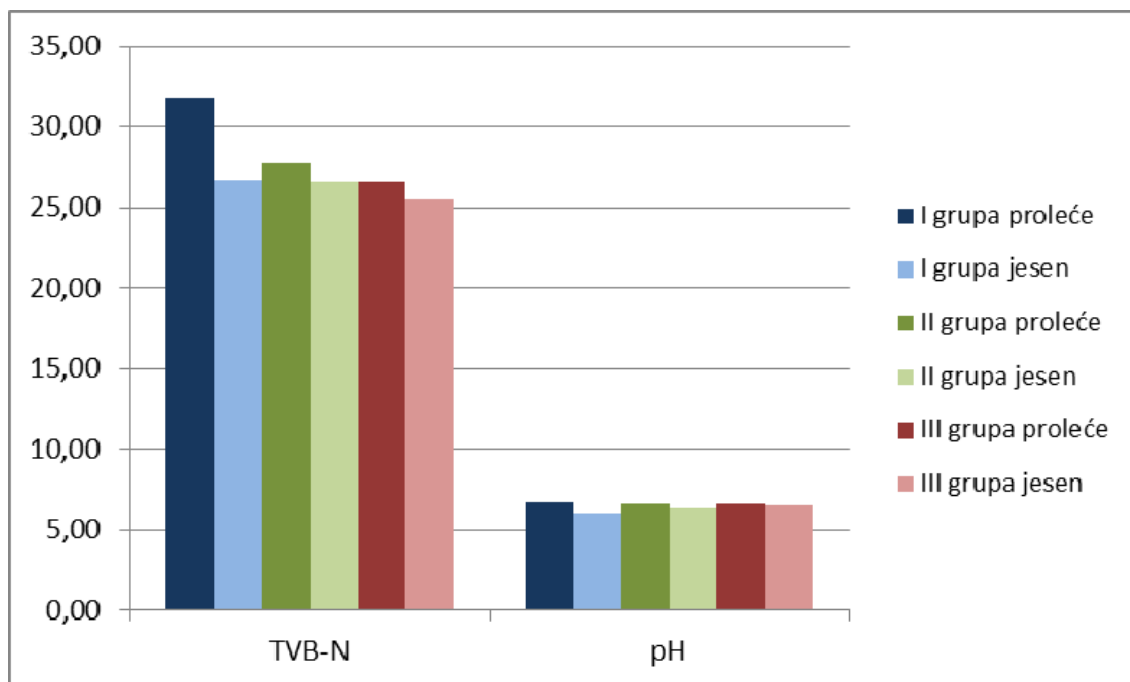
U trenutku nastanka senzorne neprihvatljivosti uzoraka ukupan broj psihrotrofnih bakterija se nalazio u opsegu od 4 do  $5 \log$  cfu/g za II i III grupu uzoraka i od 5 do  $6 \log$  cfu/g za I grupu uzoraka. Ukupan broj psihrotrofnih bakterija ni u jednoj ispitanoj grupi nije prešao limit prihvatljivosti od  $7 \log$  cfu/g, što nas navodi na zaključak da ovi mikroorganizmi nisu značajno uticali na pojavu kvara.

Iz navedenih rezultata može se zaključiti da je u trenutku nastanka kvara broj ispitanih mikroorganizama znatno varirao u zavisnosti od vrste pakovanja. S obzirom da je kvar nastupio u različitim vremenskim periodima neophodno je utvrditi koji je od mikrobioloških parametara zaista u korelaciji sa pojavom senzorne neprihvatljivosti uzoraka.

#### **6.4.2. Hemijski i fizičko-hemijski status uzoraka odrezaka šarana u vreme pojave znakova kvara**

Hemijski i fizičko-hemijski status uzoraka odrezaka šarana u momentu pojave znakova kvara prikazan je na grafikonu 6.11.





Grafikon 6.11. Hemijski i fizičko-hemijski status odrezaka šarana u momentu nastanka kvara

Kada su u pitanju vrednosti za ukupno isparljivi azot, može se zapaziti da su se u momentu pojave znakova kvara njegove prosečne vrednosti nalazile u opsegu od 25 do 27mg N/100g u uzorcima II i III grupe koji su pakovani nakon prolećnog i jesenjeg izlova, kao i u uzorcima I grupe pakovanim nakon jesenjeg izlova. U uzorcima I grupe koji su pakovani nakon prolećnog izlova ta vrednost bila je neznatno veća, tj. bila je oko 32mg N/100g.

Regulativom iz 2005. godine uspostavljene su maksimalno dozvoljene vrednosti za TVB-N za svežu ribu koja se stavlja u promet. Za svežu ribu iz roda *Sebastes* spp. kojem pripadaju sve vrste škarpina maksimalno dozvoljena vrednost za TVB-N u mesu ribe je 25mg N/100g. Za vrste koje pripadaju familiji *Pleuronectidae* – familija riba listova (sa izuzetkom za halibuta - *Hippoglossus* spp.) maksimalno dozvoljena vrednost za TVB-N je 30mg N/100g. Za svežeg lososa (*Salmo salar*) i vrste koje pripadaju familiji *Merlucciidae* i familiji *Gadidae* (oslići) maksimalno dozvoljena vrednost za TVB-N je 35mg N/100g mesa ribe. *Commission Regulation (EC) No 2074/2005* definiše maksimalne vrednosti za TVB-N u mesu morskih riba, dok ne postoje granične vrednosti za TVB-N za slatkovodne vrste riba. Na osnovu naših rezultata ispitivanja smatramo da bi granična vrednost za TVB-N u mesu šarana (*Cyprinus carpio*) trebalo da bude 25mg N/100g.

Kada su se u uzorcima odrezaka šarana pojavili prvi znaci kvara, pH vrednost za uzorke I, II i III grupe nalazila se u opsegu od 5,94 do 6,74. U Brazilu gornja granica pH vrednosti za svežu ribu, iznad koje se smatra da riba nije za upotrebu u ljudskoj ishrani, je 6,8 (*Scherer i sar, 2006*). U našim ispitivanjima pH vrednost nijedne od tri ispitane grupe nije prelazila navedenu graničnu vrednost. U proceni održivosti odrezaka šarana upakovanih u vakuum i modifikovanu atmosferu, s obzirom na osciliranja pH vrednosti uzoraka u toku celog perioda ispitivanja, ne može se sa sigurnošću predvideti ona vrednost pH koja bi se mogla smatrati graničnom.

## 7. ZAKLJUČCI

Na osnovu sprovedenog ispitivanja i dobijenih rezultata zaključeno je sledeće:

1. Kod svežih odrezaka šarana pakovanih u vakuumu i modifikovanoj atmosferi ustanovljeno je da se broj mikroorganizama u toku skladištenja povećavao, a od ispitanih grupa mikroorganizama povećanje ukupnog broja enterobakterija bilo je najmanje izraženo.
2. Najmanji rast ukupnog broja aerobnih mezofilnih bakterija bio je kod uzoraka odrezaka šarana pakovanih u modifikovanoj atmosferi sa većim udelom ugljen-dioksida, dok je najveći rast ustanovljen u uzorcima upakovanim u vakuumu.
3. Rast ukupnog broja laktobacila bio je najveći u uzorcima svežih odrezaka šarana pakovanih u vakuumu i modifikovanoj atmosferi sa većim udelom ugljen-dioksida.
4. Način pakovanja svežih odrezaka šarana najmanje je uticao na razlike u rastu psihrotrofnih bakterija.
5. Ukupan broj sulfitoredukujućih bakterija bio je statistički značajno manji u uzorcima svežih odrezaka šarana pakovanih u modifikovanoj atmosferi sa većim udelom ugljen-dioksida.
6. Sezona izlova i pakovanja je najmanje uticala na ukupan broj sulfitoredukujućih bakterija i ukupan broj laktobacila u uzorcima upakovanih svežih odrezaka šarana.
7. Sadržaj ukupno isparljivog azota značajno se povećavao u toku skladištenja, što je naročito bilo izraženo kod uzoraka pakovanih u vakuumu.
8. Kod uzoraka svežih odrezaka šarana pakovanih u vakuumu i modifikovanoj atmosferi, pH vrednost je varirala tako da su utvrđene statistički značajne razlike, kako između ispitanih grupa uzoraka po danima ispitivanja, tako i između grupa ispitanih nakon prolećnog i jesenjeg izlova.
9. Senzorne ocene ukupne prihvatljivosti svežih odrezaka šarana pakovanih u vakuumu i modifikovanoj atmosferi nakon prolećnog i jesenjeg izlova, nisu se statistički značajno razlikovale.

10. Na osnovu senzorne ocene ukupne prihvatljivosti, a u zavisnosti od načina pakovanja, sveži odresci šarana bili su održivi sedam, devet i dvanaest dana.
11. Pakovanje svežih odrezaka šarana u modifikovanoj atmosferi sa 60% CO<sub>2</sub> i 40% N<sub>2</sub> ima određene prednosti (bolja senzorna ocena mirisa sirovih odrezaka šaranakao i nakon toplotne obrade, manji broj mezofilnih i sulfitoredukujućih bakterija, manji sadržaj ukupno isparljivog azota) u odnosu na vakuum pakovanje i pakovanje sa manjim udelom ugljen-dioksida.

## 8. SPISAK LITERATURE

- [1] Ackman, R. G. (2000). Nutritional composition of fats in seafoods. *Progress in Food and Nutrition Science*, 13: 161–241.
- [2] Aickin, C.C. and Thomas, R.C. (1975). Micro-electrode measurement of the internal pH of crab muscle fibres. *Journal of Physiology*, 252: 803-815.
- [3] Amlacher, E. (1961). Rigor mortis in fish. In: *Fish as food*. (ed. G. Borgstrom). Academic Press, New York and London, pp. 385-409.
- [4] Arashisar, Ş., Hisar, O., Kaya, M., Yanik, T. (2004). Effect of modified atmosphere and vacuum packaging on microbiological and chemical properties of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) fillets. *International Journal of Food Microbiology*. 97: 209-214.
- [5] Arcoudelos, J., Stamatis, N., Samaras, F. (2007). Quality attributes of farmed eel (*Anguilla anguilla*) stored under air, vacuum and modified atmosphere packaging at 0°C. *Food Microbiology*, 24: 728-735.
- [6] 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: 122–137.
- [7] Ashie, I.N.A., Smith, J.P., Simpson, B.K. (1996). Spoilage and shelf-life extension of fresh fish and shellfish. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. 36 (1&2): 87-121.
- [8] 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.
- [9] Baltić, Ž.M., Karabasil, N. (2009a). Značaj senzorne analize u kontroli kvaliteta hrane. 8. Kongres veterinarara Srbije, Zbornik referata, 124-135.

- [10] Baltić, Ž.M., Kilibarda, N., Dimitrijević, M. (2009b). Činioci od značaja za održivost ribe i odabranih proizvoda od ribe u prometu. Tehnologija mesa, 50 (1-2): 166-176.
- [11] Baltić, Ž.M., Kilibarda, N., Dimitrijević, M., Karabasil, N. (2009c). Meso ribe – značaj i potrošnja. IV međunarodna konferencija „Ribarstvo“ 27-29. maj. Poljoprivredni fakultet Beograd. Zbornik predavanja, 280-287.
- [12] Baltić, Ž.M., Tadić, R. (2001). Proizvodnja i potrošnja mesa riba u svetu i kod nas. Tehnologija mesa, 42 (5-6): 345-357.
- [13] Baltić, Ž.M., Teodorović, V. (1997). Higijena mesa riba, rakova i školjki, udžbenik. Veterinarski fakultet, Beograd.
- [14] Barcelo-Coblijn, G., Murphy, E. J. (2009). Alpha-linolenic acid and its conversion to longer chain n-3 fatty acids: Benefits for human health and a role in maintaining tissue n-3 fatty acid levels. Progress in Lipid Research, 48: 355-374.
- [15] Barnett, H.J., Conrad, J.W. Nelson, R.W. (1987). Use of laminated high and low density polyethylene flexible packaging to store trout (*Salmo gairdneri*) in a modified atmosphere. Journal of Food Protection, 50: 645-651.
- [16] Belcher, J.N. (2006). Industrial packaging developments for the global meat market. Meat Science, 74: 143-148.
- [17] Bjerkgeng, B., Sivertsvik, M., Rosnes, J.T., Bergslien, H. (1995). Reducing package deformation and increasing filling degree in packages of cod fillets in CO<sub>2</sub>-enriched atmospheres by adding sodium carbonate and citric acid to an exudate absorber. In: Foods and Packaging Materials - Chemical Interactions (edited by P. Ackermann, M. Jagerstad & T. Ohlsson). pp. 222-227. Cambridge: The Royal Society of Chemistry.
- [18] Blakistone, B.A. (1998). Principles and applications of modified atmosphere packaging of foods 2nd ed.
- [19] Brody, A.L. (1989). Modified atmosphere packaging of seafoods. In: Controlled/Modified Atmosphere/Vacuum Packaging of Foods. 59-65. Trumbull, CT: Food & Nutrition Press.
- [20] Brody, A.L. (2002). Meat Packaging: Past, Present and Future. Presentation at 55th reciprocal meat conference, 31st July 2002, East Lansing, Michigan, USA.

- [21] Brody, A.L. (2003). „Nano, Nano“ Food Packaging Technology. *Journal of Food Technology*, 12: 52-54.
- [22] Brody, A.L. (2005). Commercial uses of active food packaging and modified atmosphere packaging systems. In: J.H. Han (Ed.), *Innovations in food packaging*, 457-474. Amsterdam: Elsevier Academic Press.
- [23] Buchtova, H., Svobodova, Z., Križek, 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.
- [24] Burger, J., Gochfeld, M. (2009). Perceptions of the risks and benefits of fish consumption: Individual choices to reduce risks and increase health benefits. *Environmental Research*, 109: 343-349.
- [25] Cahu, C., Salen, P., de Lorgeril, M. (2004). Farmed and wild fish in the prevention of cardiovascular diseases: Assessing possible differences in lipid nutritional values. *Nutrition Metabolism and Cardiovascular Diseases*, 14: 34-41.
- [26] Calder, P. C. (2001). Polyunsaturated fatty acids, inflammation and immunity. *Lipids*, 36: 1007-1024.
- [27] Cardinal, M., Knockaert, C., Torrissen, O., Sigurgisladottir, S., Morkore, T., Thomassen, M., Vallet, J.L. (2001). Relation of smoking parameters to the yield, colour and sensory quality of smoked Atlantic salmon (*Salmo salar*), *Food Research International*, 34: 537-550.
- [28] Castillo, A., Lucia, L.M., Kemp, G.K., Acuff, G.R. (1999). Reduction of *Escherichia coli* O157:H7 and *Salmonella typhimurium* on beef carcass surfaces using acidified sodium chlorite. *Journal of Food Protection*, 62: 580-584.
- [29] Chen, G., Xiong, Y.L. (2008). Shelf life enhancement of precooked red claw crayfish (*Cherax qudricarinatus*) tails by modified CO<sub>2</sub>/O<sub>2</sub>/N<sub>2</sub> gas packaging. *Food Science and Technology*, 41: 1431-1436.
- [30] Chen, H.M., Meyers, S.P., Hardy, R.W., Biede, S.L. (1984). Color stability of astaxanthin pigmented rainbow trout under various packaging conditions. *Journal of Food Science*, 49: 1337-1340.
- [31] Church, N. (1998). MAP fish and crustaceans sensory enhancement. *Food Science and Technology Today*, 12: 73-83.

- [32] Church, P.N. (1993). Meat products. In: Principles and Applications of Modified Atmosphere Packaging of Food, ed Parry R T. Blackie, Glasgow, UK, pp 229-268.
- [33] Chytiri, S., Chouliara, I., Savvaidis, I.N., Kontominas, M.G. (2004). Microbiological, chemical and sensory assessment of iced whole and filleted aquacultured rainbow trout. *Food Microbiology*, 21: 157-165.
- [34] Colby, J.W., Enriquez-Ibarr, L., Flick, G.J. (1993). Shelf life of fish and shellfish. In: Shelf Life Studies of Foods and Beverages-Chemical, Biological, Physical and Nutritional Aspects (Ed.) G. Charalambous. 85-143. Amsterdam: Elsevier.
- [35] Cole Jr., A.B. (1986). Retail packaging systems for fresh red meat cuts. In: Proceedings 39th reciprocal meat conference, 106-111. 8-11 June 1986, Champaign, Illinois, USA.
- [36] Commission regulation (EC) 2074/2005 of 5 December 2005 laying down implementing measures for certain products under Regulation (EC) No 853/2004 of the European Parliament and of the Council and for the organisation of official controls under Regulation (EC) No 854/2004 of the European Parliament and of the Council and Regulation (EC) No 882/2004 of the European Parliament and of the Council, derogating from Regulation (EC) No 852/2004 of the European Parliament and of the Council and amending Regulations (EC) No 853/2004 and (EC) No 854/2004.
- [37] Coyne, F.P. (1933). The effect of carbon dioxide on bacterial growth with special reference to the preservation of fish. Part II. *Journal of the Society of Chemical Industry*, 52: 19T-24T.
- [38] Crews, J. (2007). A closer look. The 2007 national meat case study sheds new light on retail protein offerings. *Meat & Poultry*. 42, 46, 48, 50, 52.
- [39] Cvrtila, Ž.I., Kozačinski, L. (2006). Kemijski sastav mesa riba. *Meso*, vol. VII, 6, 365-370.
- [40] Ćirković, M., Jovanović, B., Maletin, S. (2002). Ribarstvo. Poljopoprivredni fakultet, Novi Sad.
- [41] Dainty, R.H. (1996). Chemical/biochemical detection of spoilage. *International Journal of Food Microbiology*, 33 (1):19-33.



- [42] Dalgaard, P. (1995a). Qualitative and quantitative characterization of spoilage bacteria from packed fish. *International Journal of Food Microbiology*, 26: 319-333.
- [43] Dalgaard, P. (1995b). Modelling of microbial activity and prediction of shelf-life for packed fresh fish. *International Journal of Food Microbiology*, 26: 305-317.
- [44] Dalgaard, P., Gram, L., Huss, H.H. (1993). Spoilage and shelf-life of cod fillets packed in vacuum or modified atmospheres. *International Journal of Food Microbiology*, 19: 283-294.
- [45] Dalgaard, P., Madsen, H.L., Samieian, N. and Emborg, J. (2006). Biogenic amine formation and microbial spoilage in chilled garfish (*Belone belone belone*) – effect of modified atmosphere packaging and previous frozen storage. *Journal of Applied Microbiology*, 101: 80-95.
- [46] Dalgaard, P., Mejlholm, O., Huss, H.H. (1996). Conductance method for quantitative determination of *Photobacterium phosphoreum* in fish products. *Journal of Applied Bacteriology*, 81: 57-64.
- [47] Davis, H.K. (1998) Fish and shellfish, in *Principles and Applications of Modified Atmosphere Packaging of Foods*, 2nd edn (ed. B.A. Blakistone), Blackie Academic and Professional, London, pp 194-239.
- [48] 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.
- [49] Debevere, J., Boskou, G. (1996). Effect of modified atmosphere packaging on the TVB/TMA producing microflora of cod fillets. *International Journal of Food Microbiology*, 31: 221-229.
- [50] Dela-Hoz, L., Lopez-Galvez, D.E., Fernandez, M., Hierro, E., Ordonez, J.A. (2000). Use of carbon dioxide enriched atmospheres in the refrigerated storage (2°C) of salmon (*Salmo salar*) steaks. *European Food Research Technology*, 210: 179-188.
- [51] Devlieghere, F., Debevere, J., Van Impe, J. (1998). Concentration of carbon dioxide in the water-phase as a parameter to model the effect of a modified atmosphere on microorganisms. *International Journal of Food Microbiology*, 43: 105-113.

- [52] Dinglinger, G., Nobis, P. Druckstabilisierung dünnwandiger Getränke-Dosen. Gas aktuell.
- [53] Dixon, N.M., Lovitt, R.W., Morris, J.G., Kell, D.B. (1988) Growth energetics of *Clostridium sporogenes* NCIB 8053: modulation by CO<sub>2</sub>. *Journal of Applied Microbiology*, 65 (2): 119-133.
- [54] Dune, J.L. (1990). *Nutrition almanah*. Third edition. McGraw Hill, Publishing company.
- [55] Đorđević, M. (2008). Ispitivanje obima i strukture uvoza ribe i proizvoda od ribe u Srbiji od 2001. do 2006. godine, Specijalistički rad, Fakultet veterinarske medicine, Univerzitet u Beogradu, 1-77;
- [56] El-Zeany, B.A., Janicek, G., Pokorny, J. (1975). Effect of an antioxidant on the discoloration of lipid-protein mixtures. *Zeitschrift für Lebensmittel-Untersuchung und Forschung*, 158 (2): 93-96.
- [57] Erkan, N., Ozden O, Alakavuk, D.U., Yildirim, S.Y., Inugur, M. (2006). Spoilage and shelf life of sardines (*Sardina pilchardus*) packed in modified atmosphere. *European Food Research Technology*, 222: 667-673.
- [58] Eun, J.B., Koo, J., Jahncke, M.L. (2001). Reduction in bacterial numbers on whole croaker dipped acidified sodium chlorite. In: IFT Annual Meeting Abstracts, New Orleans.
- [59] Farber, J.M. (1991). Microbial aspects of modified-atmosphere packaging technology-a review. *Journal of Food Protection*, 54: 58-70.
- [60] Fauconneau, B., Alami-Durante, H., Laroche, M., Marcel, J., Vallot, D. (1995). Growth and meat quality relations in carp. *Aquaculture*, 129: 265-297.
- [61] Fey, M.S., Regenstein, J.M. (1982). Extending shelf-life of fresh wet red hake and salmon using CO<sub>2</sub>-O<sub>2</sub> modified atmosphere and potassium sorbate ice at 1°C. *Journal of Food Science*, 47 (4): 1048-1054.
- [62] Fine, O. (1992). Non-protein nitrogen compounds in fish and shellfish. In: *Seafood Biochemistry, Composition and Quality*, (eds. Flick, G.J. and Martin, R.E.). Technomic Publishing Co., Lancaster, PA, pp.393-399.
- [63] Finne, G. (1982). Modified- and controlled-atmosphere storage of muscle foods. *Food Technology*, 36 (2): 128-133.

- [64] Fletcher, G.C., Summers, G., Corrigan, V., Cumaarsamy, S., Dufour, J.P. (2002). Spoilage of king salmon (*Oncorhynchus tshawytscha*) fillets stored under different atmospheres. *Journal of Food Science*, 67 (6): 2362-2374.
- [65] Food and Agriculture Organization of the United Nations, (FAO), (1995). Code of Conduct for Responsible Fisheries, <http://www.fao.org/docrep/005/v9878e/v9878e00.HTM>
- [66] Food and Agriculture Organization of the United Nations, (FAO), (1996). Freshwater fish processing and equipment in small plants. FAO Fisheries Circular, No. 905, Rome. <http://www.fao.org/docrep/w0495e/w0495e00.htm>
- [67] Food and Agriculture Organization of the United Nations, (FAO), (2010). The state of world fisheries and aquaculture. Rim, Italija. <http://www.fao.org/docrep/013/i1820e/i1820e.pdf>
- [68] Geri, G., Poli, B. M., Gualtieri, M., Lupi, P., Parisi, G. (1995). Body traits and chemical composition of muscle in the common carp (*Cyprinus carpio L.*) as influenced by age and rearing environment. *Aquaculture*, 129: 329-333.
- [69] German, J.B., Kinsella, J.E. (1985). Lipid oxidation in fish tissues. Enzymatic initiation via lipoxygenase. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 33: 680-683.
- [70] Gezondheidsraad, H. (2004). Vis en gezondheid bij volwassenen (Fish and health among adults). Report D/2004/7795/3. Brussels: FOD Volksgezondheid.
- [71] Gibson, D.M., Davis, H.K. (1995). Fish and shellfish products in sous vide and modified atmosphere packs. In: *Principles of Modified-Atmosphere and Sous-Vide Product Packaging* (edited by J.M. Farber & K.L. Dodds). pp. 153-174. Lancaster, Penn: Technomic Publishing Co.
- [72] Giménez, 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.
- [73] Givens, D. I., Kliem, K. E., Gibbs, R. A. (2006). The role of meat as a source of n-3 polyunsaturated fatty acids in the human diet. *Meat Science*, 74: 209-218.
- [74] Gordon, G., Kieffer, R.B., Rosenblatt, D.B. (1972). The chemistry of chlorine dioxide. In: (Ed.) S.J. Leopold. *Progress in organic chemistry*. Vol 15, 201-286. New York: Wiley-interscience publishers.

- [75] 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.
- [76] Gram, L., Huss, H.H. (1996). Microbiological spoilage of fish and fish products. *International Journal of Food Microbiology*, 33: 121-137.
- [77] 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.
- [78] Gram, L., Trolle, G., Huss, H.H. (1987). Detection of specific spoilage bacteria from fish at low (0°C) and high (20°C) temperatures. *International Journal of Food Microbiology*, 4: 65-72.
- [79] Gray, J.I. (1978). Measurement of lipid oxidation: a review. *Journal of the American Oil Chemists's Society*, 55: 539-546.
- [80] Haard, N.F. (1992a). Technological aspects of extending prime quality of seafood: A review. *Journal of Aquatic Food Product Technology*, 1: 9-27.
- [81] Haard, N.F. (1992b). Control of chemical composition and food quality attributes of cultured fish. *Food Research International*, 25: 289-307.
- [82] Haard, N.F. (1992c). Biochemistry of color and color change in seafoods. In: *Seafood Biochemistry: Composition and Quality*. Technomic Publishing Co., Lancaster, PA, pp. 305-361.
- [83] Han, J.H., Zhang, Y., Buffo, R. (2005). Surface chemistry of food, packaging and biopolymer materials. In: J.H. Han (Ed.). *Innovations in food packaging*. 45-57. Amsterdam: Elsevier Academic Press.
- [84] 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.
- [85] Hansen, L., Landry, P.L. (1982). Qualités requises pour différentes mises sur le marché de salmonidé au Québec. *Gouvernement du Québec, Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de Alimentation*. pp. 1-37.

- [86] Hong, L.C., Leblanc, E.L., Hawrysh, Z.J. and Hardin, R.T. (1996). Quality of Atlantic mackerel (*Scomber scombrus* L.) fillets during modified atmosphere storage. *Journal of Food Science*, 61 (3): 646-651.
- [87] Hotchkiss, J.H. (1989). Advances in and aspects of modified atmosphere packaging in fresh red meats. In: *Proceedings 42nd reciprocal meat conference*. 31-33. 11-14 June 1989, Guelph, Canada.
- [88] Hovda, M.B., Lunestad, B.T., Sivertsvik, M., Rosnes, J.T. (2007). Characterisation of the bacterial flora of modified atmosphere packaged farmed Atlantic cod (*Gadus morhua*) by PCR-DGGE of conserved 16S rRNA gene regions. *International Journal of Food Microbiology* 117: 68-75.
- [89] Hudecova K., Buchtova H., Steinhauserova 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.
- [90] Huis in't Veld, J.H.J. (1996). Microbial and biochemical spoilage of foods: an overview. *International Journal of Food Microbiology*, 33: 1-18.
- [91] Hunter, B. J., Roberts, D. C. K. (2000). Potential impact of the fat composition of farmed fish on human health. *Nutrition Research*, 20: 1047-1058.
- [92] Huss, H.H. (1988). *Fresh Fish – Quality and Quality Changes*. FAO Fisheries Series No. 29. Rome: Food and Agricultural Organization.
- [93] 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>
- [94] Huss, H.H., Dalgaard, P., Gram, L. (1997). Microbiology of fish and fish products. In: *Seafood from Producer to Consumer, Integrated Approach to Quality* (Ed.) J.B. Luten, T. Borresen, J. Oehlenschlager. 413-430. Amsterdam: Elsevier.
- [95] Ibrahim, S.M., Nassar, A.G., El-Badry, N. (2008). Effect of modified atmosphere packaging and vacuum packaging methods on some quality aspects of smoked mullet (*Mugil cephalus*). *Global Veterinaria*, 2(6): 296-300.
- [96] Ingham, S.C. (1991). Microbiology of mince, surimi and value-added seafoods. In: Ward, D.R. and Hackney, C., (eds.) *Microbiology of Marine Food Products*. Van Nostrand Reinhold, New York, 89-110.

- [97] Inoue, T., Simpson, K.L., Yoshito, T., Sameshima, M. (1988). Condensed astaxanthin of pigmented oil from crayfish carapace and its feeding experiment. *Nippon Suisan Gakkaishi*, 54: 103-106.
- [98] International Commission on Microbiological Specifications for Foods (ICMSF). (1986). Sampling for microbial analysis: principles and specific applications. In: *Microorganisms in Foods. Second editions*. Blackwell Scientific Publications. p. 190.
- [99] ISO 15214:1998 (E) - Microbiology of food and animal feeding stuffs – Horizontal method for the enumeration of mesophilic lactic acid bacteria – Colony – count technique at 30°C.
- [100] ISO 17410: 2001 (E). - Microbiology of food and animal feeding stuffs – Horizontal method for the enumeration of psychrotrophic microorganisms.
- [101] Jan, J.H., Zhang, Y., Buffo, R. (2005). Surface chemistry of food, packaging and biopolymer materials. In: J.H. Han (Ed.). *Innovations in food packaging*. 45-59. Amsterdam: Elsevier Academic Press.
- [102] Jenkins, W.A., Harrington, J.P. (1991). *Packaging foods with plastics*. Lancaster: Technomic Publishing Company.
- [103] Ježek, F., Buchtová, H. (2007). Physical and chemical changes in fresh chilled muscle tissue of common carp (*Cyprinus carpio* L.) packed in a modified atmosphere. *Acta Veterinaria Brno*, 76: 83-92.
- [104] Ježek, F., Buchtová, H., (2010). Shelf-life of chilled muscle of common carp (*Cyprinus carpio* L.) packaged in carbon monoxide enriched modified atmosphere. *Acta Veterinaria Brno*, 79: 117-125.
- [105] 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.
- [106] Kemp, G.K. (2001). Potential applications of acidified sodium chlorite for pathogen reduction and shelf life extension on sea food. In: *IFT Annual Meeting Abstracts*, New Orleans.
- [107] Kerry, J.P., O'Grady, M.N., Hogan, S.A. (2006). Past, current and potential utilization of active and intelligent packaging systems for meat and muscle based products.: A review. *Meat Science*, 74: 113-130.

- [108] Khayat, A., Schwall, D. (1983). Lipid oxidation in sea food. *Food Technology*, 37: 130.
- [109] Killeffer, D.H. (1930). Carbon dioxide preservation of meat and fish. *Industrial and Engineering Chemistry*, 22: 140-143.
- [110] Kim, J.M., Du, W.X., Otwell, W.S., Marshall, M.R., Wei, C.I. (1998). Nutrients in salmon and red grouper fillets as affected by chlorine dioxide (ClO<sub>2</sub>) treatment. *Journal of Food Science*, 63: 629-633.
- [111] Kim, J.M., Lee, Y.S., O'Keefe, S.F., Wei, C.I. (1997). Effect of chlorine dioxide treatment on lipid oxidation and fatty acid composition in salmon and red grouper fillets. *Journal of American Oil Chemists Society*, 74: 539-542.
- [112] Kimura, B., Murakami, M. (1993). Fate of food patho-gens in gas-packaged jack mackerel fillets. *Nippon Suisan Gakkaishi*, 59: 1163-1169.
- [113] Kirov, S.M. (1997). *Aeromonas* and *Plesiomonas* species. In: *Food Microbiology ± Fundamentals and Frontiers* (edited by M.E. Doyle, L.R. Beuchat & T.J. Montville). Pp. 265-287. Washington, DC: ASM Press.
- [114] Kirwan, M.J., Strawbridge, J.W. (2003). Plastics in food packaging. In: R. Coles, D. McDowell, M.J. Kirwan (Ed.). *Food Packaging Technology*. 174-240. London: Blackwell Publishing.
- [115] Klaui, H., and Bauernfeind, J.C. (1981). Carotenoids. In: *Carotenoids as colorants and vitamin A precursors*. Academic Press, New York, pp. 47-317.
- [116] Known, T.W., Menzel, D.B., Olcott, H.S. (1965). Reactivity of malonaldehyde with food constituents. *Journal of Food Science*, 30: 808-813.
- [117] Kris-Etherton, P. M., Harris, W. S., Appel, L. J. (2002). Fish consumption, fish oil, omega-3 fatty acids and cardiovascular disease. *Circulation*, 106: 2747-2757.
- [118] Labuza, T.P. (1993). Active packaging technologies for improved shelf life and quality. In: *Science for the Food Industry of the 21st Century, Biotechnology, Supercritical Fluids, Membranes and Other Advanced Technologies for Low Calorie, Healthy Food Alternatives* (Ed.) M. Yalpani. 265-284.
- [119] Labuza, T.P. (1996). An introduction to active packaging for foods. *Food Technology*, 50: 68-71.
- [120] Lalitha, K.V., Sonaji, E.R., Manju, S., Jose, L., Gopal, T.K.S. and Ravisankar C.N. (2005). Microbiological and biochemical changes in pearl spot (*Etroplus*

- suratensis Bloch*) stored under modified atmospheres. Journal of Applied Microbiology, 99: 1222-1228.
- [121] Lannelongue, M., Hanna, M.O., Nickelson, R., Vanderzant, G. (1982). Storage characteristics of finfish fillets (*Archosargus probatocephalus*) packaged in modified gas atmosphere containing carbon dioxide. Journal of Food Protection, 45: 440-449.
- [122] Laursen, B.G., Leisner, J.J., Dalgaard, P. (2006). Carnobacterium species: effect of metabolic activity and interaction with *Brochotrix thermosphacta* on sensory characteristics of modified atmosphere packed shrimp. Journal of Agriculture and Food Chemistry, 54: 3604-3611.
- [123] Leistner, L., Gorris, L.G.M. (1995). Food preservation by hurdle technology. Trends in Food Science and Technology, 6: 41-46.
- [124] Leroi, F., Joffraud, 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.
- [125] Lichtenstein, A. H., Appel, L. J., Brands, M., Carnethon, M., Daniels, S., Franch, H. A., Franklin, B., Kris-Etherton, P., Harris, W. S., Howard, B., Karanja, N., Lefevre, M., Rudel, L., Sacks, F., Van Horn, L., Winston, M., Wylie- Rosett, J. (2006). Diet and lifestyle recommendations revision 2006: A scientific statement from the American Heart Association Nutrition Committee. Circulation, 114: 82-96.
- [126] Liston, J. (1980). Microbiology in fishery science. In: Connell, J.J., editors. Advances in fishery science and technology. Farnham, England: Fishing News Books Ltd. 138-157.
- [127] Lopez-Galvez, D.E., Dela-Hoz, L., Blanco, M., Ordonez, A. (1998). Refrigerated storage (2°C) of Sole (*Solea solea*) fillets under CO<sub>2</sub> enriched atmospheres. Journal of Agriculture and Food Chemistry, 46: 1143-1149.
- [128] Love, R.M. (1988). The Food Fishes. Their Intrinsic Variation and Practical Implications. Farrand Press, London/Van Nostrand Reinhold, New York.
- [129] Lunn, J., Theobald, H.E. (2006). The health effect of dietary unsaturated fatty acids. British Nutrition Foundation Nutrition Bulletin, 31: 178-224.



- [130] Marcel, J., Minart, A., Lorient, C. and Pascat, B. (1996). Influence of the preservation process on the quality of carp fillets. *Packaging Technology and Science*, 9: 121-130.
- [131] Marković, Z., Poleksić, V. (2008). Proizvodnja šarana u ribnjacima. Projektni izveštaj. Institut za zootehniku, Poljoprivredni fakultet, Univerzitet u Beogradu.
- [132] Marković, Z., Poleksić, V. (2009). Ribarstvo u Srbiji. Institut za Zootehniku, Poljoprivredni fakultet, Beograd.
- [133] Marošević, Đ. (1982). Slatkovodno ribarstvo. Riba kao živežna namirnica, 353.
- [134] Marsh, K., Bugusu, B. (2007). Food packaging-Roles, materials and environmental issues. *Food Science*, 72: R39-R55.
- [135] 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.
- [136] 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.
- [137] Mason, P. (2000). Fish oils – an update. *The Pharmaceutical Journal*, 265: 720-724.
- [138] Matches, J.R., Liston, J., Curran, D. (1974). *Clostridium perfringens* in the environment. *Applied Microbiology*, 28: 655-660.
- [139] Mayneris-Perxachs, J., Bondia-Pons, I., Serra-Majem, L., Castellote, A. I. (2010). Long-chain n-3 fatty acids and classical cardiovascular disease risk factors among the Catalan population. *Food Chemistry*, 119: 54-61.
- [140] McDonald, R. E. and Hultin, H. O. (1987). Some characteristics of the enzymic lipid peroxidation system in the microsomal fraction of flounder skeletal muscle. *Journal of Food Science*, 52 (1): 15-21.
- [141] McMillin, K.W. (1994). Gas-systems for fresh meat in modified atmosphere packaging. In: A.L. Brody (Ed.) *Modified atmosphere food packaging*, 85-102. Herndon, Virginia, Institute of Packaging Professionals.
- [142] Menoyo, D., Lopez-Bote, C. J., Diez, A., Obach, A., Bautista, J. M. (2007). Impact of n-3 fatty acid chain length and n-3/n-6 ratio in Atlantic salmon (*Salmo salar*) diets. *Aquaculture*, 267: 248-259.

- [143] 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.
- [144] Mirilović, M., Karabasil, N., Teodrović, V., Baltić, M. Ž., Dimitrijević M. (2008). Raspored svetske proizvodnje i ulova ribe od 2000. do 2005. godine po obimu. *Zbornik radova i kratkih sadržaja, 20. savetovanje veterinara Srbije, Zlatibor*, 98-100.
- [145] Mitsuda, H., Kawai, F., Yamamoto, A. and Nakajima, K. (1975). Carbon dioxide-protein interaction in a gas-solid phase. *Journal of Nutritional Science and Vitaminology*, 21: 151-162.
- [146] Mitz, M.A. (1979). CO<sub>2</sub> biodynamics: A new concept of cellular control. *Journal of Theoretical Biology*, 80: 537-551.
- [147] 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, pp.487-496.
- [148] Molin, G., Stenstrom, M., Ternstrom, A. (1983). The microbial flora of herring fillets after storage in carbon dioxide, nitrogen and air at 2,0°C. *Journal of Applied Bacteriology*, 55: 49-56.
- [149] 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.
- [150] Moreno, J. J., Mitjavila, M. T. (2003). The degree of unsaturation of dietary fatty acids and the development of atherosclerosis. *Journal of Nutritional Biochemistry*, 14: 182-195.
- [151] Mozaffarian, D., Ascherio, A., Hu, F. B., Stampfer, M. J., Willett, W. C., Siscovick, D. S., Rimm, E. B. (2005). Interplay between different polyunsaturated fatty acids and risk of coronary heart disease in men. *Circulation*, 111: 157-164.
- [152] Mozaffarian, D., Psaty, B. M., Rimm, E. B., Lemaitre, R. N., Burke, G. L., Lyles, M. F., Lefkowitz, D., Siscovick, D. S. (2004). Fish intake and risk of incident atrial fibrillation. *Circulation*, 110: 368-373.

- [153] Mullan, M., McDowell, D. (2003). Modified atmosphere packaging. In: R. Coles, D. McDowell, M.J. Kirwan (Ed.). Food Packaging Technology. 303-339. London: Blackwell Publishing.
- [154] Muratore, G., Licciardello, F. (2005). Effect of Vacuum and Modified Atmosphere Packaging on the Shelf-life of Liquid-smoked Swordfish (*Xiphias gladius*) Slices. Journal of Food Science, 70 (5): 359-363.
- [155] 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.
- [156] Murray, J., Burt, J.R. (1969). The composition of fish. Torry Advis. Note 38, Torry Research Station, Aberdeen.
- [157] Myrland, Ø., Trondsen, T., Johnston, R.S., Lund, E. (2000). Determinants of seafood consumption in Norway: Lifestyle, revealed preferences, and barriers to consumption. Food Quality and Preference, 11: 169-188.
- [158] Nettleton, J. A., Katz, R. (2005). n-3 long-chain polyunsaturated fatty acids in type 2 diabetes: a review. Journal of the American Dietetic Association, 105: 428-440.
- [159] Ogrydziak, D.M., Brown, W.D. (1982). Temperature effects in modified-atmosphere storage of seafoods. Food Technology, 36: 86-96.
- [160] Olsen, S.O. (2003). Understanding the relationship between age and seafood consumption: The mediating role of attitude, health involvement and convenience. Food Quality and Preference, 14: 199-209.
- [161] Ordonez, J.A., Lopez-Galvez, D.E., Fernandez, M., Hierro, E., Dela-Hoz, L. (2000). Microbial and physicochemical modifications of hake (*Merluccius merluccius*) steaks stored under carbon dioxide enriched atmospheres. Journal of the Science of Food and Agriculture, 80: 1831-1840.
- [162] Osswald, T.A., Baur, E., Brinkmann, S., Oberbach, K., Schmachtenberg, E. (2006). International plastics handbook. Munich: Hanser Publishers. 507-699.
- [163] Özogul, F., Özogul, Y. (2006). Biogenic amine content and biogenic amine quality indices sardines (*Sardina pilchardus*) stored in modified atmosphere packaging and vacuum packaging. Food Chemistry, 99: 574-578.

- [164] 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.
- [165] Özogul, F., Taylor, K.D.A., Quantick, P., Özogul, Y. (2000). Chemical, microbiological, and sensory evaluation of Atlantic herring (*Clupea harengus*) stored in ice, modified atmosphere and vacuum pack. *Food Chemistry*, 71: 267-273.
- [166] Pantazi, D., Papavergou, A., Pournis, N., Kontominas, M.G., Savvaidis, I.N. (2008). Shelf-life of chilled fresh Mediterranean swordfish (*Xiphias gladius*) stored under various packaging conditions: Microbiological, biochemical and sensory attributes. *Food Microbiology*, 25: 136-143.
- [167] Parkin, K.L., Brown, W.D. (1982). Preservation of seafood with modified atmospheres. In: *Chemistry and Biochemistry of Marine Food Products* (edited by R.E. Martin, G.J. Flick, C.E. Hebard, D.R. Ward), pp 453-465. Westport, CT: AVI Publishing Cp.
- [168] Parkin, K.L., Wells, M.J., Brown, W.D. (1981). Modified atmosphere storage of rock fish fillets. *Journal of Food Science*, 47: 181-184.
- [169] Pastoriza, L., Sampedro, G., Herrerera, J.J., Cabo, M.L., (1996a). Effect of carbon dioxide atmosphere on microbial growth and quality of Salmon slices, *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 72: 348-352.
- [170] Pastoriza, L., Sampedro, G., Herrera, J.J. and Cabo, M.L. (1996b). Effect of modified atmosphere packaging on shelf-life of iced fresh hake slices. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 71: 541-547.
- [171] Pearson, A.M., Gray, J.I., Wolzak, A.M., Horenstein, N.A. (1983). Safety implications of oxidized lipids in muscle foods. *Food Technology*, 37(7): 121-129.
- [172] Perera, A., Pardo, A., Barrettino, D., Hierlermann, A., Marco, S. (2010). Evaluation of fish spoilage by means of a single metal oxide sensor under temperature modulation. *Sensors and Actuators B*, 146: 477-482.
- [173] 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: 705-713.

- [174] Poulter, N.H., Nicolaidis, L. (1985a). Studies of the iced storage characteristics and composition of a variety of Bolivian freshwater fish. 1. Altiplano fish. *Journal of Food Technology*, 20: 437-449.
- [175] Poulter, N.H., Nicolaidis, L. (1985b). Studies of the iced storage characteristics and composition of a variety of Bolivian freshwater fish. 2. Parana and Amazon Basins fish. *Journal of Food Technology*, 20: 451-465.
- [176] 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.
- [177] Radetić, P., Milijašević, M., Jovanović, J., Velebit, B. (2007). Pakovanje svežeg mesa u modifikovanoj atmosferi-trend koji traje! *Tehnologija mesa* 48 (1-2): 99-109.
- [178] Radovanović, R., Popov-Raljić, J. (2000). Senzorna analiza prehrambenih proizvoda, udžbenik. Poljoprivredni fakultet, Beograd i Tehnološki fakultet, Novi Sad.
- [179] Randell, K., Ahvenainen, R., Hattula, T. (1995). Effect of the gas/product ratio and CO<sub>2</sub> concentration on the shelf- life of MA packed fish. *Packaging Technology and Science*, 8: 205-218.
- [180] Randell, K., Hattula, T., SkyttaÈ , E., Sivertsvik, M., Bergslien, H. (1999). Quality of filleted salmon in various retail packages. *Journal of Food Quality*, 22: 483-497.
- [181] Ravi Sankar, C.N., Lalitha, K.V., Jose, L., Manju, S., Gopal, T.K.S. (2008). Effect of packaging atmosphere on the microbial attributes of pearl spot (*Etroplus suratensis Bloch*) stored at 0-2°C. *Food Microbiology*, 25(3): 518-528.
- [182] Reddy, I.M., Carpenter, C.E. (1991). Determination of metmyoglobin reductase activity in bovine skeletal muscle. *Jornal of Food Science*, 56: 1161-1164.
- [183] Reddy, N.R., Armstrong, D.J., Rhodehamel, E.J., Kautter, D.A. (1992). Shelf-life extension and safety concerns about fresh fishery products packaged under modified atmospheres: a review. *Journal of Food Safety*, 12: 87-118.

- [184] Reddy, N.R., Villanueva, M., Kautter, D.A. (1995). Shelf-life of modified atmosphere packaged fresh tilapia fillets stored under refrigeration and temperature abuse conditions. *Journal of Food Protection*, 58(8): 908-914.
- [185] Renerre, M., Labadie, J. (1993). Fresh red meat packaging and meat quality. In *Proceedings 39th international congress of meat science and technology* (pp. 361-387). 1-6 August 1993, Calgary, Canada.
- [186] Rodriguez, M.N., Sanz, J.J., Santos, J.A., Otero, A., Lopez, M.L. (2001). Bacteriological quality of aquacultured fresh water fish portions in prepackaged trays stored at 3°C. *Journal of Food Protection*, 64 (9): 1399-1404.
- [187] Rooney, M.L. (1995). Overview of active food packaging. In: *Active Food Packaging* (Ed.) M. Rooney. 1-37. Glasgow: Blackie Academic & Professional.
- [188] Rosnes, J.T., Sivertsvik, M., Berglisen, H. (1997). Distribution of modified atmosphere packaged salmon (*Salmo salar*) products. In: *Seafood from Producer to Consumer, Integrated Approach to Quality* (Ed.) J.B. Luten, T. Borresen, J. Oehlenschlager. 211-220. Amsterdam: Elsevier.
- [189] Rosnes, J.T., Sivertsvik, M., Skipnes, D., Nordtvedt, T.S., Corneliussen, C., Jakobsen, O. (1998). Transport of superchilled salmon in modified atmosphere. In: *Proceedings from Hygiene, Quality and Safety in the Cold Chain and Air-Conditioning*. IIF-IIR-Commission C2/E1, Nantes, France. 229-236.
- [190] Rotabakk, B.T., Wyller, J., Lekang, O.I., Sivertsvik, M. (2008). A mathematical method for determining equilibrium gas composition in modified atmosphere packaging and soluble gas stabilization systems for non respiring foods. *Journal of Food Engineering*, 85: 479-490.
- [191] Ruiz - Capilas, C. and Moral, A. (2005). Sensory and biochemical aspects of quality of whole bigeye tuna (*Thunnus obesus*) during bulk storage in controlled atmospheres. *Food Chemistry*, 89 (3): 347-354.
- [192] Ruiz - Capilas, C., Moral, A. (2001a). Chilled bulk storage of gutted hake (*Merluccius merluccius*, L.) in CO<sub>2</sub> and O<sub>2</sub> enriched controlled atmospheres. *Food Chemistry*, 74 (3): 317-325.
- [193] Ruiz-Capillas, C. and Moral, A. (2001b). 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.

- [194] Ryder, J.M., Buisson, D.H., Scott, D.N., Fletcher, G.C. (1984). Storage of New Zealand Jack mackerel (*Trachurus novaezelandiae*) in ice: chemical, microbiological and sensory assessment. *Journal of Food Science*. 49, 1453-1456, 1477.
- [195] Sahena, F., Zaidul, I. S. M., Jinap, S., Saari, N., Jahurul, H.A., Abbas, K. A., Norulaini, N. A. (2009). PUFAs in fish: extraction, fractionation, importance in health. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 8: 59-74.
- [196] Satomi, M., Vogel, B.F., Gram, L., Venkateswaren, K. (2006). *Shewanella hafniensis* sp. nov. and *Shewanella morhuae* sp. nov., isolated from marine fish of the Baltic Sea. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology* 56: 243-249.
- [197] Scherer, R., Augusti, P.R., Bochi, V.C., Steffens, C., Fries, L.L.M., Daniel, A.P., Kubota, E.H., Neto, J.R., Emanuelli T. (2006). Chemical and microbiological quality of grass carp (*Ctenopharyngodon idella*) slaughtered by different methods. *Food Chemistry*, 99: 136-142.
- [198] Sidhu, K.S. (2003). Health benefits and potential risks related to consumption of fish or fish oil. *Regulations in Toxicology and Pharmacology*, 38: 336-344.
- [199] Silliker, J. H., Wolfe, S. K. (1980). Microbiological safety considerations in controlled-atmosphere storage of meats. *Food Technology*, 34: 59-63.
- [200] Singh, R.K., Singh, N. (2005). Quality of packaged foods. In: J.H. Han (Ed.). *Innovations in food packaging*. 24-44. Amsterdam: Elsevier Academic Press.
- [201] Sivertsvik, M. (2000). Use of soluble gas stabilisation to extend shelf-life of fish. In: *Proceedings of 29th Annual WEFTA Meeting*. October 10-14 1999, Thessaloniki, Greece. (Ed.) S.A. Georgakis. 79-91.
- [202] 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.
- [203] 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): 1467-1472.

- [204] Sivertsvik, M., Rosnes, J.T., Vorre, A., Randell, K., Ahvenainen, R., Berglisen, H. (1999). Quality of whole gutted salmon in various bulk packages. *Journal of Food Quality*, 22: 387-401.
- [205] Skibsted, L.H., Bertelsen, G., Qvist, S. (1994). Quality changes during storage of meat and slightly preserved meat products. In: *Proceedings 40th international congress of meat science and technology*. 1-10. 28 August-2 September 1994, The Hague, Netherlands.
- [206] Skura, B.J. (1991). Modified atmosphere packaging of fish and fish products. In: *Modified Atmosphere Packaging of Food*. 148-168. London: Ellis Horwood.
- [207] Slade, A., Davies, A.R. (1997). Fate of foodborne patho-gens on modified atmosphere packaged (MAP) cod and trout. In: *Seafood from Producer to Consumer, Integrated Approach to Quality* (edited by J.B. Luten, T. Børresen & J. Oehlenschlaeger). pp. 455-461. Amsterdam: Elsevier.
- [208] Smith, B.S. (2001). The maturation of case-ready technology-operational challenges. In: *Meat industry research conference*. 117-118.
- [209] Soldatović, B., Zimonjić, D. (1988). *Biologija i gajenje ribe*. Naučna knjiga.
- [210] Specchio, J.J., Karmas, E., Daun, H., Paik, S. and Gilbert, S.G. (1988). Effect of carbon dioxide on the thermodynamic state of water in collagen. *Journal of Food Science*, 53 (4): 1212-1215.
- [211] SRPS ISO 1443/1992. - Meso i proizvodi od mesa - Određivanje sadržaja ukupne masti.
- [212] SRPS ISO 2917/2004. - Meso i proizvodi od mesa - Merenje pH.
- [213] SRPS ISO 936/1999. - Meso i proizvodi od mesa - Određivanje ukupnog pepela.
- [214] SRPS EN ISO 4833: 2008. - Mikrobiologija hrane i hrane za životinje – Horizontalna metoda za određivanje broja mikroorganizama – Tehnika brojanja kolonija na 30°C.
- [215] SRPS EN ISO 8586-2:2012. - Senzorske analize – Opšte uputstvo za odabir, obuku i praćenje ocenjivača - Deo 2: Senzorski ocenjivači (eksperti)
- [216] SRPS EN ISO 8589:2012. - Senzorske analize - Opšte uputstvo za projektovanje prostorija za ispitivanja
- [217] SRPS ISO 1442/1998. - Meso i proizvodi od mesa - Određivanje sadržaja vlage.



- [218] SRPS ISO 15213:2011. - Mikrobiologija hrane i hrane za životinje – Horizontalna metoda za određivanje broja sulfitoredujućih bakterija koje rastu u anaerobnim uslovima.
- [219] SRPS ISO 21528-2:2009. - Mikrobiologija hrane i hrane za životinje – Horizontalna metoda za određivanje broja Enterobacteriaceae – Deo 2: Metoda brojanja kolonija.
- [220] SRPS ISO 4121:2001. - Senzorne analize - Metodologija - Procenjivanje prehrambenih proizvoda pomoću metoda skala
- [221] SRPS ISO 6658: 2001. - Senzorne analize – Metodologija - Opšte uputstvo
- [222] SRPS ISO 937/1992. - Meso i proizvodi od mesa - Određivanje sadržaja azota.
- [223] Stamatis, N. and 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.
- [224] Stamatis, N., Arkoudelos, J. (2006). 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.
- [225] Stammen, K., Gerdes, D., Caporaso, F., Martin, R.E. (1990). Modified atmosphere packaging of seafood. Critical Reviews in Food Science and Technology, 29 (5): 301-331.
- [226] Stansby, M.E., Griffiths, F.P. (1935). Carbon dioxide in handling fresh fish-Haddock. Industrial and Engineering Chemistry, 27: 1452-1458.
- [227] Stenstrom, I.M. (1985). Microbial flora of cod fillets (*Gadus morhua*) stored at 2°C in different mixtures of carbon dioxide and nitrogen/oxygen. Journal of Food Protection, 48: 585-589.
- [228] Stohr, V., Joffraud, J.J., Cardinal, M., Leroi, F. (2001). Spoilage potential and sensory profile associated with bacteria isolated from cold-smoked salmon. Food Research International, 34(9): 797-806.
- [229] Stolyhwo, A., Kolodziejska, I., Sikorski, Y.E. (2006). Long chain polyunsaturated fatty acid in smoked Atlantic mackerel and Baltic sprats. Food Chemistry, 94: 585-595.

- [230] Su, Y.C., Morrissey, M.T. (2003). Reducing levels of *Listeria monocytogenes* contamination on raw salmon with acidified sodium chlorite. *Journal of Food Protection*, 66: 812-818.
- [231] Suzuki, T., Suyama, M. (1980). Changes in free amino acids and phosphopeptides of rainbow trout during development. *Nippon Suisan Gakkaishi*, 46: 591-597.
- [232] Sveinsdottir, K., Martinsdottir, E., Green-Petersen, D., Hyldig, G., Schelvis, R., Delahunty, C. (2009). Sensory characteristics of different cod products related to consumer preferences and attitudes. *Food Quality and Preference*, 20: 120-132.
- [233] Šoša, B. (1989). Higijena i tehnologija prerade morske ribe. Školska knjiga, Zagreb.
- [234] Tehničke upute za uzgoj ribe (2008). Sarajevo, BiH.
- [235] Teixeira de Mattos, M. J., Plomp, P. J. A. M., Neijssel, O. M., Tempest, D. W. (1984). Influence of metabolic end-products on the growth efficiency of *Klebsiella aerogenes* in anaerobic chemostat culture. *Antonie van Leeuwenhoek*, 50: 461-472.
- [236] Terry, P. D., Terry, J. B., Rohan, T. E. (2004). Long-chain (n-3) fatty acid intake and risk of cancers of the breast and the prostate recent epidemiological studies, biological mechanisms, and directions for future research. *Journal of Nutrition*, 134: 3412S-3420S.
- [237] Torrieri, E., Cavella, S., Villani, F., Masi, P. (2006). Influence of modified atmosphere packaging on the chilled shelf life of gutted farmed bass (*Dicentrarchus labrax*). *Journal of Food Engineering*, 77: 1078-1086.
- [238] 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.
- [239] Trondsen, T., Braaten, T., Lund, E., Eggen, A.E. (2004). Health and seafood consumption patterns among women aged 45-69 years. A Norwegian seafood consumption study. *Food Quality and Preference*, 15: 117-128.

- [240] Turin, L. and Warner, A. (1977). Carbon-dioxide reversible abolishes ionic communication between cells of early amphibian embryo. *Nature*, 270 (5632): 56-57.
- [241] Valfre, F., Caprino, F., Turchini, G.M. (2003). The health benefit of seafood. *Veterinary Research Communications*, 27: 507-512.
- [242] Vogel, B.F., Venkateswaren, K., Satomi, M., Gram, L. (2005). Identification of *Shewanella baltica* as the most important H<sub>2</sub>S-producing species during iced storage of Danish marine fish. *Applied and Environmental Microbiology*, 71(11): 6689-97.
- [243] Von Shacky, C. (2001). Clinical trials, not n-6 to n-3 ratios, will resolve whether fatty acids prevent coronary heart disease. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 103: 423-427.
- [244] 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.
- [245] Warf, C., Kemp, G.K. (2001). Chemistry and mode of action of acidified sodium chlorite. In: IFT Annual Meeting Abstracts, New Orleans.
- [246] Welch, A.A., Zavitsanos, X., Tumino, R., Galasso, R., Bueno-de-Mesquita, H. B., Ocke', M. C. (2002). Variability of fish consumption within the 10 European countries participating in the European investigation into cancer and nutrition (EPIC) study. *Public Health Nutrition*, 5: 1273-1285.
- [247] Wolf, S.K., (1980). Use of CO and CO<sub>2</sub> enriched atmospheres for meats, fish and produce. *Food Technology*, 34: 55-58.
- [248] World Commission on Environment and Development, (1987): <http://www.un-documents.net/ocf-02.htm#I>
- [249] Wuthe, H.H. and Findel, G. (1972). Salmonella in flatfishes of coastal waters. *Arch. Lebensmittelhyg.* 23: 110-111.
- [250] Xiong, Y.L. (1994). Myofibrillar protein from different muscle fiber types: Implications of bio-chemical and functional properties in meat processing. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 34: 293-320.

- [251] Yam, K.L., Takhistov, P.T., Miltz, J. (2005). Intelligent packaging: Concepts and applications. *Journal of Food Science*, 70: R1-R10.
- [252] Yaqoob, P. (2004). Fatty acids and the immune system: from basic science to clinical applications. *Proceedings of the Nutrition Society*, 63: 89-104.
- [253] Zamaria, N. (2004). Alteration of polyunsaturated fatty acid status and metabolism in health and disease. *Reproduction Nutrition Development*, 44: 273-282.
- [254] Zhang, Y., Lu, H., Levin, E.L. (2003). Enhanced storage-life of fresh haddock fillets with stabilized sodium chlorite in ice. *Food Microbiology*, 20: 87-90.
- [255] Zhao, Y., Wells, J.H., McMillin, K.W. (1994). Applications of dynamic modified atmosphere packaging systems for fresh red meats: A review. *Journal of Muscle Foods*, 5: 299-328.

## BIOGRAFIJA

Rođena je 07.03.1974. u Kraljevu, Republika Srbija. Osnovnu školu i srednju veterinarsku školu završila je u Kraljevu.

Na Fakultet veterinarske medicine, Univerziteta u Beogradu, upisala se školske 1992/93. godine. Na istom fakultetu diplomirala je 25.04.2002. godine sa prosečnom ocenom 8,50. Od avgusta 2005. godine stalno je zaposlena u Institutu za higijenu i tehnologiju mesa u Beogradu, gde se danas nalazi na radnom mestu odgovornog analitičara na Odeljenju za senzorska i fizička ispitivanja sa parazitologijom.

Do sada je kao prvi autor ili u zajednici sa drugim autorima objavila 14 radova u domaćim ili međunarodnim časopisima.

Прилог 1.

## Изјава о ауторству

Потписана Јелена Бабић

број индекса 14/11

### Изјављујем

да је докторска дисертација под насловом

УПОРЕДНО ИСПИТИВАЊЕ ОДАБРАНИХ ПАРАМЕТАРА КВАЛИТЕТА У ТОКУ  
СКЛАДИШТЕЊА ОДРЕЗАКА ШАРАНА ПАКОВАНИХ У ВАКУУМУ И  
МОДИФИКОВАНОЈ АТМОСФЕРИ

- резултат сопственог истраживачког рада,
- да предложена дисертација у целини ни у деловима није била предложена за добијање било које дипломе према студијским програмима других високошколских установа,
- да су резултати коректно наведени и
- да нисам кршила ауторска права и користио интелектуалну својину других лица.

Потпис докторанда

У Београду, 25.09.2013.

Јелена Бабић

Прилог 2.

## Изјава о истоветности штампане и електронске верзије докторског рада

Име и презиме аутора: Јелена Бабић

Број индекса: 14/11

Студијски програм: докторске академске студије

Наслов рада: Упоредно испитивање одабраних параметара квалитета у току  
складиштења одрезака шарана пакованих у вакууму и модификованој атмосфери

Ментор др. Мирјана Димитријевић

Потписана Јелена Бабић

Изјављујем да је штампана верзија мог докторског рада истоветна електронској  
верзији коју сам предала за објављивање на порталу **Дигиталног  
репозиторијума Универзитета у Београду**.

Дозвољавам да се објаве моји лични подаци везани за добијање академског  
звања доктора наука, као што су име и презиме, година и место рођења и датум  
одбране рада.

Ови лични подаци могу се објавити на мрежним страницама дигиталне  
библиотеке, у електронском каталогу и у публикацијама Универзитета у Београду.

Потпис докторанда

У Београду, 25.09.2013.

Јелена Бабић

Прилог 3.

## Изјава о коришћењу

Овлашћујем Универзитетску библиотеку „Светозар Марковић“ да у Дигитални репозиторијум Универзитета у Београду унесе моју докторску дисертацију под насловом:

УПОРЕДНО ИСПИТИВАЊЕ ОДАБРАНИХ ПАРАМЕТАРА КВАЛИТЕТА У ТОКУ СКЛАДИШТЕЊА ОДРЕЗАКА ШАРАНА ПАКОВАНИХ У ВАКУУМУ И МОДИФИКОВАНОЈ АТМОСФЕРИ

која је моје ауторско дело.

Дисертацију са свим прилозима предала сам у електронском формату погодном за трајно архивирање.

Моју докторску дисертацију похрањену у Дигитални репозиторијум Универзитета у Београду могу да користе сви који поштују одредбе садржане у одабраном типу лиценце Креативне заједнице (Creative Commons) за коју сам се одлучила.

1. Ауторство
2. Ауторство - некомерцијално
3. Ауторство – некомерцијално – без прераде
4. Ауторство – некомерцијално – делити под истим условима
5. Ауторство – без прераде
6. Ауторство – делити под истим условима

(Молимо да заокружите само једну од шест понуђених лиценци, кратак опис лиценци дат је на полеђини листа).

У Београду, 25.09.2013.

Потпис докторанда

Јелена Бадућ



1. Ауторство - Дозвољавање умножавања, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, и прераде, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце, чак и у комерцијалне сврхе. Ово је најслободнија од свих лиценци.

2. Ауторство – некомерцијално. Дозвољавање умножавања, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, и прераде, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце. Ова лиценца не дозвољава комерцијалну употребу дела.

3. Ауторство - некомерцијално – без прераде. Дозвољавање умножавања, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, без промена, преобликовања или употребе дела у свом делу, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце. Ова лиценца не дозвољава комерцијалну употребу дела. У односу на све остале лиценце, овом лиценцом се ограничава највећи обим права коришћења дела.

4. Ауторство - некомерцијално – делити под истим условима. Дозвољавање умножавања, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, и прераде, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце и ако се прерада дистрибуира под истом или сличном лиценцом. Ова лиценца не дозвољава комерцијалну употребу дела и прерада.

5. Ауторство – без прераде. Дозвољавање умножавања, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, без промена, преобликовања или употребе дела у свом делу, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце. Ова лиценца дозвољава комерцијалну употребу дела.

6. Ауторство - делити под истим условима. Дозвољавање умножавања, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, и прераде, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце и ако се прерада дистрибуира под истом или сличном лиценцом. Ова лиценца дозвољава комерцијалну употребу дела и прерада. Слична је софтверским лиценцама, односно лиценцама отвореног кода.