

UNIVERZITET U BEOGRADU
FAKULTET VETERINARSKE MEDICINE
Katedra za higijenu i tehnologiju namirnica animalnog
porekla

ISPITIVANJE UTICAJA MARINIRANJA NA
RAST *Salmonella* VRSTA U MESU
BROJLERA

Doktorska disertacija

Tatjana M. Baltić
Diplomirani veterinar

Beograd, 2014.

UNIVERSITY OF BELGRADE
FACULTY OF VETERINARY MEDICINE
Department for Food Hygiene and Technology

INFLUENCE OF MARINATION ON
***Salmonella* spp. GROWTH IN BROILER**
MEAT

PhD Thesis

Tatjana M. Baltić
Doctor of Veterinary Medicine

Belgrade, 2014.

MENTOR:

Dr Milan Ž. Baltić, redovni profesor

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

ČLANOVI KOMISIJE:

Dr Vlado Teodorović, redovni profesor

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

Dr Nedeljko Karabasil, docent

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

Dr Dušan Mišić, docent

Univerzitet u Beogradu, Fakultet veterinarske medicine,
Katedra za mikrobiologiju sa imunologijom

Dr Vesna Đorđević, naučni saradnik

Institut za higijenu i tehnologiju mesa, Beograd

Datum odbrane doktorske disertacije

.....

Rezultati istraživanja ove doktorske disertacije deo su istraživanja u okviru projekta "Odabrane biološke opasnosti za bezbednost/kvalitet hrane animalnog porekla i kontrolne mere od farme do potrošača" (Ev. br. TR 31034), koje finansira Ministarstvo prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije u periodu od 2011. do 2014. godine.

*Ovom prilikom zahvaljujem se svima koji su doprineli
pri izradi doktorskę disertacije, posebno:*

Mom mentoru, prof. dr Milanu Ź. Baltiću, na ukazanoj časti i poverenju da budem njegov doktorand, na nesebično prenetom znanju i iskustvu, idejama, pruženoj podršci i pomoći pri izradi ove disertacije. Dragi profesore, samo "hvala" je nedovoljno da izrazim svoju zahvalnost za sve što ste učinili za mene. Čast mi je i zadovoljstvo što imam priliku da saradujem sa Vama. Svojim radom i zalaganjem trudiću se da opravdam ukazano poverenje;

Članovima Komisije na saradnji, posebno doc. dr Dušanu Mišiću i dr Vesni Đorđević na kolegijalnoj podršci i pomoći;

Dragim koleginicama, Sanji Tomičević i Danki Spirić, na prijateljskoj podršci, pomoći i zalaganju tokom izvođenja eksperimentalnog dela rada i pisanja ove disertacije;

Koleginicama dr Mariji Đokmanović, Jeleni Janjić, Jeleni Ivanović, Jasni Lončini, dr Nataši Glamočliji i Mariji Bošković na saradnji, podršci i pomoći pri statističkoj obradi podataka i pisanju ove disertacije;

Institutu za higijenu i tehnologiju mesa iz Beograda na pomoći i razumevanju tokom izrade ove disertacije;

Mojim najmilijima, roditeljima, porodici i prijateljima na pruženoj podršci i razumevanju. Moj uspeh je podjednako i vaš.

ISPITIVANJE UTICAJA MARINIRANJA NA RAST *Salmonella* VRSTA U MESU BROJLERA

Rezime

Savremeni način življenja doveo je do povećane potražnje za proizvodima od mesa koji osim toplotne obrade ne zahtevaju dodatnu pripremu u domaćinstvu. Jedan od od takvih proizvoda je i marinirano meso. Mariniranje pruža mnoge prednosti, kako za proizvođače, tako i za potrošače. Tradicionalno se meso marinira u cilju poboljšanja ukusa, konzistencije i održivosti mesa. Kakvi će biti efekti mariniranja zavisi od vrste marinade, ali i kvaliteta mesa kao sirovine. Industrijsko mariniranje ima za cilj, pre svega, poboljšanje tehnoloških i senzornih osobina mesa. U tu svrhu se najčešće koriste alkalne marinade pripremljene od vode, kuhinjske soli i fosfata. Ove marinade povećavajući pH vrednost mesa omogućavaju veće vezivanje vode u mišićnom tkivu, što konačno dovodi do povećanja prinosa i sočnosti mesa. Sa druge strane, fosfatne soli koje se koriste za pripremu industrijskih marinada ne smatraju se antimikrobnim sredstvima. Zato se sve veća pažnja posvećuje ispitivanjima uticaja različitih fosfata i njihovih kombinacija sa solima organskih kiselina i drugim sastojcima na mikrobiološki status i kvalitet mesa.

Pileće meso, u odnosu na druge vrste mesa, ima mnoge prednosti. Ipak, pileće meso je i jedan od najčešće registrovanih izvora izbijanja salmoneloza kod ljudi, a kao uzročnici trovanja najčešće se navode serotipovi *Salmonella* Enteritidis i *Salmonella* Typhimurium. Osim toga, jedini propisima definisan kriterijum bezbednosti za poluproizvode od mesa, kakvo je marinirano pileće meso, je odsustvo *Salmonella* spp. Zato je naučno i stručno opravdano što je cilj ovog istraživanja bio da se ispita uticaj mariniranja na rast i preživljavanje *Salmonella* vrsta u mesu brojlera. Takođe, ispitivanja u okviru ove disertacije imala su za cilj da pokažu uticaj mariniranja na mikrobiološke pokazatelje higijenskog statusa i održivosti mesa, kao i na hemijske i fizičko- hemijske parametre kvaliteta mesa brojlera.

Za eksperiment su formirane četiri grupe mesa grudi brojlera, koje su pre soljenja, odnosno mariniranja bile kontaminirane mešanom kulturom različitih serotipova *Salmonella*. Prva, kontrolna grupa (I) uzoraka je soljena u 6% rastvoru kuhinjske soli, druga grupa (II) je marinirana u rastvoru sa 6% kuhinjske soli i 2% fosfata, treća grupa (III) je marinirana u rastvoru sa 6% kuhinjske soli i 2% citrata, a četvrta grupa (IV) je marinirana u rastvoru sa 6% kuhinjske soli, 1% fosfata i 1% citrata. Tokom devet dana skladištenja u aerobnim uslovima pri temperaturi od $4\pm 1^{\circ}\text{C}$, praćen je mikrobiološki status, hemijska, fizičko-hemijska svojstva i ukupna prihvatljivost mirisa soljenog, odnosno mariniranog mesa brojlera.

Na osnovu rezultata izvršenih ispitivanja zaključeno je da soljenje, a posebno mariniranje, belog mesa brojlera ne utiče značajno na promene sadržaja proteina i masti, ali uzrokuje smanjenje sadržaja vode i povećanje sadržaja pepela i soli. Takođe, navedeni postupci utiču na smanjenje a_w vrednosti mesa brojlera. Od svih ispitivanih grupa bakterija najveći porast broja bakterija tokom skladištenja zabeležen je kod aerobnih mezofilnih bakterija, a zatim kod enterobakterija. Povećanje broja salmonela vrsta kod svih ispitivanih grupa mesa brojlera bilo je najmanje izraženo. Intenzivniji porast broja bakterija *Salmonella* vrsta zapažen je kod svih ispitivanih grupa mesa brojlera od šestog do devetog dana skladištenja, a ostalih grupa bakterija od nultog do šestog dana. Sadržaj ukupno isparljivog azota značajnije je rastao posle trećeg dana skladištenja i bio je manje izražen kod soljenih uzoraka mesa brojlera u odnosu na uzorake koji su marinirani. Devetog dana skladištenja sadržaj ukupnog isparljivog azota kod mariniranih uzoraka mesa brojlera bio je iznad preporučenih vrednosti za pileće meso. Na početku i svih dana ispitivanja vrednost pH bila je znatno viša kod mariniranih uzoraka mesa grudi brojlera u odnosu na uzorke koji su tretirani samo slanim rastvorom. Senzorna ocena prihvatljivosti mirisa mesa grudi brojlera na kraju ispitivanja bila je statistički značajno veća kod uzoraka koji su soljeni, dok su marinirani uzorci mesa grudi brojlera na kraju ispitivanja imali senzornu ocenu ukupne prihvatljivosti manju od zadovoljavajuće.

Ključne reči: meso brojlera, mariniranje, fosfat, citrat, *Salmonella* spp., kvalitet

Naučna oblast: Veterinarska medicina

Uža naučna oblast: Higijena i tehnologija mesa

UDK broj: 613.28:579.84

INFLUENCE OF MARINATION ON *Salmonella* spp. GROWTH IN BROILER MEAT

Summary

Contemporary lifestyle has led to increased demand for meat products, that beside heat treatment does not require additional preparation in the household. One such product is a marinated meat. Marinating provides many benefits for both producers and consumers. Traditionally, meat has been marinated in order to improve the taste, consistency and shelf-life of the meat. What will be the effects of marination depends on the type of marinade and the quality of meat as a raw material as well. Industrial marination aims, above all, to improve the technological and sensory characteristics of meat. For this purpose, the most commonly used are alkaline marinades prepared from water, table salt and phosphate. Due to an increase in the pH value of meat, these marinades allow greater water uptake in muscle, which eventually increases yield and juiciness of meat. Moreover, the phosphate salts used for the preparation of marinades are not considered as antimicrobials. Therefore, more attention is paid to influence of different phosphates and their combinations with organic acid salts and other ingredients on the microbiological status and quality of meat.

Chicken meat, compared to other types of meat, has many advantages. However, chicken meat is one of the most commonly identified source of *Salmonella* outbreaks in humans and cause of poisoning commonly referred to *Salmonella* Enteritidis and *Salmonella* Typhimurium. Moreover, the only legislation defined safety criteria for semi- processed meat, which is the marinated chicken meat, is the absence of *Salmonella* spp. Therefore, it is scientifically and professionally justified to investigate the influence of marination on the growth and survival of *Salmonella* species in broiler meat, as it is conducted in this study. Furthermore, research in the framework of this dissertation, was aimed to demonstrate the influence of marination on microbiological indicators of hygienic status and shelf- life of meat, as well as the chemical and physical and chemical parameters of broiler meat quality.

For an experiment, there were four groups of broiler breast meat to be formed, which prior to salting or marination were inoculated with mixed culture of different *Salmonella* serotypes. First, control group (I) of samples was salted in a solution of 6% table salt, the second group (II) was marinated in a solution of 6% table salt and 2% phosphate, the third group (III) was marinated in a solution of 6% table salt and 2% citrate and the fourth group (IV) was marinated in a solution of 6% table salt, 1% phosphate and 1% citrate. Bacteriological status as well as, chemical, physical and chemical features and overall odour acceptability of salted and marinated broiler meat were monitored during the nine days of storage under aerobic conditions at $4\pm 1^{\circ}\text{C}$.

Based on researching made, it is concluded that salting, and marination in particular, of broiler meat had no significant effect on the protein and fat content, but caused a decrease in water and an increase in ash and salt content. Also, these procedures affect the reduction of a_w value of broiler meat. The largest increase in the total count during storage among all the studied bacteria groups, was found in aerobic mesophilic bacteria and then in enterobacteria group. Growth of *Salmonella* species in all broiler meat samples was the weakest comparing other groups of bacteria. Intense increase in the count of *Salmonella* species was observed from the sixth to ninth day of storage, and other groups of bacteria grew from zero to sixth day of storage, in all samples. The content of total volatile nitrogen was significantly increased after three days of storage and was less pronounced in salted samples of broiler meat compared to samples that are marinated. On the ninth day of storage the content of total volatile nitrogen in marinated broiler meat was above the recommended values for chicken meat. At the beginning and all testing days pH value was significantly higher in samples of marinated broiler breast meat compared to samples treated with only saline solution. Sensory mark of the overall odour acceptability of broiler meat, at the end of the storage, was significantly higher in samples that have been salted, while marinated meat samples had sensory mark of the overall odour acceptability less than satisfactory.

Key words: broiler meat, marination, phosphate, citrate, *Salmonella* spp., quality

Scientific field: Veterinary Medicine

Field of academic expertise: Meat Hygiene and Technology

UDK number: 613.28:579.84

SADRŽAJ

1. UVOD	1
2. PREGLED LITERATURE	4
2.1. Značaj pilećeg mesa u ishrani ljudi i njegove karakteristike	4
2.1.1. Značaj pilećeg mesa u ishrani ljudi	4
2.1.2. Hemijski sastav pilećeg mesa	6
2.1.3. Vrednost pH i temperatura mesa kao parametri u oceni inicijalnog kvaliteta pilećeg mesa	8
2.2. Proizvodnja, potrošnja i trendovi u preradi živinskog mesa	10
2.2.1. Proizvodnja živinskog mesa	10
2.2.2. Potrošnja živinskog mesa	13
2.2.3. Tržište sirovog/svežeg pilećeg mesa- trendovi	13
2.3. Mikrobiološka bezbednost pilećeg mesa	15
2.3.1. Fiziologija i taksonomija <i>Salmonella</i> vrsta	16
2.3.2. <i>Salmonella</i> vrste kao patogeni koji se prenose hranom	18
2.3.3. Kontrola <i>Salmonella</i> vrsta kod živine	20
2.3.3.1. Kontrola <i>Salmonella</i> vrsta u primarnoj proizvodnji	21
2.3.3.2. Kontrola <i>Salmonella</i> vrsta u objektu za klanje živine	22
2.4. Mariniranje pilećeg mesa	25
2.4.1. Tehnike mariniranja	26
2.4.2. Sastav marinada	27
2.4.2.1. Kuhinjska so (natrijum- hlorid)	27
2.4.2.2. Fosfati	30
2.4.2.3. Citrati	33
2.5. Kvar pilećeg mesa	34
2.5.1. Mikrobiološki kvar pilećeg mesa	35
2.5.1.1. Uticaj temperature na razmnožavanje mikroorganizama	36

2.5.1.2. Broj mikroorganizama potreban za nastanak kvara mesa i proizvoda od mesa	37
2.5.2. Kvar zbog užeglosti mesa	38
2.5.3. Kvar usled autolize	40
2.5.4. Boja grudnog mišića i pH vrednost mesa mogu da ukažu na brzinu nastanka kvara mesa	40
2.5.5. Koncentracija ukupno isparljivog azota kao indikator svežine mesa	41
3. CILJ I ZADACI RADA	42
<hr/>	
4. MATERIJAL I METODE	44
<hr/>	
4.1. Materijal	44
4.1.1. Uzorci mesa brojlera	44
4.1.2. Priprema marinada	44
4.1.3. Priprema mešane kulture <i>Salmonella</i> i inokulacija mesa	44
4.1.4. Proces mariniranja	45
4.2. Metode	45
4.2.1. Mikrobiološka ispitivanja	45
4.2.1.1. Određivanje broja <i>Salmonella</i> spp. u kontaminiranim uzorcima	46
4.2.1.2. Određivanje ukupnog broja bakterija	46
4.2.1.3. Određivanje ukupnog broja enterobakterija	47
4.2.1.4. Određivanje ukupnog broja psihrotrofnih bakterija	48
4.2.1.5. Određivanje prisustva <i>Salmonella</i> spp. u nekontaminiranim uzorcima mesa brojlera	48
4.2.2. Hemijska i fizičko- hemijska ispitivanja	49
4.2.2.1. Određivanje sadržaja vode	49
4.2.2.2. Određivanje sadržaja proteina	49
4.2.2.3. Određivanje sadržaja soli	50
4.2.2.4. Određivanje sadržaja pepela	50
4.2.2.5. Određivanje sadržaja slobodne masti	50
4.2.2.6. Određivanje sadržaja soli u vodenoj fazi (SVF) i a_w vrednosti	51

4.2.2.7. Određivanje pH vrednosti	51
4.2.2.8. Određivanje sadržaja ukupno isparljivog azota (TVB-N)	51
4.2.3. Senzorna ispitivanja	52
4.2.3.1. Ispitivanje prihvatljivosti mirisa	52
4.2.4. Statistička analiza podataka	52
5. REZULTATI ISPITIVANJA	54
5.1. Osnovni hemijski sastav i a_w vrednost mesa brojlera	54
5.1.1. Promena osnovnog hemijskog sastava mesa brojlera tokom skladištenja	54
5.1.2. Promena a_w vrednosti u mesu brojlera tokom skladištenja	61
5.2. Mikrobiološki status mesa brojlera	63
5.2.1. Promena broja bakterija <i>Salmonella</i> spp. u mesu brojlera tokom skladištenja.....	63
5.2.2. Promena ukupnog broja bakterija u mesu brojlera tokom skladištenja	67
5.2.3. Promena ukupnog broja enterobakterija u mesu brojlera tokom skladištenja.....	70
5.2.4. Promena ukupnog broja psihrotrofnih bakterija u mesu brojlera tokom skladištenja	73
5.3. Promena sadržaja ukupno isparljivog azota i pH vrednosti u mesu brojlera tokom skladištenja	77
5.3.1. Promena sadržaja ukupno isparljivog azota u mesu brojlera tokom skladištenja.....	77
5.3.2. Promena pH vrednosti mesa brojlera tokom skladištenja	81
5.4. Ispitivanje prihvatljivosti mirisa soljenog i mariniranog mesa brojlera	84
6. DISKUSIJA	86
6.1. Promena osnovnog hemijskog sastava i a_w vrednosti mesa brojlera tokom skladištenja	86
6.1.1. Promena osnovnog hemijskog sastava mesa brojlera tokom skladištenja	86
6.1.2. Promena a_w vrednosti mesa brojlera tokom skladištenja	92
6.2. Mikrobiološki status mesa brojlera	93
6.2.1. Mikrobiološki status mesa brojlera tokom skladištenja	94

6.2.1.1. Promena broja bakterija <i>Salmonella</i> spp. u mesu brojlera tokom skladištenja	95
6.2.1.2. Promena ukupnog broja bakterija u mesu brojlera tokom skladištenja.....	97
6.2.1.3. Promena ukupnog broja enterobakterija u mesu brojlera tokom skladištenja	99
6.2.1.4. Promena ukupnog broja psihrotrofnih bakterija u mesu brojlera tokom skladištenja	100
6.3. Promena sadržaja ukupno isparljivog azota i pH vrednosti u mesu brojlera tokom skladištenja	101
6.3.1. Promena sadržaja ukupno isparljivog azota u mesu brojlera tokom skladištenja.....	101
6.3.2. Promena pH vrednosti mesa brojlera tokom skladištenja	102
6.4. Ocena prihvatljivosti mirisa mesa brojlera	103
7. ZAKLJUČCI	107
8. LITERATURA	109
9. PRILOZI	128

1. UVOD

Među namirnicama životinjskog porekla meso zauzima primarnu poziciju. Meso je osnovni izvor proteina u ishrani ljudi i predstavlja ne samo izvor značajnih gradivnih elemenata, već i izvor energije. Opšte je poznato da sa porastom životnog standarda raste i potrošnja mesa. Potražnja za mesom i proizvodima od mesa živine poslednjih godina u stalnom je porastu. Prema podacima Svetske organizacije za hranu i poljoprivredu (FAO) učešće živinskog mesa u ukupnoj potrošnji mesa na svetskom nivou iznosi 33%.

Meso i proizvodi od mesa predstavljaju visoko kvalitetnu hranu, imaju izražena hranljiva i biološka svojstva. Meso je osnovni izvor visoko vrednih proteina i izvor je vitamina B grupe. Pored toga, meso sadrži i male količine A, C, D, E i K vitamina i izvor je minerala (gvožđa, cinka, fosfora). Masti u mesu su izvor polinezasićenih masnih kiselina (linoleinske i arahidonske) koje su esencijalne za čoveka. Kada se pominje nutritivni značaj mesa, pileće meso ima određenih prednosti u odnosu na druge vrste mesa i generalno se smatra nutritivno vrednim mesom, zbog čega se preporučuje u mnogim dijetama. Od ukupne količine masti u pilećem mesu, prosečno jednu polovinu čine poželjne mononezasićene masne kiseline, a jedna šestina otpada na korisne zasićene masne kiseline. U odnosu na druge vrste mesa, pileće meso je značajan izvor esencijalnih polinezasićenih masnih kiselina, naročito omega-3. Pileće meso takođe ima odlične senzorne karakteristike, prihvaćeno je od svih kultura i religija u svetu i konačno, ima nižu cenu u odnosu na druge vrste mesa.

Promene u životnom stilu potrošača koje uključuju bolji životni standard, informisanost i povećanu zdravstvena svest, ali istovremeno i manjak slobodnog vremena za pripremu hrane dovele su do povećane potražnje za pilećim mesom, naročito za proizvodima sa tzv. dodatom vrednošću. U okviru ove potražnje ističe se povećanje potražnje za proizvodima

od mesa koji osim toplotne obrade ne zahtevaju dodatnu pripremu u domaćinstvu. Danas na tržištu postoji široka ponuda polupripremljenih proizvoda od mesa. Jedan od načina pripreme mesa za toplotnu obradu je i mariniranje. Potražnja za mariniranim proizvodima od mesa je u porastu, a naročito se marinira živinsko meso. Mariniranje se tradicionalno primenjuje radi poboljšanja ukusa, konzistencije i produženja održivosti mesa i ima mnoge prednosti kako za potrošače, tako i za proizvođače. Rastvori koji se u tu svrhu koriste, marinade, mogu biti različitog sastava, a uglavnom su to emulzije vode i ulja sa dodatkom soli, šećera, kiselina, aditiva, antimikrobnih agenasa, pojačivača ukusa ili začina. Sastav marinada pripremljenih u domaćinstvu zavisi, pre svega, od navika i afiniteta potrošača, dok su industrijske marinade tačno definisanog sastava i mogu da obezbede bolje tehnološke i senzorne osobine mesa, produže održivost i osiguraju mikrobiološku bezbednost mariniranog mesa. Komercijano (industrijsko) mariniranje mesa podrazumeva dodavanje vode, soli, fosfata i ponekad pojačivača ukusa i drugih sastojaka u meso potapanjem, mešanjem, "masiranjem" u vakuumu ili ubrizgavanjem. Mariniranjem se skraćuje vreme pripreme obroka, ali i mogućnost naknadne kontaminacije mesa u domaćinstvu. Sa druge strane, povećana je odgovornost proizvođača u pogledu kvaliteta i bezbednosti ove vrste proizvoda. Kvalitet i mikrobiološka bezbednost mariniranog mesa zavise od kvaliteta sirovine i sastava marinada.

Kao i ostala hrana, meso može da ugrozi zdravlje potrošača. Prema savremenom pristupu bezbednosti hrane, opasnosti koje potiču iz mesa, a mogu da ugroze zdravlje ljudi, definišu se kao biološke (bakterije, paraziti, virusi), hemijske (pesticidi, teški metali, antibiotici) i fizičke (metalni fragmenti, staklo, drvo, plastika). Mikrobiološka kontaminacija mesa nastaje za vreme klanja, a povećava se daljom obradom trupova. Mikroorganizmi koji kontaminiraju meso trupova živine potiču iz fekalnog sadržaja, sa perja zaklane živine i/ili iz samog objekta za klanje (kontaminirana oprema). Potrošači meso živine najčešće smatraju zdravom, a jeftinom hranom koja se lako priprema, iako je konzumiranje mesa živine često uzrok trovanja. Meso živine jedan je od najčešće registrovanih izvora izbijanja salmoneloza kod ljudi, prenetih hranom. Iako su dobro poznati putevi kontaminacije salmonelama kao i načini sprečavanja kontaminacije, a propisima regulisan stalni nadzor

prisustva *Salmonella* vrsta kod živine (od primarne proizvodnje do finalnog proizvoda), salmonele su i danas jedan od najčešćih uzročnika trovanja hranom širom sveta. Iz ovog razloga pažnja naučne i stručne javnosti dugi niz godina usmerena je na iznalaženje procedura za kontrolu *Salmonella* vrsta i drugih patogena hrane, kako bi se kontaminacija svela na najmanju moguću meru. Iz tog razloga je i cilj ovog istraživanja bio da se ispita uticaj mariniranja, kao sve češćeg načina pripreme mesa, na rast *Salmonella* vrsta, kao i na druge mikrobiološke, hemijske i fizičko- hemijske parametre kvaliteta mesa brojlera tokom skladištenja.

2. PREGLED LITERATURE

2.1. Značaj pilećeg mesa u ishrani ljudi i njegove karakteristike

2.1.1. Značaj pilećeg mesa u ishrani ljudi

Među namirnicama životinjskog porekla, meso zauzima primarnu poziciju jer je njegovo količinsko učešće u ishrani, u proseku, najveće u poređenju sa drugim namirnicama životinjskog porekla kao što su mleko, sir, jaja i riba (Radetić i Matekalo- Sverak, 2010; Heinz i Hautzinger, 2007). U razvijenim zemljama meso je značajan deo obroka i čini 15% dnevnog unosa energije, 40% dnevnog unosa proteina i 20% dnevno unetih masti (Anonym., 2010a). Meso i proizvodi od mesa predstavljaju visoko vrednu hranu, imaju izražena hranljiva i biološka svojstva. Značaj mesa u ishrani ljudi ogleda se u unosu proteina visoke biološke vrednosti, masti i esencijalnih masnih kiselina, vitamina i mineralnih materija. Meso predstavlja osnovni izvor visoko vrednih proteina, kao i vitamina B grupe (naročito tiamina, riboflavina, niacina i pantotenske kiseline). Meso sadrži i male količine A, C, D, E i K vitamina. Pored toga, meso je dobar izvor minerala, posebno gvožđa, cinka i fosfora, ali nema dovoljno kalcijuma, kalijuma, magnezijuma i mangana (Lombardi-Boccia i sar., 2005). Krto meso sadrži samo 2-3% masti, a količina masti može znatno da varira u zavisnosti od vrste životinje i dela trupa u kome se sadržaj masti određuje. Takođe, masti u mesu su izvor polinezasićenih masnih kiselina (linoleinske i arahidonske) koje su esencijalne za čoveka. U odnosu na druge vrste mesa, pileće meso ima određenih prednosti i generalno se smatra nutritivno vrednim mesom. Hemijski sastav i energetska vrednost pilećeg i mesa drugih vrsta životinja za klanje prikazane su u Tabeli 2.1.

Tabela 2.1. Prosečan hemijski sastav pojedinih kategorija mesa i njihova energetska vrednost (Ćirković, 2002)

Vrsta mesa	Voda (%)	Proteini (%)	Masti (%)	Energetska vrednost (kJ)
Šaran	79,27	17,63	1,93	355
Pastrmka	76,3	19-20	0,8	351
Svinjsko meso	56,8	17-19	25,3	1238
Goveđe meso	74,3	20	3,5	485
Piletina	74,6	21,5	2,5	460
Jagnjetina	66,4	19,7	12,7	812

Meso živine prosečno sadrži oko 21% ukupnih proteina, 1,85–9,85% masti, 70,6–78,2% vode i oko 1% mineralnih materija, a energetska vrednost mu je prosečno 700 kJ na 100 g (Baltić i sar., 2002). Heinz i Hautzinger (2007) su utvrdili da meso živine prosečno sadrži oko 75,0% vode, 22,8% ukupnih proteina, 0,9% masti, i oko 1,2% mineralnih materija, a energetska vrednost mu je prosečno 460 kJ na 100 g. Sadržaj masti zavisi od toga da li je pileće meso pripremano sa ili bez kože, od dela trupa (grudi ili batac), zatim od rase, vrste i ishrane jedinki. Od ukupne količine masti u pilećem mesu, prosečno jednu polovinu čine poželjne nezasićene masne kiseline, a jedna šestina otpada na korisne zasićene masne kiseline. U odnosu na druge vrste mesa, pileće meso je značajan izvor esencijalnih polinezasićenih masnih kiselina, naročito omega-3 (Losso, 2002). Crveno pileće meso sadrži više omega-3 masnih kiselina u odnosu na belo pileće meso (Farrell, 2010). Konačno, pileće meso ima odlične senzorne karakteristike, prihvaćeno je od svih kultura i religija sveta i ima nižu cenu u odnosu na druge vrste mesa.

2.1.2. Hemijski sastav pilećeg mesa

Određivanje hemijskog sastava jedan je od prvih koraka u utvrđivanju kvaliteta mesa. Različite vrste živinskog mesa imaju sličan prosečan hemijski sastav (Anonym., 2006) (Tabela 2.2). Literaturni podaci o hemijskom sastavu pilećeg mesa su različiti, u zavisnosti od provenijence koja je ispitivana. Količina proteina, vode i pepela u mesu brojlera relativno je konstantna, dok je količina masti varijabilna (Ristić, 2007).

Tabela 2.2 Prosečan hemijski sastav živinskog mesa

Sastojak	Brojler	Ćurka	Patka
Voda (%)	74,6	72,5	70,8
Mineralne materije (%)	1,0	0,8	1,2
Proteini (%)	12,1	13,7	12,8
Lipidi (%)	11,1	11,9	13,8
Vlakna (%)	0,0	0,0	0,0
Ugljeni hidrati (%)	1,2	1,1	1,4

Pileće meso sadrži visoko vredne proteine, odnosno esencijalne amino kiseline i dobar je izvor polinezasićenih masnih kiselina (omega-3 i omega-6), kojih sadrži više nego neke druge vrste mesa. U svim tkivima živine najzastupljenija je mononezasićena oleinska masna kiselina, koja zajedno sa zasićenom palmitinskom i polinezasićenom linolnom masnom kiselinom čini najmanje 68% ukupnih masnih kiselina prisutnih u tkivima živine. Ukupan sadržaj masti u živinskom mesu raste sa starošću živine. Od zasićenih masnih kiselina u pilećem belom mesu najzastupljenije su palmitinska (od 21 do 24%), stearinska (15 do 17%) i miristinska (0,4 do 1,02%) masna kiselina. Od mononezasićenih dominantna je oleinska masna kiselina (22 do 33%), a od polinezasićenih linolna (omega-6) masna kiselina (16 do 24%), zatim arahidonska (1,5 do 5,6%) (omega-6) i linoleinska (omega-3) (1,15 do 2,51%) (Kishowar i sar., 2004). Opšte je prihvaćen značaj polinezasićenih masnih kiselina u ishrani ljudi i preporučuje se da one čine 7% od ukupnih energetske potreba

čoveka (Ralph, 2000). Dokazano je da se ishranom u kojoj su zastupljene polinezasićene masne kiseline smanjuje rizik od pojave oboljenja srca i krvnih sudova, a može biti korisna u prevenciji ateroskleroze, hipertenzije, inflamatornih i autoimunih poremećaja, kancera i diabetesa. Polinezasićene masne kiseline su sastavni deo moždanih membrana i ćelija mrežnjače, pa imaju i ulogu u nervnoj funkciji. Poželjna karakteristika pilećeg belog mesa je i nizak sadržaj holesterola koji se kreće od 245 do 627 mg/kg (Kishowar i sar., 2004). Pilećim mesom se takođe unose i vitamini B₂, B₆ i B₁₂, kao i minerali gvožđe, cink i fosfor.

Kod pilećeg mesa razlikuju se svetlo- belo (grudi) i tamno- crveno meso (batak sa karabatakom). Svetlo i tamno meso međusobno se razlikuju po svojim karakteristikama. Mišićna vlakna svetlog mesa imaju više jedara, manje mioglobina i aktivnije glikogenaze, manju količinu masti i vode, a veću količinu proteina od tamnog mesa. U tamnom mesu zastupljeniji su oksidacioni procesi i ima više mioglobina, glutationa, anserina i karnozina. Van Heerden i sar. (2002) utvrdili su prosečno 74,01% vode, 2,91% masti, 23,29% proteina i 1,11% pepela u mesu grudi brojlera, a u mesu bataka sa karabatakom 72,47% vode, 8,91% masti, 19,16% proteina i 1,0% pepela. U svojim istraživanjima, Wattanachant i sar. (2004) su ustanovili da meso grudi prosečno sadrži 1,10% pepela i 74,87% vode, a meso bataka sa karabatakom 1,06% pepela i 77,22% vode. Prema podacima Lonergan i sar. (2003), meso grudi komercijalnih brojlera prosečno sadrži 24,02% proteina, 73,42% vode i 1,08% masti. Živkov-Baloš (2004), ustanovila je u svojim ispitivanjima da meso grudi provenijence Arbor Acres prosečno sadrži 74,02% vode, 25,65% proteina, 0,56% masti i 1,25 % pepela, dok meso karabataka sadrži 74,09% vode, proteina 21,20%, masti 3,13% i pepela 1,07%. Prema Ristiću (2007), prosečan hemijski sastav belog mesa (grudi) brojlera iznosi: 74,9±0,7% vode, 23,6±0,7% proteina, 0,6±0,38% masti i 1,2±0,1% pepela, dok je u crvenom mesu (batak) taj iznos: 75,4±1,1%, vode, 19,6±0,9% proteina, 3,88±1,33% masti, 1,1±0,1% pepela. Iz navedenog se može zapaziti da meso bataka sa karabatakom uvek sadži više masti nego meso grudi. Jasno je da hemijski sastav mesa uopšte, pa tako i mesa brojlera, zavisi od mnogih faktora: starosti i pola jedinke, ishrane i stepena uhranjenosti, provenijencije, odnosno genetike, načina gajenja (npr. organska proizvodnja), zatim anatomske regije koja se posmatra, itd. (Ristić i sar., 2008; Krischek i sar., 2011).

Zahvaljujući svom, za ishranu ljudi, izuzetno povoljnom hemijskom sastavu pileće meso se smatra nutritivno vrednim mesom. Naročito je pileće belo meso, zbog svog sastava, nezaobilazan sastojak savremene, zdrave ishrane ljudi.

2.1.3. Vrednost pH i temperatura mesa kao parametri u oceni inicijalnog kvaliteta pilećeg mesa

Stepen biohemijskih promena u mesu odražavaju pH vrednost mesa i temperatura. Vrednost pH je značajan kriterijum u određivanju inicijalnog kvaliteta mesa i proceni njegovog stanja za vreme skladištenja (Allen i sar., 1998). Nakon klanja životinje, mišići nastavljaju da stvaraju energiju, kontrahuju se i proizvode toplotu. Kako se posle klanja zaustavlja krvotok, mišići se više ne snabdevaju kiseonikom i hranljivim materijama, pa se kao izvor energije koristi depo glikogena u ćeliji koji se razgrađuje u anaerobnim uslovima. Razgradnjom glikogena nastaje mlečna kiselina, a pH vrednost mesa se snižava. Sa padom pH vrednosti u toku zrenja dolazi do denaturacije proteina i preobražaja mišića u meso. Pored toga, delovanjem na proteine mesa, pH vrednost posredno utiče i na druge parametre kvaliteta mesa (sposobnost vezivanja vode, boju, električnu provodljivost, mekoću mesa). Posle klanja životinje, pH vrednost opada sa 7,2 na vrednosti oko 5,3 do 5,7, što zavisi od vrste životinje, postupka sa njom pre klanja, temperature tokom postmortalnog procesa, vrste mišića itd.. Dužina trajanja anaerobne glikolize zavisi od vrste životinje, kao i vrste mišića gde se ona prati. Tako u grudnim mišićima pilića anaerobna glikoliza traje oko 1,5 sat i pH opada na 5,5 do 5,7 (Honikel, 2006). *Rigor mortis* se razvija do 1 sat nakon klanja pilića (Dransfield i Sosnicki, 1999), što je ekstremno brzo u odnosu na istu pojavu kod sisara.

Snižavanjem temperature opada stepen postmortalne glikolize, pri čemu se zaustavlja dalje opadanje pH vrednosti. Temperatura, pored toga što utiče na brzinu opadanja pH vrednosti mesa, utiče i na razvoj bledog mekog i vodnjikavog mesa - PSE (engl. PSE- *Pale, Soft, and*

Exudative) mesa, jer ono nastaje istovremenim delovanjem visoke temperature i niže pH vrednosti. Suprotno tome, prekomerno hlađenje trupova dovodi do hladnog rigora (skraćivanja), što nepovoljno utiče na mekoću mesa. Vrednosti pH i temperature mesa najčešće se mere 15 min nakon klanja (inicijalna kiselost), zbog bržeg opadanja pH kod živine u odnosu na sisare. Međutim, merenje pH može da se izvrši i 5 min nakon klanja. Preporučeno vreme za merenje pH je još 30, 60, 120 i više minuta nakon klanja. Za određivanje krajnje kiselosti pH vrednost se meri najčešće 24 sata nakon klanja, mada se krajnji pH u grudnom mišiću može izmeriti već nakon 6 do 8 sati (Petracci i Baeza, 2009).

Temperatura i pH vrednost mesa se razlikuju između mišića iste životinje, pa je stoga neophodno standardizovati mišić i regiju gde će se pH vrednost i temperatura meriti. Za merenje pH vrednosti i temperature najbolje je koristiti *m. pectoralis major* (Petracci i Baeza, 2009; Salakova i sar., 2009; Džinić i sar., 2011), ali se pomenute vrednosti mogu meriti i u muskulaturi bataka i karabataka. Na pH vrednost utiču različiti faktori, kao što su genetika, pol, način držanja životinja, dužina gladovanja pre klanja, transport, stres, način klanja, kao i način i dužina skladištenja mesa itd. Ordonez i sar. (1998), navode da optimalna krajnja pH vrednost izmerena u mišićima grudi (belo meso) pilića treba da bude oko 5,5, dok je u mišićima karabataka i bataka (crveno meso) pilića nešto veća i iznosi oko 6,1. Optimalna temperatura trupa posle hlađenja treba da bude oko 4°C. Prosečan pH ohlađenog mesa grudi brojlera iznosi: 5,86 (Madruga i Mottram, 1995), 5,72 (Silva i sar., 2002), 5,39 (Wattanachant i sar., 2004), a mesa bataka i karabataka: 6,44 (Madruga i Mottram, 1995), 6,30 (Silva i sar., 2002) i 6,62 (Wattanachant i sar., 2004). Kao što je već pomenuto, pH pilećeg mesa između ostalog zavisi od vremena proteklog posle klanja, kao i mišićne regije u kojoj se pH meri. Šest sati posle klanja, meso grudi ima pH 5,84-6,04, a posle 24 sata 5,42-5,60, dok meso bataka, 24 sata posle klanja ima pH 6,62-6,72 (Gardzielewska i sar., 2005). Liu i sar. (2004) utvrdili su da pH mesa grudi iznosi prosečno 6,06 dva sata *post mortem*, 6,02 četiri sata, 5,98 šest sati i 5,98 24 sata *post mortem*. Tri minuta *post mortem*, pH mesa grudi iznosi prosečno 6,48 (El Rammouz i sar., 2004). Vreme otkoštavanja, takođe može da utiče na pH, ukoliko se određuje u mesu bez kostiju. Meso grudi otkoštano dva sata posle klanja ima pH 6,34-6,52, a otkoštano četiri sata *post*

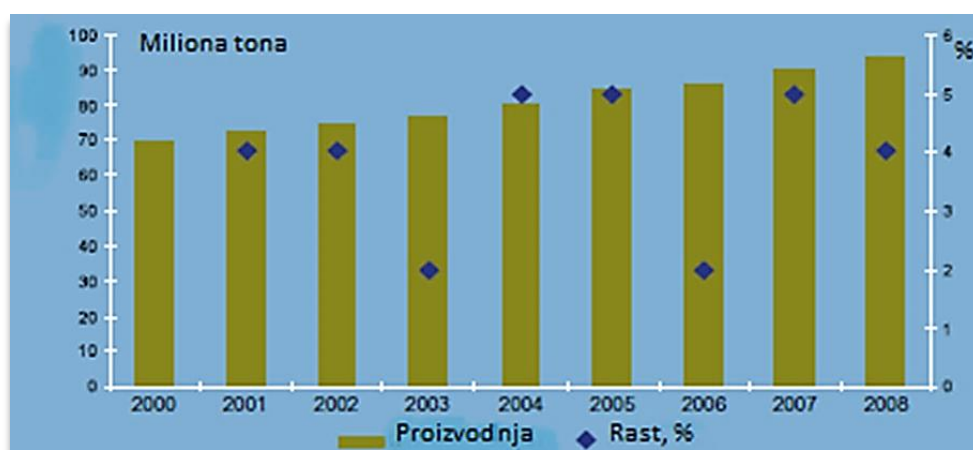
mortem 5,94-6,14 (Mehaffey i sar., 2006). Meso grudi može da ima, zavisno od vremena otkoštavanja, pH od 5,56 do 6,35 (Liu i sar, 2004a). Vrednost pH izmerena 15-30 minuta posle klanja, može biti pouzdan indikator kvaliteta mesa. Ako je pH vrednost u mesu grudi niža od 5,7 to označava da se radi o PSE mesu, a ako je viša od 6,5 o DFD (engl. DFD-*Dark Firm Dry*) mesu. Karakteristična pH vrednost izmerena 15-30 minuta nakon klanja, za uobičajeni kvalitet mesa grudi je 5,8-6,5, dok je za meso bataka sa karabatakom pH vrednost nešto veća i kreće se od 6,5-6,7 (Taylor i Jones, 2004). Ristić i Dame (2010) kasifikuju granični opseg pH vrednosti mesa, i to $pH \leq 5,8$ za PSE meso, 5,9-6,2 za standardne osobine mesa i $pH \geq 6,3$ za DFD meso. McNeal i Fletcher (2003) navode da pH mesa grudi zavisi i od načina klanja. Kod konvencionalnog načina klanja on iznosi prosečno 6,07 posle dva sata, 5,90 posle četiri sata i 5,83 posle 24 časa od klanja, dok kod klanja dekapitacijom iznosi 6,25 posle dva sata, 5,97 posle četiri sata i 5,92 posle 24 sata. Ristić i Dame (2010) dalje zaključuju, da je prosečna krajnja pH vrednost u mesu grudi brojlera negde oko 5,77.

2.2. Proizvodnja, potrošnja i trendovi u preradi živinskog mesa

2.2.1. Proizvodnja živinskog mesa

U poslednjih pedesetak godina živinarstvo je u ekspanziji zahvaljujući kontinuiranom usavršavanju tehnologije i novim postupcima eksploatacije živine. Biološka svojstva živine omogućavaju da se u kratkom vremenskom periodu proizvedu velike količine visokovrednih belančevina (mesa i jaja), koje zadovoljavaju potrebe potrošača u smislu kvaliteta i cene. Ovo se postiže intenzivnom proizvodnjom koju karakteriše visok nivo reprodukcije, relativno brz rast, visok stepen iskorišćavanja hrane i kratak generacijski interval. Pod mesom pernate živine podrazumeva se meso kokoši, meso ćurki, meso gusaka, meso plovki, meso morki i meso pitomih golubova (Pravilnik o kvalitetu mesa

pernate živine, "Sl. list SFRJ", br. 1/81 i 51/88"). Najveću zastupljenost u proizvodnji imaju brojlerski pilići, sa učešćem od 87%, dok ostale vrste pernate živine učestvuju sa oko 15% u ukupnoj živinarskoj proizvodnji (Anonym., 2010b). Komercijalna proizvodnja živinskog mesa počela je da se razvija krajem 19. veka, u Evropi i SAD. U toku Drugog svetskog rata, kada je ponuda goveđeg i svinjskog mesa bila nedovoljna u odnosu na potražnju za mesom, proizvodnja živinskog mesa značajno se povećala. Od 1945. godine, poboljšane metode skladištenja i distribucije živinskog mesa i jaja doprinele su da se stimuliše potrošnja ovih namirnica. Sadašnja integrisana živinarska proizvodnja evoluirala je tokom godina od mnogobrojnih malih nezavisnih farmi, mlinova za proizvodnju hrane za životinje i postrojenja za preradu mesa, nastalih 40- tih godina 19. veka, do velikih industrijskih korporacija koje na tržište izlaze pod jednim imenom. U proteklih 40 godina, proizvodnja živinskog mesa se udvostručila i dalje je u stalnom porastu. Najveći proizvođači živinskog mesa su SAD (21%), Kina (18%), Evropska Unija (12%), Brazil (11%) i Meksiko (3%), što čini preko dve trećine ukupne proizvodnje živinskog mesa u svetu (Anonym., 2010b). U Evropskoj Uniji (EU), najveći proizvođači živinskog mesa su Francuska, Ujedinjeno Kraljevstvo (UK), Španija, Nemačka, Italija, Poljska i Holandija. Po obimu proizvodnje, proizvodnja živinskog mesa je ispred goveđeg mesa, a iza proizvodnje svinjskog mesa. U periodu od 2000. do 2008. godine proizvodnja živinskog mesa na svetskom nivou porasla je sa 69 miliona tona na 94 miliona tona godišnje, što čini rast od čak 35% (Grafikon 2.1).



Grafikon 2.1 Trend rasta živinarske proizvodnje na svetskom nivou (FAO, 2009)

U 2010. godini, ukupna proizvodnja mesa u svetu iznosila je 286,2 miliona tona, pri čemu je učešće živinskog mesa bilo 33,44% (95,7 miliona tona), svinjskog mesa 37,39% (107 miliona tona), goveđeg mesa 22,71% (65 miliona tona) i ovčijeg mesa samo 4,54% (13 miliona tona). Ukupna proizvodnja mesa u Srbiji rasla je od 1965. godine (401 hiljada tona) do 1985. godine (640 hiljada tona), a zatim je opadala, da bi 2009. godine iznosila 551 hiljadu tona. U istim vremenskim periodima proizvodnja živinskog mesa u Srbiji bila je 56 hiljada tona (1965. godine), 114 hiljada tona (1985. godine) i 79 hiljada tona 2009. godine. Sadašnje godišnje povećanje proizvodnje svih vrsta mesa na globalnom nivou je sa stopom rasta od 0,8 %, a živinskog sa stopom od 2,2 % (Anonym, 2010d). U Srbiji, obim živinarske proizvodnje opada, u proseku 3,5% godišnje.

Globalni uspeh proizvodnje, pre svega brojlerskog mesa, Mandava i Hoogenkamp (1999) pripisuju sledećem:

- efikasnost gajenja pilića- za 1 kg brojlerskog mesa potrebno je manje od 2 kg stočne hrane, dok je za 1 kg svinjskog mesa potrebno 9- 10 kg, a za 1 kg goveđeg mesa 12-13 kg stočne hrane,
- ne postoji nepovoljan verski ili kulturološki uticaj- pileće meso je dobro prihvaćeno od strane svih kultura i religija širom sveta,
- povoljan zdravstveni aspekt- uopšteno govoreći pileće meso je siromašno mastima, a bogato proteinima te se smatra "zdravim" mesom,
- povoljne senzorne osobine- neutralan ukus i miris, dobar izgled, naročito svetla boja mesa i odlična tekstura,
- relativno niska cena u odnosu na druge vrste mesa,
- raznovrsnost proizvoda- razvoj i pristupačnost različitih proizvoda od pilećeg mesa.

2.2.2. Potrošnja živinskog mesa

Potrošnja svih vrsta mesa, a naročito živinskog mesa, raste u celom svetu. Poznato je da je potrošnja mesa različita u različitim delovima sveta. Prema podacima Food and Agriculture Organisation (FAO) prosečna godišnja potrošnja mesa živine u svetu za 2007. godinu iznosila je 12,6 kg po stanovniku. Najveći potrošač živinskog mesa sa oko 50 kg po stanovniku godišnje su SAD. U Evropi, godišnja potrošnja mesa živine za 2007. godinu iznosila je prosečno 20,5 kg po stanovniku, a najveći potrošači bili su Luksemburg sa 39,9, Velika Britanija 29,1, Mađarska i Španija sa 27,6 i Island sa 25,8 kg po stanovniku (Anonym., 2010c,d). Prosečna potrošnja mesa po stanovniku u svetu za 2010. godinu bila je 41 kg, od čega je najviše bilo zastupljeno svinjsko meso- 15,5 kg (37,8%), zatim živinsko meso- 13,8 kg (33,7%), goveđe- 9,4 kg (22,9%) i ovčije meso- 1,9 kg (4,6 %) po stanovniku (Anonym, 2010c). U Srbiji je prosečna potrošnja mesa po stanovniku za 2010. godinu bila 64,7 kg, a od toga je najveća potrošnja bila svinjskog mesa 36,9 kg (57%), zatim goveđeg 13,2 kg (20,4%), živinskog 11,5 kg (17,8%) i ovčijeg mesa sa 3,2 kg (4,9%) po stanovniku (Anonym, 2011). Potrošnja živinskog mesa je najveća u industrijalizovanim zapadnim zemljama, na prvom mestu SAD- u. Najveću stopu rasta potrošnje živinskog mesa imaju Azija i Južna Amerika, sa rastom od 8% godišnje. Predviđanja su da će do 2030. godine, uz porast broja stanovnika rasti i potrošnja pilećeg mesa i to, u razvijenim zemljama za 20%, a u zemljama u razvoju za 12% po stanovniku (Nunez, 2011).

2.2.3. Tržište sirovog/svežeg pilećeg mesa- trendovi

Za razliku od kasnih 80- tih godina prošlog veka, kada su celi pileći trupovi činili 50% ukupne ponude pilećeg mesa na tržištu, danas je dominantan oblik piletina u komadima (Holm i Mohl, 2000). Dobar primer je tržište Italije, gde pileći trupovi danas čine svega 16% ponude sirovog pilećeg mesa, u odnosu na 45% petnaestak godina ranije (Magdelaine

i sar., 2008). Meso zaklane pernate živine može se stavljati se u promet u trupovima, polutkama, četvrtima ili u osnovnim delovima (grudi, krila, batak, sa karabatom i leđa sa karlicom). Manji komadi pilećeg mesa mogu se stavljati u promet sa kostima ili bez kostiju, sa kožom ili bez kože, sa dodavanjem ili bez dodavanja jestivih delova (Pravilnik o kvalitetu mesa pernate živine, "Sl. list SFRJ", br. 1/81 i 51/88"). Promene u životnom stilu savremenog potrošača, gde on ima sve manje slobodnog vremena i više raspoloživih prihoda, uveo je revoluciju u industiji mesa 60- tih godina prošlog veka i doveo do ekspanzije *proizvoda sa dodatom vrednošću* (Smith i Acton, 2001). Dodata vrednost proizvoda rezultat je izmene osnovnog proizvoda (trupa) u cilju zadovoljenja potreba potrošača i povećanja profita proizvođača. Naime, na osnovu ispitivanja potreba tržišta proizvođači su došli do zaključka da je savremeni potrošač spreman da plati praktičnost delimične pripreme mesa za toplotnu obradu. Na ovaj način se značajno skraćuje vreme potrebno za pripremu obroka u domaćinstvu, a sa druge strane smanjuje se mogućnost naknadne kontaminacije mesa u domaćinstvu usled neprikladnog rukovanja hranom. Rasecanje trupova na manje komade mesa verovatno je najjednostavniji način obrade pilećih trupova kojim se ostvaruje dodata vrednost proizvoda. Danas se najveći deo svežeg pilećeg mesa na tržištu prodaje kao porcionisano meso (grudi, batak, karabatak, krila), sa ili bez kostiju. Važno je znati i da su neki delovi trupa vredniji, imaju veću cenu i donose veći profit u odnosu na druge delove trupa i zato ne čudi činjenica da se pileće grudi neretko prodaje uz grudnu kost, a meso bataka uz meso karlice. Mogućnosti dalje pripreme mesa za toplotnu obradu su mnogobrojne. Najčešće se pileće meso usitnjava, panira, marinira i/ili delimično obrađuje toplotom (tzv. *ready- to- cook* proizvodi). Potražnja za mariniranim proizvodima je u porastu, a naročito se marinira meso živine (Bjorkröth, 2005). Osnovni princip mariniranja zasniva se na povećanju prinosa mesa, odnosno povećanju količine vode u mišićnom tkivu. Osim povećanja prinosa mesa, mariniranje može povoljno uticati na neke parametre kvaliteta mesa kao što su pH vrednost mesa, boja, sočnost, mekoća i mikrobiološki status mesa. Kvalitet mariniranog mesa zavisi od kvaliteta sirovine (mesa), vrste marinade, načina skladištenja i vrste pakovanja proizvoda (Cervený i sar., 2009).

2.3. Mikrobiološka bezbednost pilećeg mesa

Kao i ostala hrana, meso može da ugrozi zdravlje potrošača. Prema savremenom pristupu bezbednosti hrane, opasnosti koje potiču iz mesa, a mogu da ugroze zdravlje ljudi, definišu se kao biološke (bakterije, paraziti, virusi), hemijske (pesticidi, teški metali, antibiotici) i fizičke (metalni fragmenti, staklo, drvo, plastika). Opšte je prihvaćeno da najveći rizik danas predstavljaju biološki hazardi uključujući mikrobiološke (Berends i sar., 1993; Pointon i sar., 2006). Mikrobiološki hazardi prisutni u mesu su u velikom broju slučajeva zoonotske prirode, odnosno potiču od životinja za klanje i mogu da se prenose na ljude. Od 2004. godine, kada je ustanovljen sistem prikupljanja podataka o zoonozama i zoonotskim agensima na nivou EU i njihovog objavljivanja u godišnjim izveštajima, svake godine se beležilo približno 350 do 400 hiljada slučajeva alimentarnih oboljenja ljudi (EFSA, 2006; EFSA, 2007; EFSA, 2008; EFSA, 2009; EFSA, 2010; EFSA, 2011). Mikroorganizmi koji kontaminiraju meso trupova u toku obrade i rasecanja potiču iz digestivnog trakta, sa kože ili perja zaklane živine i/ili iz samog objekta za klanje i preradu mesa (kontaminirana oprema). Generalno, meso živine se smatra zdravom, a jeftinom hranom koja se pri tom lako priprema, iako je poznato da je konzumiranje mesa živine često uzrok trovanja.

Mikrobiološka bezbednost pilećeg mesa i proizvoda od pilećeg mesa ima podjednak značaj za proizvođače, trgovce i potrošače. Sirovo pileće meso je potencijalni izvor patogenih bakterija od kojih su najznačajnije i najčešće izolovane *Salmonella* i *Campylobacter* vrste, ali i *Escherichia coli* O157, *Clostridium perfringens* i *Listeria monocytogenes* (Mead, 2004). Meso živine je, pored jaja, jedan od najčešće registrovanih izvora izbijanja salmoneloza kod ljudi. *Salmonella* Enteritidis, *Salmonella* Typhimurium i *Salmonella* Heidelberg su tri najčešća serotipa izolovana kod obolelih ljudi (Boyen i sar., 2008; Mormur i Yuste, 2010). Treba istaći i da se prevalenca određenih serotipova razlikuje između različitih podneblja. Iako su dobro poznati putevi kontaminacije salmonelama, kao i načini sprečavanja kontaminacije, a propisima regulisan stalni nadzor prisustva *Salmonella* vrsta kod živine (od primarne proizvodnje do finalnog proizvoda), salmonele su i danas najčešći,

laboratorijski potvrđen uzrok trovanja hranom kod ljudi (Anonym., 2009). Učestalost trovanja salmonelama se u periodu od 2005-2009 nije značajno menjala. Širom sveta se godišnje beleži 16 miliona slučajeva tifoidne groznice, 1,3 biliona slučajeva gastroenteritisa i 3 miliona smrtnih slučajeva nastalih zbog infekcije salmonelama (Bhunja, 2008). Iz ovog razloga pažnja naučne i stručne javnosti dugi niz godina usmerena je na iznalaženje procedura za kontrolu *Salmonella* vrsta i drugih patogena hrane, kako bi se rizik i kontaminacija sveli na najmanju moguću meru (Feiner, 2006; Mead, 2004).

2.3.1. Fiziologija i taksonomija *Salmonella* vrsta

Salmonele su pripadnici familije *Enterobacteriaceae*. To su fakultativno anaerobni, gram-negativni, nesporulirajući mikroorganizmi, štapićastog oblika i veličine oko 2-3 x 0,4- 0,6 μm (Yousef i Carlstrom, 2003; Montville i Matthews, 2008). Većina salmonela poseduje peritriho postavljene flagele koje ih čine pokretnima. Takođe, većina salmonela raste u temperaturnom opsegu od 5 do 47°C, ali je optimalna temperatura 35 do 37°C. Određeni serotipovi mogu da rastu i pri temperaturi ispod 2- 4°C, odnosno iznad 54°C (Gray i Fedorka- Cray, 2002). Temperature iznad 70°C ih uništavaju. Salmonele iskorišćavaju hranljive materije oksidativnim i fermentativnim putem, obično ne fermentišu laktozu, a citrat koriste kao izvor ugljenika. Optimalne vrednosti pH za rast *Salmonella* vrsta kreću se od 6,5-7,5, a mogu se razmnožavati pri vrednostima pH od 4 do 9. Salmonele preživljavaju u namirnicama u kojima je $a_w \geq 0,94$. Bhunja (2008) navodi da potpuna inhibicija rasta nastaje pri temperaturi ispod 7°C, pH < 3,8 ili $a_w < 0,94$.

Epidemiološka klasifikacija salmonela bazirana je na adaptiranosti salmonela na određenu vrstu domaćinu. Prema vrsti domaćina salmonele su podeljene u tri grupe:

1. u prvoj grupi su *S. Typhi* i *S. Paratyphi* A, B i C kojima su ljudi specifični domaćini;
2. u drugoj grupi su *S. Gallinarum* (živina), *S. Dublin* (goveda), *S. Abortus-equi* (konji), *S. Abortus-ovis* (ovce) i *S. Choleraesuis* (svinje) kojima su određene vrste životinja specifični domaćini;
3. u trećoj grupi su preostali, neadaptirani serotipovi koji nemaju specifičnog domaćina i koji uključuju većinu serotipova koji se prenose hranom (Jay, 2005).

Kauffmann- White shema klasifikuje salmonele prema antigenim determinantama: somatskim (O), flagelarnim (H) i kapsularnim (Vi) antigenima. Somatski antigeni su lipopolisaharidi spoljašnje ćelijske membrane, a prema O antigenima salmonele su podeljene na šest serogrupa (A, B, C1, C2, D i E). Dalja klasifikacija je bazirana na H antigenima koji su visokospecifični za salmonele. Flagelarni antigeni su termolabilni proteini vezani za flagele i mogu biti ispoljeni u jednoj od dve faze. Prva faza je specifična i vezana je za imunološki identitet određenog serotipa, dok je druga faza nespecifična i sastoji se od različitih proteinskih subjedinića koje mogu biti zajedničke za više serotipova. Kapsularni antigeni su polisaharidi vezani na površini ćelijske membrane određenih *Salmonella* serotipova (Yousef i Carlstrom, 2003).

Bakterije mogu biti klasifikovane i na osnovu filogenetskih osobina. Poređenjem 16S rRNA ili neke druge genske sekvence, salmonele su podeljene na dve vrste *Salmonella enterica* (2443 serotipova) i *Salmonella bongori* (20 serotipova) (Pui i sar., 2011). *Salmonella enterica* je dalje podeljena na šest podvrsta koje su označene rimskim brojevima: *enterica* (I), *salamae* (II), *arizonae* (IIIa), *diarizonae* (IIIb), *houtenae* (IV) i *indica* (VI) (Guibourdenche i sar., 2010). *Salmonella bongori* označena je rimskim brojem V (Bailey i Maurer, 2001). *Salmonella enterica subsp. enterica* je uglavnom izolovana kod toplokrvnih životinja i čini 99% kliničkih izolata, dok su preostale podvrste i *S. bongori*

uglavnom izolovane kod hladnokrvnih životinja i čine manje od 1% kliničkih izolata (Pui i sar., 2011).

Današnja nomenklatura salmonela ima za cilj uniformnost izveštavanja, pa se izolati salmonela označavaju nazivom vrste, podvrste i serotipa. Na primer, *Salmonella enterica* subsp. *enterica* serovar Typhimurium, odnosno kraće *Salmonella* Typhimurium. Do danas je identifikovano preko 2500 serotipova, a taj broj i dalje raste.

2.3.2. *Salmonella* vrste kao patogeni koji se prenose hranom

Ambijentalni izvori *Salmonella* vrsta uključuju vodu, zemljište, insekte, radne površine u objektima za klanje i preradu mesa, površine u kuhinjama, animalni feces, sirovo meso i sirove plodove mora, sirovo voće i povrće. Salmonele se često mogu izolovati iz digestivnog trakta životinja, naročito živine i svinja (Anonym., 2003). Kao deo crevne flore, salmonele se kroz feces izlučuju u spoljašnju sredinu i preko vektora prenose na druga živa bića ili u okolinu. Nakon konzumiranja kontaminirane hrane ili vode, salmonele iz lumena creva prodiru u epitel tankog creva gde se umnožavaju, ponovo dospevaju u fekalni sadržaj i tako se ciklus nastavlja (Jay, 2005). Veliki broj kontaminiranih namirnica može biti uzrok salmoneloze, a najčešće registrovani su sirovo meso, jaja, mleko i mlečni proizvodi, riba, rakovi, žablji bataci, kokos, različiti sosovi i prelive za salate, kolači i kremovi, dehidrirani želatin, kikiriki- puter, kakao i čokolada (Forsythe, 2000). Poslednjih godina, u razvijenim zemljama, sve češće je voće i povrće izvor trovanja salmonelama (Pui i sar., 2011).

Salmonele se ne smatraju fiziološkom mikroflorom digestivnog trakta živine, ali su one stalno prisutne u njihovoj okolini preko insekata, glodara, hrane, drugih životinja ili ljudi. Kada su salmonele prisutne u primarnoj proizvodnji, one se dalje mogu širiti horizontalnim i vertikalnim putem. U različitim ispitivanjima došlo se do podatka da je čak 70% brojerskih trupova kontaminirano salmonelama (Jay, 2005). Na prirodno kontaminiranim

pilećim trupovima broj *Salmonella* retko prelazi 200 CFU/trupu (Mbata, 2005). Iako je ovo relativni mali broj mikroorganizama, treba imati u vidu invazivnost *Salmonella* vrsta i mogućnost njihovog preživljavanja u dubljim slojevima tkiva i različitim uslovima sredine, a naročito su otporne u kiseloj sredini. Penetrirajući u dublje slojeve tkiva bakterijske ćelije postaju manje osetljive na spoljne uticaje, što predstavlja rizik da se toplotnom obradom ne unište sve ćelije prisutne u hrani.

Infektivna doza salmonela zavisi od starosti i zdravstvenog statusa domaćina kao i od serotipa infektivnog agensa. Donedavno se smatralo da je infektivna doza *Salmonella* za ljude od 10^3 do 10^8 CFU (Ašanin i sar., 2008). Postoje i navodi da infektivna doza može biti 10^5 - 10^7 CFU (Varnam A. H., 1996). Sve starosne grupe su osetljive, ali su simptomi najteži kod starijih osoba, novorođenčadi i imunokompromitovanih osoba za koje infektivna doza može iznositi svega 15- 20 CFU. Danas se smatra da je za nastanak infekcije dovoljno ingestirati jednu vijabilnu ćeliju patogena. Drugim rečima, nezavisno od toga koliko je doza visoka, uvek postoji neka, veća ili manja mogućnost, infekcije ili bolesti (tzv. "single hit" koncept ili koncept verovatnoće pojave infekcije) (Teunis i Havelaar, 2000).

Kod gastroenteritisa izazvanog salmonelama vreme inkubacije iznosi od 6 do 24 sata, a bolest može da traje od 1 do 7 dana u zavisnosti od domaćina, infektivne doze i karakteristika serotipa (Anonym., 2003). Nakon akutne faze bolesti, broj salmonela se smanjuje, ali mogu biti prisutne u fekalnom sadržaju obolelog i preko tri meseca (kliconoše). Hronične posledice salmoneloze mogu biti razvoj reaktivnog artritisa ili Rajterovog sindroma, koji se razvijaju 3- 4 nedelje od početka akutnih simptoma. Reaktivni artritis se javlja u oko 2% slučajeva (Forsythe, 2000). Simptomi salmoneloze uključuju mučninu, povraćanje, abdominalni bol, glavobolju, groznicu i dijareju (ponekad krvavu). Mortalitet u proseku iznosi 4,1%, a najletalnija je *Salmonella Choleraesuis* sa mortalitetom oko 21% (Jay, 2005). Godišnja inidenca salmoneloze kod ljudi meri se stotinama hiljada slučajeva, a procenjuje se da je taj broj i 20 puta veći, sa oko 1000 smrtnih slučajeva godišnje (Anonym., 2001). Tokom godina, dominantni serotipovi koji izazivaju oboljenje kod ljudi se menjaju. Smatra se da najmanje 150 serotipova može da izazove oboljenje, ali

su *Salmonella* Enteritidis, *Salmonella* Typhimurium i *Salmonella* Heidelberg najčešće izolovani kod obolelih ljudi (Boyen i sar., 2008), gde prva dva čine gotovo polovinu. Izvor infekcije najčešće su nedovoljno toplotno obrađeno živinsko meso i jaja.

Salmonella Typhi izaziva tifusnu groznicu, a *S. Paratyphi* A, B i C tifusu sličnu groznicu kod ljudi. Infekcija najčešće nastaje ingestijom hrane ili vode kontaminirane fecesom čoveka. Tifuna groznica je bolest opasna po život sa mortalitetom preko 10% (Forsythe, 2000). Nakon ingestije, salmonele se umnožavaju u submukoznom tkivu ileuma, a zatim se šire u organizmu preko retikuloendotelnog sistema. Posledično, različiti organi kao što su slezina i jetra mogu biti inficirani. Iz inficirane žučne kese, koristeći žuč kao transportni medijum, salmonele ponovo dospevaju do creva i tako započinje novi ciklus.

Razmatrajući uzroke salmoneloza kod ljudi, Carrasco i sar. (2012) navode da je kontaminacija hrane salmonelama usled neprikladnog rukovanja hranom, nedovoljne toplotne obrade hrane ili usled unakrsne kontaminacije sirovih sastojaka i hrane spremne za konzumiranje glavni uzrok pojave oboljenja kod ljudi.

2.3.3. Kontrola *Salmonella* vrsta kod živine

Zemlje članice EU primenjuju programe kontrole ili nadzora *Salmonella* vrsta u različitim vrsta farmskih životinja. Obavezni kontrolni program za sojeve *S. Enteritidis*, *S. Typhimurium*, *S. Infantis*, *S. Virchow* i *S. Hadar* kod elitnih, dedovskih i roditeljskih jata za proizvodnju brojlera (Regulativa EC 2160/2003) obezbeđuje relativno uporedive podatke u okviru cele EU, jer se koriste slični planovi uzorkovanja. U 2009. godini na nivou cele EU, utvrđeno je da je 5% testiranih jata brojlera bilo pozitivno na *Salmonella* spp., a 0.7% pozitivno na *S. Enteritidis* ili *S. Typhimurium* (EFSA, 2011).

Živina namenjena za klanje treba da potiče iz zdravog jata, slobodnog od salmoneloze, koja je gajena u registrovanim objektima, u kojima se primenjuju standardi smeštaja životinja i

principi dobre proizvođačke prakse (engl. *Good Manufacturing Practices- GMP*) i dobre higijenske prakse (engl. *Good Hygiene Practices- GHP*). Takođe, u objektima za klanje i preradu živinskog mesa pored pomenutih standarda dobre prakse, obavezna je implementacija sistema za kontrolu kritičnih tačaka u proizvodnji (Hazard Analysis and Critical Control Point- HACCP). Sistem HACCP predstavlja integrisanu, interaktivnu, naučno opravdanu seriju postupaka u proizvodnji, kojima se procenjuju opasnosti i utvrđuju kontrolne, kritične tačke u proizvodnji za te opasnosti. Na ovaj način, opasnosti treba da se svedu na najmanju moguću meru, a eventualno prisutne (kao što su patogeni mikroorganizmi) preveniraju i uklone pre nego što stignu do potrošača. Sistem HACCP se zasniva na sedam sledećih principa: sprovođenje analize opasnosti, određivanje kritičnih kontrolnih tačaka (Critical Control Points- CCPs), određivanje graničnih vrednosti, utvrđivanje kontrolnih procedura, utvrđivanje korektivnih mera, utvrđivanje procedura verifikacije, utvrđivanje dokumentacije i načina čuvanja zapisa o sprovedenim procedurama. Za razliku od nekadašnjeg sistema kontrole proizvodnje mesa, koji se zasnivao na ispitivanju krajnjeg proizvoda, današnji pristup se zasniva na prevenciji opasnosti i njihovom uklanjanju pre nego što proizvod stigne do potrošača.

2.3.3.1. Kontrola *Salmonella* vrsta u primarnoj proizvodnji

Kontrola prisustva *Salmonella* vrsta kod živine počinje već u samom objektu za gajenje živine. Značaj čišćenja i dezinfekcije objekata za gajenje živine između dva turnusa ogleda se u činjenici da je za nastanak infekcije kod pilića ponekad dovoljno i manje od pet ćelija (Wray i sar., 1999). Osim toga, kontrola glodara, divljih ptica i insekata je značajan segment u primarnoj proizvodnji. Njihovo prisustvo na farmi može predstavljati stalni izvor reinfekcije salmonelama. Radnici i osoblje zaposleno na farmi treba da su obučeni kako se infekcija ne bi prenosila iz jednog u drugi objekat, a kretanje posetilaca treba da je ograničeno. Ne treba zanemariti ni uticaj ishrane koja često zbog visokog sadržaja protina može biti izvor kontaminacije salmonelama. U UK je praksa da se u hranu za životinje

dodaju male količine propionske ili mravlje kiseline kako bi se eventualno prisutne ćelije salmonela uništile nakon ingestije hrane u digestivnom traktu ptica. Ukidanje hrane pre transporta životinja može smanjiti kontaminaciju za vreme transporta i klanja. Na ovaj način se smanjuje količina fekalnog sadržaja u crevima, limitira defekacija za vreme transporta i olakšava evisceracija gastrointestinalnog trakta za vreme obrade trupova (NTF, 2004). Direktiva EU 2007/43 propisuje maksimalno vreme ukidanja hrane 12 sati pre transporta. Produžavanje ovog vremena može da uzrokuje istanjivanje zida creva i da poveća njihovu propustljivost i pucanje za vreme evisceracije (Warriss i sar., 2004). Moguće je pre transporta u vodu za piće dodati aditive kao što u mlečna kiselina i drugi sastojci koji se u digestivnom traktu pretvaraju u kiselinu i tako smanjuju količinu *Salmonella* fecesu i potenciraju prednosti ukidanja hrane pre transporta. Transport i držanje pilića u depou pre klanja utiče na nivo kontaminacije, kvalitet mesa, dobrobit životinja i ima ekonomski značaj. Zbog toga je neophodno da vreme transporta i boravka u depou bude što je kraće moguće (Allen i sar., 2008). Kontrola kontaminacije za vreme transporta i boravka pilića u depou zasniva se na čišćenju i dezinfekciji transpornih sredstava i kaveza u kojima su pilići smešteni za vreme transporta od farme do klanice (Tinker i sar., 2005), pri čemu treba imati u vidu da ove procedure ne uklanjaju sve prisutne bakterije već samo redukuju njihov broj (Corry i sar., 2002). Povećana kontaminacija pilića salmonelama pre klanja, može umanjiti efekte procedura dekontaminacije u klanici.

2.3.3.2. Kontrola *Salmonella* vrsta u objektu za klanje živine

Komercijalno, pileće meso se dobija klanjem brojlerskih pilića u odobrenim i registrovanim objektima za klanje živine. Poslovanje prema principima GMP i GHP uz implementiran HACCP sistem ima za cilj kontrolu mikrobiološke kontaminacije mesa (del Rio E. i sar., 2007). Klanje pilića i obrada trupova najčešće se obavljaju na automatizovanim linijama koje mogu da imaju kapacitet i do 12 000 pilića/sat. Klanje pilića obavlja se presecanjem karotidnih arterija nakon prethodnog omamljivanja električnom strujom. Nakon

iskrvarenja, trupovi se šure kako bi se olakšalo čupanje perja. Metode šurenja uključuju potapanje trupova u vruću vodu, prskanje trupova vrućom vodom, obradu vodenom parom ili simultano prskanje vrućom vodom i čupanje perja. Najčešće se koristi metoda potapanja u vruću vodu. Razlikuju se blago i jako šurenje u zavisnosti od toga kakav se izgled trupova zahteva i na koji način će oni dalje biti skladišteni. Blago šurenje pri temperaturi od 52°C u trajanju od 3 min, preporučuje se za trupove koji će biti prodavani u svežem obliku i čuvani u struju hladnog vazduha. Pri blagom šurenju žuti sloj epidermisa (kutikula), ostaje intaktan, a ovakvi trupovi su prihvatljiviji za potrošače. Kod jakog šurenja pri temperaturi od 58°C u trajanju od oko 2,5 min, ovaj sloj se uklanja. Jako šurenje se preporučuje za trupove koji će se hladiti u vodi i biti prodavani u smrznutom stanju, a takođe i za trupove koji će dalje biti prerađeni u neki od proizvoda koji prolaze toplotnu obradu. Geornaras i sar. (1997) su u svom istraživanju utvrdili da proces šurenja redukuje broj *Salmonella* spp., ali i uklanja nečistoću i fekalije sa trupa. Suprotno ovome, patogene bakterije, pa i *Salmonella* mogu da prežive u različitim uslovima sredine, naročito kada su prisutne u velikom broju i kada sredina obiluje organskim materijama kao što je to slučaj u tankovima za šurenje (Cason i Hinton, 2006). Šurenje trupova pri temperaturi preko 47°C dovodi do inaktivacije *Salmonella*, a pri 60°C broj *Salmonella* se redukuje za 0,3- 0,5 log jedinica više u odnosu na šurenje pri 52 ili 56°C (Slavik i sar., 1995). Čupanje perja obavlja se u mašinama sa rotirajućim gumenim "prstima" koji nakon šurenja skidaju omekšalo perje sa trupova. Zbog specifične konstrukcije i komplikovanog čišćenja, ove mašine su značajan izvor kontaminacije trupova (Holder i sar., 1997). Pored toga, bakterijske ćelije ulaze u folikule perja i tako postaju zaštićene od ispiranja ili dekontaminacije. Dobro ispiranje trupova nakon čupanja perja, može smanjiti prijanjanje bakterijskih ćelija za površinu trupa. Prema Sarlin i sar. (1998) smatraju da je evisceracija glavni razlog prisustva *Salmonella* na pilećim trupovima. Evisceracija podrazumeva otvaranje abdominalne šupline pilića, vađenje i odvajanje jestivih i nejestivih organa sa trupa. Pileći trupovi mogu biti eviscerirani manuelno ili mehanički, pri čemu oprema mora da bude prilagođena veličini ili masi trupova kako ne bi došlo do pucanja digestivnog trakta i kontaminacije trupova i okoline. U većini zemalja je nakon evisceracije propisano finalno pranje trupova vodom za piće. Kontinuirano ispiranje i sanitacija opreme, kao i dobro finalno pranje

trupova od presudnog su značaja za mikrobiološku ispašnost mesa. Poslednja faza u proizvodnji brojlerskog mesa je hlađenje trupova. Metode hlađenja mogu biti različite, a koja će biti upotrebljena zavisi od ekonomskih uslova, higijenskog statusa i lokalne zakonske regulative. Pileći trupovi se mogu hladiti u struji hladnog vazduha, prskanjem hladnom vodom ili potapanjem u tankove sa hladnom vodom sa ili bez dodavanja leda. Temperatura trupova hlađenjem treba da se spusti do 4°C u toku 4 sata od klanja. Primarna uloga hlađenja je odlaganje razmnožavanja psihrotrofnih bakterija i prevencija razmnožavanja patogenih mikroorganizama koji se prenose hranom. Pre finalnog pranja trupova i hlađenja, moguće je obaviti dekontaminaciju trupova nekim od postupaka koji uključuju fizički, hemijski, biološki tretman ili njihovu kombinaciju (Loretz i sar., 2010; Aymerich i sar., 2008). Najčešće metode dekontaminacije trupova su ispiranje vodom pod pritiskom, upotreba hlora, upotreba organskih kiselina, upotreba kiselih ili alkalnih rastvora, hlađenje i radijacija. Idealan metod dekontaminacije morao bi da zadovolji sledeće zahteve:

- da ne menja izgled, miris, ukus ili hranljiva svojstva mesa,
- da ne ostavlja ostatke i ne predstavlja opasnost po životnu sredinu,
- da je u saglasnosti sa zakonskom regulativom i zahtevima potrošača,
- da je jeftin i jednostavan za primenu,
- da produžava rok trajanja proizvoda inhibirajući mikroorganizme kvara kao i patogene mikroorganizme,
- da je kompatibilan sa načinom pakovanja proizvoda (MAP, vakuum) (Hinton i Corry, 1999).

Iako su u nekim zemljama postupci dekontaminacije trupova hemijskim sredstvima uobičajeni, u zemljama EU od 1971. godine (Direktiva 71/118/EC) jedini dozvoljeni način dekontaminacije trupova je pranje vodom za piće ili tretman vodenom parom. U proceduri su postupci za odobrenje upotrebe nekoliko aditiva u cilju dekontaminacije trupova. I pored

svih prednosti, ni jedan od pomenutih tretmana za dekontaminaciju mesa ne može biti zamena za dobru higijensku praksu i ne može se koristiti za potpuno uklanjanje mikroorganizam.

2.4. Mariniranje pilećeg mesa

Potražnja za proizvodima od mesa pripremljenim za toplotnu obradu je u porastu. Jedan od načina da se meso pripremi za toplotnu obradu je mariniranje mesa, a primarno se zasniva na vezivanju vode u mišićnom tkivu.

Mariniranje mesa ima vekovima dugu tradiciju. Reč "marinirati" najverovatnije potiče od latinske reči "marine" što bi značilo potapanje u rastvor salamure. Šta se danas podrazumeva pod mariniranjem zavisi od podneblja. Najčešće se soljenje, dodavanje fosfata i nekih začina smatra mariniranjem (Björkroth, 2005a). Meso se tradicionalno marinira u cilju poboljšanja ukusa, konzistencije i produženja održivosti mesa (Alvarado i McKee, 2007). Dodavanjem začina, aroma, pojačivača ukusa i drugih aditiva može se obezbediti željeni ukus i miris mesa. Odavno se meso potapalo u sirće, ulje ili oba, uz dodatak različitih začina, kako bi se poboljšao ukus mesa i produžila njegova održivost. Komercijalno, industrijsko mariniranje, doživelo je ekspanziju 70- tih godina prošlog veka, kao odgovor na pojavu lanaca restorana brze hrane (Smith i Acton, 2001). Za razliku od mariniranja mesa u domaćinstvu, industrijsko mariniranje ima za cilj, pre svega, povećanje prinosa mesa. Uz poželjan ukus, miris i aromu mariniranog mesa može se reći da koncept mariniranja mesa nudi funkcionalnost i komfor za potrošače i profit za proizvođače. U industriji živinskog mesa mariniranje ima široku primenu. Najviše se marinira pileće meso, što je razumljivo s obzirom na njegovu zastupljenost u ukupnoj proizvodnji živinskog mesa, ali se i druge vrste živinskog mesa mariniraju, kao što su ćureće ili pačije meso. Teško je proceniti stvarnu zastupljenost mariniranog pilećeg mesa u ukupnoj potrošnji pilećeg mesa. U SAD se, na primer, oko 15 % pilećeg mesa marinira industrijski, a veliki

deo sirovog pilećeg mesa marinira se u maloprodajnim objektima ili u domaćinstvu. Procene su da se oko 50% pilećeg mesa marinira pre toplotne obrade (Smith i Acton, 2001). Oblici mariniranog pilećeg mesa koji se mogu naći na tržištu uključuju cele trupove, rasečene delove trupa (grudi, krila, batak, karabatak), otkoštено pileće meso, usitnjeno i oblokovano pileće meso.

2.4.1. Tehnike mariniranja

Na koji način će meso biti marinirano zavisi od potreba i mogućnosti samog proizvođača. Najčeće tehnike mariniranja su potapanje, ubrizgavanje i mešanje u vakuumu (Xargayo i sar., 2001). Potapanje mesa u marinadu je najstarija tehnika mariniranja koja se danas, uglavnom, koristi u domaćinstvima. Potapanjem mesa u marinadu, sastojci marinade vremenom pasivno difunduju u mišić (Alvarado i McKee, 2007). Za industrijske uslove ovaj način mariniranja nije prihvatljiv, zbog pripreme velikih količina marinade, vremenski relativno dugog trajanja mariniranja kao i neravnomernog apsorbovanja marinade u mišiću. U industrijskim uslovima najviše se koriste tehnike ubrizgavanja ili mešanje u vakuumu, koje zahtevaju posedovanje specijalizovane opreme. Ubrizgavanje marinade u meso pomoću mnogobrojnih igala omogućava preciznije doziranje marinade i njenu ravnomernu distribuciju u mišiću. Ubrizgavanje marinade u mišić može da ima nepovoljan uticaj na mikrobiološki status mesa, jer se mikroorganizmi sa površine mesa mogu preneti u dublje slojeve mesa koji su sterilni (Mead i Adams, 1978). U proizvodnji pilećeg mesa spremnog za toplotnu obradu, danas je najčeći metod mariniranja mešanje u vakuumu (engl. *vacuum tumbling*). Ovaj metod se podjednako često koristi u industriji, supermarketima i mesarama gde se meso marinira pre izlaganja potrošaču. Mariniranje u vakuumu podrazumeva ubacivanje mesa i marinade u rotacione mašine u kojima se meso određeno vreme meša i "masira", što dovodi do ekstrakcije solubilnih proteina mesa, uglavnom aktina i miozina. Ekstrakcija solubilnih proteina na površini mesa omogućava njihovo vezivanje za vreme toplotne obrade, što za posledicu ima bolje osobine vezivanja vode. Sa druge strane

vezivanje ekstrahovanih proteina na površini mesa ima ulogu da privuče tečnost i olakša njenu retenciju u mišićnom tkivu za vreme toplotne obrade (Smith i Acton, 2001).

2.4.2. Sastav marinada

Efekti mariniranja u najvećoj meri zavise od sastava marinada. Sastojci marinada mogu biti različiti, a najčešće je marinada emulzija vode i ulja sa dodatkom soli, šećera, kiselina, aditiva, antimikrobnih agenasa, pojačivača ukusa ili začina (Pathania i sar., 2010). Sastav industrijskih i marinada pripremljenih u domaćinstvu se razlikuju. Sastav marinada pripremljenih u domaćinstvu zavisi, pre svega, od navika i afiniteta potrošača, dok su industrijske (komercijalne) marinade tačno definisanog sastava i najčešće se sastoje od vode, soli, fosfata i ponekad pojačivača ukusa i drugih sastojaka (Alvarado i McKee, 2007). U zavisnosti od sastava, industrijske marinade utiču na poboljšanje tehnoloških i senzornih osobina mesa, produžavaju održivost mesa i utiču na njegov mikrobiološki status. U industrijskim uslovima, dva najčešća sastojka salamura i marinada su natrijum hlorid (NaCl) i neki od fosfata, najčešće natrijum- tripolifosfat (STPP) (Lampila i sar., 2002; Parks i sar., 2000; Nuñez- Gonzáles, 2010). Tipična marinada za proizvode od pilećeg mesa sastoji se od 90% vode, 6 % kuhinjske soli (NaCl) i 4% STPP (Lyon i sar., 2005; Smith i Acton, 2001).

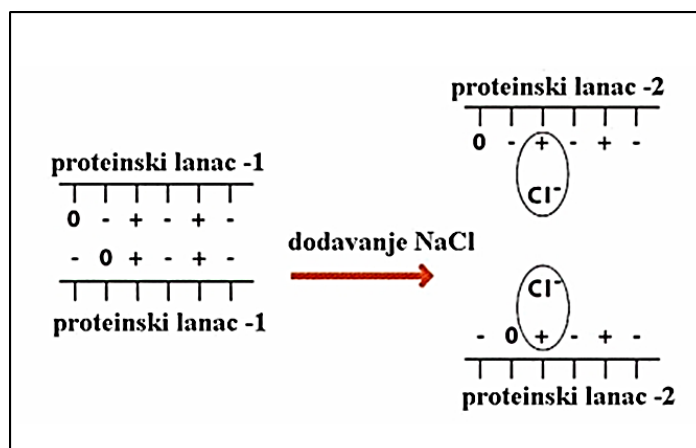
2.4.2.1. Kuhinjska so (natrijum- hlorid)

Soljenje je jedan od najstarijih i najefikasnijih načina konzervisanja hrane. U proizvodima od mesa, kuhinjska so (NaCl) ima nekoliko značajnih uloga: utiče na ukus mesa, povećava retenciju tečnosti, deluje sinergistički sa fosfatima tako što ekstrahuje solubilne proteine mesa, deluje sinergistički sa nitratima inhibirajući rast *Clostridium botulinom* i pri većim

koncentracijama ima ulogu konzervansa (Keeton, 2001; Ruusunen i Puolanne, 2005). Kuhinjska so mesu daje prijatan slankast ukus i prikriva ili ublažava druge nepoželjne ukuse mesa. Dobro se rastvara u vodi koje u pilećem mesu ima oko 70%, pa po principu osmotskog pritiska lako difunduje u meso u kome je koncentracija soli niža, sve dok se ne postigne ravnoteža. Konzervišući efekat kuhinjske soli (NaCl) zasniva se na snižavanju aktivnosti vode (a_w) u mesu, smanjujući količinu vode dostupnu mikroorganizmima. Aktivnost vode, odnosno voda koja je dostupna mikroorganizmima, je značajan faktor održivosti namirnica. Snižavanjem a_w vrednosti, usporava se razmnožavanje mikroorganizama, odnosno ograničava se njihova mikrobiološka aktivnost, i ispod određene vrednosti ona potpuno prestaje, ali vrlo retko dolazi do smrti bakterijskih ćelija. Svaki mikroorganizam ima graničnu a_w vrednost ispod koje neće rasti, formirati spore ili proizvoditi toksične metabolite. Opšte je prihvaćeno da se voda u namirnici nalazi u dva oblika, u "slobodnom" i "vezanom" stanju. Za mikrobiološku aktivnost značajna je samo količina "slobodne" vode. Koji će deo od ukupne vode biti u vezanom stanju, zavisi u velikoj meri od hemijskog sastava namirnice. Svako jedinjenje nema podjednaku mogućnost da veže vodu. Najviše vode vezuju proteini i to od 0,15 do 0,35 g vode po jednom gramu proteina (Koprivica, 2008). Kada se uz NaCl dodaju druge soli, šećeri, proteini i humektanti moguće je dodatno smanjiti a_w vrednost u namirnici (Doyle i Glass, 2010). Koncentracija kuhinjske soli dovoljna da inhibira mikroorganizme zavisi od samih osobina mikroorganizma. *Campylobacter* vrste su veoma osetljive na prisustvo soli, a optimalna koncentracija za rast je 0,5% (Doyle i Roman 1982). Sa druge strane, proteolitičke bakterije kao *Clostridium botulinum* mogu da tolerišu i do 10% NaCl ako su drugi uslovi za rast optimalni. *Staphylococcus aureus* raste pri koncentraciji NaCl i preko 20%. Neki patogeni mikroorganizmi rastu pri minimalnim vrednostima a_w kada su drugi uslovi rasta optimalni. Poznato je da koncentracija NaCl od 0,5- 1,5% ne utiče značajno na rast patogenih bakterija. Visoke koncentracije NaCl produžavaju generacijsko vreme za neke patogene mikroorganizme uključujući *E. coli*, *Salmonella* vrste i neproteolitičke *C. botulinum*, dok su *S. aureus*, *L. monocytogenes* i neki mikroorganizmi kvara (*Brochothrix*, *Pseudomonas*) mnogo rezistentniji na visoke koncentracije NaCl (Doyle i Glass, 2010).

Druge osobine hrane kao što su pH, temperatura, dostupnost kiseonika, količina masti i sadržaj drugih aditiva utiču na osetljivost mikroorganizama prema NaCl.

Osobina mesa da zadrži vodu tokom čuvanja, obrade (sečenja, mlevenja, pritiskanja...) i kuvanja meri se *sposobnošću vezivanja vode* (SVV). Nakon klanja, stvaranje mlečne kiseline i posledično spuštanje pH vrednosti mesa dovode do denaturacije proteina, koji tada gube sposobnost da zadrže vodu. Otpuštanje vode je veće što je veći pad pH vrednosti tokom prvog sata nakon klanja. Delovanje kuhinjske soli na sposobnost vezivanja vode objašnjava se aktivitetom jona hlora (Slika 2.1). Joni hlora u mesu normalne vrednosti pH, odnosno iznad izoelektrične tačke proteina (5,2- 5,3), kidaju jonske mostove između amino i karboksilnih grupa amino kiselina u lancu proteina. Na oslobođene amino grupe vezuju se joni hlora neutrališući njihov električni naboj, dok oslobođene karboksilne grupe ostaju sposobne da vežu dipolne molekule vode. Prekidanjem jonskih mostova prekidaju se veze između lanaca proteina tako da se oni odmiču jedni od drugih čime se povećava prostor između proteinskih lanaca. U tako razlabavljenoj strukturi lanaca proteina, ima više mesta za uglavljanje molekula vode koji se tu imobilizuju i zadržavaju. Efekat delovanja kuhinjske soli je utoliko veći ukoliko je vrednost pH mesa udaljenija od izoelektrične tačke (Tomović, 2009). Kombinacijom kuhinjske soli i fosfata dodatno se podstiče sposobnost vezivanja vode u mesu, usled čega se smanjuje kaliranje mesa u toku prerade i toplotne obrade. Kolika će biti koncentracija soli u marinadi nije propisima regulisano (princip *quantum satis*), ali je sama po sebi limitirajuća jer će povećana koncentracija u proizvodu uticati na njegov ukus, odnosno prihvatljivost od strane potrošača. Poznato je da koncentracija soli u salamuri ili marinadi u količini od 4,6- 5,8% omogućava maksimalnu hidrataciju miofibrila, a samim tim i veće vezivanje vode (Petracci i sar., 2012). Uobičajeno je da salamureni ili marinirani proizvodi od živinskog mesa sadrže oko 2% soli. U zavisnosti od vrste proizvoda, vrednosti se mogu kretati u rasponu od 1,5-3%. U ovim količinama kuhinjska so deluje na proteine mesa u smislu povećanja njihove sposobnosti vezivanja vode.



Slika 2.1 Mehanizam delovanja NaCl na sposobnost vezivanja vode u proteinima mišićnog tkiva

Jedna od mana upotrebe kuhinjske soli je njen nepoželjan uticaj na boju mesa. Razlog tome je što kuhinjska so ubrzava oksidaciju hema u mioglobinu, stvarajući metmioglobin usled čega se boja mesa menja i ono postaje mrko sivo. Na efikasnost upotrebe kuhinjske soli, značajno utiče i njena čistoća.

2.4.2.2. Fosfati

Savremeni pristup prerade mesa skoro da je nezamisliv bez upotrebe fosfata. Fosfati koji se koriste u industriji mesa su soli fosforne kiseline i natrijuma ili kalijuma i imaju više funkcionalnih osobina, kao što su: podešavanje pH, sekvstracija određenih katjona, promena distribucije jonske jačine, promena jonske jačine sredine i/ili antimikrobna svojstva (Long i sar., 2011). Međutim, ni jedan od fosfata ne poseduje sva pomenuta svojstva već se kombinacijom različitih fosfata dobijaju njihove mešavine pogodne za određeni vid prerade mesa. Komercijalni fosfatni preparati za upotrebu u prehrambenoj industriji dostupni su u obliku praha, što ih čini jeftinim i lakim za transport. Prema broju P

atoma u molekulu, fosfati se dele na: monofosfate (ortofosfati), difosfate (pirofosfati), trifosfate (tripolifosfate) i polifosfate (Hourant, 2004). Takođe, fosfati se razlikuju prema rastvorljivosti i uticaju na pH mesa. Uobičajeno, priprema industrijskih marinada počinje rastvaranjem fosfata u vodi pri sobnoj temperaturi, pre nego što se dodaju drugi sastojci, nakon čega se rastvor hladi do upotrebe. U suprotnom, dodavanje fosfata u slani rastvor može dovesti do njihovog nepotpunog rastvaranja. Poslednjih godina, na tržištu se mogu naći fosfatni preparati poboljšanih osobina rastvorljivosti, gde priprema rastvora ne zavisi od temperature ili drugih sastojaka. U zavisnosti od tipa fosfata, pH tečnosti može da se smanji ili poveća. Generalno, alkalni fosfati omogućavaju retenciju vode u mesu podižući pH vrednost mesa. Podizanjem pH vrednosti mesa daleko iznad izoelektrične tačke miofibrilarnih proteina (u mesu živine 5,2- 5,3) oslobađaju se mesta za vezivanje vode između molekula aktina i miozina (Long i sar., 2011; Feiner, 2006; Young i sar., 2005; Petracci i sar., 2012). Sinergističko delovanje kuhinjske soli i fosfata ogleda se u činjenici da fosfati sami po sebi mogu jedino da uklone vezu između aktina i miozina. Kada je u rastvoru prisutna i kuhinjska so, ovi proteini postaju rastvorljivi, a kao takvi mogu da vežu veliku količinu dodate vode (Fernández- López i sar., 2004). Kiseli fosfati se koriste u pripremi kiselih marinada koje imaju nizak pH. Usled niske pH vrednosti, kisele marinade ispoljavaju antimikrobni efekat, ali smanjuju sposobnost vezivanja vode, pa se u industriji mesa najčešće koriste alkalni fosfati. Najveću efikasnost u povećanju sposobnosti vezivanja vode u mesu imaju pirofosfati (difosfati) i tripolifosfati (trifosfati) (Tomović, 2009; Petracci i sar., 2012). Pored povećanja sposobnosti vezivanja vode u mesu, značajna uloga fosfata je sekvestracija jona Ca^{2+} , Mg^{2+} , Fe^{2+} i Fe^{3+} u mesu (Lampila i Godber, 2002). Vezivanje fosfata i jona Ca^{2+} i Mg^{2+} doprinosi razdvajanju aktina i miozina nakon nastupanja mrtvačke ukočenosti (*rigor mortis*). Pored toga, vezujući jone Fe^{3+} fosfati sprečavaju promenu boje mesa i pojavu užeglosti mesa usled oksidacije (Feiner, 2006). Ergezer i Gokce (2011) su ispitivali uticaj alkalnih (NaCl i STPP) i kiselih (NaCl i mlečne kiselina) marinada na neke parametre kvaliteta mesa ćurećih grudi. U ovom istraživanju je utvrđeno da je sadržaj vlage i pepela u mariniranom mesu ćurećih grudi bio statistički značajno veći ($p < 0,05$), a sadržaj proteina i masti statistički značajno manji ($p < 0,05$) u odnosu na kontrolu (meso i destilovana voda). Isti autori su zaključili da se najveće povećanje pH u mesu

ćurećih grudi postiže kombinacijom 2% NaCl i 2% STPP. Natrijum- pirofosfat (SPP) sam ili u kombinaciji sa NaCl podiže pH vrednost mariniranog mesa ćurećih grudi za oko 0,2 jedinice (Petracci i sar., 2012; Bianchi i sar., 2009). Generalno, SPP i STPP se ne koriste kao antimikrobna sredstava u marinadama. Ispitivanja uticaja SPP i STPP na rast mikroorganizama pokazala su da ovi fosfati imaju slab bakteriostatski efekat, koji se uglavnom, ogleda u usporavanju rasta nekih gram- pozitivnih bakterija (*Leuconostoc carnosum*, *Listeria monocytogenes*, *Staphylococcus aureus*, *Bacillus cereus*, *Bacillus stearothermophilus*, *Bacillus brevis*, *Bacillus subtilis*, *Bacillus sphaericus*, *Bacillus* spp., *Micrococcus luteus*, *Corynebacterium glutamicum*). Takođe, u različitim ispitivanjima je utvrđeno da bakteriostatski efekat fosfata na gram- negativne bakterije, pre svega patogene (*Salmonella* Typhimurium, *Salmonella* Enteritidis, *Escherichia coli*), nije značajan (Buňková i sar., 2008; Feiner, 2006; Lampila i Godber, 2002; Molins, 1991; Molins i sar., 1985; Sofos, 1986; Tompkin, 1984). Long i sar. (2011) navode da bakteriostatski efekat fosfata nije značajan i da je ispoljen kada se koriste kiseli fosfati ili kombinacija fosfata i drugih aditiva, kao što su nizin, EDTA, NaCl, nitrati, eritorbat i drugi.

Količina dodatih fosfata u proizvodima od mesa zakonski je propisana. U EU i kod nas, upotreba fosfata kod svežeg mesa nije dozvoljena. Prema regulativi EU 853/2004 maksimalno dozvoljena količina fosfata u gotovom proizvodu iskazano kao procenat fosfor pentoksida (P_2O_5) iznosi 5 g/kg, dok Pravilnik o kvalitetu usitnjenog mesa, poluproizvoda od mesa i proizvoda od mesa ("Sl. glasnik RS", br. 31/2012 i 43/2013 – dr. pravilnik) propisuje vrednost od 8 g/kg. Veća količina fosfata u hrani može negativno uticati na zdravlje potrošača, a sa druge strane upotreba većih količina fosfata može uticati na svaranje neprijatnog ukusa i mirisa proizvoda, pa se smatra da je količina fosfata koja se dodaje u meso samolimitirajuća.

2.4.2.3. Citrati

U prehrambenoj industriji, limunska kiselina i natrijum citrat su široko primenjivani za kontrolu pH, vezivanje metalnih jona i konzervisanje hrane (Sammel i sar., 2006). Prema Pravilniku o kvalitetu i drugim uslovima upotrebe aditiva ("Sl. list SCG, broj 56, 2003. i ispravke, izmene i dopune broj 4, 2004 - dr. pravilnik i 5, 2004 - ispr. i broj 16, 2005.) citrati se u prehrambenoj industriji koriste kao regulatori kiselosti, sekvestranti, emulgatori i stabilizatori. Komercijalni preparati natrijum- citrata dostupni su obliku belog kristalnog praha i proizvod su reakcije limunske kiseline i natrijum hidroksida (NaOH) (Ušćumlić i sar., 2009). Potvrđeno je da natrijum- citrat ima pozitivan uticaj na stabilnost boje (Holmer i sar., 2009) i sočnost mesa (Stephens i sar., 2006). Kao zamena za fosfate, u proizvodnji proizvoda od mesa "bez fosfata", natrijum- citrat može da poveća sposobnost vezivanja vode, odnosno sočnost mesa (Alvarado i McKee, 2007). Citrati utiču i na pH vrednost mariniranog mesa. Stephens i sar. (2006) su ubrizgavanjem 4% rastvora natrijum- citrata u svinjsko meso postigli značajno povećanje pH, u odnosu na pH kontrolnih uzorka u koje je ubrizgan rastvor kuhinjske soli i fosfata. Suprotno ovim podacima, Carroll i sar. (2007) su ispitivali uticaj mariniranja na pH ćurećih fileta i utvrdili da ne postoji statistički značajna razlika između pH vrednosti fileta mariniranih u rastvoru 1,5% soli i 0,75 % natrijum- citrata i kontrolnih uzoraka fileta mariniranih u rastvoru 1,5% soli i 0,45% STPP. Killefer i sar. (2004) su utvrdili da je krajnja pH svinjskog mesa tretiranog rastvorom soli, fosfata i citrata veća u poređenju sa kontrolnim uzorcima tretiranim samo fosfatima.

U istraživanju Lee i sar. (2002) utvrđeno je da citrati ispoljavaju određeni stepen antibakterijske aktivnosti prema nekim gram- pozitivnim bakterijama (*Staphylococcus* spp.), ali ne i prema gram- negativnim bakterijama. Sallam i sar. (2007) su nakon ispitivanja antimikrobne i antioksidativne aktivnosti natrijum- acetata, natrijum- laktata i natrijum- citrata zaključili da je natrijum- acetat mnogo efikasniji bakteriostatik u odnosu na natrijum- laktat i natrijum- citrat, ali da natrijum- citrat ima bolja antioksidativna svojstva u odnosu na natrijum- acetat i natrijum- laktat. Lee i sar. (2002) takođe zaključuju

da je antimikrobna aktivnost citrata bolje ispoljena kada se koriste u kombinaciji sa acetatima, ali ističu i da su za njihovu širu upotrebu, u smislu antimikrobne primene, potrebna dodatna istraživanja.

2.5. Kvar pilećeg mesa

Zbog specifičnog fizičko-hemijskog sastava meso je jedna od najkvarljivijih namirnica (Doulgeraki i sar, 2012). Oko 80% pilećeg mesa na tržištu prodaje se kao sveže, sirovo meso, a od toga 2- 4% predstavlja ekonomski gubitak nastao usled kvara mesa. Kada bi se ovaj gubitak smanjio za samo 5%, mogle bi da se zadovolje potrebe za mesom za čak 320000 ljudi (Carnevey i sar., 2009).

Kvar mesa je proces u kome se senzorne osobine mesa (miris, ukus, boja itd.) menjaju tako da ono postaje neprihvatljivo za konzumiranje (Fung, 2010). a nastaje usled produženog vremena skladištenja i distribucije, nepropisne temperature skladištenja i distribucije i/ili razmnožavanja mikroorganizama (Dave i Ghaly, 2011). Mnogobrojni faktori utiču na održivost mesa, odnosno brzinu nastanka kvara mesa. Među njima su najznačajniji: fiziološki status životinja pre klanja, kontaminacija trupova za vreme klanja, obrade i rasecanja, pH vrednost mesa, sastav i tekstura mesa, način i vrsta pakovanja, temperatura i drugi ambijentalni uslovi za vreme skladištenja i distribucije (Ercolini i sar., 2006; Li i sar., 2006; Nychas i sar., 2008). Dave i Ghaly (2011) opisuju tri mehanizma nastanka kvara mesa i proizvoda od mesa: mikrobiološki kvar, kvar usled užeglosti i kvar usled autolize. Razlaganjem strukturnih komponenti mesa nastaju promene u ukusu, mirisu, boji, mekoći, sočnosti i teksturi mesa, što je posledica akumulacije metaboličkih produkata ili aktivnosti ekstracelularnih enzima psihrotrofnih bakterija prisutnih na površini mesa. Kada je ukupan broj bakterija mali, bakterije koriste glukozu kao primarni izvor energije, a krajnji proizvodi metabolisanja glukoze ne utiču na promenu senzornih osobina mesa. Sa porastom broja bakterija, smanjuje se količina raspoložive glukoze, pa bakterije počinju da koriste

druge supstrate kao izvor energije, kao što su proteini. Krajnji proizvodi razlaganja proteina utiču na promenu mirisa mesa. Neki autori smatraju da inicijalna promena mirisa mesa ne potiče od razlaganja proteina kože i mišića, već od direktnog razlaganja azotnih jedinjenja male molekulske mase- aminoiselina na površini mesa od strane mikroorganizama (Mead, 2004a).

2.5.1. Mikrobiološki kvar pilećeg mesa

Meso i proizvodi od mesa predstavljaju odličan supstrat za razmnožavanje različitih mikroorganizama (bakterija, kvasaca i plesni) od kojih su neki patogeni (Jay, 2005). Sirovo meso je hrana podložna kvaru zbog bogatog nutritivnog sastava, visoke pH vrednosti (5,5-6,5) i aktivnosti vode (0,98- 0,99) koja podržava preživljavanje/ razmnožavanje skoro svih mikroorganizama (Acuff, 2005). Poznato je da meso živine može da sadrži veći broj mikroorganizama u odnosu na druge namirnice. Mikroorganizmi prisutni u pilećem mesu pripadaju dvema različitim grupama. Sa jedne strane su mikroorganizmi bezopasni po zdravlje ljudi, ali su psihrotrofni i mogu da se razmnožavaju pri niskim temperaturama izazivajući kvar mesa, a sa druge strane su patogeni mikroorganizmi koji se prenose hranom i izazivaju alimentarna oboljenja kod ljudi. Meso zdravih životinja u dubljim slojevima, po pravilu, je sterilno (Petäjä-Kanninen i Puolanne, 2007; Talon i sar., 2004), a kontaminacija mesa nastaje, uglavnom, tokom klanja i povećava se u toku dalje obrade trupova. Rasecanjem trupova povećavaju se slobodne površine, a voda i hranljive materije postaju dostupnije mikroorganizmima, koji se sa površine prenose na ostale delove trupa (Doyle, 2007).

Glavni izvor mikroorganizama na trupovima zaklanih životinja su koža i digestivni trakt, i u slučaju živine perje. Generalno je prihvaćeno da sveže meso, dobijeno na higijensku način, inicijalno sadrži manje od 10^4 mikroorganizama po cm^2 (Prändl i sar., 1988). Sa trupova živine najčešće izolovane bakterije pripadaju rodovima *Acinetobacter*,

Campylobacter, *Corynebacterium*, *Listeria*, *Micrococcus*, *Moraxella*, *Pseudomonas* i *Vagococcus* (Jay i sar., 2005; Okolocha i Ellerbroek, 2005). Tokom obrade pilećih trupova, većina populacije gram- pozitivnih bakterija se uklanja i zamenjuje heterogenom grupom mikroorganizama koja se, uglavnom, sastoji od gram- negativnih bakterija. U trenutku nastanka kvara dominantnu populaciju mikroorganizama čine bakterije mlečne kiseline, ali se i druge gram- pozitivne i gram- negativne bakterije mogu naći u relativno velikom broju (Björkroth, 2005). Uslovi skladištenja utiču na vrstu mikroflore prisutne u mesu i proizvodima od mesa. Prema navodima Cerveny i sar. (2009) *Pseudomonas* spp., *Moraxella* spp., *Psychrobacter* spp., *Acinetobacter* spp. i psihrotrofne enterobakterije čine mikrofloru proizvoda od mesa čuvanih pri temperaturi frižidera. Osim bakterija, kvar mesa mogu da izazovu plesni (najčešće *Cladosporium*, *Sporotichum*, *Geotrichum*, *Penicillium* i *Mucor*) i kvasci (najčešće *Candida* spp., *Cryptococcus* spp. i *Rhodotorula* spp.) (Garcia-Lopez i sar., 1998). Kojom brzinom će se mikroorganizmi razmnožavati u mesu zavisi od vrste mikroorganizma, dostupnosti hranljivih materija, pH sredine, temperature, količine vlage i načina pakovanja (MAP, vakuum) (Cerveny i sar., 2009).

2.5.1.1. Uticaj temperature na razmnožavanje mikroorganizma

Temperatura skladištenja je značajan faktor održivosti svežeg pilećeg mesa i utiče kako na rast mikroorganizama kvara, tako i na rast patogenih bakterija. Dobro je poznata korelacija između temperature skladištenja, vremena skladištenja pri određenoj temperaturi i rasta mikroorganizama. U zavisnosti od temperature i vremena izloženosti, bakterijske ćelije menjaju metabolizam i morfologiju, a njihova razmnožavanje može biti stimulisano ili inhibirano. Iako većina bakterija koje izazivaju kvar mesa pripada grupi psihrotrofnih bakterija koje mogu da prežive i razmnožavaju se pri niskim temperaturama, njihova optimalna temperatura za razmnožavanje nalazi se daleko iznad temperature smrzavanja. Ayres i sar. (1950) su utvrdili da je optimalna temperatura za razmnožavanje psihrotrofnih bakterija između 5 i 15°C. Ispitujući uticaj temperature na održivost rasečenih pilećih

trupova isti autori su utvrdili da je sveže pileće meso održivo 2- 3 dana pri temperaturi od 10,6°C, 6-8 dana pri temperaturi od 4,4°C i 15- 18 dana pri temperaturi od 0°C. Trupovi brojlera u svežem stanju, skladišteni pri temperaturi od 5°C trebalo bi da su održivi 7 dana (Daud i sar., 1978). Kvar svežeg pilećeg mesa nastaje dva puta brže pri temperaturi od 10°C i tri puta brže pri temperaturi od 15°C, u poređenju sa trupovima skladištenim pri 5°C. U prvih nekoliko dana skladištenja pri 0°C, ukupan broj mikroorganizama se smanjuje. Razlozi za to su nepovoljna temperatura za razmnožavanje pigment-produkujućih i mezofilnih bakterija i nedovoljno vreme da psihrotrofne bakterije pređu u ekspanzionalnu fazu rasta. Iako su psihrotrofne bakterije sposobne da se razmnožavaju pri niskim temperaturama, brzina njihovog razmnožavanja u ovakvim uslovima je značajno redukovana. Većina mezofilnih bakterija ne može da se razmnožava pri temperaturama ispod 5°C. Pri temperaturama oko 10°C generacijsko vreme za psihrotrofne bakterije postaje mnogo kraće nego kod mezofilnih bakterija, dok je pri 18°C generacijsko vreme psihrotrofa i mezofila gotovo jednako. Kada temperatura pređe 18°C, mezofilne bakterije proliferišu mnogo brže u odnosu na psihrotrofne bakterije. Značajan faktor za nastanak kvara svežeg mesa je i dužina trajanja skladištenja. Sa produžavanjem skladištenja broj aerobnih mikroorganizama se povećava bez obzira na nisku temperaturu.

2.5.1.2. Broj mikroorganizama potreban za nastanak kvara mesa i proizvoda od mesa

Koliki će biti inicijalni broj mikroorganizama u mesu zavisi od mnogobrojnih međusobno povezanih faktora. Određeni broj mikroorganizama je uvek biti prisutan u mesu, a brzina njihovog razmnožavanja zavisi od uslova sredine u kojima se oni nalaze (temperatura, pH, pakovanje.....). Da bi se utvrdile prve promene ukusa, mirisa i izgleda pilećeg mesa, smatra se da je neophodno da broj psihrotrofnih bakterija bude veći od 10^5 CFU/cm². Različiti su podaci o tome pri kom broju mikroorganizama nastaju senzorne promene u mesu. Neki autori smatraju da se pojava sluzi i promene u mirisu mesa ne pojavljuju sve dok broj mikroorganizama ne pređe vrednost od 10^8 CFU/cm². Elliott i Michener (1961) su

utvrdili prve promene mirisa mesa pri broju mikroorganizama $1,6 \times 10^5$ CFU/cm². Isti autori navode da je za pojavu sluzi potreban daleko veći broj mikroorganizama, $3,2 \times 10^7$ do 1×10^9 CFU/cm². Dainty i Mackey (1992) navode da proteoliza i pojava sluzi na površini mesa u aerobnim uslovima nastaje kada broj mikroorganizama pređe 10^7 - 10^8 CFU /g. Danas je generalno prihvaćeno da ukupan broj bakterija 10^7 CFU/g mesa, ukazuje na promene u senzornim osobinama (Leistner, 2000). Da ukupan broj bakterija ne mora po pravilu da ukazuje na kvar mesa pokazuje i istraživanje Kozačinski i sar. (2012) koji su ispitivali održivost svežeg pilećeg mesa tokom šest dana skladištenja pri 4°C. Ukupan broj bakterija u filetima pilećih grudi bez kože poslednjeg dana održivosti (šesti dan) bio je $5,14 \pm 0,86$ log CFU/g, dok je u uzorcima bataka ukupan broj bakterija bio $4,56 \pm 0,85$ log CFU/g. Isti autori su nakon sprovedenih senzornih ispitivanja zaključili da je sveže pileće meso u komadima održivo šest dana pri temperaturi od 4°C, iako ukupan broj bakterija nije ukazivao na kvar. U istraživanju Balamastia i sar. (2006) ukupan broj bakterija u uzorcima fileta pilećih grudi je već na početku skladištenja bio 5,1 log CFU/g, a za 4-5 dana dostigao je vrednost od 7,0 log CFU/g kada je i utvrđen kvar.

2.5.2. Kvar zbog užeglosti mesa

Autooksidacija lipida i stvaranje slobodnih radikala je fiziološki proces koji se dešava u mesu nakon zaustavljanja cirkulacije i metaboličkih procesa u tkivima (Simitzis i Deligeorgis, 2010; Linares i sar., 2007). Oksidacija lipida predstavlja reakciju kiseonika i dvostrukih veza masnih kiselina, pri čemu nastaju jedinjenja koja utiču na promenu ukusa, mirisa i izgleda mesa, odnosno dovode do užeglosti mesa. Oksidacija lipida u mesu zavisi od nekoliko faktora koji uključuju sastav masnih kiselina, koncentraciju vitamina E i koncentraciju prooksidanata kao što je slobodno gvožđe u mišićnom tkivu. Proces oksidacije može da zahvati trigliceride koji čine depo masti u tkivu ili fosfolipide ćelijskih membrana. Fosfolipidi ćelijskih membrana čine oko 1% lipida u tkivu, dok je količina triglicerida oko pet puta veća. Polinezasićene masne kiseline su podložnije oksidaciji.

Najveći deo fosfolipida čine upravo ove masne kiseline, a najviše su zastupljene linoleinska i arahidonska masna kiselina. Oksidacija lipida se odvija kroz tri faze mehanizma stvaranja slobodnih radikala. Prva faza, faza inicijacije, nastaje usled delovanja toplote, metalnih jona ili radijacije kao katalizatora reakcije stvaranja slobodnih radikala lipida. U reakciji ovih slobodnih radikala i kiseonika nastaje peroksil- radikal, koji u sledećoj fazi, fazi propagiranja, reaguje sa drugim molekulima lipida i formira hidroperoksid i nove slobodne radikale. U poslednjoj fazi, fazi terminacije, slobodni radikali reaguju međusobno i formiraju ne-radikal proizvode (Dave i Ghaly, 2011). U sekundarnim reakcijama razlaganja hidroperoksida nastaju jedinjenja kao što su pentanal, heksanal, 4- hidroksinonenal i malondialdehid, aldehidi, kiseline i ketoni (Fernindez i sar., 1997). Ova jedinjenja utiču na gubitak boje i nutritivne vrednosti mesa usled delovanja na lipide, proteine, pigmente i vitamine mesa (Simitzis i Deligeorgis, 2010), što konačno za posledicu ima promenjene senzorne osobine mesa.

Hidroliza masti u mesu može nastati enzimski i neenzimski. Enzimaska hidroliza nastaje delovanjem lipaza, esteraza i fosfolipaza koje mogu da potiču iz tkiva ili od mikroorganizama (Ghaly i sar., 2010). Najznačajnije lipaze uključene u hidrolizu masti u mesu su fosfolipaza A1 i fosfolipaza A2 (Toldra, 2006). Lipaze odvajaju gliceride koji formiraju masne kiseline uključene u stvaranje užeglosti mesa. Ovaj proces odvija se u tri koraka: odvajanje triacilglicerola, migracija acil- grupe i odvajanja 1- monoacil- sn- glicerola (Christie, 2010). Neenzimska hidroliza masti prouzrokovana je proteinima hema, hemoglobinom, mioglobinom i citohromom, koji su podložni oksidaciji i stvaranju hidroperoksida. U ovom procesu mioglobin oksidiše iz Fe^{2+} u Fe^{3+} oblik i dolazi do stvaranja vodonik- peroksida koji dalje oksidiše Fe^{3+} do slobodnih kiseonikovih radikala. Slobodno gvožđe u mišićnom tkivu, podstaknuto askorbinskom kiselinom, glavni je uzrok peroksidacije masti u svežem mesu i značajno doprinosi oksidaciji oksimioglobina (Cascone, 2005).

2.5.3. Kvar usled autolize

Nakon klanja životinje, enzimska aktivnost u tkivima se nastavlja još neko vreme. Tkivni enzimi učestvuju u reakcijama razlaganja osnovnih komponenti mesa (proteina, ugljenih hidrata i masti) na jednostavnija jedinjenja što na kraju dovodi do razmekšavanja mesa. Tkivni enzimi su zaslužni za razmekšavanje mesa za vreme zrenja. Proteoliza i hidroliza masti su preduslov za razlaganje strukturnih komponenti mesa od strane mikroorganizama. Najznačajniji enzimi u ovim procesima su katepsini, kalpaini i aminopeptidaze, pri čemu su kalpaini najzaslužniji za proces razmekšavanja mesa. Takođe, katepsini utiču na razmekšavanje mesa pri niskim vrednostima pH. Proteaze su aktivne pri niskim temperaturama (5°C) i menjaju kvalitet mesa usled razmnožavanja mikroorganizama i stvaranja biogenih amina u mesu (Kuwahara i Osako, 2003).

2.5.4. Boja grudnog mišića i pH vrednost mesa mogu da ukažu na brzinu nastanka kvara mesa

U istraživanju Allen i sar. (1997) utvrđena je korelacija između boje fileta pilećih grudi, pH vrednosti mesa i održivosti fileta. Tamniji fileti su imali značajno veću pH vrednost, 6,08 do 6,22, u odnosu na svetlije filete kod kojih je izmerena pH vrednost bila 5,76 do 5,86. Tamniji fileti su takođe imali veći broj psihrotrofnih bakterija sedmog dana skladištenja. Autori su zaključili da tamnije meso pilećih grudi ima kraći rok trajanja i da bi razlog tome mogla biti veća pH vrednost tamnijeg mesa. Rusell i sar. (1996) su utvrdili da se najpoželjnija pH vrednost za razmnožavanje mikroorganizama kvara u mesu kreće u rasponu od 5,5- 7,0.

2.5.5. Koncentracija ukupno isparljivog azota kao indikator svežine mesa

Merenje koncentracije ukupno isparljivog azota (TVB- N) u mesu može poslužiti kao indikator svežine mesa. Isparljivi amini u mesu nastaju kao posledica dekarboksilacije aminokiselina usled enzimske aktivnosti mikroorganizama. Sa porastom broja mikroorganizama u mesu posledično raste i koncentracija TVB- N. Granične vrednosti TVB- N za ocenu svežine mesa utvrđene su za svinjsko (30 mg N/ 100g) i goveđe meso (20 mg N/ 100g) (Byun i sar., 2003), a za pileće meso skladišteno u aerobnim uslovima predložena je vrednost od 40 mg N/100g (Balamastia i sar., 2007). Prema standardu NF- V 01-003 (AFNOR, 2004) TVB- N u mariniranom pilećem mesu ne treba da prelazi vrednost od 60 mg/100 g mesa.

Kozačinski i sar. (2012) su utvrdili da koncentracija ukupno isparljivog azota u uzorcima svežeg pilećeg mesa u komadima statistički značajno raste do šestog dana skladištenja pri 4°C. Vrednosti ukupno isparljivog azota bile su veće u uzorcima pilećih grudi bez kože u odnosu na vrednost ukupno isparljivog azota u uzorcima bataka. Isto istraživanje je pokazalo da je koncentracija TVB-N tokom šest dana skladištenja u korelaciji sa ukupnim brojem bakterija u ispitivanim uzorcima.

Porast potražnje za mariniranim mesom i prednosti koje ovakav način pripreme mesa pruža za potrošače i proizvođače, ukazuje na potrebu da se ispituju i ustanove parametri kvaliteta i mikrobiološke bezbednosti ove vrste proizvoda. Za ovo istraživanje od posebnog je interesa mariniranje mesa brojlera u rastvorima kuhinjske soli, fosfata i/ili citrata, koji se uobičajno koriste u industriji živinskog mesa, kako bi se dobili podaci o pojedinim parametrima kvaliteta i mogućnostima upotrebe ovih soli u kontroli mikroorganizama, pre svega *Salmonella* vrsta u mesu brojlera.

3. CILJ I ZADACI RADA

Kao odgovor na sve zahtevnije potrebe potrošača, proizvodnja i prerada živinskog mesa se značajno razvijaju. Tako se sve više sredstava i napora ulaže u cilju unapređenja postojećih načina, kao i pronalasku, novih, savremenijih rešenja za preradu živinskog mesa, pre svega mesa brojlera. Uporedo sa razvitkom i širenjem industrije živinskog mesa, dolazi do promena u načinu ishrane ljudi, koju karakteriše sve veća potrošnja pilećeg mesa i proizvoda od pilećeg mesa, u okviru koje se ističe porast potrošnje *proizvoda spremnih za toplotnu obradu*, posebno mariniranog pilećeg mesa. Zbog toga je stručno i naučno opravdano što je cilj istraživanja u okviru ove disertacije ispitivanje uticaja mariniranja na rast *Salmonella* vrsta u mesu brojlera, ukupan broj bakterija, broj enterobakterija i broj psihrotrofnih bakterija, kao i na hemijske i fizičko- hemijske promene (ukupan isparljivi azot, pH vrednost) kontaminiranih uzoraka mesa brojlera u toku skladištenja. Dobijeni rezultati ispitivanja treba da daju doprinos u uspostavljanju kriterijuma za ocenu mikrobiološke bezbednosti i kvaliteta mariniranog mesa brojlera. Takođe, istraživanja u okviru ove disertacije imaju za cilj da pokažu da li postoje prednosti mariniranja u odnosu na parametre mikrobiološke bezbednosti i kvaliteta mesa brojlera, pre svega u odnosu na prisustvo *Salmonella* spp. u mesu brojlera.

Shodno cilju istraživanja postavljeni su zadaci da se u uzorcima mesa brojlera soljenim, (I grupa), odnosno mariniranim u tri različite marinade (II grupa, III grupa i IV grupa):

1. ispita sadržaj vode, masti, proteina, pepela i soli i utvrdi a_w vrednost (nultog i devetog dana);

2. u toku devet dana skladištenja (svakog trećeg dana) prate promene:
 - broja *Salmonella* spp.,
 - ukupnog broja bakterija,
 - ukupnog broja enterobakterija,
 - ukupnog broja psihrotrofnih bakterija;

3. u toku devet dana skladištenja (svakog trećeg dana) prate vrednosti:
 - ukupno isparljivog azota (svakog trećeg dana)
 - pH vrednosti (svakog trećeg dana)

4. ispita prihvatljivost mirisa mesa na kraju skladištenja (devetog dana).

4. MATERIJAL I METODE

4.1. Materijal

4.1.1. Uzorci mesa brojlera

Otkoštено meso grudi brojlera (*m. pectoralis major*), bez kože, proizvedeno je u lokalnom objektu za klanje živine. Na dan klanja, meso je u hladnom lancu dostavljeno u laboratoriju, gde je filetirano na komade mase oko 100 g.

4.1.2. Priprema marinada

Za pripremu rastvora marinada korišćena je kuhinjska so, sa 99- 99,5% čistog natrijum hlorida (Solana d.d. Tuzla, BiH), komercijalni preparat natrijum- pirofosfata (SPP) i natrijum- tripolifosfata (STPP) "Carfosel Genius" (Prayon, Belgija) i tri- natrijum citrat dihidrat ($C_6H_5Na_3O_7 \times 2H_2O$) (Merck, Nemačka). Pripremljen je 6% rastvor kuhinjske soli kao kontrola (I grupa), i tri različite marinade. Prva marinada sastojala se od vode, 6% kuhinjske soli i 2% fosfata (II grupa). Druga marinada se sastojala od vode, 6% kuhinjske soli i 2% citrata (III grupa). Treća marinada sastojala se od vode, 6% kuhinjske soli, 1% fosfata i 1% citrata (IV grupa). Za pripremu marinada korišćena je voda za piće. Marinade su pripremljene 24h pre upotrebe i čuvane su frižideru pri temperaturi od $4 \pm 1^\circ C$.

4.1.3. Priprema mešane kulture *Salmonella* i inokulacija mesa

Za izradu eksperimenta pripremljeni su serotipovi *Salmonella* Enteritidis (A1, A2, A3 i ATCC 13076) i *Salmonella* Typhimurium (ATCC 14028). Izolat *S. Enteritidis* A1 (Fakultet

veterinarske medicine, Beograd, Srbija) poreklom je iz pileće jetre, izolat *S. Enteritidis* A2 (Institut za higijenu i tehnologiju mesa, Beograd, Srbija) poreklom je iz mehanički separisanog pilićeg mesa, a izolat *S. Enteritidis* A3 (Institut za javno zdravlje Srbije Dr Milan Jovanović Batut, Beograd, Srbija) poreklom je iz fecesa deteta obolelog od salmoneloze. Od prekonoćnih (18h) bujonskih kultura (BHI, Merck, Nemačka) navedenih *Salmonella* serotipova pripremljena je mešana kultura za inokulaciju mesa koncentracije $2,36 \times 10^5$ CFU/mL (5,42 log CFU/mL). Meso brojlera inokulisano je mešanom kulturom *Salmonella* u odnosu 1:10 (1 mL kulture/10 g mesa). Nakon inokulacije, meso je ostavljeno 30 min kako bi bakterijske ćelije došle u kontakt sa površinom mesa.

4.1.4. Proces mariniranja

Meso brojlera potapano je u rastvore marinada i rastvor kuhinjske soli u odnosu 1:2 (100 g mesa/200 mL marinade). Proces mariniranja trajao je 4 sata pri temperaturi od $4 \pm 1^\circ\text{C}$, uz povremeno mešanje. Nakon 4 sata, uzorci su upakovani u sterilne *Stomacher* kese i skladišteni tokom 9 dana, u aerobnim uslovima, pri temperaturi frižidera od $4 \pm 1^\circ\text{C}$.

4.2. Metode

Za ispitivanje su korišćene mikrobiološke, hemijske, fizičko- hemijske i metode senzorne analize. Sva ispitivanja rađena su prema važećim standardnim metodama. Plan i dinamika ispitivanja prikazani su u Tabeli 4.1.

4.2.1. Mikrobiološka ispitivanja

Mikrobiološka ispitivanja obuhvatala su određivanje broja *Salmonella* spp., ukupnog broja bakterija, ukupnog broja enterobakterija i ukupnog broja psihrotrofnih bakterija u uzorcima

mesa brojlera tokom 9 dana skladištenja. Mikrobiološka ispitivanja rađena su nultog, 3., 6. i 9. dana skladištenja.

4.2.1.1. Određivanje broja *Salmonella* spp. u kontaminiranim uzorcima

Određivanje broja *Salmonella* spp. rađeno je postupkom prema preporuci Pathania i sar. (2010). Za određivanje broja *Salmonella* spp. korišćen je Xylose Lysine Tergitol 4 agar (XLT4) (Merck, Nemačka).

Princip: po 10 g mesa nalivano je sa 90 mL Buffered Peptone Water (BPW) (Merck, Nemačka) i homogenizovano 30 sekundi u Stomacher- u, čime je pripremljeno osnovno razređenje. Nakon homogenizacije pripremljena su serijska decimalna razređenja. Iz odgovarajućih razređenja, prenet je po 0,1 mL na površinu XLT4 agara i razmazan sterilnim etalerom. Zasejane podloge inkubirane su 24 sata pri temperaturi od 37°C. Nakon 24 sata prebrojane su izrasle, karakteristične crne kolonije Salmonella spp. Broj Salmonella spp. dobijen je množenjem broja izraslih kolonija Salmonella spp. sa veličinom razređenja.

4.2.1.2. Određivanje ukupnog broja bakterija

Određivanje ukupnog broja bakterija rađeno je prema SRPS ISO 4833: 2008, Mikrobiologija hrane i hrane za životinje- Horizontalna metoda za određivanje broja mikroorganizama - Tehnika brojanja kolonija na 30°C.

Princip: po 10 g mesa nalivano je sa 90 mL Maximum Recovery Diluent- a (MRD) (Merck, Nemačka) i homogenizovano 30 sekundi u Stomacher-u, čime je pripremljeno osnovno razređenje. Nakon homogenizacije pripremljena su serijska decimalna razređenja. Iz odgovarajućih razređenja, prenet je po 1 mL u sterilne Petri ploče, a zatim naliven sa 12- 15 mL Plate Coun Agar-a (PCA)

(Merck, Nemačka). Zasejana podloga je inkubirana 72 sata pri 30°C, nakon čega su prebrojane izrasle kolonije i izračunat ukupan broj bakterija u 1g mesa.

4.2.1.3. Određivanje ukupnog broja enterobakterija

Određivanje ukupnog broja enterobakterija rađeno je prema SRPS ISO 21528- 2: 2009, Mikrobiologija hrane i hrane za životinje- Horizontalna metoda za otkrivanje i određivanje broja *Enterobacteriaceae* - Deo 2: Metoda brojanja kolonija.

Princip: po 10 g mesa nalivano je sa 90 mL Maximum Recovery Diluent- a (MRD) (Merck, Nemačka) i homogenizovano 30 sekundi u Stomacher-u, čime je pripremljeno osnovno razređenje. Nakon homogenizacije pripremljena su serijska decimalna razređenja. Iz odgovarajućih razređenja, prenet je po 1 mL u sterilne Petri ploče, a zatim naliven sa 10 mL prvog sloja Violet Red Bile Glucose agara (VRBG) (Merck, Nemačka). Nakon stezanja podloge, naliven je drugi sloj VRBG agara u količini od 15 mL. Zasejana podloga je inkubirana 24 sata pri 37°C. Nakon 24 sata prebrojane su karakteristične kolonije, a zatim su urađeni potvrdni testovi (fermentacija glukoze i oksidaza test). Sposobnost fermentacije glukoze ispitivana ubodnim zasejavanjem karakterističnih kolonija u 10 mL glukoznog agara (Merck, Nemačka), koji je nakon zasejavanja inkubiran 24 sata pri 37°C. Oksidaza test rađen je pomoću komercijalnih Bactident® oxidase stipova (Merck, Nemačka). Na osnovu prebrojanih karakterističnih i broja potvrđenih kolonija izračunat je broj enterobakterija u 1g mesa.

4.2.1.4. Određivanje ukupnog broja psihrotrofnih bakterija

Određivanje ukupnog broja psihrotrofnih bakterija rađeno je prema BS ISO 17410: 2001 Microbiology of food and animal feeding stuffs- Horizontal method for the enumeration of psychrotrophic microorganisms.

Princip: Uzorak 10 gr mesa, nalivan je sa 90 ml MRD-ja (Merck, Nemačka) i homogenizovan u Stomacher- u 30 sekundi. Posle homogenizacije pripremana su serijska decimalna razređenja. Iz odgovarajućih razređenja, zasejavan je po 0,1 mL na površinu PCA (Merck, Nemačka) i razmazan sterilnim etalerom. Zasejana podloga je inkubirana 10 dana pri $6,5\pm 1^{\circ}\text{C}$, nakon čega su prebrojane izrasle kolonije i izračunat broj psihrotrofnih bakterija u 1g mesa.

4.2.1.5. Određivanje prisustva *Salmonella* spp. u nekontaminiranim uzorcima mesa brojlera

Određivanje prisustva *Salmonella* spp. u nekontaminiranim uzorcima mesa brojlera rađeno je prema SRPS EN ISO 6579: 2008, Mikrobiologija hrane i hrane za životinje- Horizontalna metoda za otkrivanje *Salmonella* spp.

*Princip: Uzorak 25 g mesa, nalivan je sa 225 mL Buffered Peptone Water (BPW) (Merck, Nemačka), a zatim inkubiran 18 sati pri 37°C . Nakon inkubacije iz primarnog obogaćenja po 1 mL je zasejavan u 10 mL Muller-Kauffmann Tetrathionate-Novobiocin bujona (MKTTn) (Merck, Nemačka), odnosno po 0,1 mL u 10 mL Rappaport-Vassiliadis Soya Peptone bujona (RVS)(Merck, Nemačka). Zasejan MKTTn bujon inkubiran je pri 37°C tokom 24 sata, a RVS bujon pri $41,5^{\circ}\text{C}$ tokom 24 sata. Nakon inkubacije, iz svakog bujona je ezom zasejavan Xylose Lysine Deoxycholate agar (XLD) agar (Merck, Nemačka) i Rambach agar (Merck, Nemačka). Zasejane podloge inkubirane su 24 sata pri 37°C . Izrasle sumnjive kolonije *Salmonella* spp. potvrđivane su biohemijski komercijalnim API 20E® testom (Biomérieux,*

Francuska) i serološki polivalentnim serumom (Institut za javno zdravlje dr Milan Jovanović Batut, Srbija).

Rezultati mikrobioloških ispitivanja iskazani su kao log CFU/g mesa.

4.2.2. Hemijska i fizičko- hemijska ispitivanja

Ispitivanja osnovnog hemijskog sastava mesa brojlera (sadržaja vode, proteina, masti, pepela i soli) rađena su nultog i 9. dana skladištenja.

4.2.2.1. Određivanje sadržaja vode

Određivanje sadržaja vode rađeno je prema SRPS ISO 1442:1998, Meso i proizvodi od mesa - Određivanje sadržaja vlage.

Princip: Homogenizovan uzorak je sušen do konstantne mase pri temperaturi od $103\pm 2^{\circ}\text{C}$.

4.2.2.2. Određivanje sadržaja proteina

Određivanje sadržaja proteina rađeno je prema SRPS ISO 937: 1992, Meso i proizvodi od mesa- Određivanje sadržaja azota (referentna metoda), metoda po Kjeldalu.

Princip: prema uputstvu proizvođača uređaja Digestor 1001 (Foss, Švedska) i Kjeltec 8400 Analyzer Unit (Foss, Švedska) uzorak je sa koncentrovanom sumpornom kiselinom zagrevan pri čemu organske materije uzorka oksiduju do ugljene kiseline, a azot koji se pri tome oslobađa u obliku amonijaka gradi sa

sumpornom kiselinom amonijum- sulfat. Dejstvom baze na stvoreni amonijum-sulfat izdvojen je amonijak, nakon čega je obavljena titracija kiselinom poznatog molariteta. Na osnovu određene količine amonijaka, preračunata je količina azota u ispitivanom uzorku.

4.2.2.3. Određivanje sadržaja soli

Određivanje sadržaja soli rađeno je prema SRPS ISO 1841-1: 1999, Meso i proizvodi od mesa- Određivanje sadržaja hlorida- Deo 1: Meoda po Volhardu.

Princip: uzorku je nakon zakišeljavanja koncentrovanom azotnom kiselinom dodat 0,1 M srebro-nitrat u višku, nakon čega je obavljena titracijaa 0,1 M amonijum – tiocijanatom.

4.2.2.4. Određivanje sadržaja pepela

Određivanje sadržaja pepela rađeno je prema SRPS ISO 936: 1999, Meso i proizvodi od mesa- Određivanje ukupnog pepela

Princip: homogenizovan uzorak sagoreva do konstantne mase pri temperaturi od 550°C.

4.2.2.5. Određivanje sadržaja slobodne masti

Određivanje sadržaja slobodne masti rađeno je prema SRPS ISO 1444:1998, Meso i proizvodi od mesa - Određivanje sadržaja slobodne masti.

Princip: u uzorku je izvršena ekstrakcija masti petroletrom po Soxhlet- u, a zatim je rastvarač uklonjen destilacijom, nakon čega je urađeno sušenje i merenje ekstrakta.

4.2.2.6 Određivanje sadržaja soli u vodenoj fazi (SVF) i a_w vrednosti

Sadržaj soli u vodenoj fazi (SVF) izračunat je iz ukupnog sadržaja soli u mesu i sadržaja vode, na osnovu formule:

$$SVF = \frac{\%soli}{\%soli + \%vode} \times 100$$

Aktivnost vode (a_w) izračunata je na osnovu sadržaja soli u vodenoj fazi, a prema formuli (Giménez i Dalgaard, 2004):

$$a_w = 1 - 0,0052471 \times SVF - 0,00012206 \times SVF^2$$

4.2.2.7. Određivanje pH vrednosti

Određivanje pH vrednosti u mesu brojlera rađeno je nultog, 3., 6. i 9. dana skladištenja u skladu sa SRPS ISO 2917:2003, Meso i proizvodi od mesa, merenje pH - referentna metoda. Merenje je obavljeno direktno, ubodnim pH- metrom Testo 150 (Testo, Nemačka) prema uputstvu proizvođača.

4.2.2.8. Određivanje sadržaja ukupno isparljivog azota (TVB-N)

Određivanje sadržaja ukupno isparljivog azota u uzorcima mesa brojlera rađeno je nultog, 3., 6. i 9. dana skladištenja. Sadržaj ukupno isparljivog azota određivan je prema metodi *Determination of the concentration of TVB-N in fish and fishery products* (Commission Regulation (EC) No 2074/2005, 2005).

Princip: isparljiva bazna azotna jedinjenja u uzorku ekstrahovana su 0,6M perhlornom kiselinom. Ekstrakt se nakon alkalizacije destiluje vodenom parom,

a koncentracija isparljivih baznih komponenti određivana je titracijom sa 0.01M hlorovodoničnom kiselinom.

4.2.3. Senzorna ispitivanja

4.2.3.1. Ispitivanje prihvatljivosti mirisa

Izbor, obuka i trening ocenjivača obavljani su u skladu sa SRPS EN ISO 8586-2:2012 Senzorske analize- Opšte uputstvo za odabir, obuku i praćenje ocenjivača - Deo 2: Senzorski ocenjivači (eksperti). Kvantitativna deskriptivna analiza (ocena prihvatljivosti-intenziteta mirisa) rađena je prema ISO 6564:1985, na strukturnoj skali intenziteta/prihvatljivosti sa sedam tačaka, pri čemu ocena 7 označava maksimalan intenzitet/prihvatljivost, a ocena manja od 3,5 neprihvatljiv proizvod).

4.2.4. Statistička analiza podataka

Sva ispitivanja uključivala su dovoljan broj ponavljanja (minimum šest ponavljanja) za statističku obradu podataka. Rezultati su statistički obrađeni (srednje vrednosti, mere varijacije, t-test, analiza varijanse) pomoću statističkog programa PrismaPad 5.00.

Tabela 4.1 Plan i dinamika ispitivanja tokom devet dana skladištenja mesa brojlera

Dani skladištenja	Grupa I Rastvor 6% kuhinjske soli	Grupa II Rastvor 6% kuhinjske soli i 2% fosfata	Grupa III Rastvor 6% kuhinjske soli i 2% citrata	Grupa IV Rastvor 6% kuhinjske soli, 1% fosfata i 1% citrata
0. dan skladištenja	MIKROBIOLOŠKA ISPITIVANJA			
	<ul style="list-style-type: none"> - broj <i>Salmonella</i> spp. - ukupan broj bakterija - ukupan broj enterobakterija - ukupan broj psihrotrofnih bakterija 			
	HEMIJSKA I FIZIČKO-HEMIJSKA ISPITIVANJA			
3. i 6. dan skladištenja	MIKROBIOLOŠKA ISPITIVANJA			
	<ul style="list-style-type: none"> - broj <i>Salmonella</i> spp. - ukupan broj bakterija - ukupan broj enterobakterija - ukupan broj psihrotrofnih bakterija 			
	HEMIJSKA I FIZIČKO-HEMIJSKA ISPITIVANJA			
9. dan skladištenja	MIKROBIOLOŠKA ISPITIVANJA			
	<ul style="list-style-type: none"> - broj <i>Salmonella</i> spp. - ukupan broj bakterija - ukupan broj enterobakterija - ukupan broj psihrotrofnih bakterija 			
	HEMIJSKA I FIZIČKO-HEMIJSKA ISPITIVANJA			
	<ul style="list-style-type: none"> - sadržaj ukupnog isparljivog azota - pH vrednost 			
	SENZORNA OCENA			
	- ocena prihvatljivosti mirisa			

5. REZULTATI ISPITIVANJA

Rezultati ispitivanja, shodno postavljenim zadacima, podeljeni su u četiri celine. Prva celina se odnosi na osnovni hemijski sastav i a_w vrednost, druga na mikrobiološki status, treća na hemijske i fizičko- hemijske parametre kvaliteta mesa brojlera, a četvrta na senzornu ocenu mesa brojlera.

5.1. OSNOVNI HEMIJSKI SASTAV I a_w VREDNOST MESA BROJLERA

Rezultati ispitivanja osnovnog hemijskog sastava mesa brojlera odnose se na određivanje sadržaja proteina, masti, vode, pepela i soli u soljenom, odnosno mariniranom mesu brojlera.

5.1.1. Promena osnovnog hemijskog sastava mesa brojlera tokom skladištenja

Osnovni hemijski sastav mesa brojlera na početku skladištenja prikazan je u Tabeli 5.1. Na početku skladištenja prosečan sadržaj proteina u mesu brojlera bio je od $16,00 \pm 0,33\%$ (II grupa) do $16,62 \pm 1,05\%$ (IV grupa) i nije se statistički značajno razlikovao između ispitivanih grupa ($p > 0,05$). Takođe, prosečan sadržaj masti u ispitivanim uzorcima sve četiri grupe nije se statistički značajno razlikovao na početku skladištenja ($p > 0,05$), a vrednosti su bile od $1,92 \pm 0,20\%$ (I, II i III grupa) do $2,00 \pm 0,31\%$ (IV grupa). Prosečan sadržaj vode (%) u ispitivanim uzorcima bio je od $77,53 \pm 0,26\%$ (III grupa) do $78,10 \pm 0,13\%$ (I grupa). U uzorcima I grupe, prosečan sadržaj vode bio je statistički značajno veći ($p < 0,01$) od prosečnog sadržaja vode u uzorcima IV grupe ($77,54 \pm 0,94\%$), odnosno od prosečnog sadržaja vode u uzorcima III grupe, ali na nivou značajnosti $p < 0,05$.

Prosečan sadržaj pepela bio je od $3,62 \pm 0,10\%$ (I grupa) do $4,40 \pm 0,11\%$ (III grupa). Utvrđeno je da je prosečan sadržaj pepela u uzorcima III grupe bio statistički značajno veći ($p < 0,01$) od prosečnog sadržaja pepela u uzorcima mesa brojlera ostalih ispitivanih grupa. Prosečan sadržaj pepela u uzorcima mesa brojlera I i II grupe ($3,62 \pm 0,09\%$) bio je statistički značajno manji ($p < 0,05$) od prosečnog sadržaja pepela u uzorcima mesa brojlera IV grupe ($3,84 \pm 0,12\%$). Prosečan sadržaj soli u ispitivanim uzorcima bio je od $2,60 \pm 0,05\%$ (I grupa) do $3,35 \pm 0,09\%$ (III grupa). Utvrđeno je da je prosečan sadržaj soli u uzorcima III grupe bio statistički značajno veći ($p < 0,01$) od prosečnog sadržaja soli u uzorcima I grupe, kao i od prosečnog sadržaja soli u uzorcima II ($2,54 \pm 0,09\%$) i IV grupe ($2,79 \pm 0,18\%$). Pored toga, prosečan sadržaj soli u uzorcima IV grupe bio je statistički značajno veći ($p < 0,05$) od prosečnog sadržaja soli u uzorcima I grupe i prosečnog sadržaja soli u uzorcima II grupe ($p < 0,01$) (Tabela 5.3).

Tabela 5.1 Osnovni hemijski sastav mesa brojlera na početku skladištenja

Grupa	Proteini (%)	Mast (%)	Voda (%)	Pepel (%)
	$\bar{X} \pm SD$			
I	$16,33 \pm 0,51$	$1,92 \pm 0,20$	$78,10 \pm 0,13^{aA}$	$3,65 \pm 0,07^{Aa}$
II	$16,00 \pm 0,33$	$1,92 \pm 0,20$	$78,46 \pm 0,11$	$3,62 \pm 0,09^{BC}$
III	$16,15 \pm 0,34$	$1,92 \pm 0,20$	$77,53 \pm 0,26^a$	$4,40 \pm 0,09^{ABD}$
IV	$16,62 \pm 1,05$	$2,00 \pm 0,31$	$77,54 \pm 0,94^A$	$3,84 \pm 0,12^{aCD}$

Legenda: ista slova A-D $p < 0,01$; a $p < 0,05$

Osnovni hemijski sastav mesa brojlera na kraju skladištenja prikazan je u Tabeli 5.2. Devetog dana skladištenja, prosečan sadržaj proteina u uzorcima četiri ispitivane grupe bio je od $17,23 \pm 0,11\%$ (I grupa) do $17,96 \pm 0,52\%$ (IV grupa). Prosečan sadržaj proteina u uzorcima IV grupe bio je statistički značajno veći ($p < 0,05$) od prosečnog sadržaja proteina u uzorcima II ($17,23 \pm 0,11\%$) i III grupe ($17,24 \pm 0,47\%$), ali se ni jedna grupa uzoraka nije značajno razlikovala ($p > 0,05$) u pogledu sadržaja proteina u odnosu na I grupu. Prosečan sadržaj masti u ispitivanim uzorcima, devetog dana skladištenja bio je od $1,83 \pm 0,26\%$ (II grupa) do $2,42 \pm 0,20\%$ (IV grupa). Utvrđeno je da je prosečan sadržaj masti u uzorcima IV

grupe bio statistički značajno veći ($p < 0,05$) u odnosu na prosečan sadržaj masti u uzorcima II grupe. Između I grupe i preostale tri grupe (II, III i IV) nisu utvrđene statistički značajne razlike u prosečnom sadržaju masti ($p > 0,05$). Takođe, devetog dana skladištenja prosečan sadržaj vode u uzorcima mesu brojlera nije se statistički značano razlikovao ($p > 0,05$) između grupa, a vrednosti su bile od $76,13 \pm 1,13\%$ (IV grupa) do $78,58 \pm 0,28\%$ (I grupa). Prosečan sadržaj pepela bio je od $3,62 \pm 0,10\%$ (I grupa) do $4,40 \pm 0,11\%$ (III grupa). U uzorcima III grupe prosečan sadržaj pepela bio je statistički značajno veći ($p < 0,01$) od prosečnog sadržaja pepela u uzorcima I grupe i prosečnog sadržaja pepela u uzorcima II ($2,56 \pm 0,06\%$) i IV grupe ($2,41 \pm 0,15\%$). Osim toga, prosečan sadržaj pepela u uzorcima II grupe bio je statistički značajno veći u odnosu na kontrolu (I grupa). Prosečan sadržaj soli u ispitivanim uzorcima devetog dana skladištenja bio je od $2,27 \pm 0,13\%$ (I grupa) do $2,99 \pm 0,11\%$ (III grupa). U uzorcima III grupe prosečan sadržaj soli bio je statistički značajno veći ($p < 0,01$) od prosečnog sadržaja soli u uzorcima I grupe i prosečnog sadržaja soli u uzorcima II ($2,56 \pm 0,06\%$) i IV grupe ($2,41 \pm 0,15\%$). Osim toga, prosečan sadržaj soli u uzorcima II grupe bio je statistički značajno veći ($p < 0,01$) u odnosu na prosečan sadržaj soli u uzorcima I grupe (Tabela 5.3)

Tabela 5.2 Osnovni hemijski sastav mesa brojlera na kraju skladištenja

Grupa	Proteini (%)	Mast (%)	Voda (%)	Pepel (%)
	$\bar{X} \pm SD$			
I	$17,80 \pm 0,21$	$2,25 \pm 0,27$	$78,58 \pm 0,28$	$3,35 \pm 0,18^{AB}$
II	$17,23 \pm 0,11^a$	$1,83 \pm 0,26^a$	$77,29 \pm 1,10$	$3,65 \pm 0,10^{AC}$
III	$17,24 \pm 0,47^b$	$2,08 \pm 0,38$	$76,61 \pm 1,00$	$4,07 \pm 0,15^{BCD}$
IV	$17,96 \pm 0,52^{ab}$	$2,42 \pm 0,20^a$	$76,13 \pm 1,13$	$3,49 \pm 0,13^D$

Legenda: ista slova A-D $p < 0,01$; a-b $p < 0,05$

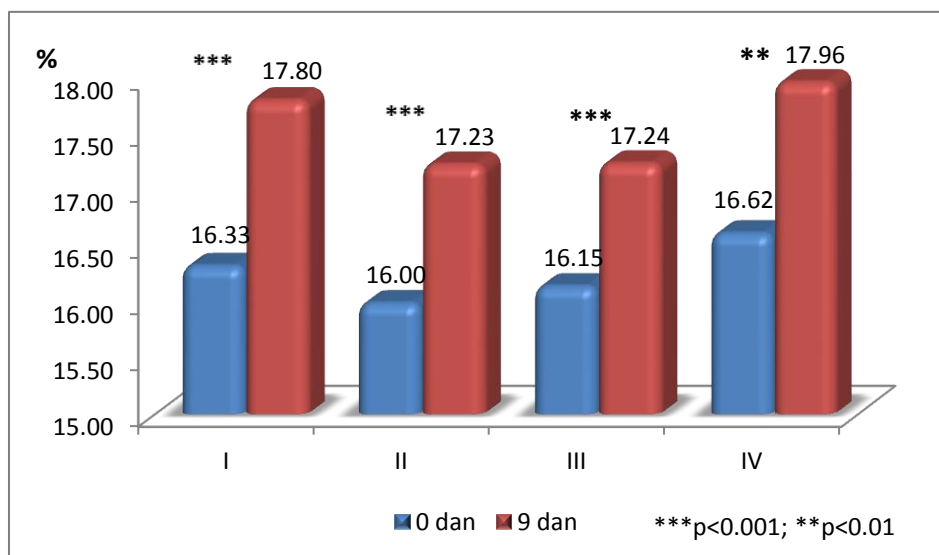
Tabela 5.3 Sadržaj soli (%) u mesu brojlera nultog i devetog dana skladištenja

Grupa	0 dan	9. dan
	$\bar{X} \pm SD$	
I	2,60±0,05 ^{Aa}	2,27±0,13 ^{AB}
II	2,54±0,09 ^{BC}	2,56±0,06 ^{AC}
III	3,35±0,09 ^{ABD}	2,99±0,11 ^{BCD}
IV	2,79±0,18 ^{aCD}	2,41±0,15 ^D

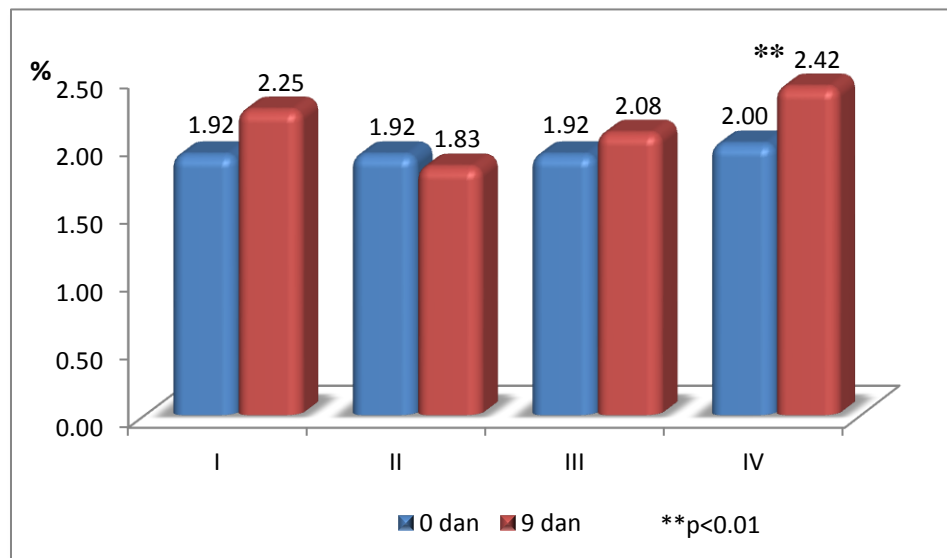
Legenda: ista slova A-D p<0,01; a-b p<0,05

Na Grafikonima 5.1 do 5.5 prikazana je statistička značajnost razlika osnovnog hemijskog sastava i sadržaja soli u mesu brojlera između nultog i devetog dana skladištenja.

Sadržaj proteina u mesu brojlera menjao se tokom skladištenja. Na Grafikonu 5.1 se vidi da je sadržaj proteina u uzorcima I, II i III grupe bio je statistički značajno veći (p<0,001) na kraju skladištenja u odnosu na sadržaj proteina utvrđen na početku skladištenja. Takođe, sadržaj proteina u uzorcima IV grupe bio je statistički značajno veći na kraju skladištenja, ali na nivou značajnosti p<0,01.

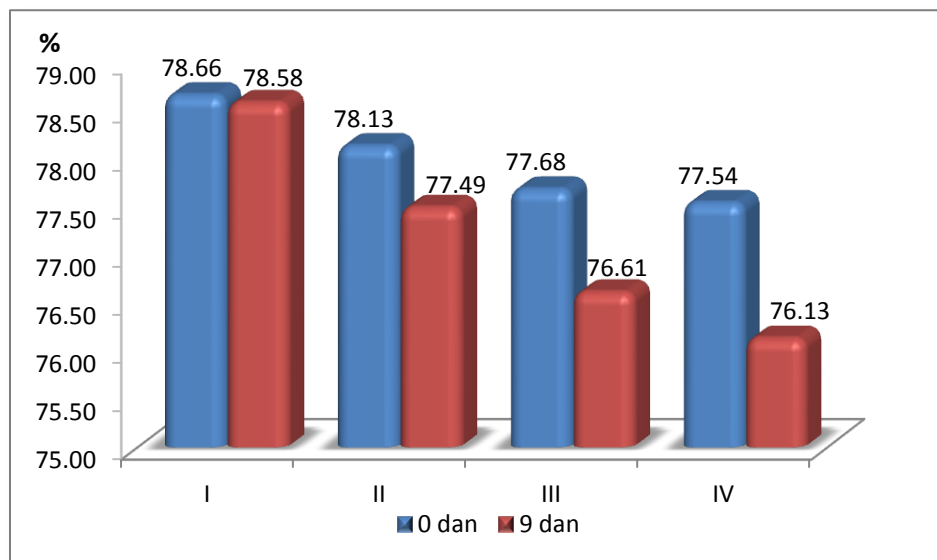
**Grafikon 5.1** Statistička značajnost razlika promene sadržaja proteina (%) u mesu brojlera

Na Grafikonu 5.2 prikazana je statistička značajnost razlika između prosečnog sadržaja masti u mesu brojlera na početku i na kraju skladištenja. U odnosu na početak skladištenja, sadržaj masti devetog dana skladištenja bio je statistički značajno veći ($p < 0,01$) u uzorcima IV grupe, dok se u preostale tri grupe uzoraka sadržaj masti nije statistički značajno razlikovao ($p > 0,05$).



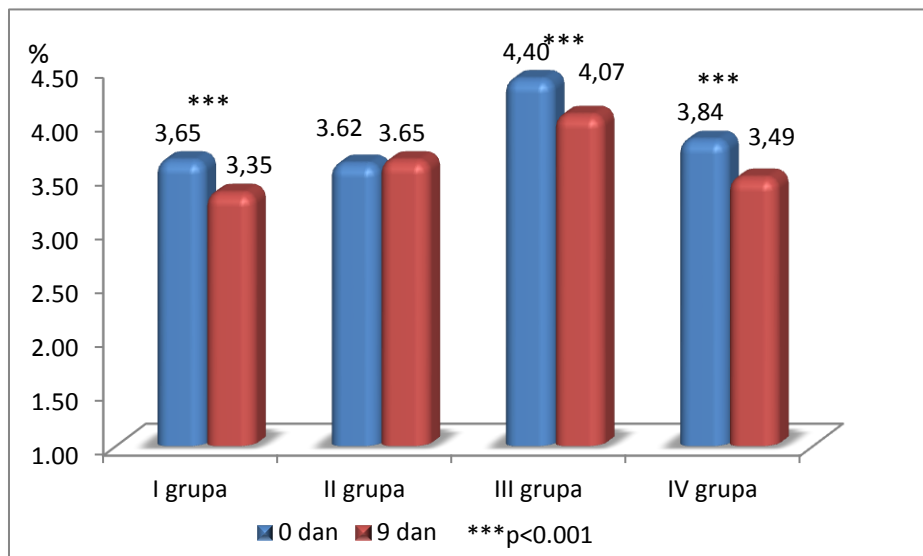
Grafikon 5.2 Statistička značajnost razlika promene sadržaja masti (%) u mesu brojlera

Na Grafikonu 5.3 prikazane su vrednosti sadržaja vode u uzorcima mesa brojlera, nultog i devetog dana skladištenja. Tokom skladištenja, sadržaj vode u mesu brojlera sve četiri ispitivane grupe nije se značajnije menjao, odnosno nisu utvrđene statistički značajne razlike sadržaja vode između nultog i devetog dana skladištenja ($p>0,05$).



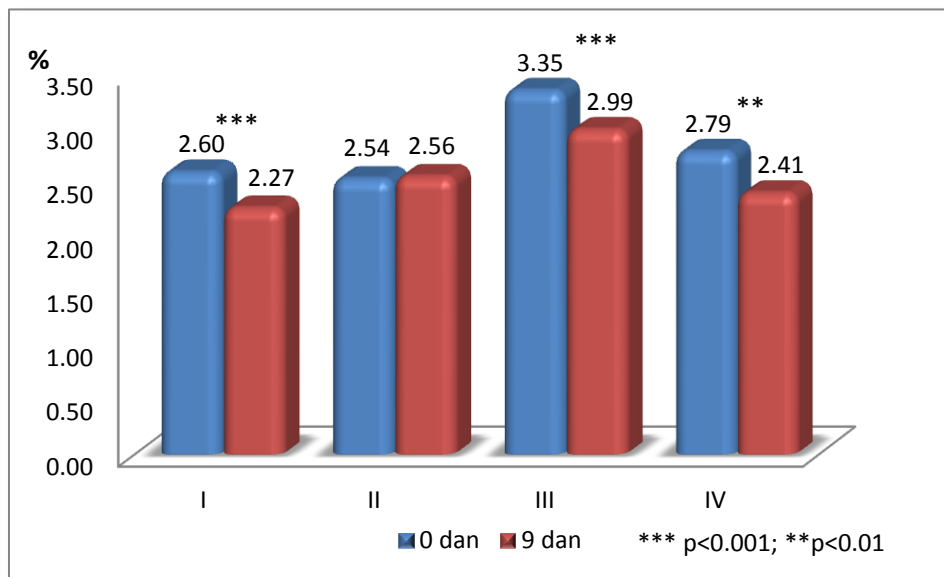
Grafikon 5.3 Statistička značajnost razlika promene sadržaja vode (%) u mesu brojlera

Statistička značajnost razlika sadržaja pepela u mesu brojlera, na početku i na kraju skladištenja, prikazana je na Grafikonu 5.4. Sadržaj pepela na kraju skladištenja u uzorcima I, III i IV grupe bio je statistički značajno manji ($p < 0,001$) u odnosu na početak skladištenja, dok u II grupi uzoraka statistički značajna razlika sadržaja pepela u odnosu na početak skladištenja nije utvrđena ($p > 0,05$).



Grafikon 5.4 Statistička značajnost razlika promene sadržaja pepela (%) u mesu brojlera

Statistička značajnost razlika sadržaja soli u mesu brojlera, na početku i na kraju skladištenja, prikazana je na Grafikonu 5.5. Sadržaj soli na kraju skladištenja bio je statistički značajno manji ($p < 0,001$) u uzorcima I i III grupe, odnosno uzorcima IV grupe ($p < 0,01$). U uzorcima II grupe, sadržaj soli na početku i na kraju skladištenja nije se statistički značajno razlikovao ($p > 0,05$).



Grafikon 5.5 Statistička značajnost razlika promene sadržaja soli (%) u mesu brojlera

5.1.2. Promena a_w vrednosti u mesu brojlera tokom skladištenja

Na osnovu sadržaja soli i sadržaja vode u uzorcima četiri ispitivane grupe, koji su određivani nultog i 9. dana skladištenja, najpre je utvrđen sadržaj soli u vodenoj fazi. Na osnovu sadržaja soli u vodenoj fazi i primenom formule izračunata je aktivnost vode, tj. a_w vrednost. Rezultati ispitivanja a_w vrednosti i statističke značajnosti razlika u sve četiri ispitivane grupe prikazani su Tabeli 5.4 i na Grafikonu 5.6.

Na početku skladištenja (nulti dan) prosečna a_w vrednost ispitivanih uzoraka bila je od $0,9762 \pm 0,0007$ (III grupa) do $0,9823 \pm 0,0006$ (II grupa). Prosečna a_w vrednost uzoraka II grupe bila je statistički značajno veća ($p < 0,01$) u odnosu na prosečnu a_w vrednost uzoraka

III grupe ($0,9819 \pm 0,0004$) i IV grupe ($0,9803 \pm 0,0011$), ali se nije statistički značajno razlikovala ($p > 0,05$) od prosečne a_w vrednosti I grupe ($0,9819 \pm 0,0004$) uzoraka. Takođe, utvrđeno je da je a_w vrednost u uzorcima I grupe bila statistički značajno veća ($p < 0,01$) u odnosu na prosečnu a_w vrednost uzoraka III i IV grupe, dok je prosečna a_w vrednost IV grupe uzoraka bila statistički značajno veća ($p < 0,01$) od prosečne a_w vrednosti uzoraka III grupe.

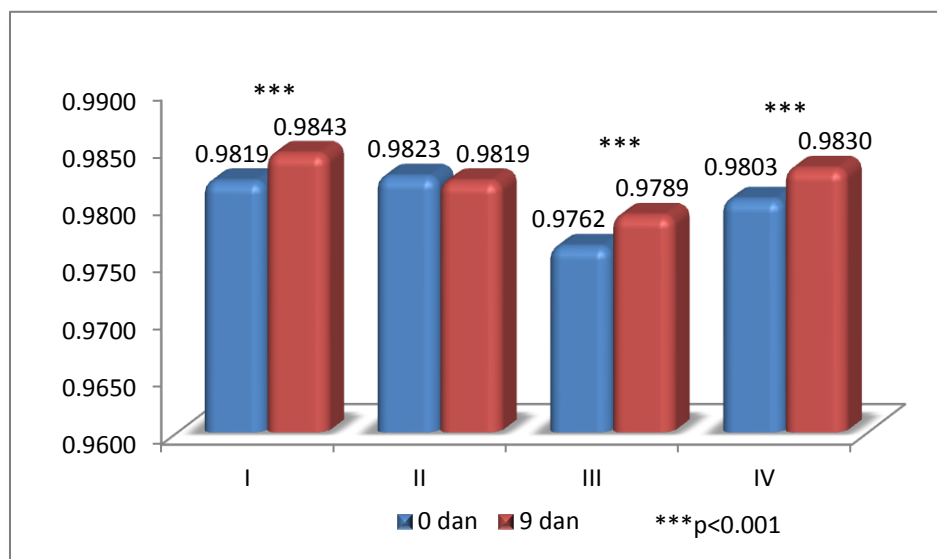
Prosečna a_w vrednost u uzorcima mesa brojlera na kraju skladištenja bila je od $0,9789 \pm 0,0009$ (III grupa) do $0,9843 \pm 0,0009$ (I grupa). Prosečna a_w vrednost uzoraka I grupe bila je statistički značajno veća ($p < 0,01$) od prosečne a_w vrednosti uzoraka II grupe ($0,9819 \pm 0,0006$) i III grupe ($0,9789 \pm 0,0009$), kao i od prosečne a_w vrednosti uzoraka IV grupe ($0,9830 \pm 0,0009$), ali na nivou značajnosti $p < 0,05$. Osim toga, prosečna a_w vrednost uzoraka II grupe, odnosno IV grupe bila je statistički značajno veća ($p < 0,01$) od prosečne a_w vrednosti uzoraka III grupe.

Tabela 5.4 Promena a_w vrednosti u mesu brojlera tokom skladištenja

Grupa	0 dan	9. dan
	$\bar{X} \pm SD$	
I	$0,9819 \pm 0,0004^{AB}$	$0,9843 \pm 0,0009^{ABa}$
II	$0,9823 \pm 0,0006^{CD}$	$0,9819 \pm 0,0006^{AC}$
III	$0,9762 \pm 0,0007^{ACE}$	$0,9789 \pm 0,0009^{BCD}$
IV	$0,9803 \pm 0,0011^{BDE}$	$0,9830 \pm 0,0009^{aD}$

Legenda: ista slova A- E $p < 0,01$; a $p < 0,05$

Na Grafikonu 5.6 prikazana je statistička značajnost razlika između a_w vrednosti mesa brojlera, na početku i na kraju skladištenja. Razlike u prosečnim a_w vrednostima između nultog i 9 dana skladištenja u I, III i IV grupi uzoraka bile su statistički značajne ($p < 0,001$), dok u uzorcima II grupe statistički značajna razlika a_w vrednosti nije utvrđena ($p > 0,05$).



Grafikon 5.6 Statistička značajnost razlika promene a_w vrednosti u mesu brojlera

5.2. MIKROBIOLOŠKI STATUS MESA BROJLERA

Rezultati mikrobioloških ispitivanja odnose se na utvrđivanje broja *Salmonella* vrsta, ukupnog broja bakterija, ukupnog broja enterobakterija i ukupnog broja psihrotrofnih bakterija u soljenom, odnosno mariniranom mesu brojlera tokom skladištenja.

5.2.1. Promena broja baterija *Salmonella* spp. u mesu brojlera tokom skladištenja

Rezultati ispitivanja promene broja *Salmonella* spp. u mesu brojlera i statističke značajnosti razlika tokom devet dana skladištenja, prikazani su u Tabelama 5.5 i 5.6. Neposredno pred inokulaciju, u uzorcima mesa brojlera nije utvrđeno prisustvo *Salmonella* spp.

Nultog dana skladištenja prosečan broj *Salmonella* spp. u uzorcima mesa brojlera bio je od $3,37 \pm 0,55$ log CFU/g (I grupa) do $3,65 \pm 0,39$ (II grupa). Između ispitivanih grupa uzoraka, nultog dana skladištenja nisu utvrđene statistički značajne razlike u broju *Salmonella* spp. ($p > 0,05$).

Trećeg dana skladištenja, broj *Salmonella* spp. u ispitivanim uzorcima bio je od $2,29 \pm 0,30$ log CFU/g (I grupa) do $3,64 \pm 0,17$ log CFU/g (IV grupa). Prosečan broj *Salmonella* spp. u uzorcima IV grupe bio je statistički značajno veći ($p < 0,01$) od prosečnog broja *Salmonella* spp. u uzorcima I grupe i II grupe ($3,29 \pm 0,34$ log CFU/g). U uzorcima III grupe ($3,57 \pm 0,54$ log CFU/g) prosečan broj *Salmonella* spp. bio je statistički značajno veći ($p < 0,05$) od prosečnog broja *Salmonella* spp. u uzorcima I grupe.

Prosečan broj *Salmonella* spp. u mesu brojlera šestog dana skladištenja bio je od $3,07 \pm 0,45$ log CFU/g (I grupa) do $4,40 \pm 0,48$ log CFU/g (IV grupa). Utvrđeno je da je prosečan broj *Salmonella* spp. u uzorcima IV grupe bio statistički značajno veći ($p < 0,01$) od prosečnog broja *Salmonella* spp. u uzorcima I grupe i III grupe ($3,34 \pm 0,27$ log CFU/g). U uzorcima II grupe ($4,32 \pm 0,34$ log CFU/g) prosečan broj *Salmonella* spp. bio je statistički značajno veći ($p < 0,01$) od prosečnog broja *Salmonella* spp. u uzorcima I grupe i III grupe.

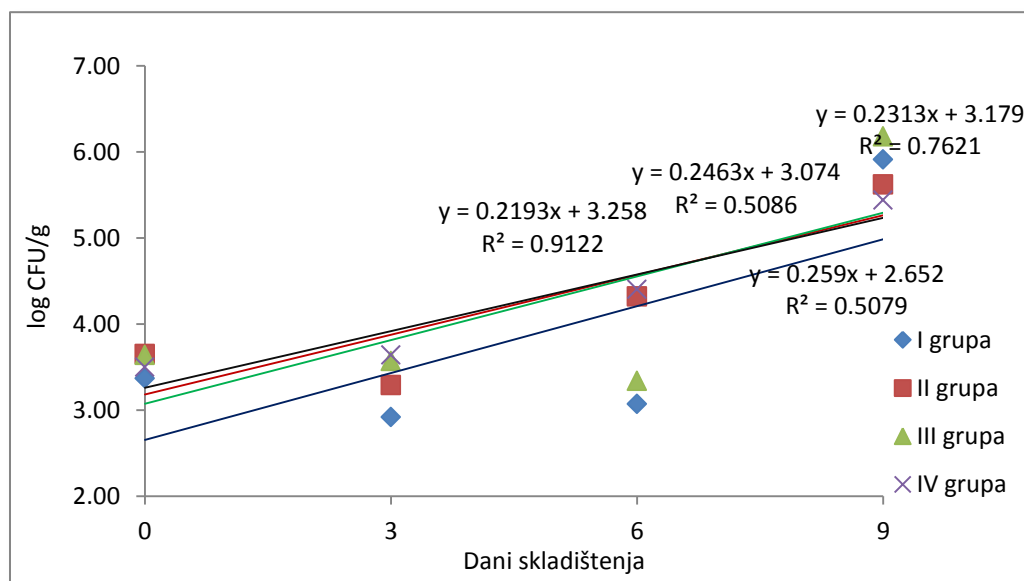
Devetog dana skladištenja prosečan broj *Salmonella* spp. u ispitivanim uzorcima bio je od $5,44 \pm 0,29$ log CFU/g (IV grupa) do $6,18 \pm 0,55$ log CFU/g (III grupa). Prosečan broj *Salmonella* spp. u uzorcima III grupe bio je statistički značajno veći ($p < 0,05$) od prosečnog broja *Salmonella* spp. u uzorcima IV grupe. Između prosečnog broja *Salmonella* spp. u preostalim grupama uzoraka, statistički značajne razlike nisu utvrđene ($p > 0,05$) (Tabela 5.5).

Tabela 5.5 Promena broja bakterija (log CFU/g) *Salmonella* spp. u mesu brojlera tokom skladištenja

Grupa	Dan skladištenja			
	0 dan	3. dan	6. dan	9. dan
	$\bar{X} \pm SD$			
I	3,37±0,55	2,92±0,30 ^{aA}	3,07±0,45 ^{AB}	5,91±0,32
II	3,65±0,39	3,29±0,34 ^B	4,32±0,34 ^{AC}	5,62±0,48
III	3,64±0,35	3,57±0,54 ^a	3,34±0,27 ^{CD}	6,18±0,55 ^a
IV	3,50±0,36	3,64±0,17 ^{AB}	4,40±0,48 ^{BD}	5,44±0,29 ^a

Legenda: ista slova A-D p<0,01; a p<0,05

Prosečan broj *Salmonella* spp. rastao je od nultog do devetog dana u uzorcima I grupe mariniranih fileta grudi brojlera od 3,37±0,55 log CFU/g do 5,91±0,32 log CFU/g, II grupe od 3,65±0,39 log CFU/g do 5,62±0,48 log CFU/g, III grupe od 3,64±0,35 log CFU/g do 6,18±0,55 log CFU/g i IV grupe od 3,50±0,36 log CFU/g do 5,44±0,29 log CFU/g (Grafikon 5.7).



Grafikon 5.7. Promena broja bakterija (log CFU/g) *Salmonella* spp. u mesu brojlera tokom skladištenja

U sve četiri ispitivane grupe uzoraka prosečan broj *Salmonella* spp. nije se statistički značajno razlikovao ($p > 0,05$) do trećeg dana skladištenja. Pored toga, u I grupi uzoraka prosečan broj *Salmonella* spp. nije se statistički značajno razlikovao ($p > 0,05$) do šestog dana skladištenja. Devetog dana skladištenja prosečan broj *Salmonella* spp. u uzorcima I grupe bio je statistički značajno veći ($p < 0,001$) u odnosu na prosečan broj *Salmonella* spp. nultog, trećeg i šestog dana skladištenja.

U II grupi uzoraka, razlike u prosečnom broju *Salmonella* spp. između dana skladištenja bile su na nivou značajnosti $p < 0,001$, sa izuzetkom prosečnog broja *Salmonella* spp. nultog i šestog dana skladištenja kada je utvrđena statistički značajna razlika na nivou $p < 0,01$.

U III grupi uzoraka mesa brojlera utvrđene su statistički značajne razlike ($p < 0,001$) u prosečnom broju *Salmonella* spp. između svih dana poređenja, sa izuzetkom trećeg i šestog dana kada statistička značajnost razlika u prosečnom broju *Salmonella* spp. nije utvrđena ($p > 0,05$). U IV grupi uzoraka razlike između prosečnog broja *Salmonella* spp. po danima skladištenja utvrđene su između svih dana poređenja, ali na različitim nivoima značajnosti ($p < 0,001$ i $p < 0,01$).

Tabela 5.6 Statistička značajnost razlika broja bakterija *Salmonella* spp. u mesu brojlera, između dana skladištenja

Dani poređenja	Grupa			
	I	II	III	IV
	p			
0-3	ns	ns	ns	ns
0-6	ns	**	***	**
0-9	***	***	***	***
3-6	ns	***	ns	***
3-9	***	***	***	***
6-9	***	***	***	**

Legenda: *** $p < 0,001$; ** $p < 0,01$; ns- nije signifikantno

5.2.2. Promena ukupnog broja bakterija u mesu brojlera tokom skladištenja

Rezultati ispitivanja promene i statističke značajnosti razlika ukupnog broja bakterija u mesu brojlera tokom devet dana skladištenja, prikazani su u Tabelama 5.7 i 5.8.

Nultog dana skladištenja ukupan broj bakterija u mesu brojlera bio je od $5,68 \pm 0,35$ log CFU/g (II grupa) do $6,73 \pm 0,31$ log CFU/g (III grupa). Utvrđeno je da je prosečan ukupan broj bakterija u uzorcima III grupe bio statistički značajno veći ($p < 0,05$) od prosečnog ukupnog broja bakterija u uzorcima I grupe ($6,11 \pm 0,44$ log CFU/g). Takođe, utvrđeno je da je prosečan ukupan broj bakterija u uzorcima III grupe bio statistički značajno veći ($p < 0,05$) od prosečnog ukupnog broja bakterija u uzorcima IV grupe ($5,82 \pm 0,30$ log CFU/g). Osim toga, prosečan ukupan broj bakterija u uzorcima IV grupe bio je statistički značajno veći ($p < 0,01$) od prosečnog ukupnog broja bakterija u uzorcima II grupe.

Trećeg dana skladištenja prosečan ukupan broj bakterija u mesu brojlera bio je od $7,33 \pm 0,51$ log CFU/g (I grupa) do $9,03 \pm 0,67$ log CFU/g (IV grupa). Prosečan ukupan broj bakterija u uzorcima IV grupe bio je statistički značajno veći ($p < 0,01$) od prosečnog ukupnog broja bakterija u uzorcima kontrolne grupe (I grupa) i preostale dve ispitivane grupe uzoraka (II i III grupa) (Tabela 5.7).

Prosečan ukupan broj bakterija u mesu brojlera šestog dana skladištenja bio je od $9,44 \pm 0,18$ log CFU/g (III grupa) do $10,15 \pm 0,27$ log CFU/g (II grupa). Prosečan ukupan broj bakterija u uzorcima I grupe ($10,03 \pm 0,24$ log CFU/g) i II grupe bio je statistički značajno veći ($p < 0,01$) od prosečnog ukupnog broja bakterija u uzorcima III grupe. Takođe, utvrđeno je da je prosečan ukupan broj bakterija u uzorcima II grupe bio statistički značajno veći od prosečnog ukupnog broja bakterija u uzorcima IV grupe ($9,74 \pm 0,18$ log CFU/g), ali na nivou značajnosti $p < 0,05$.

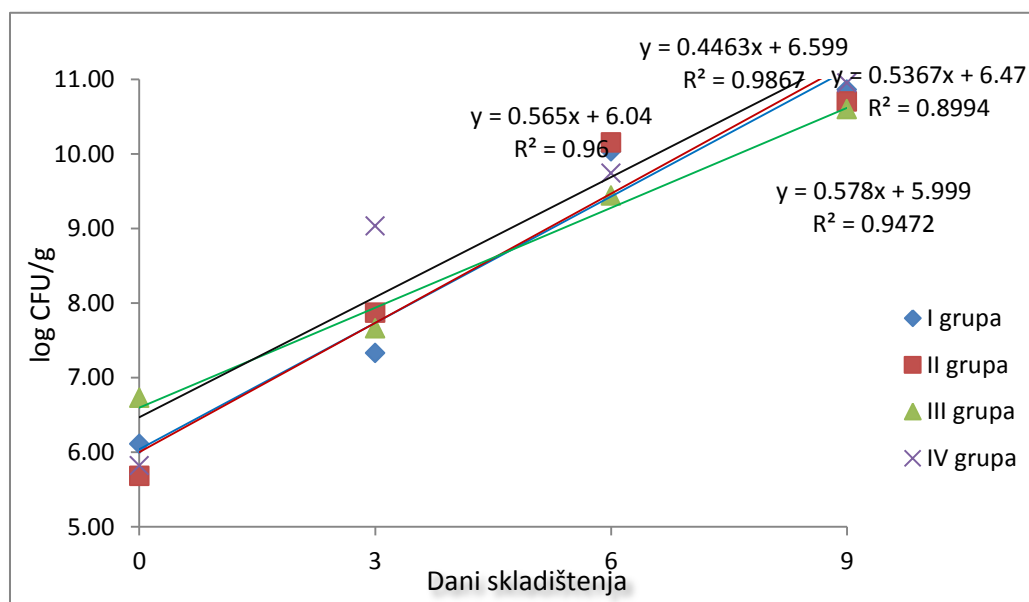
Poslednjeg dana skladištenja (9. dan) ukupan broj bakterija bio je od $10,60 \pm 0,41$ log CFU/g u uzorcima III grupe do $10,95 \pm 0,30$ log CFU/g u uzorcima IV grupe. Između prosečnog ukupnog broja bakterija ispitivanih grupa uzoraka (I, II, III i IV) devetog dana skladištenja nisu utvrđene statistički značajne razlike ($p > 0,05$).

Tabela 5.7 Promena ukupnog broja bakterija (log CFU/g) u mesu brojlera tokom skladištenja

Grupa	Dan skladištenja			
	0 dan	3. dan	6. dan	9. dan
	$\bar{X} \pm SD$			
I	6,11±0,44 ^a	7,33±0,51 ^A	10,03±0,24 ^A	10,86±0,51
II	5,68±0,35 ^A	7,87±0,48 ^B	10,15±0,27 ^{Ba}	10,70±0,43
III	6,73±0,31 ^{aB}	7,66±0,33 ^C	9,44±0,18 ^{AB}	10,60±0,41
IV	5,82±0,30 ^{AB}	9,03±0,67 ^{ABC}	9,74±0,18 ^a	10,95±0,30

Legenda: ista slova A-C $p < 0,01$; a $p < 0,05$

Ukupan broj bakterija u mesu brojlera sve četiri grupe rastao je od nultog do devetog dana. Porast ukupnog broja bakterija u uzorcima I grupe bio je od 6,11±0,44 log CFU/g do 10,86±0,51 log CFU/g, II grupe od 5,68±0,35 log CFU/g do 10,70±0,43 log CFU/g, III grupe od 6,73±0,31 log CFU/g do 10,60±0,41 log CFU/g i IV grupe od 5,82±0,30 log CFU/g do 10,95±0,30 log CFU/g (Grafikon 5.8).



Grafikon 5.8. Promena ukupnog broja bakterija (log CFU/g) u mesu brojlera tokom skladištenja

Statistička značajnost razlika prosečnog ukupnog broja bakterija između dana poređena utvrđena je u svim ispitivanim grupama (Tabela 5.8).

U I grupi uzoraka, prosečan ukupan broj bakterija po danima skladištenja statistički se značajno razlikovao ($p < 0,001$), sa izuzetkom između šestog i devetog dana kada je razlika između prosečnog ukupnog broja bakterija u I grupi bila na nivou značanosti $p < 0,01$. Slično, u uzorcima II grupe, prosečan ukupan broj bakterija između dana poređenja bio je statistički značajno različit ($p < 0,001$), ali sa izuzetkom šestog i devetog dana, kada je razlika između prosečnog ukupnog broja bakterija bila statistički značajna na nivou $p < 0,05$. U III grupi uzoraka, prosečan ukupan broj bakterija između svih dana poređenja bio je statistički značajno različit ($p < 0,001$). Prosečan ukupan broj bakterija u uzorcima IV grupe, takođe se statistički značajno razlikovao ($p < 0,01$) između dana poređenja, sa izuzetkom između trećeg i šestog dana skladištenja kada je ova razlika bila na nivou $p < 0,05$.

Tabela 5.8 Statistička značajnost razlika ukupnog broja bakterija u mesu brojlera, između dana skladištenja

Dani poređenja	Grupa			
	I	II	III	IV
	p			
0-3	***	***	***	***
0-6	***	***	***	***
0-9	***	***	***	***
3-6	***	***	***	*
3-9	***	***	***	***
6-9	**	*	***	***

Legenda: *** $p < 0,001$; ** $p < 0,01$; * $p < 0,05$; ns- nije signifikantno

5.2.3. Promena ukupnog broja enterobakterija u mesu brojlera tokom skladištenja

Rezultati ispitivanja promene i statističke značajnosti razlika ukupnog broja enterobakterija u mesu brojlera tokom devet dana skladištenja, prikazani su u Tabelama 5.9 i 5.10.

Ukupan broj enterobakterija u uzorcima mesa brojlera na početku skladištenja bio je od $4,33 \pm 0,39$ log CFU/g (IV grupa) do $4,81 \pm 0,22$ log CFU/g (II grupa). Između prosečnog ukupnog broja enterobakterija sve četiri grupe uzoraka, nultog dana nisu utvrđene statistički značajne razlike ($p > 0,05$).

Trećeg dana skladištenja ukupan broj enterobakterija bio je od $5,62 \pm 0,99$ log CFU/g (III grupa) do $7,59 \pm 0,40$ log CFU/g (IV grupa). Prosečan ukupan broj enterobakterija u uzorcima IV grupe bio je statistički značajno veći ($p < 0,01$) od prosečnog ukupnog broja enterobakterija u uzorcima I grupe ($6,02 \pm 0,49$ log CFU/g), ali i od prosečnog ukupnog broja enterobakterija u uzorcima II grupe ($6,14 \pm 0,42$ log CFU/g) i III grupe.

U uzorcima mesa brojlera šestog dana skladištenja prosečan ukupan broj enterobakterija bio je od $4,90 \pm 0,39$ log CFU/g (III grupa) do $8,14 \pm 0,40$ log CFU/g (IV grupa). Utvrđeno je da je prosečan ukupan broj enterobakterija u uzorcima IV grupe bio statistički značajno veći ($p < 0,01$) od prosečnog ukupnog broja enterobakterija u uzorcima I grupe ($7,06 \pm 0,67$ log CFU/g) i III grupe ($4,90 \pm 0,39$). Osim toga, prosečan ukupan broj enterobakterija u uzorcima I grupe bio je statistički značajno veći ($p < 0,01$) u odnosu na prosečan ukupan broj enterobakterija u uzorcima III grupe. Takođe je prosečan ukupan broj enterobakterija u uzorcima II grupe ($7,60 \pm 0,56$ log CFU/g) bio statistički značajno veći ($p < 0,01$) od prosečnog ukupnog broja enterobakterija u uzorcima III grupe.

Devetog dana skladištenja prosečan ukupan broj enterobakterija u mesu brojlera bio je od $9,33 \pm 0,35$ log CFU/g (I grupa) do $10,23 \pm 0,32$ log CFU/g (IV grupa). Prosečan ukupan broj enterobakterija u uzorcima IV grupe bio je statistički značajno veći ($p < 0,01$) od prosečnog ukupnog broja enterobakterija u uzorcima I grupe. Takođe, utvrđeno je da je prosečan ukupan broj enterobakterija u uzorcima III grupe ($10,14 \pm 0,44$ log CFU/g) bio statistički

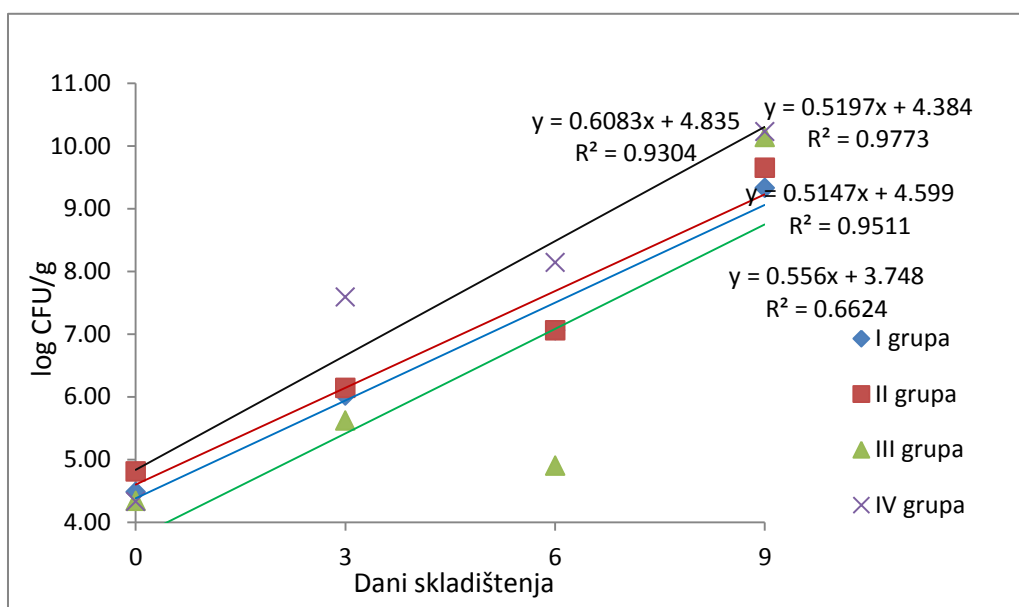
značajno veći od prosečnog ukupnog broja enterobakterija u uzorcima I grupe, ali na nivou značajnosti $p < 0,05$.

Tabela 5.9 Promena ukupnog broja enterobakterija (log CFU/g) u mesu brojlera tokom skladištenja

Grupa	Dan skladištenja			
	0 dan	3. dan	6. dan	9. dan
	$\bar{X} \pm SD$			
I	4,48±0,54	6,02±0,49 ^A	7,06±0,67 ^{AB}	9,33±0,35 ^{aA}
II	4,81±0,22	6,14±0,42 ^B	7,60±0,56 ^C	9,65±0,57
III	4,34±0,36	5,62±0,99 ^C	4,90±0,39 ^{ACD}	10,14±0,44 ^a
IV	4,33±0,39	7,59±0,25 ^{ABC}	8,14±0,40 ^{BD}	10,23±0,32 ^A

Legenda: ista slova A-D $p < 0,01$; a $p < 0,05$

Prosečan ukupan broj enterobakterija u svim grupama uzoraka mesa brojlera rastao je od nultog do devetog dana. Porast ukupnog broja enterobakterija u uzorcima I grupe bio je od 4,48±0,54 log CFU/g do 9,33±0,35 log CFU/g, II grupe od 4,81±0,22 log CFU/g do 9,65±0,57 log CFU/g, III grupe od 4,34±0,36 log CFU/g do 10,14±0,44 log CFU/g i IV grupe od 4,33±0,39 log CFU/g do 10,23±0,32 log CFU/g (Grafikon 5.9).



Grafikon 5.9 Promena ukupnog broja enterobakterija (log CFU/g) u mesu brojlera tokom skladištenja

U Tabeli 5.10 prikazana je statistička značajnost razlika ukupnog broja enterobakterija u mesu brojlera između dana skladištenja.

U kontrolnoj, I grupi uzoraka, promena prosečnog ukupnog broja enterobakterija po danima skladištenja bila je statistički značajna na nivou $p < 0,001$, sa izuzetkom između trećeg i šestog dana skladištenja kada je razlika između prosečnog ukupnog broja enterobakterija bila na nivou značajnosti $p < 0,05$.

U II grupi uzoraka, između svih dana poređenja utvrđena je statistički značajna razlika ($p < 0,001$) u prosečnom ukupnom broju enterobakterija.

Poredeći prosečan ukupan broj enterobakterija u uzorcima III grupe nultog i trećeg, odnosno šestog dana skladištenja, utvrđena je statistički značajna razlika na nivou $p < 0,05$. Promena prosečnog ukupnog broja enterobakterija između trećeg i šestog dana skladištenja nije bila statistički značajna ($p > 0,05$). U odnosu na nulti, treći i šesti dan skladištenja, prosečan ukupan broj enterobakterija devetog dana bio je statistički značajno različit ($p < 0,001$).

U IV grupi uzoraka prosečan ukupan broj enterobakterija se statistički značajno razlikovao između svih dana poređenja na nivou $p < 0,001$, sa izuzetkom između trećeg i šestog dana skladištenja kada je ta razlika bila na nivou značajnosti $p < 0,05$.

Tabela 5.10 Statistička značajnost razlika ukupnog broja enterobakterija u mesu brojlera, između dana skladištenja

Dani poređenja	Grupa			
	I	II	III	IV
	p			
0-3	***	***	*	***
0-6	***	***	*	***
0-9	***	***	***	***
3-6	*	***	ns	*
3-9	***	***	***	***
6-9	***	***	***	***

Legenda: *** $p < 0,001$; * $p < 0,05$; ns- nije signifikantno

5.2.4. Promena ukupnog broja psihrotrofnih bakterija u mesu brojlera tokom skladištenja

Rezultati ispitivanja promene i statističke značajnosti razlika ukupnog broja psihrotrofnih bakterija u mesu brojlera tokom devet dana skladištenja prikazani su u Tabelama 5.11 i 5.12.

Na početku skladištenja (nulti dan) prosečan ukupan broj psihrotrofnih bakterija u uzorcima mesa brojlera bio je od $3,12 \pm 0,21$ log CFU/g (II grupa) do $4,00 \pm 0,52$ log CFU/g (IV grupa). Utvrđeno je da je prosečan ukupan broj psihrotrofnih bakterija u uzorcima I grupe ($4,12 \pm 0,43$ log CFU/g) bio statistički značajno veći ($p < 0,01$) od prosečnog ukupnog broja psihrotrofnih bakterija u uzorcima II grupe. Prosečan ukupan broj psihrotrofnih bakterija u

uzorcima III grupe ($3,98 \pm 0,46$ log CFU/g) i IV grupe bio je statistički značajno veći od prosečnog ukupnog broja psihrotrofnih bakterija u uzorcima II grupe, na nivou značajnosti $p < 0,05$, odnosno $p < 0,01$.

Trećeg dana skladištenja prosečan ukupan broj psihrotrofnih bakterija bio je od $6,77 \pm 0,27$ log CFU/g (III grupa) do $7,44 \pm 0,42$ log CFU/g (IV grupa). Između prosečnog ukupnog broja psihrotrofnih bakterija u uzorcima I grupe ($7,03 \pm 0,21$ log CFU/g) i uzorcima preostale tri grupe (II, III, IV) nisu utvrđene statistički značajne razlike ($p > 0,05$). Prosečan ukupan broj psihrotrofnih bakterija u uzorcima IV grupe bio je statistički značajno veći ($p < 0,01$) od prosečnog ukupnog broja psihrotrofnih bakterija u uzorcima III grupe. Takođe, prosečan broj psihrotrofnih bakterija u uzorcima II grupe ($7,30 \pm 0,32$ log CFU/g) bio je statistički značajno veći od prosečnog ukupnog broja psihrotrofnih bakterija u uzorcima III grupe, ali na nivou značajnosti $p < 0,05$.

U ispitivanim uzorcima, prosečan ukupan broj psihrotrofnih bakterija šestog dana skladištenja bio je od $6,39 \pm 0,40$ log CFU/g (III grupa) do $7,95 \pm 0,20$ log CFU/g (II grupa). Utvrđeno je da je prosečan ukupan broj psihrotrofnih bakterija u uzorcima II grupe bio statistički značajno veći od prosečnog ukupnog broja psihrotrofnih bakterija u uzorcima I grupe ($7,11 \pm 0,49$ log CFU/g) i IV grupe ($7,18 \pm 0,49$ log CFU/g) na nivou značajnosti $p < 0,05$, kao i od prosečnog ukupnog broja psihrotrofnih bakterija u uzorcima III grupe na nivou značajnosti $p < 0,01$. Pored toga, prosečan ukupan broj psihrotrofnih bakterija u uzorcima I i IV grupe bio je statistički značajno veći ($p < 0,05$) od prosečnog ukupnog broja psihrotrofnih bakterija u uzorcima III grupe.

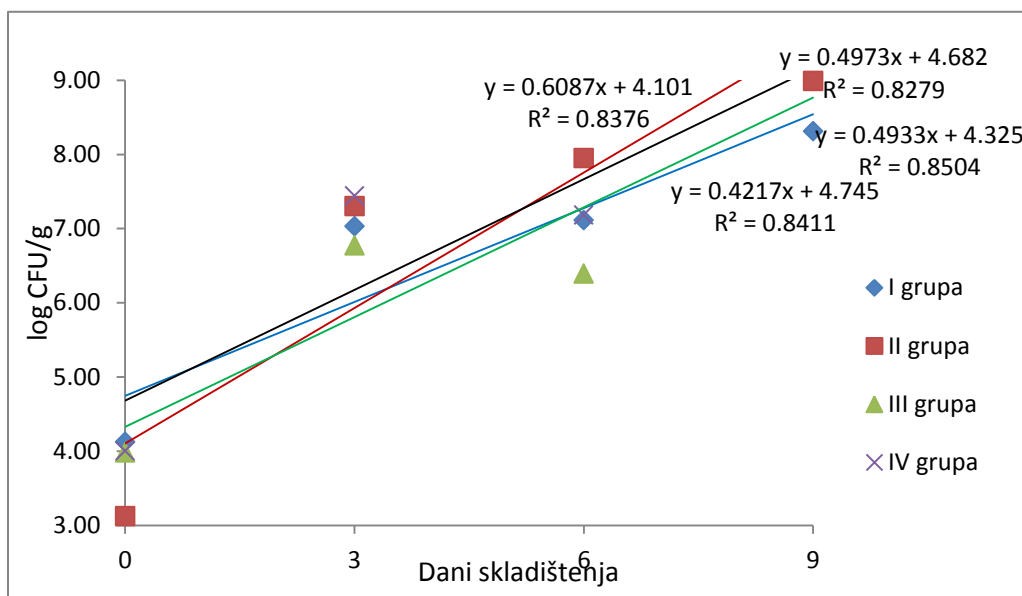
Devetog dana skladištenja mesa brojlera vrednosti ukupnog broja psihrotrofnih bakterija u ispitivanim uzorcima bile su od $8,31 \pm 0,39$ log CFU/g (I grupa) do $9,06 \pm 0,52$ log CFU/g (IV grupa). Utvrđeno je da je prosečan ukupan broj psihrotrofnih bakterija u uzorcima IV grupe bio statistički značajno veći ($p < 0,05$) u odnosu na prosečan ukupan broj psihrotrofnih bakterija u uzorcima I grupe. Prosečan ukupan broj psihrotrofnih bakterija u uzorcima II grupe ($8,99 \pm 0,40$ log CFU/g) i III grupe ($9,04 \pm 0,53$ log CFU/g) nije se statistički značajno razlikovao od prosečnog broja psihrotrofnih bakterija u uzorcima I grupe ($p > 0,05$).

Tabela 5.11 Promena broja psihrotrofnih bakterija (log CFU/g) u uzorcima mesa brojlera tokom skladištenja

Grupa	Dan skladištenja			
	0 dan	3. dan	6. dan	9. dan
	$\bar{X} \pm SD$			
I	4,12±0,43 ^A	7,03±0,21	7,11±0,49 ^{ab}	8,31±0,39 ^a
II	3,12±0,21 ^{AaB}	7,30±0,32 ^a	7,95±0,20 ^{aAc}	8,99±0,40
III	3,98±0,46 ^a	6,77±0,27 ^{aA}	6,39±0,40 ^{bAd}	9,04±0,53
IV	4,00±0,52 ^B	7,44±0,42 ^A	7,18±0,49 ^{cd}	9,06±0,52 ^a

Legenda: ista slova A-B p<0,01; a-d p<0,05

Prosečan ukupan broj psihrotrofnih bakterija u sve četiri grupe mesa brojlera rastao je od nultog do devetog dana. Porast ukupnog broja psihrotrofnih bakterija u uzorcima I grupe mesa brojlera bio je od 4,12±0,43 log CFU/g do 8,31±0,39 log CFU/g, II grupe od 3,12±0,21 log CFU/g do 8,99±0,40 log CFU/g, III grupe od 3,98±0,46 log CFU/g do 9,04±0,53 log CFU/g i IV grupe od 4,00±0,52 log CFU/g do 9,06±0,52 log CFU/g (Grafikon 5.10).



Grafikon 5.10. Promena broja psihrotrofnih bakterija (log CFU/g) u mesu brojlera tokom skladištenja

U Tabeli 5.12 prikazana je statistička značajnost razlika ukupnog broja psihrotrofnih bakterija u mesu brojlera, između dana skladištenja.

U uzorcima I, III i IV grupe utvrđene su statistički značajne razlike ($p < 0,001$) u prosečnom broju psihrotrofnih bakterija između svih dana poređenja. Izuzetak je utvrđen između trećeg i šestog dana skladištenja, kada razlika između prosečnog broja psihrotrofnih bakterija u mesu brojlera nije bila statistički značajna ($p > 0,05$). U uzorcima II grupe prosečan broj psihrotrofnih bakterija bio je statistički značajno različit ($p < 0,001$) između svih dana poređenja.

Tabela 5.12 Statistička značajnost razlika ukupnog broja psihrotrofnih bakterija u mesu brojlera, između dana skladištenja

Dani poređenja	Grupa			
	I	II	III	IV
	p			
0-3	***	***	***	***
0-6	***	***	***	***
0-9	***	***	***	***
3-6	ns	***	ns	ns
3-9	***	***	***	***
6-9	***	***	***	***

Legenda: *** $p < 0,001$; ** $p < 0,01$; * $p < 0,05$; ns- nije signifikantno

5.3. PROMENA SADRŽAJA UKUPNO ISPARLJIVOG AZOTA I pH VREDNOSTI U MESU BROJLERA TOKOM SKLADIŠTENJA

5.3.1. Promena sadržaja ukupno isparljivog azota u mesu brojlera tokom skladištenja

Rezultati ispitivanja promene sadržaja ukupno isparljivog azota u mesu brojlera tokom devet dana skladištenja prikazani su u Tabeli 5.13.

Vrednosti ukupno isparljivog azota (mg N/100g) u mesu brojlera nultog dana skladištenja bile su od $20,44 \pm 1,35$ mg N/100g (I grupa) do $24,50 \pm 0,98$ mg N/100g (I grupa). Utvrđeno je da je prosečan sadržaj ukupno isparljivog azota u uzorcima I grupe bio je statistički značajno veći ($p < 0,01$) od prosečnog sadržaja ukupno isparljivog azota u uzorcima I grupe ($20,44 \pm 1,35$ mg N/100g) i IV grupe ($21,75 \pm 0,23$ mg N/100g), kao i od prosečnog sadržaja

ukupno isparljivog azota u uzorcima II grupe ($22,82 \pm 0,39$ mg N/100g), ali na nivou značajnosti $p < 0,05$. Istog dana ispitivanja, prosečan sadržaj ukupno isparljivog azota u uzorcima II grupe bio je statistički značajno veći ($p < 0,01$) od prosečnog sadržaja ukupno isparljivog azota u uzorcima I grupe.

Prosečan sadržaj ukupno isparljivog azota u ispitivanim uzorcima, trećeg dana skladištenja bio je od $20,21 \pm 0,21$ mg N/100g (I grupa) do $26,11 \pm 1,30$ mg N/100g (III grupa). U uzorcima I grupe, prosečan sadržaj ukupno isparljivog azota bio je statistički značajno veći ($p < 0,01$) od prosečnog sadržaja ukupno isparljivog azota u uzorcima II grupe ($23,94 \pm 0,88$ mg N/100g) i I ($20,21 \pm 0,21$ mg N/100g) grupe, kao i od prosečnog sadržaja ukupno isparljivog azota u uzorcima IV grupe ($24,64 \pm 0,53$ mg N/100g), ali na nivou značajnosti $p < 0,05$. Pored toga, prosečna vrednost ukupno isparljivog azota u uzorcima II grupe bila je statistički značajno niža ($p < 0,01$) od prosečnog sadržaja ukupno isparljivog azota u uzorcima II i IV grupe.

Šestog dana skladištenja, prosečan sadržaj ukupno isparljivog azota u mesu brojlera bio je od $19,83 \pm 2,61$ mg N/100g (I grupa) do $30,64 \pm 3,45$ mg N/100g (II grupa). Utvrđeno je da je prosečan sadržaj ukupno isparljivog azota u uzorcima II grupe bio statistički značajno veći ($p < 0,01$) od prosečnog sadržaja ukupno isparljivog azota u preostale tri grupe uzoraka.

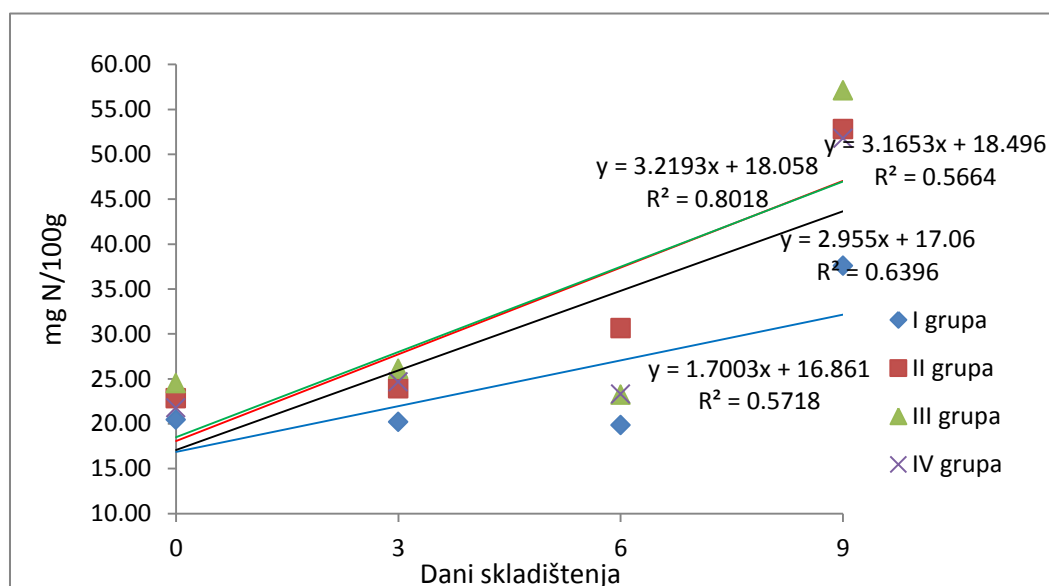
Poslednjeg dana skladištenja prosečan sadržaj ukupno isparljivog azota u ispitivanim uzorcima bio je od $37,57 \pm 0,41$ mg N/100g (I grupa) do $57,11 \pm 10,22$ mgN/100g (III grupa). U uzorcima I grupe prosečan sadržaj ukupno isparljivog azota bio je statistički značajno manji ($p < 0,01$) od prosečnog sadržaja ukupno isparljivog azota u uzorcima III grupe. Takođe, ova vrednost je bila statistički značajno manja od prosečnog sadržaja ukupno isparljivog azota u uzorcima II grupe ($52,78 \pm 6,19$ mg N/100g) i IV grupe ($51,75 \pm 9,05$ mg N/100g), ali na nivou značajnosti $p < 0,05$.

Tabela 5.13 Promena prosečnog sadržaja ukupno isparljivog azota u mesu brojlera tokom skladištenja (mg N/100 g)

Grupa	Dan skladištenja			
	0 dan	3. dan	6. dan	9. dan
	$\bar{X} \pm SD$			
I	20,44±1,35 ^{AC}	20,21±0,21 ^{BCD}	19,83±2,61 ^B	37,57±0,41 ^{Aab}
II	22,82±0,39 ^{aC}	23,94±0,88 ^{AC}	30,64±3,45 ^{ABC}	52,78±6,19 ^a
III	24,50±0,98 ^{aAB}	26,11±1,30 ^{ABa}	23,24±4,81 ^A	57,11±10,22 ^A
IV	21,75±0,23 ^B	24,64±0,53 ^{aD}	23,29±1,08 ^C	51,75±9,05 ^b

Legenda: ista slova A-D p<0,01; a p<0,05

Prosečan sadržaj ukupno isparljivog azota u sve četiri grupe mesa brojlera rastao je od nultog do devetog dana. Porast sadržaja ukupno isparljivog azota u uzorcima I grupe bio je od 20,44±1,35 mg N/100g do 37,57±0,41 mg N/100g, II grupe od 22,82±0,39 mg N/100g do 52,78±6,19 mg N/100g, III grupe od 24,50±0,98 mg N/100g do 57,11±10,22 mg N/100g i IV grupe od 21,75±0,23 mg N/100g do 51,75±9,05 mg N/100g (Grafikon 5.11).



Grafikon 5.11 Promena prosečnog sadržaja ukupno isparljivog azota u mesu brojlera tokom skladištenja

Statistička značajnost razlika prosečnog sadržaja ukupno isparljivog azota u mesu brojlera između dana skladištenja prikazana je u Tabeli 5.14.

U I grupi uzoraka, vrednosti prosečnog sadržaja ukupno isparljivog azota (mg N/100g) između nultog i šestog, kao i trećeg i šestog dana skladištenja nisu se statistički značajno razlikovale ($p > 0,05$), dok su u ostalim danima poređenja utvrđene razlike na različitim nivoima značajnosti ($p < 0,001$; $p < 0,05$).

U uzorcima III grupe, prosečan sadržaj ukupno isparljivog azota nije se statistički značajno razlikovao ($p > 0,05$) do šestog dana skladištenja. Na kraju skladištenja (9. dan) prosečan sadržaj ukupno isparljivog azota u uzorcima III grupe bio je statistički značajno veći ($p < 0,001$) od prosečnog sadržaja ukupno isparljivog azota nultog, trećeg i šestog dana skladištenja.

U IV grupi uzoraka, prosečan sadržaj ukupno isparljivog azota se menjao tokom skladištenja, a statistički značajne razlike u prosečnom sadržaju ukupno isparljivog azota između dana skladištenja bile su na različitim nivoima značajnosti ($p < 0,001$; $p < 0,01$; $p < 0,05$).

Statistički značajne razlike prosečnog sadržaja ukupno isparljivog azota u uzorcima II grupe, utvrđene su između svih dana poređenja ($p < 0,001$).

Tabela 5.14 Statistička značajnost razlika prosečnog sadržaja ukupno isparljivog azota u mesu brojlera, između dana skladištenja

Dani poređenja	Grupa			
	I	II	III	IV
	p			
0-3	ns	***	ns	***
0-6	ns	***	ns	**
0-9	***	***	***	***
3-6	ns	***	ns	*
3-9	***	***	***	***
6-9	***	***	***	***

Legenda: *** $p < 0,001$; ** $p < 0,01$; * $p < 0,05$; ns- nije signifikantno

5.3.2. Promena pH vrednosti mesa brojlera tokom skladištenja

Rezultati ispitivanja promene pH vrednosti mesa brojlera i statističke značajnosti razlika pH vrednosti između dana skladištenja prikazani su Tabelama 5.15 i 5.16. Na početku skladištenja prosečna pH vrednost u ispitivanim uzorcima bila je od $5,94 \pm 0,02$ (I grupa) do $6,25 \pm 0,03$ (IV grupa). Utvrđeno je da su prosečne pH vrednosti u uzorcima II grupe ($6,09 \pm 0,0$), III grupe ($6,04 \pm 0,01$) i IV grupe bile statistički značajno veće ($p < 0,01$) od prosečne pH vrednost kontrole (I grupa). Osim toga, prosečna pH vrednost uzoraka IV grupe bila je statistički značajno veća ($p < 0,01$) od prosečne pH vrednosti uzoraka II grupe ($6,09 \pm 0,01$) i III grupe ($6,04 \pm 0,01$).

Trećeg dana skladištenja prosečna pH vrednost u mesu brojlera bila je od $5,98 \pm 0,07$ (III grupa) do $6,25 \pm 0,01$ (IV grupa). U uzorcima IV grupe prosečna pH vrednost bila je statistički značajno veća ($p < 0,01$) od prosečne pH vrednosti u uzorcima I grupe ($6,15 \pm 0,02$) i III grupe ($5,98 \pm 0,07$). Pored toga, prosečna pH vrednost u uzorcima II grupe ($6,20 \pm 0,02$) bila je statistički značajno veća ($p < 0,01$) od prosečne pH vrednosti u uzorcima III grupe.

Prosečna pH vrednost ispitivanih uzoraka šestog dana skladištenja je bila od $6,06 \pm 0,02$ (I grupa) do $6,21 \pm 0,03$ (II grupa). Utvrđeno je da je prosečna pH vrednost u uzorcima II grupe, III grupe ($6,13 \pm 0,05$) i IV grupe ($6,20 \pm 0,02$) bila statistički značajno veća ($p < 0,01$) od prosečne pH vrednosti uzoraka I grupe. Osim toga, prosečna pH vrednost uzoraka II i IV grupe bila je statistički značajno veća ($p < 0,01$) od prosečne pH vrednosti uzoraka III grupe.

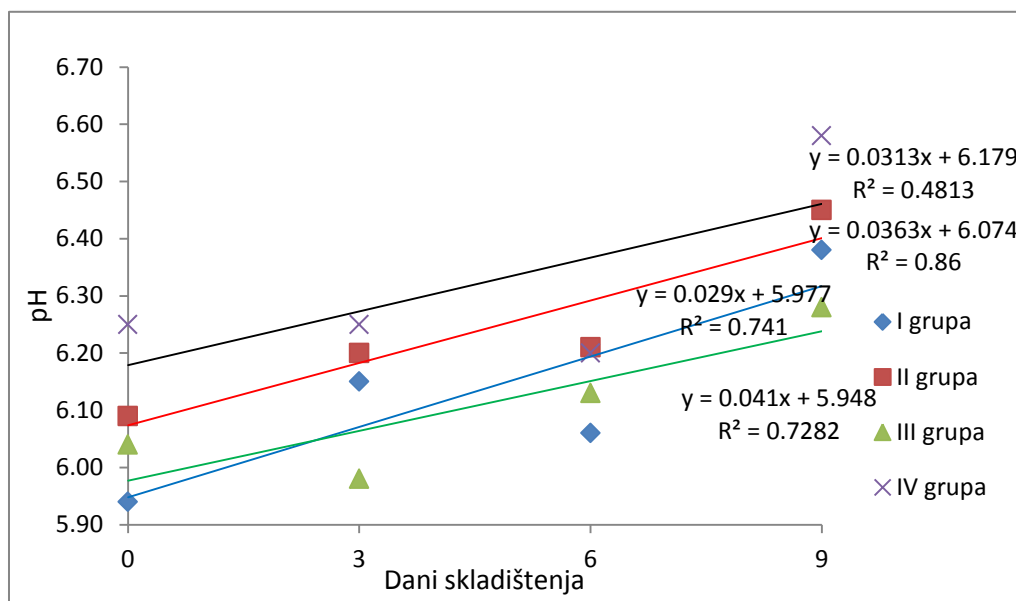
Na kraju skladištenja (9. dan) pH vrednost u ispitivanim uzorcima bila je od $6,28 \pm 0,05$ (III grupa) do $6,58 \pm 0,08$ (IV grupa). Prosečna pH vrednost uzoraka IV grupe bila je statistički značajno veća ($p < 0,01$) od prosečne pH vrednosti uzoraka I grupe ($6,38 \pm 0,01$), II grupe ($6,45 \pm 0,03$) i III grupe. Takođe, utvrđeno je da je prosečna pH vrednost u uzorcima II grupe bila statistički značajno veća ($p < 0,01$) od prosečne pH vrednosti uzoraka III grupe, a da je prosečna pH vrednost uzoraka I grupe bila statistički značajno veća od prosečne pH vrednosti uzoraka III grupe.

Tabela 5.15 Promena pH vrednosti u mesu brojlera tokom skladištenja

Grupa	Dan skladištenja			
	0 dan	3. dan	6. dan	9. dan
	$\bar{X} \pm SD$			
I	$5,94 \pm 0,02^{ABC}$	$6,15 \pm 0,02^{AB}$	$6,06 \pm 0,02^{ABC}$	$6,38 \pm 0,01^{AB}$
II	$6,09 \pm 0,01^{ADE}$	$6,20 \pm 0,02^C$	$6,21 \pm 0,03^{AD}$	$6,45 \pm 0,03^{CD}$
III	$6,04 \pm 0,01^{BDF}$	$5,98 \pm 0,07^{ACD}$	$6,13 \pm 0,05^{BDE}$	$6,28 \pm 0,05^{ACE}$
IV	$6,25 \pm 0,03^{CEF}$	$6,25 \pm 0,01^{BD}$	$6,20 \pm 0,02^{CE}$	$6,58 \pm 0,08^{BDE}$

Legenda: ista slova A-F $p < 0,01$

Prosečna pH vrednost u svim grupama uzoraka mesa brojlera rasla je od nultog do devetog dana. Porast pH vrednosti u uzorcima I grupe bio je od $5,94 \pm 0,02$ do $6,38 \pm 0,01$, II grupe od $6,09 \pm 0,01$ do $6,45 \pm 0,03$, III grupe od $6,04 \pm 0,01$ do $6,28 \pm 0,05$ i IV grupe od $6,25 \pm 0,03$ do $6,58 \pm 0,08$ (Grafikon 5.12).



Grafikon 5.12 Promena pH vrednosti u mesu brojlera tokom skladištenja

U uzorcima I grupe utvrđena je statistički značajna razlika ($p < 0,001$) pH vrednosti između svih dana poređenja. U II grupi uzoraka, između pH vrednosti utvrđenih trećeg i šestog dana skladištenja nije utvrđena statistički značajna razlika ($p > 0,05$), dok je u svim ostalim danima poređenja utvrđena statistički značajna razlika na nivou $p < 0,001$. Prosečna pH vrednost mesa brojlera III i IV grupe nije se statistički značajno razlikovala ($p > 0,05$) do trećeg dana skladištenja. U obe pomenute grupe, pH vrednost mesa se statistički značajno razlikovala na različitim nivoima značajnosti ($p < 0,001$ ili $p < 0,01$) između svih dana poređenja.

Tabela 5.16 Statistička značajnost razlika pH vrednosti u mesu brojlera, između dana skladištenja

Dani poređenja	Grupa			
	I	II	III	IV
	p			
0-3	***	***	ns	ns
0-6	***	***	**	**
0-9	***	***	***	***
3-6	***	ns	**	***
3-9	***	***	***	***
6-9	***	***	***	***

Legenda: *** $p < 0,001$; ** $p < 0,01$; ns- nije signifikantno

5.4. ISPITIVANJE PRIHVATLJIVOSTI MIRISA SOLJENOG I MARINIRANOG MESA BROJLERA

U Tabeli 5.17 prikazane su prosečne senzorne ocene ukupne prihvatljivosti mesa brojlera. Prosečne ocene ukupne prihvatljivosti bile su $4,95 \pm 0,90$ (I grupa), $3,49 \pm 0,81$ (II grupa), $3,48 \pm 1,02$ (III grupa) i $3,39 \pm 0,88$ (IV grupa). Između svih poređnih grupa utvrđena je statistički značajna razlika ($p < 0,01$; $p < 0,05$) između ocena ukupne prihvatljivosti. Uzorci mariniranog mesa brojlera imali su znatno manju ocenu ukupne prihvatljivosti od uzoraka mesa brojlera koji su tretirani samo u rastvoru kuhinjske soli.

Tabela 5.17. Prosečne senzorne ocene ukupne prihvatljivosti mesa brojlera

Grupa	Ocena prihvatljivosti $\bar{X} \pm SD$
I	4,95±0,90 ^{ABC}
II	3,49±0,81 ^{Aa}
III	3,48±1,02 ^B
IV	3,39±0,88 ^{Ca}

Legenda: ista slova A-C p<0,01; a p<0,05

6. DISKUSIJA

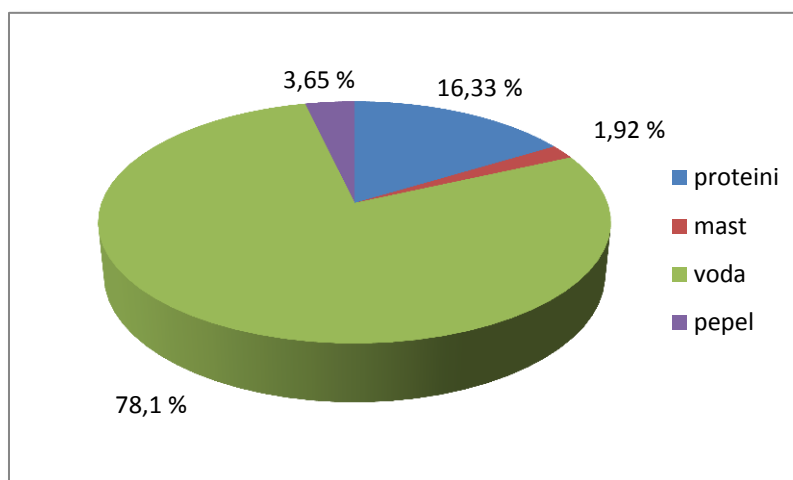
Kvalitet mesa i proizvoda od mesa, određen je mikrobiološkim, hemijskim i fizičko-hemijskim parametrima, a ključna ocena o kvalitetu određenog proizvoda donosi se na osnovu senzorne ocene. Natrijumove soli fosfata i citrata dokazano obezbeđuju bolje tehnološke osobine mesa, ali se njihov uticaj na mikrobiološki status mesa još uvek ispituje. Iz tog razloga, predmet našeg istraživanja bilo je praćenje promene broja pre svega Salmonella vrsta, a zatim i ukupnog broja bakterija, ukupnog broja enterobakterija i ukupnog broja psihrotrofnih bakterija u mariniranom mesu brojlera, kao pokazatelja mikrobiološke bezbednosti, higijenskog statusa i održivosti mesa. Praćenje promena hemijskih i fizičko-hemijskih parametara tokom skladištenja, imalo je za cilj dobijanje podataka kako o kvalitetu mesa, tako i o faktorima koji mogu da utiču na rast i razmnožavanje mikroorganizama u mesu. Konačno, senzorna ocena zasnovana na oceni ukupne prihvatljivosti mirisa mesa brojlera imala je za cilj utvrđivanje kvara.

6.1. PROMENA OSNOVNOG HEMIJSKOG SASTAVA I a_w VREDNOSTI MESA BROJLERA TOKOM SKLADIŠTENJA

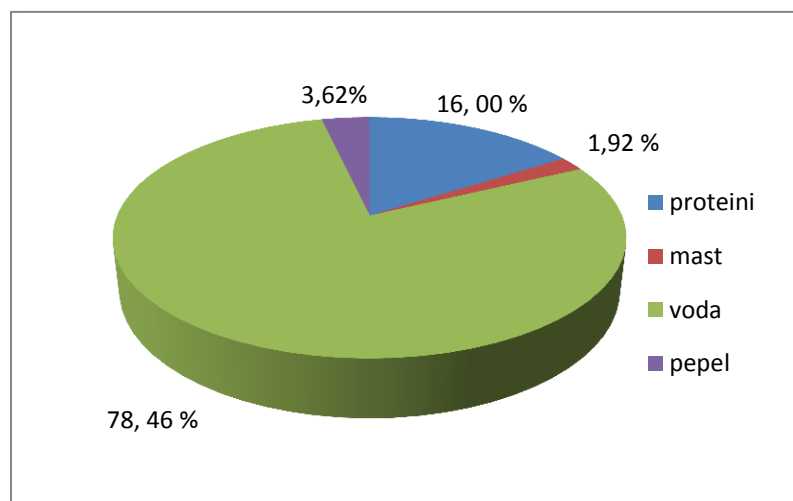
6.1.1. Promena osnovnog hemijskog sastava mesa brojlera tokom skladištenja

Zbog svog bogatog nutritivnog sastava meso generalno, pa samim tim i meso brojlera, predstavlja dobru podlogu za razmnožavanje mikroorganizama. Nutritivna vrednost mesa određena je njegovim hemijskim sastavom koji zavisi od mnogobrojnih faktora, kao što su starost i pol jedinke, ishrana i stepen uhranjenosti, provenijencija, način gajenja, zatim

anatomska regija koja se posmatra (Ristić i sar., 2008; Krischek i sar., 2011). U okviru ovog istraživanja, osnovni hemijski sastav mesa brojlera ispitivan je nultog i devetog dana skladištenja u cilju dobijanja podataka o promeni hemijskog sastava mesa brojlera tokom skladištenja. Dobijeni rezultati potvrđuju da belo meso brojlera karakteriše visok sadržaj proteina (16-17%) i vode (77- 78%) i nizak sadržaj masti (oko 2%). Osnovni hemijski sastav soljenog, odnosno mariniranog mesa brojlera na početku skladištenja prikazan je na Grafikonima 6.1 do 6.4.

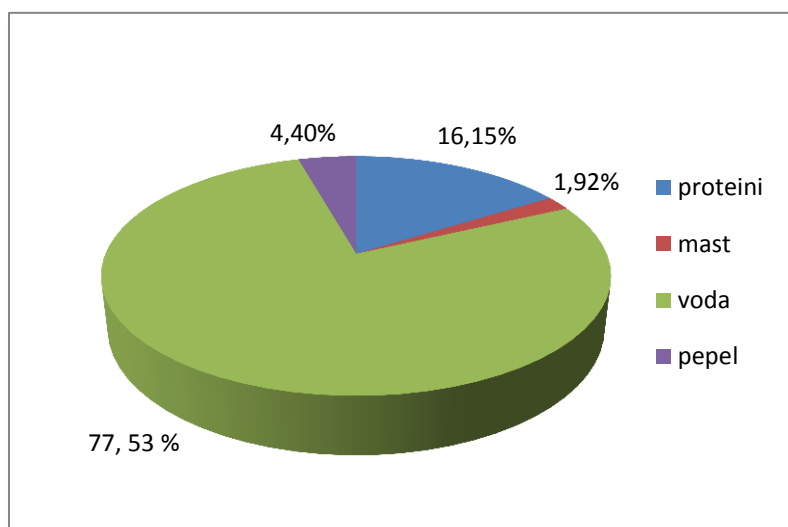


Grafikon 6.1 Osnovni hemijski sastav mesa brojlera na početku ispitivanja (I grupa)



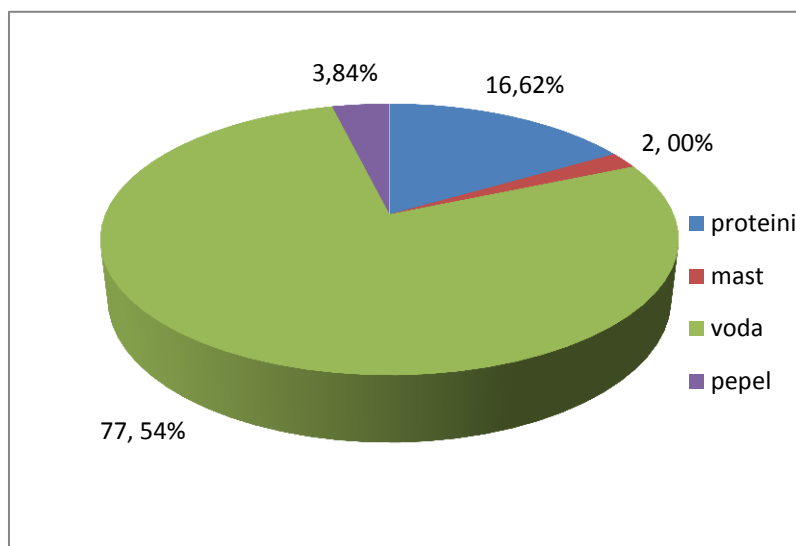
Grafikon 6.2 Osnovni hemijski sastav mesa brojlera na početku ispitivanja (II grupa)

Kao što je bilo očekivano, mariniranje nije uticalo na sadržaj proteina i masti u mesu brojlera, dok se sadržaj vode, pepela i soli statistički značajno razlikovao između ispitivanih grupa. Između četiri ispitivane grupe uzoraka na početku skladištenja nisu utvrđene statistički značajne razlike u prosečnom sadržaju proteina i prosečnom sadržaju masti ($p > 0,05$). Vrednosti prosečnog sadržaja proteina bile su od $16,33 \pm 0,51\%$ (I grupa) do $16,62 \pm 1,05\%$ (IV grupa), a prosečnog sadržaja masti od $1,92 \pm 0,20\%$ (I, II i III grupa) do $2,00 \pm 0,31$ (IV grupa).



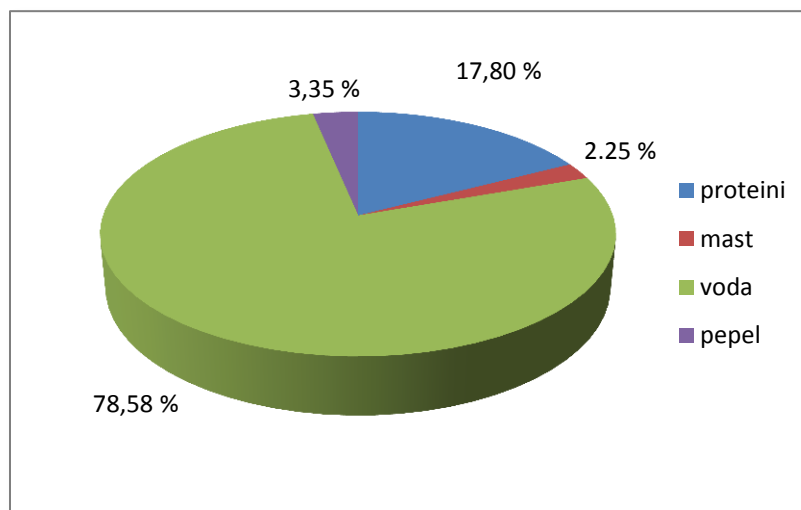
Grafikon 6.3 Osnovni hemijski sastav mesa brojlera na početku ispitivanja (III grupa)

Prosečan sadržaj vode u mesu brojlera na početku skladištenja statistički se značajno razlikovao između mesa brojlera I grupe gde je sadržaj vode bio najveći i mesa brojlera III grupe ($p < 0,05$), odnosno IV grupe ($p < 0,01$) gde je prosečan sadržaj vode bio najmanji. Najveći prosečan sadržaj soli na početku skladištenja utvrđen je u uzorcima III grupe i bio je statistički značajno veći ($p < 0,01$) od prosečnog sadržaja soli u preostale tri ispitivane grupe uzoraka.



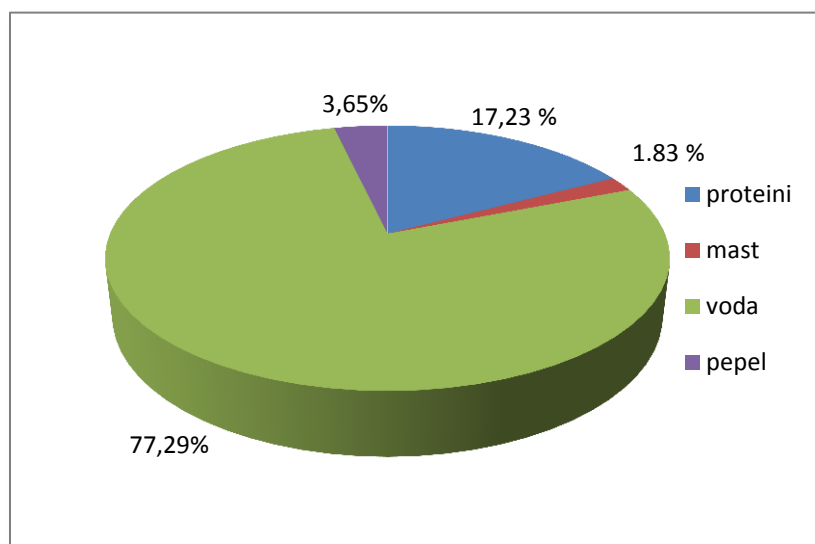
Grafikon 6.4 Osnovni hemijski sastav mesa brojlera na početku ispitivanja (IV grupa)

Prosečan hemijski sastav soljenog, odnosno mariniranog mesa brojlera na kraju skladištenja prikazan je na Grafikonima 6.5 do 6.8. Na kraju skladištenja, prosečan sadržaj vode u mesu brojlera sve četiri ispitivane grupe nije se statistički značajno razlikovao ($p > 0,05$), ali je utvrđeno da je sadržaj vode u ispitivanim uzorcima bio za oko 1% manji u odnosu na početak skladištenja, što bi moglo biti razlog promene sadržaja drugih praćenih parametara osnovnog hemijskog sastava tokom skladištenja.



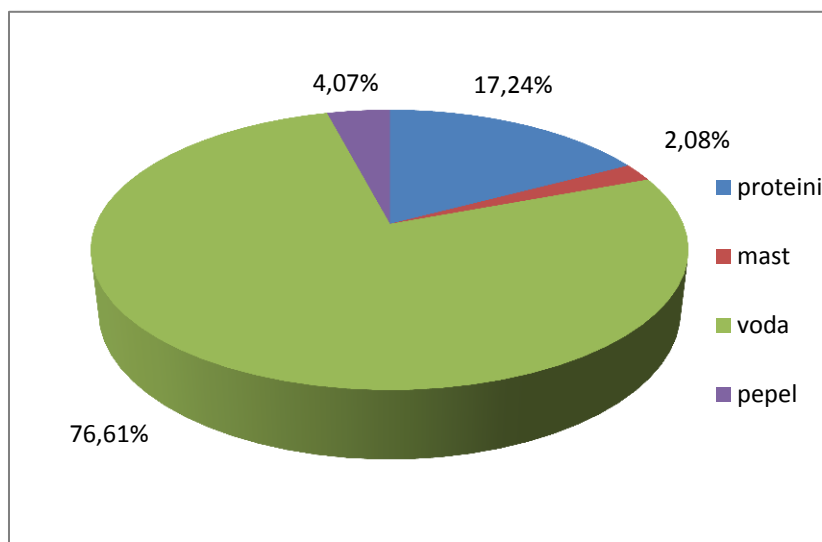
Grafikon 6.5 Osnovni hemijski sastav mesa brojlera na kraju ispitivanja (I grupa)

Tokom skladištenja nije došlo do statistički značajnih promena u sadržaju masti, sa izuzetkom IV grupe uzoraka, gde je devetog dana skladištenja prosečan sadržaj masti bio statistički značajno veći ($p < 0,01$) od prosečnog sadržaja masti na početku skladištenja. Prosečan sadržaj proteina je na kraju skladištenja bio statistički značajno veći ($p < 0,001$; $p < 0,01$) u sve četiri ispitivane grupe u odnosu na početak skladištenja, a vrednosti su bile od $17,23 \pm 0,11\%$ (II grupa) do $17,96 \pm 0,52\%$ (IV grupa). Prosečan sadržaj proteina u uzorcima IV grupe devetog dana skladištenja bio je statistički značajno veći ($p < 0,05$) od prosečnog sadržaja proteina u uzorcima II i III grupe, ali ne i u odnosu na kontrolu (I grupa). Prosečan sadržaj pepela tokom skladištenja bio je najveći u uzorcima III grupe i statistički se značajno razlikovao ($p < 0,01$) od prosečnog sadržaja pepela u preostale tri ispitivane grupe.

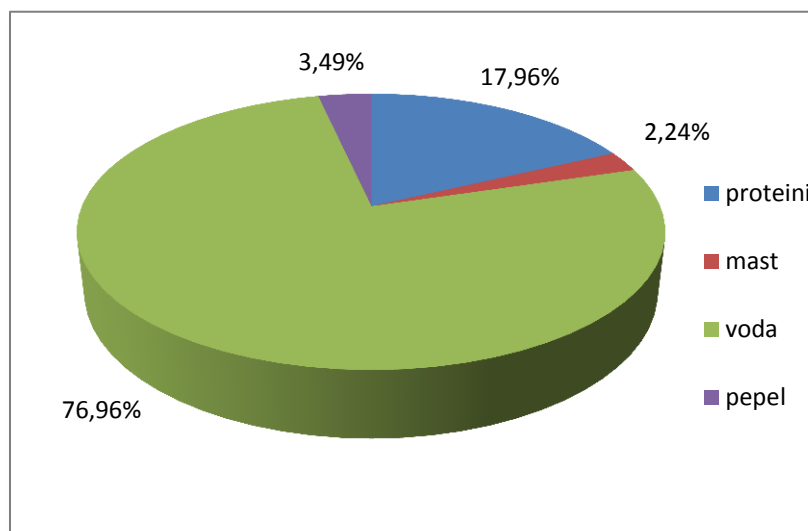


Grafikon 6.6 Osnovni hemijski sastav mesa brojlera na kraju ispitivanja (II grupa)

Prosečan sadržaj soli devetog dana skladištenja bio je statistički značajno manji u uzorcima I i III grupe ($p < 0,001$), odnosno uzorcima IV grupe ($p < 0,01$), dok u uzorcima II grupe nije utvrđena statistički značajna razlika u sadržaju soli u odnosu na početak skladištenja ($p > 0,05$).



Grafikon 6.7 Osnovni hemijski sastav mesa brojlera na kraju ispitivanja (III grupa)



Grafikon 6.8 Osnovni hemijski sastav mesa brojlera na kraju ispitivanja (IV grupa)

6.1.2. Promena a_w vrednosti mesa brojlera tokom skladištenja

Podatak o aktivnosti vode (a_w) je značajan faktor održivosti namirnica i ukazuje na količinu "slobodne" vode u namirnici koja je dostupna mikroorganizmima. Obzirom da je a_w vrednost izračunata na osnovu sadržaja vode i soli u mesu, promena sadržaja vode i soli tokom skladištenja odrazila se i na promenu a_w vrednosti u ispitivanim uzorcima mesa brojlera. Tako je na početku skladištenja a_w vrednost u ispitivanim uzorcima bila je $0,9819 \pm 0,0004$ u uzorcima I grupe, $0,9823 \pm 0,0006$ u uzorcima II grupe, $0,9762 \pm 0,0007$ u uzorcima III grupe i $0,9803 \pm 0,0011$ u uzorcima IV grupe. Najmanja a_w vrednost na početku skladištenja zabeležena je u uzorcima III grupe i ova vrednost je bila statistički značajno manja od a_w vrednosti preostale tri grupe. Osim u uzorcima II grupe, gde se a_w vrednost tokom devet dana nije statistički značajno menjala, u uzorcima preostale tri ispitivane grupe a_w vrednost je tokom skladištenja rasla i bila je statistički značajno veća ($p < 0,001$) od a_w vrednosti u istim uzorcima na početku skladištenja, što je u vezu sa sadržajem soli u uzorcima I, III i IV grupe koji se tokom skladištenja smanjio. Devetog dana skladištenja a_w vrednost je bila $0,9843 \pm 0,0009$ u uzorcima I grupe, $0,9819 \pm 0,0006$ u uzorcima II grupe, $0,9789 \pm 0,0009$ u uzorcima III grupe i $0,9830 \pm 0,0009$ u uzorcima IV grupe. Na kraju skladištenja ponovo je najniža a_w vrednost bila u uzorcima III grupe i bila je statistički značajno manja od a_w vrednosti u preostale tri grupe. Poznato je da smanjenje a_w vrednosti mesa zavisi od količine dodate soli i sadržaja masti u mesu. Kako meso grudi brojlera karakteriše nizak sadržaj masti, može se smatrati da dodavanje soli i drugih aditiva u cilju snižavanja a_w vrednosti u mesu ima ograničen potencijal. Leistner i Karan- Đurđić (1970) su takođe utvrdili da se dodavanjem 1% natrijum- citrata potencira efekat kuhinjske soli u smislu smanjenja a_w vrednosti u mesu. Dobijeni rezultati ispitivanja a_w vrednosti u saglasnosti su i sa rezultatima Petracci i sar. (2012) koji su utvrdili da se kombinacijom kuhinjske soli i polifosfata postiže određeni stepen smanjenja a_w vrednosti u mesu brojlera, ali ne u meri koja bi imala značajniji uticaj na rast mikroorganizama, jer su utvrđene a_w vrednosti nakon tretmana bile iznad 0,98. *Salmonelle* preživljavaju u namirnicama u kojima je $a_w \geq 0,94$, dok se optimalna a_w vrednost za rast *Salmonella* vrsta, kao i većine drugih

mikroorganizama kreće u opsegu od 0,98 do 0,99 kolika je utvrđena i u soljenom, odnosno mariniranom mesu brojlera koje je bilo predmet ovog istraživanja. Na osnovu dobijenih rezultata možemo smatrati da a_w vrednost ne predstavlja ograničavajući faktor za rast mikroorganizama u toku skladištenja soljenog, odnosno mariniranog mesa brojlera. Iz toga sledi, da bi naredna istraživanja trebalo usmeriti i ka ispitivanju nekih od faktora, koji dovode do značajnijeg smanjenja a_w vrednosti, i koji bi na taj način uticali na održivost mariniranog mesa brojlera, a sa druge strane, ne bi umanjili njegov kvalitet, odnosno koji pre svega ne bi uticali na poželjne senzorne karakteristike proizvoda.

6.2. MIKROBIOLOŠKI STATUS MESA BROJLERA

Mikrobiološki status mesa, značajan je sa aspekta nastanka mikrobiološkog kvara (kvaliteta gotovog proizvoda) i prisustva patogenih vrsta koje mogu dovesti do alimentarnih trovanja kod ljudi. Dominantna populacija bakterija na trupovima brojlera je uglavnom stalna i čine je saprofitne vrste, dok zastupljenost patogenih vrsta može da varira i zavisi od zdravstvenog statusa brojlera namenjenih za klanje i primenjene higijenske prakse u toku klanja i obrade trupova. Koji će deo mikroflora rasti u proizvodu, određeno je parametrima koji su vezani, kako za sam proces proizvodnje, tako i za uslove čuvanja i pakovanja. Prisustvo i promena broja određenih grupa mikroorganizama često se uzima kao jedan od parametara održivosti mesa i proizvoda od mesa (Carveny i sar., 2009). Kao parametri u oceni procesne higijene, predviđanju kvaliteta proizvoda u toku skladištenja i određivanju održivosti mesa i proizvoda od mesa, najčešće se ispituju sledeći mikrobiološki parametri: ukupan broj bakterija, broj psihrotrofnih bakterija, broj enterobakterija, broj mikrokoka, broj enterokoka, broj *Brochotrix thermosphacta*, broj *Pseudomonas* spp, broj bakterija mlečne kiseline i/ili broj kvasaca i plesni (Capita i sar., 2001, 2002; Álvarez- Astorga i sar., 2002; Alonso- Calleja i sar., 2004). Meso brojlera može da sadrži veći broj mikroorganizama u odnosu na druge vrste namirnica. Iz tog razloga je meso brojlera hrana podložna kvaru, koji nastaje za 4 do 10 dana od klanja iako se meso skladišti pri niskim temperaturama (Marenzi, 1986). Kozačinski i sar. (2012) su utvrdili da je sveže meso

brojlera skladišteno pri 4°C održivo šest dana. Surmei i Usturoi (2012) takođe navode da je sveže meso brojlera skladišteno pri temperaturi 1,7°C održivo šest dana. Pri kom broju mikroorganizama nastaje kvar mesa teško je precizirati, ali se vrednost od 10^7 CFU/g mesa generalno smatra graničnom (Jay, 2005; ICMSF, 1986). Obzirom da podatak o ukupnom broju bakterija ne ukazuje na specifične mikroorganizme kvara (ili patogene) smatra se da ne može biti jedini mikrobiološki parametar koji se koristi pri oceni održivosti mesa i proizvoda od mesa kao ni pri oceni njihove mikrobiološke bezbednosti. Kada je reč o poluproizvodima od mesa brojlera, kakvo je marinirano meso brojlera, jedini zahtev propisan Regulativom EU 1441/2007 i Pravilnikom o opštim i posebnim uslovima higijene hrane u bilo kojoj fazi proizvodnje, prerade i prometa ("Sl. glasnik RS", br. 72/2010), u smislu mikrobiološke bezbednosti proizvoda, je odsustvo *Salmonella* spp. za vreme predviđenog roka trajanja. Ocena procesne higijene proizvodnje poluproizvoda od mesa zasniva se na utvrđivanju prisustva i broja *E. coli* koja se u ovom slučaju ispituje kao pokazatelj fekalne kontaminacije mesa.

6.2.1. Mikrobiološki status mesa brojlera tokom skladištenja

Marinirano meso brojlera može da sadrži značajno veći broj mikroorganizama u odnosu na druge proizvode od mesa brojlera. Razlog ovome je manipulacija mesom u toku rasecanja i samog procesa mariniranja. Takođe, način mariniranja i sastojci marinade mogu da utiču na nivo kontaminacije i rast mikroorganizama. U industriji mesa, natrijum- tripolifosfat i natrijum- citrat se primarno ne koriste kao antimikrobna sredstva, ali su istraživanja pokazala da ispoljavaju određeni bakteriostatski efekat (Long i sar., 2011; Buňková i sar., 2008; Feiner, 2006; Lampila i Godber, 2002; Molins, 1991; Molins i sar., 1985; Sofos, 1986; Tompkin, 1984; Lee i sar. 2002, Sallam i sar., 2007; Vareltsis i sar. 1997; Milillo i Ricke, 2010). Ipak, potrebno je istaći da se poređenja između različitih istraživanja moraju uzeti sa rezervom jer efikasnost postupka mariniranja zavisi od mnogobrojnih faktora kao što su vrsta uzorka i faktori koji mogu uticati na ishod ispitivanja (vreme mariniranja,

temperatura, primenjene tehnike mariniranja, vrsta i koncentracija dodatih aditiva) (Kemp i sar., 2000; Capita i sar., 2002a, 2003; Kanellos i Burriel, 2005; Mehyar i sar., 2005; Okolocha i Ellerbroek, 2005).

6.2.1.1. Promena broja bakterija *Salmonella* spp. u mesu brojlera tokom skladištenja

Danas se u industriji mesa koristi preko 30 različitih jedinjenja fosfata koji se razlikuju po svojim fizičko- hemijskim osobinama i efektima koje ispoljavaju. Utvrđeno je da efekti fosfata u velikoj meri zavise od dužine lanca molekula fosfata. Natrijum- tripolifosfat u vodenom rastvoru, pokazao je određeni inhibitorni efekat na bakterije u mesu brojlera (Vareltzis i sar., 1997). Hwand i sar. (1995) su nakon ispitivanja uticaja nekoliko različitih hemijskih sredstava na preživljavanje patogenih i mikroorganizama uzročnika kvara na trupovima brojlera zaključili da tretman trupova 10% rastvorom STPP ne dovodi do značajnije redukcije *Salmonella* vrsta u poređenju sa ispiranjem trupova vodom za piće. Ispitivanjima antimikrobnog efekta natrijum- citrata utvrđeno je da natrijum- citrat ispoljava antimikrobno delovanje na gram- pozitivne bakterije, pre svega *Staphylococcus aureus*, ali je efekat na gram- negativne bakterije slabo izražen i ispoljen je kada se koristi u kombinaciji sa drugim aditivima (Lee i sar., 2002). Ryu i sar. (2010) su ispitivali antimikrobni efekat natrijum- citrata na patogene bakterije koje se prenose hranom (*Salmonella* Typhimurium, *Escherichia coli* O157:H7, *Listeria monocytogenes*) i zaključili da natrijum- citrat u koncentraciji 1% i 2% ne ispoljava inhibitorni efekat na ispitivane patogene bakterije. Milillo i Ricke (2010) su ispitivali uticaj različitih soli organskih kiselina na preživljavanje *S. Typhimurium* u pilećem mesnom soku i utvrdili da za natrijum- citrat i natrijum- laktat minimalna inhibitorna koncentracija iznosi 1,25% pri temperaturama od 37 i 42°C.

U okviru našeg istraživanja, na početku skladištenja prosečan broj *Salmonella* vrsta u mesu brojlera bio je $3,37 \pm 0,55$ log CFU/g u I grupi, $3,65 \pm 0,39$ log CFU/g u II grupi, $3,64 \pm 0,35$

log CFU/g u III grupi i $3,50 \pm 0,36$ log CFU/g u IV grupi. Nultog dana skladištenja, odnosno nakon četiri sata mariniranja, nisu utvrđene statistički značajne razlike prosečnog broja *Salmonella* vrsta između ispitivanih grupa. Tokom skladištenja broj *Salmonella* vrsta u sve četiri grupe je rastao, ali se dinamika rasta razlikovala između grupa i dana skladištenja. Do trećeg dana skladištenja, u uzorcima II, III i IV grupe prosečan broj *Salmonella* vrsta nije se statistički značajno razlikovao u odnosu na nulti dan, dok u uzorcima I grupe statistički značajna razlika broja *Salmonella* vrsta nije utvrđena sve do šestog dana skladištenja. Šestog dana skladištenja prosečan broj *Salmonella* vrsta bio je statistički značajno veći u uzorcima II, III i IV grupe u odnosu na nulti i treći dan skladištenja. Ipak, posmatrajući rezultate broja *Salmonella* vrsta do šestog dana skladištenja može se zapaziti da je njihov broj u uzorcima I i III grupe bio na približno istom nivou (oko 3,5 log CFU/g), dok je u uzorcima II i IV grupe od trećeg do šestog dana skladištenja zabeležen porast za oko 1 log CFU/g. Sličan nalaz bio je u istraživanju Ryu i sar. (2010) koji su utvrdili da se broj *Salmonella* Typhimurium u usitnjenom goveđem mesu tretiranom rastvorom natrijum-citrata tokom pet dana skladištenja kreće oko 3,5 log CFU/g. Ovi autori ističu da je za značajniju redukciju broja salmonela potrebna koncentracija od najmanje 4,8% natrijum-citrata. Na kraju skladištenja prosečan broj *Salmonella* vrsta u sve četiri ispitivane grupe bio je statistički značajno veći u odnosu na broj *Salmonella* vrsta utvrđen u drugim danima poređenja. Devetog dana skladištenja prosečan broj *Salmonella* vrsta bio je $5,91 \pm 0,32$ log CFU/g u I grupi, $5,62 \pm 0,48$ log CFU/g u II grupi, $6,18 \pm 0,55$ log CFU/g u III grupi i $5,44 \pm 0,29$ log CFU/g u IV grupi uzoraka. U uzorcima III grupe devetog dana skladištenja zabeležen je najveći broj *Salmonella* vrsta i bio je statistički značajno veći ($p < 0,05$) od prosečnog broja *Salmonella* vrsta u uzorcima IV grupe, ali ne i od prosečnog broja *Salmonella* vrsta u preostale dve ispitivane grupe ($p > 0,05$). Salmonele dobro koriste citrat kao izvor ugljenika, pa bi značajniji porast broja *Salmonella* spp. u uzorcima III grupe poslednjeg dana skladištenja mogao biti opravdan upravo ovom činjenicom. Rezultati ukazuju da mariniranje utiče na rast *Salmonella* vrsta u mesu brojlera. Tokom prvih šest dana skladištenja broj *Salmonella* vrsta u soljenom, odnosno mariniranom mesu brojlera ima blag porast, pri čemu soljenje i tretman natrijum- citratom izgleda da produžavaju lag fazu, dok je tretman fosfatima skraćuje. Niže vrednosti broja *Salmonella* vrsta tokom prvih

dana skladištenja verovatno su posledica njihovog prilagođavanja na uslove sredine usled čega se njihovo razmnožavanje usporava, a nakon adaptacije razmnožavanje se nastavlja. Nakon šest dana skladištenja porast broja *Salmonella* vrsta bio je intenzivniji u svim ispitivanim grupama i dostigao je vrednosti oko 6 log CFU/g.

6.2.1.2. Promena ukupnog broja bakterija u mesu brojlera tokom skladištenja

Ukupan broj bakterija u mesu određuje njegov higijenski status i najčešće je jedan od parametara koji određuje održivosti mesa. Iako većina proizvođača pri oceni održivosti pilećeg mesa ispituje ukupan broj bakterija u/na mesu, neki ovakav pristup smatraju pogrešnim i ističu da podatak o ukupnom broju bakterija ne daje informaciju o bakterijama koje u stvari dovode do kvara mesa. Već je pomenuto, da se vrednost ukupnog broja bakterija od $10^7/\text{cm}^2$ ili g mesa smatra graničnom vrednošću za ocenu kvara mesa. Da ovaj broj ne mora uvek da bude u korelaciji sa senzornim promenama nastalim u mesu tokom skladištenja, ali i drugim parametrima koji ukazuju na kvar pokazalo je i ovo istraživanje. U odnosu na broj *Salmonella* vrsta, ukupan broj bakterija u soljenom, odnosno mariniranom mesu brojlera intenzivno je rastao od prvog do poslednjeg dana skladištenja. Vrednosti ukupnog broja bakterija utvrđene u sve četiri ispitivane grupe uzoraka već na početku skladištenja prelazile su limit od 5,7 log CFU/g preporučen za marinirano pileće meso (AFNOR, 2004). Jasno da je naknadna kontaminacija salmonelama doprinela povećanju inicijalnog ukupnog broja bakterija, ali i inicijalnog ukupnog broja enterobakterija. Na početku skladištenja, ukupan broj bakterija bio je $6,11 \pm 0,44$ log CFU/g u I grupi, u II grupi fileta $5,68 \pm 0,35$ log CFU/g, u III grupi fileta $6,73 \pm 0,31$ log CFU/g i u IV grupi fileta $5,82 \pm 0,30$ log CFU/g. Na samom početku ispitivanja najveći ukupan broj bakterija zabeležen je u uzorcima III grupe i bio je statistički značajno veći u odnosu na ukupan broj bakterija u uzorcima I grupe ($p < 0,05$) i IV grupe ($p < 0,01$). U svim grupama uzoraka u toku skladištenja je došlo do statistički značajnog porasta ukupnog broja bakterija. Nakon devet dana skladištenja, u uzorcima sve četiri ispitivane grupe, vrednosti ukupnog broja bakterija

bile su preko 10 log CFU/g i nisu se statistički značajno razlikovale ($p > 0,05$). Steinhauserová i sar. (2012) su u cilju procene uticaja manipulacije i uslova skladištenja na održivost proizvoda od mesa brojlera spremnih za toplotnu obradu, kvalitet i bezbednost istih, ispitali njihov mikrobiološki status. Rezultati ovog istraživanja su pokazali da marinirano meso brojlera ima statistički značajno veći ukupan broj bakterija, ukupan broj psihrotrofnih bakterija, ukupan broj bakterija mlečne kiseline, ukupan broj koliformnih bakterija i *E. coli*, u odnosu na druge ispitivane proizvode i potvrdili činjenicu da marinirano pileće meso sadrži veći ukupan broj bakterija u odnosu na nemarinirano meso brojlera i druge proizvode od mesa brojlera. Susiluoto i sar. (2002) su ispitivali mikrobiološki status mariniranog pilećeg mesa poslednjeg dana održivosti. Ispitano je sedam različito mariniranih proizvoda skladištenih 7- 9 dana pri 6°C. Prosečan ukupan broj bakterija na kraju održivosti ovih proizvoda bio je $2,3 \times 10^8$ CFU/g. Slično, u ispitivanju Björkroth i sar. (2005a) ukupan broj bakterija u mariniranom pilećem mesu u trenutku kada je utvrđen kvar bio je $1,1 \times 10^9$ CFU/g. Utvrđeno je da tretiranje trupova rastvorom STPP smanjuje ukupan broj bakterija na trupovima brojlera skladištenim 10 dana pri 4°C (Vareltzis i sar., 1997). U okviru našeg istraživanja, nultog dana skladištenja vrednosti ukupnog broja bakterija u uzorcima II i IV grupe bile su niže u odnosu na ukupan broj bakterija u uzorcima I i III grupe, ali su od trećeg do devetog dana skladištenja bile veće od ukupnog broja bakterija u uzorcima I i III grupe. Ceylan i Marsden (2002) su utvrdili da natrijum- citrat ne utiče na smanjenje ukupnog broja bakterija u mesu. Oni su ispitivali ukupan broj bakterija u usitnjenom goveđem mesu tretiranom 1% rastvorom natrijum- citrata i zaključili da natrijum- citrat ne dovodi do inhibicije ili redukcije ukupnog broja bakterija, zapravo, nakon pet dana skladištenja ukupan broj bakterija u mesu tretiranom 1% rastvorom natrijum- citrata prelazi vrednost od 7 log CFU/g. Shodno povećanom broju bakterija na početku skladištenja, ukupan broj bakterija u soljenom, odnosno mariniranom mesu brojlera je tokom skladištenja intenzivno rastao, što navodi na zaključak da mariniranje mesa brojlera u rastvorima kuhinjske soli, fosfata i/ili citrata ne utiče na smanjenje ukupnog broja bakterija u mesu već favorizuje njihovo razmnožavanje.

6.2.1.3. Promena ukupnog broja enterobakterija u mesu brojlera tokom skladištenja

Prisustvo enterobakterija na/u mesu primarno se ispituje u cilju procene opšteg higijenskog statusa mesa i proizvoda od mesa. Utvrđeno je da enterobakterije mogu da učestvuju u nastanku kvara mesa, pa tako Säde i sar. (2013) preporučuju da se broj enterobakterija koristi kao model u proceni održivosti mesa. Podaci iz dostupne literature ukazuju da pH mesa i uslovi skladištenja i pakovanja utiču kako na rast, tako i na zastupljenost različitih vrsta enterobakterija u mariniranom mesu, ali i na njihov potencijal da izazovu kvar mesa (Borch i sar., 1996; Doulgeraki i sar., 2012; Stanbridge i Davies, 1998). Neke od enterobakterija su od interesa za javno zdravlje dok druge imaju komercijalni značaj zbog sposobnosti da izazovu kvar mesa za vreme skladištenja pri temperaturama frižidera. Prema nalazima Nieminen i sar. (2012) i Smolander i sar. (2004) broj enterobakterija za vreme skladištenja mesa pri temperaturama frižidera često prelazi 10^6 CFU/g. Iako enterobakterije najčešće ne čine dominantnu populaciju bakterija u mesu (Björkroth i sar., 2005; Nieminen i sar., 2012; Smolander i sar., 2004), kada se njihov broj približi vrednosti 10^7 CFU/g može se smatrati da je prisustvo enterobakterija uzrok kvara mesa (Samelis, 2006; Stanbridge i Davies, 1998).

Na početku skladištenja, prosečan ukupan broj enterobakterija u mesu brojlera bio je $4,48 \pm 0,54$ log CFU/g u I grupi, $4,81 \pm 0,22$ log CFU/g u II grupi, $4,34 \pm 0,36$ log CFU/g u III grupi i $4,33 \pm 0,39$ log CFU/g. Ukupan broj enterobakterija se nakon četiri sata mariniranja nije statistički značajno razlikovao između ispitivanih grupa. Nakon devet dana skladištenja, prosečan ukupan broj enterobakterija u mesu brojlera dostigao je visoke vrednosti i bio je $9,33 \pm 0,35$ log CFU/g u I grupi, $9,65 \pm 0,57$ log CFU/g u II grupi, $10,14 \pm 0,44$ log CFU/g u III grupi i $10,23 \pm 0,32$ u IV grupi. Najniža vrednost ukupnog broja enterobakterija utvrđena je u uzorcima I grupe i ova vrednost je bila statistički značajno manja u odnosu na ukupan broj enterobakterija u filetima III ($p < 0,05$) i IV grupe ($p < 0,01$). Na osnovu dobijenih rezultata može se zaključiti da su enterobakterije bile uzrok kvara ispitivanog mesa brojlera.

6.2.1.4. Promena ukupnog broja psihrotrofnih bakterija u mesu brojlera tokom skladištenja

Psihrotrofne bakterije su glavni uzrok kvara pilećeg mesa skladištenog pri temperaturama frižidera (Russell, 2009). Vrednosti broja psihrotrofnih bakterija na pilećim trupovima neposredno nakon obrade obično su male, a tokom skladištenja postepeno rastu. Prema navodima Smaoui i sar. (2011) gram- negativne psihrotrofne bakterije su glavni uzrok kvara mariniranog mesa brojlera skladištenog u aerobnim uslovima. Isti autori navode da broj psihrotrofnih bakterija u vreme nastanka kvara mariniranog mesa brojlera ima vrednost oko 5×10^5 CFU/g. Prosečan ukupan broj psihrotrofnih bakterija u uzorcima soljenog, odnosno mariniranog mesa brojlera na početku skladištenja bio je $4,12 \pm 0,43$ log CFU/g u I grupi, $3,12 \pm 0,21$ log CFU/g u II grupi, $3,98 \pm 0,46$ log CFU/g u III grupi i $4,00 \pm 0,52$ log CFU/g u IV grupi. Već trećeg dana skladištenja vrednosti ukupnog broja psihrotrofnih bakterija u uzorcima sve četiri ispitivane grupe prelazile su vrednost od 5×10^5 CFU/g. Na kraju skladištenja ukupan broj psihrotrofnih bakterija dostigao je visoke vrednosti i to $8,31 \pm 0,39$ log CFU/g u I grupi, $8,99 \pm 0,40$ log CFU/g u II grupi, $9,04 \pm 0,53$ log CFU/g u III grupi i $9,06 \pm 0,52$ log CFU/g u IV grupi. Poslednjeg dana skladištenja najniža vrednost ukupnog broja psihrotrofnih bakterija zabeležena je u uzorcima kontrolne grupe mesa brojlera i ova vrednost je bila statistički značajno manja ($p < 0,05$) u odnosu na prosečan ukupan broj psihrotrofnih bakterija u uzorcima IV grupe. Iako su Hwand i sar. (1995) nakon tretmana 10% rastvorom STPP utvrdili smanjenje broja psihrotrofnih bakterija na trupovima brojlera, naše ispitivanje nije potvrdilo ovaj nalaz, verovatno usled korišćenja znatno niže koncentracije STPP (1% i 2%).

6.3. PROMENA SADRŽAJA UKUPNO ISPARLJIVOG AZOTA I pH VREDNOSTI U MESU BROJLERA TOKOM SKLADIŠTENJA

6.3.1. Promena sadržaja ukupno isparljivog azota u mesu brojlera tokom skladištenja

Određivanje sadržaja ukupno isparljivog azota (TVB- N) je široko primenjivan hemijski metod za ispitivanje svežine ribe i plodova mora, a sve češće se koristi kao pokazatelj svežine drugih vrsta mesa, naročito mesa brojlera. Sadržaj ukupno isparljivog azota je povezan sa aktivnošću bakterijskih dekarboksilaza u toku skladištenja mesa, pa se često povećanje sadržaja TVB- N dovodi u vezu sa povećanjem broja mikroorganizama u mesu. Kod nas ne postoji zakonska regulativa koja određuje granične vrednosti TVB- N za određivanje svežine pilećeg mesa, ali se u literaturi nalaze preporučene vrednosti. Tako Balamastia i sar. (2007) za ocenu svežine mesa brojlera preporučuju vrednost od 40 mg N/100g mesa, dok AFNOR standard NF- V 01-003, za marinirano meso brojlera preporučuje vrednost od 60 mg N/100g mesa. Nakon ispitivanja uticaja STPP na održivost goveđeg mesa Abd El- Rhman i sar. (1998) su zaključili da STPP redukuje stvaranje TVB- N tokom skladištenja i da između sadržaja TVB- N u uzorcima tretiranim sa 1% i 2% STPP ne postoje statistički značajne razlike. U istraživanju Samoui i sar. (2011) utvrđeno je da sadržaj ukupno isparljivog azota u mariniranom mesu brojlera devetog dana skladištenja prelazi vrednost od 60 mg N/100g mesa. U okviru našeg istraživanja sadržaj ukupno isparljivog azota u ispitivanim uzorcima mesa brojlera na početku skladištenja bio je $24,50 \pm 0,98$ mg N/ 100g (I grupa), $22,82 \pm 0,39$ mg N/100g (II grupa), $20,44 \pm 1,35$ mg N/100g (III grupa) i $21,75 \pm 0,23$ mg N/100g (IV grupa). Tokom skladištenja sadržaj ukupno isparljivog azota u ispitivanim uzorcima je rastao i devetog dana dostigao je vrednosti od $37,57 \pm 0,4$ mg N/100g (I grupa), $52,78 \pm 6,19$ mg N/100g (II grupa), $57,11 \pm 10,22$ mg N/100g (III grupa) i $51,75 \pm 9,05$ mg N/100g (IV grupa). Iz prikazanih rezultata se vidi da je sadržaj ukupno isparljivog azota do devetog dana skladištenja jedino u uzorcima I grupe bio ispod preporučene granične vrednosti od 40 mg N/100g, dok je u preostale tri ispitivane grupe uzoraka sadržaj TVB- N bio skoro 60 mg N/100g mesa koliki je i limit preporučen

od strane AFNOR-a. Kako su devetog dana promene u mirisa mesa evidentno ukazivale na kvar, može se smatrati da je vrednost od 40 mg N/100g preporučena za sveže meso brojlera prihvatljiva i za ocenu svežine mariniranog mesa brojlera.

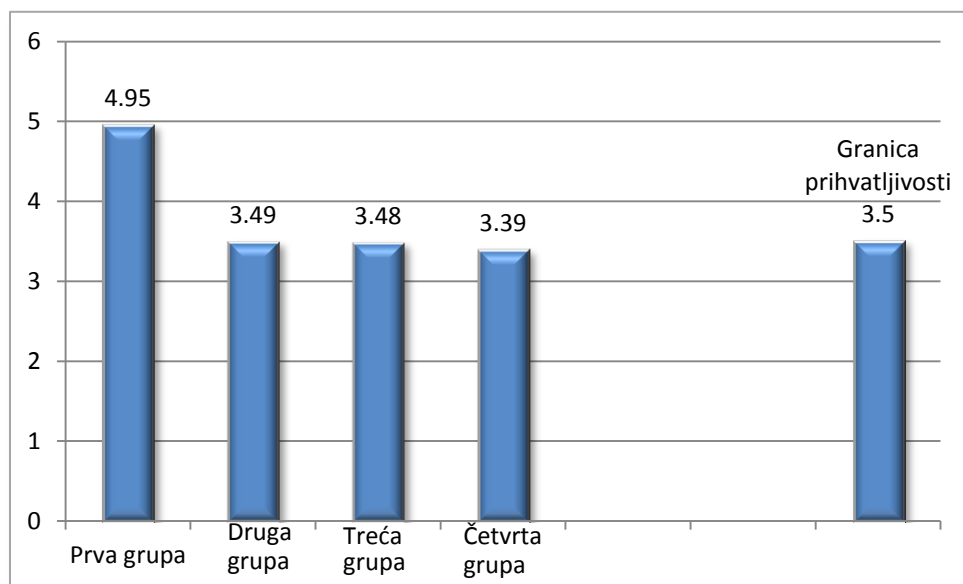
6.3.2. Promena pH vrednosti mesa brojlera tokom skladištenja

U okviru ovog istraživanja pH vrednost mesa brojlera ispitivana je kao parametar kvaliteta mesa, ali i kao parametar koji određuje uslove za rast i razmnožavanje mikroorganizama u mesu. Meso dobrog kvaliteta ima pH vrednost oko 6,2, dok se pri vrednosti pH 6,7 meso smatra nejestivim (Surmei i Usturoi, 2012). Već na početku skladištenja, odnosno nakon četiri sata mariniranja, pH vrednost mesa se statistički značajno razlikovala ($p < 0,01$) između ispitivanih grupa. U uzorcima I grupe pH vrednost je bila $5,94 \pm 0,02$, u uzorcima II grupe $6,09 \pm 0,01$, u uzorcima III grupe $6,04 \pm 0,01$ i u uzorcima IV grupe $6,25 \pm 0,03$. Vrednost pH u uzorcima II, III i IV grupe bila je statistički značajno veća ($p < 0,1$) u odnosu na pH vrednost uzoraka I grupe. Najveća pH vrednost izmerena je u uzorcima IV grupe i bila je statistički značajno veća ($p < 0,01$) od pH vrednosti u preostale tri ispitivane grupe. Vrednosti pH su tokom devet dana skladištenja postepeno rasle u sve četiri grupe uzoraka. Tokom skladištenja u mesu dolazi do promena u pogledu kvaliteta, a jedna od tih promena je i povećanje pH vrednosti mesa. Rast pH vrednosti mesa posledica je proteolitičkih procesa nastalih u mesu kao rezultat aktivnosti mikroorganizama, ali i nativnih enzima mesa koji ostaju aktivni tokom skladištenja. U ovim procesima dolazi do stvaranja baznih jedinjenja (amonijak, trimetilamin, dimetilamin) koja pH vrednost mesa pomeraju ka neutralnom. Zapaženo je da su vrednosti pH u sve četiri grupe uzoraka do trećeg dana skladištenja bile relativno stabilne, nakon čega su počele postepeno da rastu. Devetog dana pH vrednost mesa bila je $6,38 \pm 0,01$ u uzorcima I grupe, $6,45 \pm 0,03$ u uzorcima II grupe, $6,28 \pm 0,05$ u uzorcima III grupe i $6,58 \pm 0,08$ u uzorcima IV grupe. Tokom svih dana skladištenja pH vrednost uzoraka IV grupe bila je veća u odnosu na pH vrednost preostale tri grupe. Da upotreba alkalnih fosfata i natrijum- citrata povećava pH vrednost mesa

potvrđuju i istraživanja drugih autora (Ergezer i Gokce, 2011; Petracci i sar., 2012; Bianchi i sar., 2009; Killefer i sar., 2004). Na osnovu rezultata ispitivanja pH vrednosti mesa brojlera može se zapaziti da je pH vrednost uzoraka I i III grupe tokom skladištenja bila niža u odnosu na pH vrednost uzoraka II i IV grupe, što se odrazilo i na broj mikroorganizama ispitivanih u okviru ovog istraživanja.

6.4. OCENA PRIHVATLJIVOSTI MIRISA MESA BROJLERA

Ispitivanje senzornih osobina jedan je od najčešće korišćenih načina da se utvrdi svežina mariniranog pilećeg mesa, jer se na brz i jednostavan način gotovo trenutno dobija informacija o kvalitetu proizvoda (Samoui i sar., 2011). Obzirom da su uzorci soljenog, odnosno mariniranog mesa brojlera bili inokulisani salmonelama senzorna ocena prihvatljivosti se zasnivala na ispitivanju mirisa mesa. Freeman i sar. (1976) su identifikovali 22 isparljive supstance koje su uzrok neprijatnog mirisa pokvarenog mesa brojlera, od čega se 15 smatra karakterističnim za kvar mesa brojlera skladištenog u aerobnim uslovima. Nadalje, od ukupno 15 identifikovanih supstanci devet je prisutno u uzorcima pokvarenog mesa skladištenog kako pri 2°C, tako i pri 10°C. Neke od njih su vodonik- sulfid, metil- merkaptan, dimetil- sulfid, dimetil- disulfid, metil- acetat, etil- acetat, heptadien, metanol i etanol. Utvrđeno je da ove supstance nastaju aktivnošću psihrotrofnih bakterija, pre svega *Pseudomonas* vrsta i bakterija iz rodova *Flavobacterium* i *Moraxella*. U završnoj fazi procesa kvara neprijatan miris mesa potiče od amonijaka i amonijaku sličnih jedinjenja nastalih usled proteolize. Devetog dana skladištenja na osnovu ocene ukupne prihvatljivosti mirisa mesa brojlera ustanovljen je kvar u sve četiri ispitivane grupe uzoraka, pri čemu su uzorci mariniranog mesa brojlera (II, III i IV grupa) dobili znatno nižu ocenu u odnosu na soljeno meso (Grafikon 6.9).



Grafikon 6.9. Prosečne senzorne ocene ukupne prihvatljivosti mesa brojlera

* * *

Ovo istraživanje je pokazalo da mariniranje utiče na promenu broja *Salmonella* vrsta u mesu brojlera, ali i na ostale mikrobiološke, hemijske i fizičko- hemijske parametre praćene u okviru ovog istraživanja. Broj bakterija *Salmonella* vrsta, ukupan broj bakterija, ukupan broj enterobakterija i ukupan broj psihrotrofnih bakterija u mesu brojlera sve četiri grupe tokom skladištenja je rastao, ali se dinamika rasta mikroorganizama razlikovala između grupa soljenog i mariniranog mesa brojlera, između različitih grupa mikroorganizama i između dana skladištenja. Jasno da je naknadna kontaminacija mesa salmonelama uticala na povećanje inicijalnog ukupnog broja bakterija i ukupnog broja enterobakterija u ispitivanom mesu brojlera. Za razliku od ukupnog broja bakterija, ukupnog broja enterobakterija i ukupnog broja psihrotrofnih bakterija čiji je broj tokom prvih šest dana skladištenja intenzivno rastao, broj *Salmonella* vrsta je tokom prvih šest dana skladištenja imao blagi porast u uzorcima II i IV grupe, dok je u uzorcima I i III grupe broj *Salmonella* vrsta bio sličan onom na početku skladištenja. Obzirom da je sadržaj soli u uzorcima III

grupe bio statistički značajno veći u odnosu na sadržaj soli u uzorcima I, II i IV grupe, što se odrazilo i na a_w vrednost, moguće da je to bio jedan od faktora koji je usporio razmnožavanje *Salmonella* vrsta u ovoj grupi uzoraka. Tokom prvih šest dana skladištenja najmanji broj *Salmonella* vrsta zabeležen je u uzorcima I grupe u kojima su i pH vrednosti bile niže u odnosu na pH vrednosti uzoraka II, III i IV grupe. Istovremeno, najveći broj *Salmonella* spp. bio je u uzorcima IV grupe u kojima su pH vrednosti bile više u odnosu na druge ispitivane grupe. Iz ovoga sledi da je pH vrednost mesa parametar koji određuje dinamiku razmnožavanja *Salmonella* vrsta u mariniranom mesu brojlera. Broj *Salmonella* vrsta u soljenom, odnosno mariniranom mesu brojlera tokom skladištenja je porastao za oko 2,5 log CFU/g, dok se broj drugih ispitivanih grupa mikroorganizama povećao za oko 4 log CFU/g. Ovo je posledica, sa jedne strane, manjeg inicijalnog broja *Salmonella* vrsta na početku skladištenja u odnosu na broj drugih ispitivanih grupa mikroorganizama, a sa druge evidentno sporijeg rasta *Salmonella* vrsta tokom prvih šest dana skladištenja.

Soljenje, odnosno mariniranje mesa brojlera uticalo je na smanjenje a_w vrednosti ispitivanih uzoraka, međutim ne u tolikoj meri da bi se a_w vrednost smatrala ograničavajućim faktorom za rast i razmnožavanje mikroorganizama u mariniranom mesu brojlera. Dobijeni podaci o sadržaju ukupno isparljivog azota u soljenom, odnosno mariniranom mesu brojlera pokazali su da mariniranje utiče na povećanje sadržaja ukupno isparljivog azota u mesu brojlera. Zapaženo je i da sadržaj ukupno isparljivog azota ne mora po pravilu da bude u korelaciji sa ukupnim brojem bakterija u mesu. Vrednosti sadržaja ukupno isparljivog azota u sve četiri grupe uzoraka bile su relativno stabilne do šestog dana skladištenja, iako su vrednosti ukupnog broja bakterija već trećeg dana skladištenja prelazile vrednost od 7 log CFU/g mesa koja je generalno prihvaćena kao granična za utvrđivanje kvara. Između šestog i devetog dana skladištenja sadržaj ukupno isparljivog azota se u uzorcima sve četiri grupe udvostručio, ali je u uzorcima I grupe bio ispod preporučenog limita od 40 mg N/100g, iako je vrednost ukupnog broja bakterija bila iznad 10 log CFU/g i nije se statistički značajno razlikovala od ukupnog broja bakterija u uzorcima mariniranog mesa brojlera. Ovaj podatak navodi na zaključak da sadržaj ukupno isparljivog azota ne zavisi samo od broja mikroorganizama već i od intenziteta njihove aktivnosti u mesu, odnosno od intenziteta

biohemijskih promena u mesu tokom skladištenja. Pored toga, ovim istraživanjem je utvrđeno da se sadržaj ukupno isparljivog azota može dovesti u vezu sa senzornom ocenom ukupne prihvatljivosti mariniranog mesa brojlera. Ovo istraživanje je takođe pokazalo da je teško odrediti jasnu granicu pri kom broju mikroorganizama nastaje nedvosmislen kvar mariniranog mesa brojlera, pre svega zbog toga što su uzorci inicijalno bili kontaminirani salmonelama što se odrazilo na ukupan broj mikroorganizama u mesu. Dalje, potvrđeno je i da se mikrobiološki status, hemijski i fizičko- hemijski parametri kvaliteta mariniranog mesa brojlera kao i senzorna ocena moraju posmatrati u celini kako bi se donela konačna ocena o bezbednosti, kvalitetu i održivosti mariniranog mesa brojlera. Natrijum-tripolifosfat i natrijum- citrat, koji su u ovom istraživanju korišćeni za pripremu marinada utiču na blago povećanje broja *Salmonella* vrsta u mariniranom mesu brojlera, ali značajno doprinose porastu ukupnog broja bakterija, ukupnog broja enterobakterija i ukupnog broja psihrotrofnih bakterija u mariniranom mesu brojlera. Ovo potvrđuje činjenicu da je za dobijanje zdravstveno i higijenski bezbednih proizvoda od mesa brojlera od suštinskog značaja primena dobre proizvođačke i higijenske prakse u toku proizvodnje, kao i primena mera za kontrolu i sprečavanje kontaminacije mesa. Mišljenja smo da bi i buduća istraživanja trebala biti usmerena ka iznalaženju načina i procedura za kontrolu mikroorganizama u mariniranom mesu brojlera. Kako se u industriji mesa uglavnom koriste alkalne marinade, koje pre svega povećavaju prinos mesa, a samim tim i profit proizvođača, adekvatan način pakovanja mogao bi biti rešenje za kontrolu mikroorganizama tokom skladištenja mariniranog mesa brojlera.

7. ZAKLJUČCI

Na osnovu izvršenih ispitivanja i dobijenih rezultata zaključeno je sledeće:

1. Soljenje, a posebno mariniranje, belog mesa brojlera ne utiče značajno na promene sadržaja proteina i masti ali uzrokuje smanjenje sadržaja vode i povećanje sadržaja pepela i soli. Navedeni postupci utiču na smanjenja a_w vrednosti mesa brojlera.
2. Porast ukupnog broja bakterija *Salmonella* spp. u eksperimentalno kontaminiranim uzorcima bio je znatno veći kod mariniranih uzoraka mesa brojlera u odnosu na uzorke koji su tretirani samo slanim rastvorom, što nije zapaženo kod ostalih ispitivanih grupa bakterija.
3. Od svih ispitivanih grupa bakterija najveći porast ukupnog broja bakterija tokom skladištenja zabeležen je kod aerobnih mezofilnih bakterija, a zatim kod enterobakterija. Povećanje broja salmonela vrsta kod svih ispitivanih grupa uzoraka mesa brojlera bilo je najmanje izraženo.
4. Intenzivniji porast ukupnog broja bakterija salmonela vrsta zapažen je kod svih ispitivanih grupa mesa brojlera od šestog do devetog dana skladištenja a ostalih grupa bakterija od nultog do šestog dana.
5. Sadržaj ukupno isparljivog azota značajnije je rastao posle trećeg dana skladištenja i bio je manje izražen kod soljenih uzoraka mesa brojlera u odnosu na uzorake koji su marinirani. Devetog dana skladištenja sadržaj ukupnog isparljivog azota kod

mariniranih uzoraka mesa brojlera bio je iznad preporučenih vrednosti za meso brojlera.

6. Na početku i svih dana ispitivanja vrednost pH bila je znatno viša kod mariniranih uzoraka belog mesa brojlera u odnosu na uzorke koji su tretirani samo slanim rastvorom.
7. Senzorna ocena prihvatljivosti mirisa belog mesa brojlera na kraju ispitivanja bila je statistički značajno veća kod uzoraka koji su soljeni dok su marinirani uzorci belog mesa na kraju ispitivanja imali senzornu ocenu ukupne prihvatljivosti manju od zadovoljavajuće.

8. LITERATURA

1. Abd El- Rhman H.A., Marriot N.G., Wang H., Yassein M.M.A., Ahmed A.M., 1998. Sodium tripolyphosphate and trisodium phosphate effects on the stability of minced beef. *Journal of Foodservice Systems* 10, 169- 184.
2. Acuff G.R., 2005. Chemical decontamination strategies for meat. In: J. N. Sofos Ed., *Improving the safety of fresh meat*. Boca Raton, FL: CRC Press, 350–363.
3. AFNOR NF-V01-003, 2004. Hygiene and safety foods- Validation of the microbiological shelf life-Perishable and cooled foods.
4. Allen V.M., Burton C.H., Wilkinson D.J., Whyte R.T., Harris J.A., Howell M., Tinker D.B., 2008. Evaluation of the performance of different cleaning treatments in reducing microbial contamination of poultry transport crates. *British Poultry Science*, 49, 233–240.
5. Allen, C.D., Fletcher D.L., Northcutt J.K., Russell S.M., 1998. The relationship of broiler breast meat colour to meat quality and shelf-life. *Poultry Science* 77, 361-366.
6. Allen C.D., Russell S.M., Fletcher D.L., 1997. The relationship of broiler breast meat color and pH to shelf-life and odor development, *Poult. Sci.*, 76, 1042- 1046.
7. Alonso-Calleja C., Martínez-Fernández B., Prieto M., Capita R., 2004. Microbiological quality of vacuum-packed retail ostrich meat in Spain. *Food Microbiology* 21, 241–246.
8. Alvarado C. i McKee S., 2007. Marination to Improve Functional Properties and Safety of Poultry Meat. *J. Appl. Poult. Res.* 16, 113–120.
9. Alvarez- Astorga M., Capita R., Alonso- Calleja C., Moreno B., Garsia- Fernandez M.C., 2002. Microbiological quality of retail chicken by products in Spain. *Meat Science* 62, 45- 50.

10. Anonym, 2011. www.poljoforum.rs/viewtopic.php?f=77&t=494
11. Anonym., 2010a. Food and Agriculture Organization of the United Nations Statistics Division, Food Balance Sheets Millennium Issue 1999–2001 Special Charts. <http://www.fao.org/economic/ess/food-balance-sheets-millennium-issue-1999-2001-special-charts/en/>
12. Anonym., 2010b. FAO Agribusiness Handbook. www.responsibleagroinvestment.org
13. Anonym, 2010c. www.thepoultrysite.com/articles/1793/european-chicken-meat-consumption-trends-2010
14. Anonym, 2010d. www.thepoultrysite.com/articles/1784/chicken-meat-consumption-trends-in-the-americas-2010
15. Anonym., 2009. CDC, Preliminary FoodNet Data on the incidence of infection with pathogens transmitted commonly through food—10 states. Morbidity and Mortality Weekly Report, 58, 333–337.
16. Anonym., 2006. USDA National Nutrient Database for Standard Reference, release 19. www.nalusde.gov/fnic/foodcomp/cgi-bin/list_nut_edit.pl.
17. Anonym., 2003. United States Food and Drug Administration and Center for Food Safety and Applied Nutrition. Foodborne Pathogenic Microorganisms and Natural Toxins Handbook: Bad Bug Book- Salmonella spp. <http://www.fda.gov/downloads/food/foodborneillnesscontaminants/ucm297627.pdf>
18. Anonym., 2001. Centers for Disease Control and Prevention – Division of Bacterial and Mycotic Diseases. Salmonellosis: General Information and Technical Information. http://www.cdc.gov/ncidod/dbmd/diseaseinfo/salmonellosis_g.htm.
19. Ašanin Ružica, Krnjajić D., Milić N., 2008. Rod Salmonella. U: Priručnik sa praktičnim vežbama iz mikrobiologije sa imunologijom, Fakultet veterinarske medicine, Beograd, 173- 177.
20. Aymerich T., Picouet P.A., Monfort J.M., 2008. Decontamination technologies for meat products. Meat Science, 78, 114–129.

21. Ayres J.C., Ogilvy W.S, Stewart G.F., 1950. Post mortem changes in stored meats. In: Microorganisms associated with development of slime on eviscerated cut-up poultry, *Food Technol.*, 4, 199.
22. Baltić Ž.M, Dragičević O., Karabasil N., 2002. Trendovi u potrošnji mesa. Zbornik kratkih sadržaja i radova, uvodni referat, štampan u celosti, 14 Savetovanje veterinara Srbije, Zlatibor 10- 14 septembra, 2002, 123– 130.
23. Baile J.S. i Maurer J.J., 2001. Salmonella species, In: Doyle M.P., Beuchat L.R and Montville T.J (ed.), *Food Microbiology: Fundamentals and Frontiers*, 2nd ed. ASM Press, Washington, DC, 141-178.
24. Balamatsia CC, Patsias A, Kontominas M.G, Savvaidis I.N, 2007. Possible role of volatile amines as quality- indicating metabolites in modified atmosphere- packaged chicken fillets: Correlation with microbiological and sensory attributes. *Food Chemistry* 104, 1622–1628.
25. Balamastia C.C., Paleologos E.K., Kontominas M.G., Savvaidis I.N., 2006. Correlation between microbial flora, sensory changes and biogenic amines formation in freshchicken meat stored aerobically or under modified atmosphere packaging at 4°C: possible role of biogenic amines as spoilage indicators. *Antonie Van Leeuwenhoek* 89, 9-17.
26. Berends B.R., Snijders J.M.A., van Logtestijn J.G., 1993. Efficacy of current meat inspection procedures and some proposed revisions with respect to microbiological food safety: a critical review. *Veterinary Record* 133, 411-415.
27. Bhunia A.K., 2008. *Foodborne microbial pathogens: Mechanisms and pathogenesis*. United States of America: Springer Science + Business Media, LLC.
28. Bianchi M., Petracci M., Cavani C., 2009. The use of marination to improve poultry meat quality. *Italian Journal of Animal Science*, Vol 8., Suppl. 2, 757- 759.
29. Björkröth Johanna, 2005. Microbiological ecology of marinated meat products. *Meat Science* 70, 477–480.
30. Björkroth J., Ristiniemi M., Vandamme P., Korkeala, H., 2005a. Enterococcus species dominating in fresh modifiedatmosphere- packaged marinated broiler legs

- are overgrown by *Carnobacterium* and *Lactobacillus* species during storage at 6°C. *International Journal of Food Microbiology*, 97, 267–276.
31. Borch E., Kant-Muermans M., Blixt Y., 1996. Bacterial spoilage of meat and cured meat products. *International Journal of Food Microbiology* 33, 103- 120.
 32. Boyen F., Haesebrouck F., Maes D., Van Immerseel F., Ducatelle R., Pasmans F., 2008. Non-typhoidal *Salmonella* infections in pigs: A closer look at epidemiology, pathogenesis and control. *Veterinary Microbiology* 130 (1-2), 1-19.
 33. Buňková L., Pleva P., Buňka F., Valášek P., Kráčmar S., 2008. Antibacterial effects of commercially available phosphates on selected microorganisms. *Acta Univ. Agric. Et Silv. Mendel. Brun.* 56, 19-24.
 34. Byun J.S., Min J.S., Kim I.S., Kim J.W., Chung M.S., Lee M., 2003. Comparison of indicators of microbial quality of meat during aerobic cold storage. *Journal of Food Protection*, 66, 1733–1737.
 35. Carrasco E., Morales-Rueda A., García-Gimeno R.M., 2012. Cross-contamination and recontamination by *Salmonella* in foods: A review. *Food Research International*, Volume 45, Issue 2, 545–556.
 36. Capita R., Alonso-Calleja C., García-Fernández M.C., Moreno B., 2001. Microbiological quality of retail poultry carcasses in Spain. *Journal of Food Protection* 64, 1961–1966.
 37. Capita R., Alonso- Calleja C., Garcia- Arias M.T., Moreno B., Garcia- Feernandez M.C., 2002. Methods to detect the occurrence of various indicator bacteria on the surface of retail poultry in Spain. *Journal of Food Science* 67, 765- 771.
 38. Capita R., Alonso-Calleja C., García-Fernández M. C., Moreno B., 2002a. Review: trisodium phosphate treatment for decontamination of poultry. *Food Science and Technology International* 8, 11–24.
 39. Capita R., Alonso-Calleja C., Prieto M., García-Fernánde, M. C., Moreno B., 2003. Effectiveness of trisodium phosphate against *Listeria monocytogenes* on excised and non-excised chicken skin. *Journal of Food Protection* 66, 61–64.

40. Carroll C.D., Alvarado C.Z., Brashears M.M., Thompson L.D., Boyce J., 2007. Marination of turkey breast fillets to control the growth of *Listeria monocytogenes* and improve meat quality in deli loaves. *Poult. Sci.* 86, 150–155.
41. Cason J.A., Hinton A., 2006. Coliforms, *Escherichia coli*, *Campylobacter*, and *Salmonella* in a counter flow poultry scalding tank with a dip tank. *International Journal of Poultry Science*, 5, 846–849.
42. Cascone A., 2005. Study and prevention of lipid oxidation in meat. Doctoral thesis in Food Science and Nutrition, University of Naples Federico, Naples, Italy, 7-11.
43. Cerveny J., Meyer J.D., Hall P.A., 2009. Microbiological Spoilage of Meat And Poultry Products. In: *Compendium Of The Microbiological Spoilage, Of Foods And Beverages*. Food Microbiology and Food Safety, W.H. Sperber and M.P. Doyle (Eds.). Springer Science and Business Media, NY, 69-868.
44. Ceylan E., Marsden J.L. 2002. Antimicrobial effect of buffered sodium citrate, and combination of buffered sodium citrate and sodium diacetate on total aerobic count of ground beef stored at 4°C. The Food Safety Consortium Annual Meeting. Manhattan, KS, USA.
45. Christie W.W., 2010. Triacylglycerols Part 2. Biosynthesis and Metabolism. AOCs Library, <http://lipidlibrary.aocs.org/Lipids/tag2/index.htm>.
46. Commission Regulation (EC) No 2160/2003 of the European Parliament and of the Council of 17 November 2003 on the control of *Salmonella* and other specified foodborne zoonotic agents. *Official Journal of the European Union*, L 325/1-L 325/15.
47. Commission Regulation (EC) No 2074/2005, Chapter III, Determination of the concentration of TVB-N in fish and fishery products. *Official Journal of European Union*, L338/37-L338/39.
48. Commission Regulation (EC) No 1441/2007 of 5 December 2007 amending Regulation (EC) No 2073/2005 on microbiological criteria for foodstuffs. *Official Journal of the European Union*, L322/12- L322/29.

49. Corry J.E.L., Allen V.M., Hudson W.R., Breslin M.F., Davies R.H., 2002. Sources of Salmonella on broiler carcasses during transportation and processing: modes of contamination and methods of control. *J. Appl. Micro.* 92, 424-432.
50. Council Directive 2007/43/EC of 28 June 2007 laying down minimum rules for the protection of chickens kept for meat production. *Official Journal of the European Union* L 182/19- L182/28.
51. Council Directive 71/118/EEC of 15 February 1971 on health problems affecting trade in fresh poultry meat. *Official Journal of the European Union* L 106-122.
52. Ćirković M., Jovanović B., Maletin S., 2002. *Ribarstvo, Poljoprivredni fakultet, Novi Sad.*
53. Dainty R.H., Mackey B.M., 1992. The relationship between the phenotypic properties of bacteria from chill-stored meat and spoilage processes. *Journal of Applied Bacteriology* Volume 73, Issue Supplement s 21, 103s–114s.
54. Daud H.B., McMeekin T.A., Olley J., 1978. Temperature function integration and the development and metabolism of poultry spoilage bacteria, *Appl. Environ. Microbiol.* 36, 650.
55. Dave D. i Ghaly A.E., 2011. Meat Spoilage Mechanisms and Preservation Techniques: A Critical Review, *American Journal of Agricultural and Biological Sciences* 6 (4), 486-510.
56. Del Rio E., Panizo- Moran M., Prieto M., Alonso- Calleja C., Capita R., 2007. Effects of various chemical decontamination treatments on natural microflora and sensory characteristics of poultry. *International Journal of Food Microbiology* 115, 268- 280.
57. Doyle M.E. i Glass K.A., 2010. Sodium Reduction and Its Effect on Food Safety, Food Quality, and Human Health. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety* Vol. 9, 44- 56.
58. Doyle M.E., 2007. Microbial Food Spoilage – Losses and Control Strategies; A Brief Review of the Literature. FRI BRIEFINGS Food Research Institute, University of Wisconsin–Madison.
http://fri.wisc.edu/docs/pdf/FRI_Brief_Microbial_Food_Spoilage_7_07.pdf

59. Doyle M.P., Roman D. 1982. Response of *Campylobacter jejuni* to sodium chloride. *Appl Environ Microbiol* 43, 561–5.
60. Doulgeraki A.I., Ercolini D., Villani F., Nychas G-J.E., 2012. Spoilage microbiota associated to the storage of raw meat in different conditions. *International Journal of Food Microbiology* 157, 130–141.
61. Dransfield E., Sosnicki A.A., 1999. Relationship between muscle growth and poultry meat quality. *Poult Sci* 78,743-746.
62. Džinić N., Okanović Đ., Jokanović M., Tasić T., Tomović V., Ikonić P., Filipović S., 2011. Carcas and breast meat quality of broilers feed with extruder corn. *Biotechnology in Animal Husbandry* 27 (4), Institute for Animal Husbandry, Belgrade-Zemun, 1697-1703.
63. European Food Safety Authority (EFSA), 2006. Trends and sources of zoonoses, zoonotic agents and antimicrobial resistance in the European Union in 2004. *The EFSA Journal* 2005, 310.
64. European Food Safety Authority (EFSA), 2007. The community summary report on trends and sources of zoonoses, zoonotic agents, antimicrobial resistance and foodborne outbreaks in the European Union in 2005. *The EFSA Journal* 2006, 94.
65. European Food Safety Authority (EFSA), 2008. The community summary report on trends and sources of zoonoses, zoonotic agents, antimicrobial resistance and foodborne outbreaks in the European Union in 2006. *The EFSA Journal* 2007, 130.
66. European Food Safety Authority (EFSA), 2009. Trends and sources of zoonoses and zoonotic agents in the European Union in 2007. *The EFSA Journal* 2009, 223.
67. European Food Safety Authority (EFSA), 2010. The community summary report on trends and sources of zoonoses and zoonotic agents and food-borne outbreaks in the European Union in 2008. *The EFSA Journal* 2010, 1496.
68. European Food Safety Authority (EFSA), 2011. The European Union Summary Report on Trends and Sources of Zoonoses, Zoonotic Agents and Food-borne Outbreaks in 2009. *EFSA Journal* 2011, 2090.

69. El Ramouz R., Berri C., Le Bihan-Duval E., Babile R., Fernandez X., 2004. Breed Differences in the Biochemical Determinism of Ultimate pH in Breast Muscles of Broiler Chickens-A Key Role of AMP Deaminase. *Poult Sci* 83, 8, 1445-1451.
70. Elliott R.P., Michener H.D., 1961. Microbiological standards and handling codes for chilled and frozen foods. A review. *Appl Microbiol.*, 9, 452–468.
71. Ercolini D., Russo F., Torrieri E., Masi P., Villani F., 2006. Changes in the spoilage-related microbiota of beef during refrigerated storage under different packaging conditions. *Applied and Environmental Microbiology*, 72, 4663–4671.
72. Ergezer H., Gokce R., 2011. Comparison of marinating with two different types of marinade on some quality and sensory characteristics of turkey breast meat. *Journal of Animal and Veterinary Advances* 10 (1), 60-67.
73. Farrell D., 2010. The role of poultry in human nutrition; Poultry development review. www.fao.org.
74. Feiner G., 2006. Meat products handbook - Practical science and technology. Woodhead Publishing Limited, Cambridge, England.
75. Fernindez J., Perez-Alvarez J.A., Fernindez- Lopez J.A., 1997. Thiobarbituric acid test for monitoring lipid oxidation in meat. *Food Chemistry*, 59, 345-353.
76. Fernández-López J., Sayas-Barberá E., Pérez-Alvarez J.A., Aranda-Catalá V., 2004. Effect of sodium chloride, sodium tripolyphosphate and pH on color properties of pork meat. *Color Res. Appl.* 29, 67-74.
77. Forsythe, S.J. 2000. *The Microbiology of Safe Food*. Blackwell Science Ltd., Osney Mead, Oxford.
78. Freeman L.R., Silverman G.J., Angelini P., Merritt C., Esselen W.B., 1976. Volatiles produced by microorganisms isolated from refrigerated chicken at spoilage. *Appl Environ Microbiol.*, 32(2), 222–231.
79. Fung D.Y., 2010. Microbial hazards in food: food-borne infections and intoxications. In: Toldra F. (Ed.), *Handbook of Meat Processing*. Blackwell Publishing, USA, 481–500.
80. Ghaly A.E., Dave D., Budge S., Brooks M.S., 2010. Fish spoilage mechanisms and preservation techniques: Review. *Am. J. Applied Sci.*, 7, 846- 864.

81. Garcia-Lopez M.L., Prieto M., Otero A., 1998. The physiological attributes of Gram-negative bacteria associated with spoilage of meat and meat products. In: The microbiology of meat and poultry, Davies A. and Board R. (Eds.), London: Blackie Academic and Professional, 1-34.
82. Gardzielewska J., Jabukowska M., Tarasewicz Z., Szczerbinska L., 2005. Meat quality of broiler quail fed on feeds with different protein content. *Electronic Journal of Polish agricultural Universities, Animal Husbandry*, Vol 8., Issue 1. <http://www.ejpau.media.pl/volume8/issue1/art-13.html>
83. Geornaras I., de Jesus E., van Zyl E., von Holy A., 1997. Bacterial populations of different sample types from carcasses in the dirty area of a South African poultry abattoir. *Journal of Food Protection*, 60, 551–554.
84. Giménez B., Dalgaard P., 2004. Modelling and predicting the simultaneous growth of *Listeria monocytogenes* and spoilage micro-organisms in cold-smoked salmon. *Journal of Applied Microbiology* 96, 96-109.
85. Gray J.T., Fedorka-Cray P.J., 2002. Salmonella. In: Cliver D. O. and Riemann H. P. (Eds.). *Foodborne diseases*, San Diego: Academic Press, 55-68.
86. Guibourdenche M.P., Roggentin M., Mikoleit P.I., Fields J., Bockemuhl P.A., Grimont P.A, Weill F.X., 2010. Supplement 2003-2007 (No. 47) to the White-Kauffmann-Le Minor scheme. *Res. Microbiol.* 161, 26–29.
87. Heinz G., Hautzinger P., 2007. Meat Processing Technology. For Small-To Medium scale Producers. Food and Agriculture Organization of the United Nations Regional Office. <http://ftp.fao.org/docrep/fao/010/ai407e/ai407e00.pdf>.
88. Hinton M.H., Corry J.E.L., 1999. The decontamination of carcass meat, In R.I. Richardson and G.C. Mead (ed.), *Poultry Meat Science*. CABI Publishing, New York, NY., p. 285-295.
89. Holder J.S., Corry J.E., Hinton M.H., 1997. Microbial status of chicken portions and portioning equipment. *Br Poult Sci.*, 38, 5, 505-11.
90. Holm L., Mohl M. 2000. The role of meat in everyday food culture: an analysis of an interview study in Copenhagen, *Appetite*, 34, 3, 277-283.

91. Holmer S.F., Kutzler L.W., McKeith F.K., Killefer J., 2009. Sodium citrate as a replacement for sodium chloride in a brine solution when evaluated in cows of different backfat thickness. *Meat Science* 81, 349–356.
92. Honikel H.O., 2006. Conversion of muscle to meat. In: Jenser WK, ed., *Encyclopedia of Meat Science*. New York: Elsevier, 314-318.
93. Hourant P., 2004. General properties of the alkaline phosphates: Major food and technical applications. *Phosph. Res. Buln.* 15, 85-94.
94. Hwang C.A., Beuchat L. R., 1995. Efficacy of selected chemicals for killing pathogenic and spoilage microorganisms on chicken skin. *Journal of Food Protection*, 58, 19–23.
95. ICMSF (International Commission on Microbiological Specification for Foods), 1986. *Microorganisms in Foods. Sampling for microbiological analysis: Principles and specific applications*. 2nd ed. University of Toronto Press, Toronto, Canada.
96. Jay J.M., Loessner M.J., Golden D.A., 2005. *Modern Food Microbiology*, 7th Ed., Springer Science and Business Media. NY, 63-101.
97. Kanellos T.S., Burriel A.R., 2005. The in vitro bactericidal effects of the food decontaminants lactic acid and trisodium phosphate. *Food Microbiology* 22, 591–594.
98. Keeton J.T., 2001. Formed and emulsion products. In: *Poultry Meat Processing*. A. R. Sams, ed. CRC Press, Boca Raton, FL.195–226.
99. Kepm G.K., Aldrich M.L., Waldroup A.L., 2000. Acidified sodium chlorite antimicrobial treatment of broiler carcasses. *Journal of food Protection* 63, 1087-1092.
100. Killefer J., 2004. Effect of enhancement of pork and beef on post mortem events. In *Proceedings of the 59th reciprocal meats conference*, June 20– 23, Lexington, Kentucky.
101. Kishowar J., Alistair P., Corrinne M.S., 2004. Fatty acid composition, antioxidant and lipid oxidation in chicken breast from different production regimes. *Int J Food Sci Technol* 39, 443-453.

102. Koprivica G., 2008. Aktivnost vode i konzervisanje namirnica.
www.tehnologijahrane.com
103. Kozačinski L., Cvrtila Fleck Ž., Kozačinski Z., Filipović I., Mitak M., Bratulić M., Mikuš T., 2012. Evaluation of shelf life of pre-packed cut poultry meat Veterinarski arhiv 82 (1), 47-58.
104. Krischek C., Janisch S., Gunther R., Wicke M. 2011. Nutrient composition of broiler and turkey breast meat in relation to age, gender and genetic line of the animals. Journal of Food Safety and Food Quality, Vol. 62, No.3, 73-104.
105. Kuwahara K., Osako K., 2003. Effect of sodium Gluconate On Gel Formation Of Japanese Common Squid Muscle. Nippon Suisan Gakkaishi, 69, 637-42.
106. Lampila L.E., Godber J.P., 2002. Food Phosphates. In: A. L. Branen, P. M. Davidson, S. Salminen and J. H. Thorngate III (Eds.), Food Additives - 2nd edition (Chapter 25). Marcel Dekker, Inc., New York.
107. Lee Y.L., Cesario T., Owens J., Shanbrom E., Thrupp L.D., 2002. Antibacterial activity of citrate and acetate. Nutrition 18, 665-666.
108. Leistner L., 2000. Food protection by hurdle technology. International Journal of food Microbiology, 2, 2-26.
109. Leistner L., Karan-Đurđić S., 1970. Beeinflussung der Stabilität von Fleischkonserven durch Steuerung der Wasser- aktivität. Fleischwirtschaft, 50, 1547.
110. Li M.Y., Zhou G.H., Xu X.L., Li C.B., Zhu W.Y., 2006. Changes of bacterial diversity and main flora in chilled pork during storage using PCR-DGGE. Food Microbiology, 23, 607-611.
111. Linares M.B., Berruga M.I., Bornezv R., Vergara H., 2007. Lipid oxidation in lamb meat: Effect of the weight, handling previous slaughter and modified atmospheres. Meat Sci., 76, 715-720.
112. Liu Y., Lyon B.G., Windham W.R., Lyon C.E., Savage E.M., 2004. Principal component analysis of physical, calor, and sensory characteristic of chicken breast deboned at two, four, six, and twenty-four hours postmortem. Poult Sci 83, 101-108.

113. Liu Y., Lyon B.G., Windham W.R., Lyon C.E., Savage E.M., 2004a. Prediction of Physical, Color and Sensory Characteristics of Broiler Breast by Visible/Near Infrared Reflectance Spectroscopy, *Poult Sci* 83, 8, 1467-1473.
114. Lombardi-Boccia G., Lanzi S., Aguzzi A., 2005. Aspect of meat quality: trace elements and B vitamin in raw and cooked meats, *Journal of food Composition and Analysis*, Vol 18, Issue 1, 39-46.
115. Lonergan S.M., Deeb N., Fedler C.A., Lamont S.J., 2003. Breast Meat Quality and Composition in Unique Chicken Populations, *Poult Sci* 82, 12, 1990-1994.
116. Long N.H.B.S., Gál R., Buňka F., 2011. Use of phosphates in meat products. *African Journal of Biotechnology* Vol. 10 (86), 19874-19882.
117. Loretz M., Stephan R., Zweifel C., 2010. Antimicrobial activity of decontamination treatments for poultry carcasses: A literature survey. *Food Control*, 21, 791–804.
118. Losso N.J., 2002. Preventing degenerative diseases by anti-angiogenic functional foods. *Food technology*. 56, 6, 78-87.
119. Lyon B.G., Smith D.P., Savage E.M., 2005. Descriptive Sensory Analysis of Broiler Breast Fillets Marinated in Phosphate, Salt, and Acid Solutions. *Poultry Science* 84, 345–349.
120. Magdelaine P., Spiess M.P., Valceschinie E., 2008. Poultry meat consumption trends in Europe. *World's Poultry Science Journal*, Vol. 64, 53- 64.
121. Madruga M.S., Mottram D.S., 1995. The effect of pH on the formation of Maillard-derived aroma volatiles using a cooked meat system. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 68, 305-310.
122. Mandava R., Hoogenkamp H., 1999. The role of processed products in the poultry meat industry. Chpt. 19 In: “Poultry Meat Science: Poultry Science Symposium Series Volume Twenty-five,” ed. R.I. Richardson and G.C. Mead, 1999., CABI Publishing, New York, 397-410.
123. Marenzi C., 1986. Proper meat storage prevents spoilage. *Poultry-Misset* 6, 12-15.
124. Mbata I. Theodore, 2005. Poultry meat pathogens and its control. *Internet Journal of Food Safety* V, 7, 20-28. www.internetjfs.org/articles/ijfsv7-4.pdf

125. McNeal W.D., Fletcher D.L., 2003. Effect of High Frequency Electrical stunning and Decapitation on Early Rigor Development and Meat Quality of Broiler Breast Meat. *Poult Sci* 82, 8, 1352-1355.
126. Mead G. C., 2004. Microbiological quality of poultry meat: a review. *Brasilian Journal of Poultry Science*, Vol. 6, No. 3, 135- 142.
127. Mead G.C., 2004a. Poultry refrigeration, In: *Poultry meat processing and quality*, G.C. Mead (Ed.), Woodhead Publishing Limited, Cambridge, 164-185.
128. Mead G.C., Adams B.W., 1978. Microbiological aspects of polyphosphate injection in the processing and chill storage poultry. *J. Hyg. Comb.* 82, 133- 142.
129. Mehaffey J., Paradhan S.P., Meullent J.F., Emmert J.L., McKee S.R., Owens C.M., 2006. Meat Quality Evaluation of Minimally Aged Broiler Breast Fillets from Five Comercial Genetics Strains. *Poult Sci* 85, 5, 902-908.
130. Mehyar G., Blank G., Han J.H., Hydamaka A., Holley R.A., 2005. Effectiveness of trisodium phosphate, lactic acid and commercial antimicrobials agains pathogenic bacteria on chicken skin. *Food Protection Trends* 25, 351–362.
131. Milillo S.R., Ricke S.C., 2010. Synergistic reduction of Salmonella in a model raw chicken media using a combined thermal and acidified organic acid salt intervention treatment. *Journal of Food Science*, 75, 121–125.
132. Molins R.A., 1991. *Phosphates in Food*. CRC Press, Inc., Boca Raton.
133. Molins R.A., Kraft A.A., Olson D.G., 1985. Effect of Phosphates on Bacterial Growth in Refrigerated Uncooked Bratwurst. *J. Food Sci.* 50, 531-532.
134. Montville, T.J., Matthews K.R. 2008. *Food microbiology: An introduction* (2nd ed.). United States of America: ASM Press, Washington.
135. Mor- Mur M., Yuste, J., 2010. Emerging Bacterial Pathogens in Meat and Poultry: An Overview *Food Bioprocess Technol* 3, 24–35.
136. Nieminen T.T., Koskinen K., Laine P., Hultman J., Säde E., Paulin L., Paloranta A., Johansson P., Björkroth J., Auvinen P., 2012. Comparison of microbial communities in marinated and unmarinated broiler meat by metagenomics. *International Journal of Food Microbiology* 157, 142- 149.

137. NTF (National Turkey Federation), 2004. Best management practices for turkey production. www.usapeec.org/p_documents/newsandinfo_280404094832.pdf
138. Nuñez- González F., 2011. Chicken meat, a promising future ahead. *World Poultry* 27, 8, 40–42.
139. Nuñez- González F., 2010. Marination, cooking and curing: Principles. In: *Handbook of poultry science and technology*, ed. Isabel Guerrero- Legarreta and Y. H. Hui, John Wiley and Sons Inc., 81- 88.
140. Nychas G.J.E., Skandamis P.N., Tassou C.C., Koutsoumanis K.P., 2008. Meat spoilage during distribution. *Meat Science*, 78, 77–89.
141. Okolocha E.C., Ellerbroek L., 2005. The influence of acid and alkaline treatments on pathogens and the shelf life of poultry meat. *Food Control* 16, 217–225.
142. Ordonez J.A., Cambero M.I., Fernandez L., Garcia M.L., Garcia de Fernandez G., de la Hoz L., Selgas M.D., 1998. Características generales de la carne y componentes fundamentales. In: Ordonez J. ed., *Technología de los Alimentos*, vol. II, Alimentos de Origen Animal. Madrid, Spain: Síntesis, 170-187.
143. Parks S.S., Reynolds A.E., Wicker L., 2000. Aqueous Apple Flavoring in Breast Muscle Has Physical, Chemical, and Sensory Properties Similar to Those of Phosphate-Marinaded Controls. *Poultry Science* 79, 1183–1188.
144. Pathania A., McKee S.R., Bilgili S.F., Singh M., 2010. Antimicrobial activity of commercial marinades against multiple strains of *Salmonella* spp.. *Int. J. Food Microbiol.*, 139, 214–217.
145. Petäjä-Kanninen E., Puolanne E., 2007. Principles of Meat Fermentation. In: F. Toldrá (Ed.) *Handbook of Fermented Meat and Poultry*. BlackwellPublishing, 31–36.
146. Petracci M., Laghi L., Rocculi P., Rimini S., Panarese V., Cremonini M.A., Cavani C., 2012. The use of sodium bicarbonate for marination of broiler breast meat. *Poult Sci.*, 91(2), 526-34.
147. Petracci M., Baeza E., 2009. Harmonization of methodology of assessment of poultry meat quality features. *World's Poultry Science Journal*, Volume 67, Issue 01, 137-151.

148. Pointon A., Jenson I., Jordan D., Vanderlinde P., Slade J., Sumner J., 2006. A risk profile of the Australian red meat industry: Approach and management. *Food Control* 17, 712– 718.
149. Prändl A., Fischer T., Schmidhofer H., Sinell J., 1988. *Fleisch-Technologie und Hygienen der Gewinnung und Verarbeitung*, Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart.
150. Pravilnik o kvalitetu mesa pernate živine, "Sl. list SFRJ", br. 1/81 i 51/88.
151. Pravilnik o kvalitetu i drugim uslovima upotrebe aditiva u namirnicama i o drugim zahtevima za aditive i njihove mešavine, Službeni list SCG, broj 56, 2003. i ispravke, izmene i dopune broj 4, 2004 - dr. pravilnik i 5,2004 - ispr. i broj 16, 2005.
152. Pravilnik o kvalitetu usitnjenog mesa, poluproizvoda od mesa i proizvoda od mesa, "Sl. glasnik RS", br. 31/2012 i 43/2013 – dr. pravilnik.
153. Pravilnikom o opštim i posebnim uslovima higijene hrane u bilo kojoj fazi proizvodnje, prerade i prometa, "Sl. glasnik RS", br. 72/2010.
154. Pui C.F., Wong W.C., Chai L.C., Tunung R., Jeyaletchumi P., Noor Hidayah M.S., Ubong A., Farinazleen M.G., Cheah Y.K., Son R., 2011. Salmonella: A foodborne pathogen. *International Food Research Journal* 18, 465-473.
155. Radetić P. i Matekalo- Sverak V. Meso u ishrani ljudi. U: Tatjana Andrejević, urednik. *Meso*. Beograd: Zadužbina Andrejević; 2010, 42- 61.
156. Ralph A., 2000. Appendix: Dietary reference values. In: Garrow JS, James WPT, Ralph A, eds., *Human Nutrition and Dietetics*, 10th ed. Edinburg, UK, Churchill Livingstone, 849-863.
157. Regulation (EC) No 853/2004 of the European Parliament and of the Council of 29 April laying down specific hygiene rules for the hygiene of foodstuffs. *Official Journal of the European Union* L 139/55
158. Ristić M., Damme K., 2010. The meaning of pH-value for the meat quality of broilers – Influence of breed lines. *tehnologija mesa* 51, 2: 120-123.
159. Ristić M., Freudenreich P., Damme K., 2008. Hemijski sastav živinskog mesa – poređenje brojlera, kokoši, ćuraka, pataka i gusaka. *Tehnologija mesa* 49, 3-4, 94-99.

160. Ristić M., 2007. Hemijski sastav mesa brojlera u zavisnosti od porekla i godine proizvodnje. *Tehnologija mesa* 48, 5-6, 203-207.
161. Rusell S.M., 2009. Understanding poultry products spoilage. *Watt Poultry USA Magazine*. <http://www.wattpoultryusa-digital.com>
162. Russell S.M., Fletcher D.L., Cox N.A., 1996. Spoilage bacteria of fresh broiler chicken carcasses. *Poultry Sci.*, 75, 2041-2047.
163. Ruusunen M. i Puolanne E., 2005. Reducing sodium intake from meat products. *Meat Science* 70, 531–541.
164. Ryu S.H., Fung D.Y.C., 2010. Antimicrobial Effect of Buffered Sodium Citrate (BSC) on Foodborne Pathogens in Liquid Media and Ground Beef. *J Food Sci Nutr*, Vol 15, 239-243.
165. Säde E., Murros A., Björkroth J., 2013. Predominant enterobacteria on modified-atmosphere packaged meat and poultry. *Food Microbiology* 34, 252- 258.
166. Sallam K.I., 2007. Antimicrobial and antioxidant effects of sodium acetate, sodium lactate, and sodium citrate in refrigerated sliced salmon. *Food Control* 18, 566–575.
167. Samelis J., 2006. Managing microbial spoilage in meat industry. In: Blackburn, C.D. (Ed.), *Food Spoilage Microorganisms*. Woodhead Publishing Ltd, Cambridge, UK, 213- 286.
168. Sammel L.M., Claus J.R, Greaser M.L., Richards M.P., 2006. Investigation of mechanisms by which sodium citrate reduces the pink color defect in cooked ground turkey. *Meat Science* 72, 585–595.
169. Salakova A., Strakova E., Valkova V., Buchtova H., Steinhäuserova I., 2009. Quality Indicators of Chicken broiler Raw and Cooked Meat Depending on Their Sex. *Acta Veterinaria Brno* 78, 497-504.
170. Sarlin L.L., Barnhart E.T., Caldwell D.J., Moore R.W., Byrd J. A., Caldwell D. Y., Corrier D.E., DeLoach J.R., Hargis B.M., 1998. Evaluation of alternative sampling methods for Salmonella critical control point determination of broiler processing. *Poultry Science*, 77, 1253–1257.

171. Silva M.G., Cristiane, Beatris A., Gloria A., 2002. Bioactive amines in chicken breast and thigh after slaughter and during storage at +4°C and in chicken based meat product. *Food Chemistry*, 78, 2, 241-248.
172. Simitzis P.E., Deligeorgis S.G., 2010. Lipid oxidation of meat and use of essential oils as antioxidants in meat products.
[http://www.scitopics.com/Lipid Oxidation of Meat and Use of Essential Oils as Antioxidants in Meat Products.html](http://www.scitopics.com/Lipid_Oxidation_of_Meat_and_Use_of_Essential_Oils_as_Antioxidants_in_Meat_Products.html).
173. Slavik M.F., Kim J.W., Walker J.T., 1995. Reduction of Salmonella and Campylobacter on chicken carcasses by changing scalding temperature. *Journal of Food Protection*, 58, 689–691.
174. Smaoui S., Hlima H.B., Salah R.B., Ghorbel R., 2011. Effects of sodium lactate and lactic acid on chemical, microbiological and sensory characteristics of marinated chicken. *African Journal of Biotechnology* Vol. 10(54), 11317- 11326.
175. Smith D.P., Acton J.C., 2001. Marination, cooking, and curing of poultry products. In: *Poultry Meat Science*. A. R. Sams, ed. CRC Press, Boca Raton, FL, 257–280.
176. Smolander M., Alakomi H., Ritvanen T., Vainionpää J., Ahvenainen R., 2004. Monitoring of the quality of modified atmosphere packaged broiler chicken cuts stored in different temperature conditions. A. Time- temperature indicators as quality-indicating tools. *Food Control* 15, 217-229.
177. Sofos J.N., 1986. Use of phosphates in low-sodium meat products. *Food Technol.* 40, 53-63.
178. Stanbridge L.H., Davies A.R., 1998. The microbiology of chill-stored meat. In: Davies, A., Board, R. (Eds.), *Microbiology of Meat and Poultry*. Blackie Academic & Professional, London, UK, 174- 219.
179. Steinhauserová I., Svobodová I., Bořilová G., Hulánková R., 2012. The effect of maintaining the cold chain on the shelf life of poultry products. *Maso International*, Vol 1/2012, 49- 54.
180. Stephens J.W., Dikeman M.E., Unruh J.A., Haub M.D., Tokach M.D., 2006. Effects of pre-rigor injection of sodium citrate or acetate, or post-rigor injection of

- phosphate plus salt on post-mortem glycolysis, pH, and pork quality attributes. *Meat Science* 74, 727–737.
181. Surmei E, Usturoi M.G, 2012. Studies on freshness of refrigerated poultry meat. *Analele Universității din Oradea, Fascicula Ecotoxicologie, Zootehnie și Tehnologii de Industrie Alimentară*, 115- 120.
182. Susiluoto T., Korkeala H., Björkroth, J. 2002. *Leuconostoc gasicomitatum* is the dominating lactic acid bacterium in retail modified-atmosphere-packaged marinated broiler meat strip products on sell by day. *Int. J. Food Microbiol.* 80, 89-97.
183. Talon R., Leroy S., Fadda S., 2004. Dry fermented sausages. In: YH Hui, L Meunier-Goddik, ÅS Hansen, J Josephsen, W-K Nip, PS Stanfield, F Toldrá, eds. *Handbook of Food and Beverage Fermentation Technology*. New York: Marcel Dekker, Inc., 397–416.
184. Taylor R.D., Jones G.P., 2004. The incorporation of whole grain into pelleted broiler chicken diets. *Poult sci* 45, 2, 237-246.
185. Teunis P.F.M., Havelaar A.H., 2000. The beta poisson dose-response model is not a single-hit model. *Risk Analysis* 20, 513-20.
186. Tinker D.B., Burton C.H., Allen V.M., 2005. Catching, transporting and lairage of live poultry. In G. C. Mead (Ed.), *Food safety control in the poultry industry*. Cambridge, UK: Woodhead Publishing. pp. 153–173.
187. Toldra F. 2006. The role of muscle enzymes in drycured meat products with different drying conditions. *Trends in Food Sci. Techn.*, 17, 164- 168.
188. Tomović, 2009. Salamurenje mesa.
<http://www.tehnologijahrane.com/tehnologijamesa/salamurenje-mesa>
189. Tompkin R.B., 1984. Indirect antimicrobial effects in foods: Phosphates. *J. Food Safety*, 6, 13-27.
190. Ušćumlić G.S., Trišović N.P., Petrović M.Z., Valentić N.V., Petrović S.D., 2009. Optimization of the procedure for the synthesis of calcium and sodium citrate in laboratory and semi-industrial conditions. *Hemijska industrija*, Vol. 63, Issue 4, 345-351.

191. Van Heerden S.M., Schonfeldt H.C., Smith M.F., Jansen van Rensburg D.M., 2002. Nutrient Content of South African Chickens, *Journal of Food Composition and Analysis*, 15, 47-64.
192. Vareltzis K., Soultos N., Koidis P., Ambrosiadis J., Genigeorgis C., 1997. Antimicrobial Effects of Sodium Tripolyphosphate Against Bacteria Attached to the Surface of Chicken Carcasses. *Lebensmittel-Wissenschaft und-Technologie*, Vol 30, No 7, 665-669(5).
193. Varnam A.H., 1996. Ch. 4 Salmonella, In: *Foodborne pathogens*, Varman A.H. Ed., Manson publishing Ltd., London, UK. 51- 85.
194. Warriss P.D., Wilkins L.J., Brown S.N., Phillips A.J., Allen V., 2004. Defaecation and weight of the gastrointestinal tract contents after feed and water withdrawal in broilers. *British Poultry Science*, 45, 61–66.
195. Wattanachant S., Benjakul S., Ledward D.A., 2004. Composition, Color and Texture of Thai Indigenous and Broiler Chicken Muscles, *Poult Sci* 83, 1, 123-128.
196. Wray C., Davies R.H., Evans S.J., 1999. Salmonella infection in poultry: the production environment, In: R.I. Richardson and G.C. Mead (ed.), *Poultry Meat Science*. CABI Publishing, New York, NY, 257-276.
197. Xargayo´ M., Lagares J., Fernandez E., Ruiz D., Borrell D., 2001. Fresh meat spray marinating: The influence of spray injection on the quality of marinated products. <http://www.metalquimia.com/images/doctecnologic/art13.pdf>
198. Young O.A., Zhang S.X., Farouk M.M., Podmore C., 2005. Effects of pH adjustment with phosphates on attributes and functionalities of normal and high pH beef. *Meat Sci.* 70, 133-139.
199. Yousef A.E., Carlstrom C., 2003. Salmonella. In: Yousef, A. E. and Carstrom, C. (Eds.). *Food microbiology: A laboratory manual*, New Jersey: John Wiley & Sons, Inc., p. 167-205.
200. Živkov-Baloš M., 2004. Uticaj korišćenja fitaze u ishrani brojlera na proizvodne rezultate, iskoristljivost fosfora i stepen mineralizacije koštanog sistema, doktorska disertacija, Fakultet veterinarske medicine, Univerzitet u Beogradu.

PRILOG A

Osnovni hemijski sastav i a_w vrednost mesa brojlera**Tabela 1.** Prosečan sadržaj proteina (%) u mesu brojlera na početku skladištenja

Grupa	\bar{X}	Mere varijacije				
		SD	Se	X_{\min}	X_{\max}	C_v (%)
I	16,33	0,51	0,21	15,53	16,80	3,14
II	16,00	0,33	0,14	15,60	16,40	2,09
III	16,15	0,34	0,14	15,75	16,58	2,11
IV	16,62	1,05	0,43	15,48	17,60	6,31

Tabela 2. Prosečan sadržaj vode (%) u mesu brojlera na početku skladištenja

Grupa	\bar{X}	Mere varijacije				
		SD	Se	X_{\min}	X_{\max}	C_v (%)
I	78,66 ^{aA}	0,13	0,05	78,50	78,88	0,16
II	78,13	0,11	0,04	78,02	78,30	0,14
III	77,68 ^a	0,26	0,11	77,32	78,02	0,34
IV	77,54 ^A	0,94	0,38	76,23	78,40	1,21

Legenda: ista slova A $p < 0,01$; a $p < 0,05$

Tabela 3. Prosečan sadržaj masti (%) u mesu brojlera na početku skladištenja

Grupa	\bar{X}	Mere varijacije				
		SD	Se	X_{\min}	X_{\max}	C_v (%)
I	1,92	0,20	0,08	1,50	2,00	10,65
II	1,92	0,20	0,08	1,50	2,00	10,65
III	1,92	0,20	0,08	1,50	2,00	10,65
IV	2,00	0,31	0,13	1,50	2,50	15,81

Tabela 4. Prosečan sadržaj pepela (%) u mesu brojlera na početku skladištenja

Grupa	\bar{X}	Mere varijacije				
		SD	S_e	I_v		C_v (%)
				X_{\max}	X_{\min}	
I	3,65±0,07 ^{Aa}	0,07	0,001	3,72	3,58	1,92
II	3,62±0,09 ^{BC}	0,09	0,001	3,71	3,53	2,49
III	4,40±0,09 ^{ABD}	0,09	0,001	4,49	4,31	2,04
IV	3,84±0,12 ^{aCD}	0,12	0,002	3,96	3,72	3,12

Legenda: ista slova A-D $p < 0,01$; a $p < 0,05$

Tabela 5. Prosečan sadržaj soli (%) u mesu brojlera na početku skladištenja

Grupa	\bar{X}	Mere varijacije				
		SD	Se	X_{\min}	X_{\max}	C_v (%)
I	2,60 ^{Aa}	0,05	0,02	2,5	2,68	2,09
II	2,54 ^{BC}	0,09	0,04	2,42	2,65	3,42
III	3,35 ^{ABD}	0,09	0,04	3,20	3,45	2,65
IV	2,79 ^{aCD}	0,18	0,07	2,60	3,00	6,44

Legenda: ista slova A-D $p < 0,01$; a $p < 0,05$

Tabela 6. Prosečan sadržaj proteina (%) u mesu brojlera na kraju skladištenja

Grupa	\bar{X}	Mere varijacije				
		Sd	Se	X_{\min}	X_{\max}	C_v (%)
I	17,80	0,21	0,09	17,57	18,09	1,18
II	17,23 ^a	0,11	0,05	17,05	17,36	0,66
III	17,24 ^b	0,47	0,19	16,71	17,86	2,71
IV	17,96 ^{ab}	0,52	0,21	17,19	18,49	2,92

Legenda: ista slova a-b $p < 0,05$

Tabela 7. Prosečan sadržaj vode (%) u uzorcima mesa brojlera na kraju skladištenja

Grupa	\bar{X}	Mere varijacije				
		Sd	Se	X_{\min}	X_{\max}	C_v (%)
I	78,58	0,28	0,11	78,23	78,96	0,35
II	77,49	1,10	0,45	75,29	78,17	1,42
III	77,73	1,00	0,41	75,84	78,42	1,29
IV	77,20	1,13	0,46	76,05	78,30	1,46

Tabela 8. Prosečan sadržaj masti (%) u mesu brojlera na kraju skladištenja

Grupa	\bar{X}	Mere varijacije				
		Sd	Se	X_{\min}	X_{\max}	C_v (%)
I	2,25	0,27	0,11	2,00	2,50	12,17
II	1,83 ^a	0,26	0,11	1,50	2,00	14,08
III	2,08	0,38	0,15	1,50	2,50	18,07
IV	2,42 ^a	0,20	0,08	2,00	2,50	8,45

Legenda: ista slova a $p < 0,05$

Tabela 9. Prosečan sadržaj pepela (%) u mesu brojlera na kraju skladištenja

Grupa	\bar{X}	Mere varijacije				
		SD	S _e	I _v		C _v %
				X _{max}	X _{min}	
I	3,35±0,18 ^{AB}	0,18	0,009	3,53	3,17	5,37
II	3,65±0,10 ^{AC}	0,10	0,002	3,75	3,55	2,74
III	4,07±0,15 ^{BCD}	0,15	0,006	4,22	3,92	3,68
IV	3,49±0,13 ^D	0,13	0,004	3,62	3,36	3,72

Legenda: ista slova A-D p<0,01

Tabela 10. Prosečan sadržaj soli (%) u mesu brojlera na kraju skladištenja

Grupa	\bar{X}	Mere varijacije				
		S _d	S _e	X _{min}	X _{max}	C _v (%)
I	2,27 ^{AB}	0,13	0,05	2,10	2,42	5,92
II	2,56 ^{AC}	0,06	0,02	2,49	2,63	2,23
III	2,99 ^{BCD}	0,11	0,05	2,85	3,14	3,68
IV	2,41 ^D	0,15	0,06	2,25	2,58	6,12

Legenda: ista slova A-D p<0,01

Tabela 11. Prosečna a_w vrednost u mesu brojlera na početku skladištenja

Grupa	\bar{X}	Mere varijacije				
		SD	S _e	X _{min}	X _{max}	C _v (%)
I	0,9819 ^{AB}	0,0004	0,0002	0,9813	0,9827	0,05
II	0,9823 ^{CD}	0,0006	0,0003	0,9814	0,9831	0,06
III	0,9762 ^{ACE}	0,0007	0,0003	0,9754	0,9774	0,07
IV	0,9803 ^{BDE}	0,0011	0,0004	0,9790	0,9816	0,11

Legenda: ista slova A-E p<0,01

Tabela 12. Prosečna a_w vrednost u mesu brojlera na kraju skladištenja

Grupa	\bar{X}	Mere varijacije				
		SD	S _e	X _{min}	X _{max}	C _v (%)
I	0,9843 ^{ABa}	0,0009	0,0004	0,9833	0,9855	0,09
II	0,9819 ^{AC}	0,0006	0,0003	0,9809	0,9826	0,06
III	0,9789 ^{BCD}	0,0009	0,0003	0,9777	0,9798	0,09
IV	0,9830 ^{aD}	0,0008	0,0003	0,9820	0,9839	0,08

Legenda: ista slova A-D p<0,01; a p<0,05

Prilog B

Mikrobiološki status mesa brojlera

Tabela 13. Broj bakterija *Salmonella* spp. u uzorcima mesa brojlera, nultog dana skladištenja

Grupa	\bar{X}	Mere varijacije				
		SD	Se	X_{\min}	X_{\max}	C_v (%)
I	3,37	0,55	0,22	2,72	3,93	16,27
II	3,65	0,39	0,16	3,11	4,09	10,77
III	3,64	0,35	0,14	3,00	3,92	9,59
IV	3,50	0,36	0,15	3,00	3,86	10,23

Tabela 14. Broj bakterija *Salmonella* spp. u uzorcima mesa brojlera, trećeg dana skladištenja

Grupa	\bar{X}	Mere varijacije				
		SD	Se	X_{\min}	X_{\max}	C_v (%)
I	2,92 ^{aA}	0,30	0,12	2,58	3,40	10,18
II	3,29 ^B	0,34	0,14	3,00	3,78	10,25
III	3,57 ^{aC}	0,54	0,22	3,00	4,48	15,01
IV	3,64 ^{ABC}	0,17	0,07	6,48	6,86	2,61

Legenda: ista slova A-C $p < 0,01$; a $p < 0,05$

Tabela 15. Broj bakterija *Salmonella* spp. u uzorcima mesa brojlera, šestog dana skladištenja

Grupa	\bar{X}	Mere varijacije				
		SD	Se	X_{\min}	X_{\max}	C_v (%)
I	3,07 ^{AB}	0,45	0,18	2,74	3,90	14,71
II	4,32 ^{AC}	0,34	0,14	4,00	4,90	7,85
III	3,34 ^{CD}	0,27	0,11	3,00	3,70	8,16
IV	4,40 ^{BD}	0,48	0,19	3,45	4,78	10,85

Legenda: ista slova A-D $p < 0,01$

Tabela 16. Broj bakterija *Salmonella* spp. u uzorcima mesa brojlera, devetog dana skladištenja

Grupa	\bar{X}	Mere varijacije				
		SD	Se	X_{\min}	X_{\max}	C_v (%)
I	5,91	0,32	0,13	5,48	6,30	5,37
II	5,62	0,48	0,19	4,95	6,18	8,47
III	6,18 ^a	0,55	0,23	5,48	6,79	8,96
IV	5,44 ^a	0,29	0,12	4,93	5,70	5,26

Legenda: ista slova a $p < 0,05$

Tabela 17. Ukupan broj bakterija u mesa brojlera, nultog dana skladištenja

Grupa	\bar{X}	Mere varijacije				
		SD	Se	X_{\min}	X_{\max}	C_v (%)
I	6,11 ^a	0,44	0,18	5,60	6,85	7,19
II	5,68 ^A	0,35	0,14	5,28	6,18	6,18
III	6,73 ^{aB}	0,31	0,13	6,28	7,11	4,61
IV	5,82 ^{AB}	0,30	0,12	5,48	6,30	5,20

Legenda: ista slova A-B $p < 0,01$; a $p < 0,05$

Tabela 18. Ukupan broj bakterija u mesa brojlera, trećeg dana skladištenja

Grupa	\bar{X}	Mere varijacije				
		SD	Se	X_{\min}	X_{\max}	C_v (%)
I	7,33 ^A	0,51	0,20	6,58	7,90	6,93
II	7,87 ^B	0,48	0,19	7,32	8,67	6,04
III	7,66 ^C	0,33	0,14	7,08	8,00	4,35
IV	9,03 ^{ABC}	0,67	0,27	8,38	9,90	7,43

Legenda: ista slova A-C $p < 0,01$

Tabela 19. Ukupan broj bakterija u mesa brojlera, šestog dana skladištenja

Grupa	\bar{X}	Mere varijacije				
		SD	Se	X_{\min}	X_{\max}	C_v (%)
I	10,03 ^A	0,24	0,10	9,72	10,30	2,36
II	10,15 ^{Ba}	0,27	0,11	9,86	10,54	2,70
III	9,44 ^{AB}	0,18	0,07	9,11	9,60	1,92
IV	9,74 ^a	0,18	0,07	9,48	9,92	1,84

Legenda: ista slova A-B $p < 0,01$; a $p < 0,05$

Tabela 20. Ukupan broj bakterija u mesa brojlera, devetog dana skladištenja

Grupa	\bar{X}	Mere varijacije				
		SD	Se	X_{\min}	X_{\max}	C_v (%)
I	10,86	0,51	0,21	10,30	11,76	4,74
II	10,70	0,43	0,17	10,26	11,48	4,02
III	10,60	0,41	0,17	9,95	11,00	3,89
IV	10,95	0,30	0,12	10,60	11,48	2,77

Tabela 21. Ukupan broj enterobakterija u mesu brojlera, nultog dana skladištenja

Grupa	\bar{X}	Mere varijacije				
		SD	Se	X_{\min}	X_{\max}	C_v (%)
I	4,78	0,54	0,22	4,20	5,81	11,31
II	4,81	0,22	0,09	4,48	5,04	4,48
III	4,34	0,36	0,15	4,00	4,81	8,24
IV	4,33	0,39	0,16	3,60	4,65	8,97

Tabela 22. Ukupan broj enterobakterija u mesu brojlera, trećeg dana skladištenja

Grupa	\bar{X}	Mere varijacije				
		SD	Se	X_{\min}	X_{\max}	C_v (%)
I	6,02 ^A	0,49	0,20	5,48	6,60	8,19
II	6,14 ^B	0,42	0,17	5,65	6,74	6,90
III	5,61 ^C	0,99	0,40	4,48	6,79	17,62
IV	8,59 ^{ABC}	0,25	0,10	8,30	8,85	2,90

Legenda: ista slova A-C p<0,01

Tabela 23. Ukupan broj enterobakterija u mesu brojlera, šestog dana skladištenja

Grupa	\bar{X}	Mere varijacije				
		SD	Se	X_{\min}	X_{\max}	C_v (%)
I	7,06 ^{AB}	0,68	0,27	6,26	7,85	9,54
II	7,60 ^C	0,56	0,23	7,00	8,65	7,37
III	4,90 ^{ACD}	0,39	0,16	4,53	5,48	7,96
IV	8,14 ^{BD}	0,40	0,16	7,46	8,51	4,93

Legenda: ista slova A-D p<0,01

Tabela 24. Ukupan broj enterobakterija u mesu brojlera, devetog dana skladištenja

Grupa	\bar{X}	Mere varijacije				
		SD	Se	X_{\min}	X_{\max}	C_v (%)
I	9,33 ^{aA}	0,35	0,14	8,90	9,75	3,70
II	9,65	0,57	0,23	9,18	10,70	5,86
III	10,14 ^a	0,44	0,18	9,51	10,67	4,35
IV	10,23 ^A	0,32	0,13	9,86	10,62	3,09

Legenda: ista slova A p<0,01; a p<0,05

Tabela 25. Ukupan broj psihrotrofnih bakterija u mesu brojlera, nultog dana skladištenja

Grupa	\bar{X}	Mere varijacije				
		SD	Se	X_{\min}	X_{\max}	C_v (%)
I	4,12 ^A	0,43	0,17	3,60	4,62	10,38
II	3,12 ^{AaB}	0,21	0,09	2,81	3,36	6,79
III	3,98 ^a	0,46	0,19	3,34	4,63	11,51
IV	4,00 ^B	0,52	0,21	3,11	4,49	13,07

Legenda: ista slova A-B $p < 0,01$; a $p < 0,05$

Tabela 26. Ukupan broj psihrotrofnih bakterija u mesu brojlera, trećeg dana skladištenja

Grupa	\bar{X}	Mere varijacije				
		SD	Se	X_{\min}	X_{\max}	C_v (%)
I	7,03	0,21	0,09	6,78	7,30	3,01
II	7,30 ^a	0,32	0,13	6,91	7,81	4,44
III	6,77 ^{aA}	0,27	0,11	6,45	7,08	4,00
IV	7,44 ^A	0,42	0,17	6,78	7,86	5,57

Legenda: ista slova A $p < 0,01$; a $p < 0,05$

Tabela 27. Ukupan broj psihrotrofnih bakterija u mesu brojlera, šestog dana skladištenja

Grupa	\bar{X}	Mere varijacije				
		SD	Se	X_{\min}	X_{\max}	C_v (%)
I	7,11 ^{ab}	0,49	0,20	6,59	7,65	6,85
II	7,95 ^{aAc}	0,20	0,08	7,72	8,30	2,52
III	6,39 ^{bAd}	0,40	0,16	5,74	6,92	6,18
IV	7,18 ^{cd}	0,49	0,20	6,60	7,78	6,77

Legenda: ista slova A $p < 0,01$; a-d $p < 0,05$

Tabela 28. Ukupan broj psihrotrofnih bakterija u mesu brojlera, devetog dana skladištenja

Grupa	\bar{X}	Mere varijacije				
		SD	Se	X_{\min}	X_{\max}	C_v (%)
I	8,31 ^a	0,39	0,16	7,86	8,73	4,76
II	8,99	0,40	0,16	8,74	9,79	4,44
III	9,04	0,53	0,22	8,58	9,80	5,87
IV	9,06 ^a	0,52	0,21	8,36	9,62	5,74

Legenda: ista slova a $p < 0,05$

Prilog C

Sadržaj ukupno isparljivog azota i pH vrednost mesa brojlera

Tabela 29. Prosečan sadržaj ukupno isparljivog azota u mesu brojlera, nultog dana skladištenja

Grupa	\bar{X}	Mere varijacije				
		SD	Se	X_{\min}	X_{\max}	C_v (%)
I	20,44 ^{AC}	1,35	0,55	19,04	21,84	6,60
II	22,82 ^{aC}	0,39	0,16	22,40	23,24	1,69
III	24,50 ^{aAB}	0,98	0,40	23,52	25,48	4,01
IV	21,75 ^B	0,23	0,09	21,28	21,84	1,05

Legenda: ista slova A-C $p < 0,01$; a $p < 0,05$

Tabela 30. Prosečan sadržaj ukupno isparljivog azota u mesu brojlera, trećeg dana skladištenja

Grupa	\bar{X}	Mere varijacije				
		SD	Se	X_{\min}	X_{\max}	C_v (%)
I	20,21 ^{BCD}	0,21	0,09	19,88	20,44	1,04
II	23,94 ^{AC}	0,88	0,36	22,96	24,92	3,68
III	26,11 ^{ABa}	1,30	0,53	24,48	27,44	4,98
IV	24,64 ^{aD}	0,53	0,22	24,08	25,20	2,16

Legenda: ista slova A-D $p < 0,01$; a $p < 0,05$

Tabela 31. Prosečan sadržaj ukupno isparljivog azota u mesu brojlera, šestog dana skladištenja

Grupa	\bar{X}	Mere varijacije				
		SD	Se	X_{\min}	X_{\max}	C_v (%)
I	19,83 ^B	2,61	1,07	17,36	22,40	13,17
II	30,64 ^{ABC}	3,45	1,41	27,44	33,88	11,27
III	23,24 ^A	4,81	1,96	18,76	27,72	20,69
IV	23,29 ^C	1,08	0,44	22,12	24,36	4,65

Legenda: ista slova A-C $p < 0,01$

Tabela 32. Prosečan sadržaj ukupno isparljivog azota u mesu brojlera, devetog dana skladištenja

Grupa	\bar{X}	Mere varijacije				
		SD	Se	X_{\min}	X_{\max}	C_v (%)
I	37,57 ^{Aab}	0,41	0,17 4,17	36,96	38,08	1,10
II	52,78 ^a	6,19	2,53	47,04	58,52	11,72
III	57,11 ^A	10,22	4,17	47,60	66,44	17,89
IV	51,75 ^b	9,05	3,69	43,40	60,20	17,49

Legenda: ista slova A $p < 0,01$; a-b $p < 0,05$

Tabela 33. Prosečna pH vrednost u mesu brojlera, nultog dana skladištenja

Grupa	\bar{X}	Mere varijacije				
		SD	Se	X_{\min}	X_{\max}	C_v (%)
I	5,94 ^{ABC}	0,02	0,01	5,92	5,96	0,28
II	6,09 ^{ADE}	0,01	0,01	6,0	6,11	0,23
III	6,04 ^{BDF}	0,01	0,00	6,02	6,05	0,17
IV	6,25 ^{CEF}	0,03	0,01	6,20	6,30	0,53

Legenda: ista slova A-F $p < 0,01$

Tabela 34. Prosečna pH vrednost u mesu brojlera, trećeg dana skladištenja

Grupa	\bar{X}	Mere varijacije				
		SD	Se	X_{\min}	X_{\max}	C_v (%)
I	6,15 ^{AB}	0,02	0,01	6,13	6,18	0,32
II	6,20 ^C	0,02	0,01	6,17	6,22	0,30
III	5,98 ^{ACD}	0,07	0,03	5,91	6,08	1,14
IV	6,25 ^{BD}	0,01	0,00	6,23	6,26	0,17

Legenda: ista slova A-D $p < 0,01$

Tabela 35. Prosečna pH vrednost u mesu brojlera, šestog dana skladištenja

Grupa	\bar{X}	Mere varijacije				
		SD	Se	X_{\min}	X_{\max}	C_v (%)
I	6,06 ^{ABC}	0,02	0,01	6,03	6,10	0,41
II	6,21 ^{AD}	0,03	0,01	6,18	6,26	0,46
III	6,13 ^{BDE}	0,05	0,02	6,06	6,20	0,84
IV	6,20 ^{CE}	0,02	0,01	6,18	6,22	0,27

Legenda: ista slova A-E $p < 0,01$

Tabela 36. Prosečna pH vrednost u mesu brojlera, devetog dana skladištenja

Grupa	\bar{X}	Mere varijacije				
		SD	Se	X_{\min}	X_{\max}	C_v (%)
I	6,38 ^{AB}	0,01	0,01	6,36	6,40	0,21
II	6,45 ^{CD}	0,03	0,01	6,42	6,49	0,46
III	6,28 ^{ACE}	0,05	0,02	6,22	6,34	0,81
IV	6,58 ^{BDE}	0,08	0,03	6,49	6,69	1,16

Legenda: ista slova A-E $p < 0,01$

Prilog D**Senzorna ocena ukupne prihvatljivosti mesa brojlera****Tabela 37. Prosečna ocena ukupne prihvatljivosti mesa brojlera devetog dana skladištenja**

Grupa	\bar{X}	Mere varijacije				
		SD	S_e	I_v		$C_{V\%}$
				X_{\max}	X_{\min}	
I	4,95 ^{ABC}	0,90	0,10	5,85	4,05	18,18
II	3,49 ^{Aa}	0,81	0,09	4,30	2,68	23,21
III	3,48 ^B	1,02	0,12	4,50	2,46	29,31
IV	3,39 ^{Ca}	0,88	0,08	4,27	2,51	25,96

Legenda: ista slova A-C $p < 0,01$; a $< 0,05$

BIOGRAFIJA

Tatjana M. Baltić, diplomirani veterinar, rođena je 26. oktobra 1980. godine u Bihaću, u Republici Bosni i Hercegovini. Osnovnu školu i gimnaziju završila je u Pančevu. Fakultet veterinarske medicine Univerziteta u Beogradu upisala je školske 1999/2000 godine, a diplomirala je novembru 2006. godine, sa prosečnom ocenom 8,18. Doktorske akademske studije na Fakultetu veterinarske medicine Univerziteta u Beogradu upisala je školske 2007/2008 godine i položila sve ispite predviđene planom i programom studija, sa prosečnom ocenom 9,50. Od novembra 2008. godine zaposlena je u Institutu za higijenu i tehnologiju mesa u Beogradu, gde radi kao saradnik u Odeljenju za mikrobiološka i imunoenzimska ispitivanja. Kao autor ili koautor do sada je objavila 20 naučnih i stručnih radova u časopisima i na naučnim skupovima međunarodnog i nacionalnog značaja i bila je učesnik u realizaciji više projekata finansiranih od strane Ministarstva nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije i Instituta za higijenu i tehnologiju mesa u Beogradu.

Прилог 1.

Изјава о ауторству

Потписани-а: Татјана Балтић

број уписа 12/22

Изјављујем

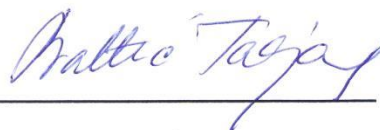
да је докторска дисертација под насловом

Испитивање утицаја маринирања на раст *Salmonella* врста у месу бројлера

- 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 кршио/ла ауторска права и користио интелектуалну својину других лица.

Потпис докторанда

У Београду, 17.02.2014.



Прилог 2.

Изјава о истоветности штампане и електронске верзије докторског рада

Име и презиме аутора: Татјана Балтић

Број уписа 12/22

Студијски програм: Докторске академске студије

Наслов рада: Испитивање утицаја маринирања на раст *Salmonella* врста у месу
бројлера

Ментор: Проф. Др Милан Ж. Балтић

Потписани Татјана Балтић,

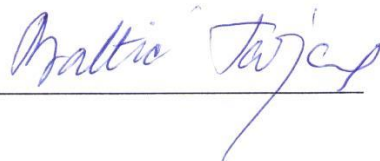
изјављујем да је штампана верзија мог докторског рада истоветна електронској
верзији коју сам предао/ла за објављивање на порталу **Дигиталног
репозиторијума Универзитета у Београду**.

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, 17.02.2014.



Прилог 3.

Изјава о коришћењу

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

Испитивање утицаја маринирања на раст *Salmonella* врста у месу бројлера која је моје ауторско дело.

Дисертацију са свим прилозима предао/ла 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 одлучио/ла.

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).

Потпис докторанда

У Београду, 17.02.2014.

