

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
ODDELEK ZA ŽIVILSTVO

Amadeja ROŽMAN

**VPLIV ZMANJŠANJA VSEBNOSTI IN ZAMENJAVE
NITRITNE SOLI NA KAKOVOST PREKAJENIH ŠUNK**

DIPLOMSKO DELO
Univerzitetni študij

Ljubljana, 2013

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
ODDELEK ZA ŽIVILSTVO

Amadeja ROŽMAN

**VPLIV ZMANJŠANJA VSEBNOSTI IN ZAMENJAVE NITRITNE SOLI
NA KAKOVOST PREKAJENIH ŠUNK**

DIPLOMSKO DELO
Univerzitetni študij

**EFFECT OF NITRITE SALT CONTENT REDUCTION AND
SUBSTITUTION ON SMOKED COOKED HAMS QUALITY**

GRADUATION THESIS
University studies

Ljubljana, 2013

Diplomsko delo je zaključek univerzitetnega študija živilske tehnologije. Laboratorijski del poskusa je bil opravljen v laboratoriju Katedre za tehnologijo mesa in vrednotenje živil, Oddelka za živilstvo, Biotehniške fakultete, Univerze v Ljubljani.

Za mentorja diplomskega dela je imenovan prof. dr. Božidar Žlender, za somentorja doc. dr. Tomaž Polak, za recenzentko pa prof. dr. Terezija Golob.

Mentor: prof. dr. Božidar Žlender

Somentor: doc. dr. Tomaž Polak

Recenzentka: prof. dr. Terezija Golob

Komisija za oceno in zagovor:

Predsednik:

Član:

Član:

Član:

Datum zagovora:

Diplomska naloga je rezultat lastnega raziskovalnega dela.

Podpisana se strinjam z objavo svoje naloge v popolnem tekstu na spletni strani Digitalne knjižnice Biotehniške fakultete. Izjavljam, da je naloga, ki sem jo oddala v elektronski obliki, identična tiskani verziji.

Amadeja Rožman

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA

- ŠD Dn
DK UDK 637.525.3 + 664.92: 664.41: 543.92(043) = 163.6
KG šunka/prekajena šunka/nitritna sol/nadomestek soli/fosfati/zmanjševanje soli/barva/
slanost/senzorične lastnosti/tehnološka kakovost
AV ROŽMAN, Amadeja
SA ŽLENDER, Božidar (mentor)/POLAK, Tomaž (somentor)/GOLOB, Terezija
(recenzentka)
KZ SI-1000 Ljubljana, Jamnikarjeva 101
ZA Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo
LI 2013
IN VPLIV ZMANJŠANJA VSEBNOSTI IN ZAMENJAVE NITRITNE SOLI NA
KAKOVOST PREKAJENIH ŠUNK
TD Diplomsko delo (Univerzitetni študij)
OP IX, 66 str., 15 preg., 17 sl., 39 vir.
IJ sl
JI sl/en
AI Namen diplomske naloge je bil izdelati prekajeno šunko z manjšo vsebnostjo nitritne soli in natrija in z ustrezno senzorično in tehnološko kakovostjo. Po standardni recepturi smo izdelali 4 skupine šunk, ki so se med seboj razlikovale po vrsti dodatka, in sicer: *i*) N-BF, izdelane z nitritno soljo; *ii*) N-F, dodana nitritna sol + fosfati; *iii*) NS-BF, deloma nadomeščena nitritna sol s KCl; *iv*) NS-F, delni nadomestek nitrita KCl + fosfati. V vsaki skupini so bile šunke s petimi koncentracijami soli: 2,0 %, 1,8 %, 1,6 %, 1,4 % in 1,2 %. Vsem šunkam smo določili vsebnost vode, beljakovin, maščob, skupnih mineralnih snovi, rezidualnega nitrita, natrija in soli, instrumentalno smo izmerili teksturo in barvo. Senzorično smo ocenili naslednje senzorične lastnosti šunk: roza odtenek barve, enakomernost barve, slanost, priokus, aromo, teksturo, sočnost in skupni vtis. Rezultate smo statistično obdelali. Ugotovili smo, da so imele najprimernejšo barvo šunke v obeh skupinah z dodanim fosfatom. Slanost je bila optimalno ocenjena v vseh skupinah z 1,4 % soli. Najboljšo aromo so imele šunke z nitritno soljo (z in brez fosfatov), vendar so hkrati vsebovale največ rezidualnega nitrita. Grenek priokus je bil najmanj zaznan v šunkah z nadomestkom nitrita in dodatkom 1,2 % oziroma 1,4 % soli. Tekstura je bila najboljša v primeru dodatka nitritne soli in fosfatov.

KEY WORDS DOCUMENTATION

- DN Dn
- DC UDC 637.525.3 + 664.92: 664.41: 543.92(043) = 163.6
- CX ham / smoked ham / nitrite salt / salt substitute / phosphates / reducing salt / color / saltiness / sensory characteristics / technology properties
- AU ROŽMAN, Amadeja
- AA ŽLENDER, Božidar (supervisor)/POLAK, Tomaž (co-advisor)/GOLOB, Terezija (reviewer)
- PP SI-1000 Ljubljana, Jamnikarjeva 101
- PB University of Ljubljana, Biotechnical Faculty, Department of Food Science and Technology
- PY 2013
- TI EFFECT OF NITRITE SALT CONTENT REDUCTION AND SUBSTITUTION ON SMOKED COOKED HAMS QUALITY
- DT Graduation Thesis (University studies)
- NO IX, 64 p., 15 tab., 17 fig., 39 ref.
- LA sl
- AL sl/en
- AB The purpose of graduation thesis was to make smoked ham, which would contain less nitrite salt and sodium and would also be of sensorically and technologically acceptable quality. According to standard recipe we made four groups of hams, which are differentiated from each other according to the type of additive; *i*) N-BF contain nitrite salt, *ii*) N-F contain nitrite salt+phosphates, *iii*) NS-BF partly replaced salt substitute for nitrite salt, *iv*) NS-F contain salt substitute and phosphates. In each group were hams with five different concentrations of salt: 2,0 %, 1,8 %, 1,6 %, 1,4 % and 1,2 %. Determined were the content of water, proteins, fat, minerals, residual nitrite, sodium and salt in all hams. We also measured instrumental texture and colour. All of the hams were estimated sensorically. The following characteristics of hams were sensorically evaluated: pink colour of hams, uniformity of colour, texture, aroma, juiciness and overall impression. Results were statistically analyzed. We found out that the most beautiful colour was in both groups which included phosphates. Saltiness was suitable in all groups if we used 1,4 % and less of added salt. Hams which included nitrite salt and we reduced salt to minimum had the best aroma (with or without added phosphates), however, they had the most of residual nitrite. The hams in groups with salt substitute had the least bitter aftertaste, when we added 1,2% and 1,4 % of salt. Texture was the best when we used nitrite salt and phosphates.

KAZALO VSEBINE

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA	III
KEY WORDS DOCUMENTATION	IV
KAZALO PREGLEDNIC	VII
KAZALO SLIK	VIII
OKRAJŠAVE IN SIMBOLI	IX
1 UVOD	1
1.1 OPREDELITEV PROBLEMA	1
1.2 CILJI RAZISKOVANJA	1
1.3 DELOVNE HIPOTEZE	2
2 PREGLED OBJAV	3
2.1 SOL.....	3
2.1.1 Zgodovina NaCl.....	3
2.1.2 Uporaba soli v današnjem času	4
2.1.2.1 Uporaba soli po svetu	4
2.1.3 Fiziološke potrebe po Na⁺ in Cl⁻	4
2.1.3.1 Potreba po Na ⁺	5
2.1.4 Zdravstveni vidik uporabe soli.....	6
2.1.4.1 Kuhinjska sol kot dejavnik tveganja hipertenzije.....	6
2.1.4.2 Drugi negativni zdravstveni učinki kuhinjske soli	7
2.1.5 Vpliv zmanjšanja soli na teksturne in senzorične lastnosti	7
2.1.6 Zmanjševanje soli v mesninah.....	9
2.2 NATRIJEV NITRIT IN NATRIJEV NITRAT	9
2.3 POLIFOSFATI.....	11
2.4 PREKAJENA ŠUNKA	11
2.4.1 Tehnologija izdelave prekajene šunke.....	12
2.4.1.1 Odbira in priprava surovin.....	12
2.4.1.2 Soljenje in razsoljevanje.....	12
2.4.1.3 Mokro razsoljevanje	12
2.4.1.4 Razsoljevanje z gnetenjem	13
2.4.1.5 Masiranje (gnetenje, tamblanje)	13
2.4.1.6 Toplotna obdelava	14
2.4.1.7 Hlajenje, embaliranje in pakiranje.....	15
2.4.2 Senzorične lastnosti prekajene šunke (Gašperlin in Polak, 2010)	15
2.4.2.1 Zunanji izgled.....	15
2.4.2.2 Sestava in barva prereza	15
2.4.2.3 Tekstura	16
2.4.2.4 Vonj in aroma	16
3 MATERIAL IN METODE	17
3.1 MATERIAL IN POTEK DELA.....	17
3.2 NAČRT DELA.....	17
3.2.1 Sestava in priprava prekajenih šunk.....	19
3.3 METODE	20
3.3.1 Kemijske metode	20
3.3.1.1 Določanje vsebnosti Cl ⁻ in natrijevega klorida v prekajeni šunki z metodo po Volhardu (Gašperlin in Polak, 2010).....	20

3.3.1.2 Določanje vsebnosti nitritov	22
3.3.1.3 Določanje maščob v prekajeni šunki z metodo po Weibullu in Stoldtu.....	24
3.3.1.4 Določanje vsebnosti Na ⁺ v prekajeni šunki z ionoselektivno elektrodo	24
3.3.1.5 Določanje vsebnosti skupnih mineralnih snovi	26
3.3.1.6 Določanje vsebnosti vode.....	26
3.3.1.7 Določanje vsebnosti beljakovin v prekajeni šunki z metodo po Kjeldahlu.	26
3.3.2 Instrumentalno merjenje teksturnih lastnosti in barve prekajene šunke.....	26
3.3.2.1 Texture profile analyser (TPA).....	27
3.3.2.2 Merjenje barve s kromometrom Minolta.....	29
3.3.3 Senzorična analiza	30
3.3.4 Statistična analiza	31
3.3.4.1 Diskriminantna analiza	31
4 REZULTATI.....	33
4.1 IZDELAVA ŠUNK	33
4.2 KEMIJSKA SESTAVA PREKAJENE ŠUNKE.....	34
4.2.1 Osnovna sestava prekajene šunke.....	34
4.2.1.1 Vsebnost vode v prekajenih šunkah	34
4.2.1.2 Vsebnost intramuskularne maščobe v prekajenih šunkah	35
4.2.1.3 Vsebnost beljakovin v prekajenih šunkah	35
4.2.1.4 Vsebnost skupnih mineralnih snovi v prekajenih šunkah	36
4.2.1.5 Vsebnost rezidualnega nitrita v prekajenih šunkah	36
4.2.2 Vsebnost NaCl in natrija v prekajeni šunki.....	39
4.3 INSTRUMENTALNA IN SENZORIČNA ANALIZA	40
4.3.1 Rezultati instrumentalnih metod	40
4.3.1.1 Rezultati instrumentalnega merjenja barve	40
4.3.1.2 Tekstura šunk – tlačna trdota.....	42
4.3.2 Senzorična kakovost šunk.....	42
4.4 MULTIVARIATNA ANALIZA	46
4.4.1 Pearsonov koeficient korelacije.....	46
4.4.2 Diskriminantna analiza.....	47
4.4.2.1 Vrsta soli.....	48
4.4.2.2 Dodana koncentracija soli	49
5 RAZPRAVA IN SKLEPI.....	51
5.1 RAZPRAVA.....	51
5.1.1 Prekajene šunke z nitritno soljo (N-BF)	57
5.1.2 Prekajene šunke z nitritno soljo in dodatkom fosfatov (N-F)	57
5.1.3 Prekajene šunke z nadomestkom soli (NS-BF)	57
5.1.4 Prekajene šunke z nadomestkom soli in dodatkom fosfatov (NS-F)	58
5.2 SKLEPI.....	59
6 POVZETEK	61
7 VIRI	63

KAZALO PREGLEDNIC

Preglednica 1: Razporeditev prekajenih šunk glede na dodan fosfat in količino dodane nitritne soli	17
Preglednica 2: Vrsta soli, dodatek soli (%) in dodatek fosfatov v eksperimentalnih skupinah.....	18
Preglednica 3: Receptura sestavin (% , g/kg) za izdelavo prekajene šunke	19
Preglednica 4: Masa šunk* brez in z razsolico pred pečenjem in masa pečenih šunk ter izkoristek.....	33
Preglednica 5: Rezultati kemijske analize šunk, izdelanih z različnimi količinami dodane nitritne soli oz. nadomestka soli in fosfatov, z izračunanimi osnovnimi statističnimi parametri	34
Preglednica 6: Vpliv količine dodane nitritne soli oz. nadomestka soli in fosfatov na kemijsko sestavo šunk, izdelanih v dveh proizvodnih ponovitvah (Duncanov test, $\alpha = 0,05$)	38
Preglednica 7: Vsebnosti natrija in soli v prekajenih šunkah, izdelanih z nitritno soljo oz nadomestkom soli v različnih koncentracijah in brez/z dodanimi fosfati, z izračunanimi osnovnimi statističnimi parametri	39
Preglednica 8: Vpliv eksperimentalne skupine (N-BF, N-F, NS-BF, NS-F) in zmanjšanja dodatka soli na koncentracijo soli v šunkah (Duncanov test, $\alpha = 0,05$)	39
Preglednica 9: Viri variabilnosti in statistične značilnosti njihovega vpliva na instrumentalne parametre barve in teksture šunk, izdelanih z različnimi količinami dodane nitritne soli oz. nadomestka soli in fosfatov (2 proizvodni ponovitvi).....	40
Preglednica 10: Vpliv količine dodane nitritne soli oz. nadomestka soli in fosfatov na instrumentalne parametre barve šunk, izdelanih v dveh proizvodnih ponovitvah (Duncanov test, $\alpha = 0,05$).....	41
Preglednica 11: Vpliv količine dodane nitritne soli oz. nadomestka soli in fosfatov na instrumentalne parametre tlačne trdote šunk, izdelanih v dveh proizvodnih ponovitvah (Duncanov test, $\alpha = 0,05$).....	42
Preglednica 12: Senzorična kakovost šunk, izdelanih z različnimi količinami dodane nitritne soli oz. nadomestka soli in fosfatov, z izračunanimi osnovnimi statističnimi parametri	43
Preglednica 13: Vpliv količine dodane nitritne soli oz. nadomestka soli in fosfatov na senzorično kakovost šunk, izdelanih v dveh proizvodnih ponovitvah (Duncanov test, $\alpha = 0,05$)	45
Preglednica 14: Pearsonovi koeficienti korelacije (r) med senzoričnimi lastnostmi (aroma, sočnost, enakomernost barve, priokus, tekstura) in skupnim vtisom	47
Preglednica 15: Korelacijski koeficienti med spremenljivkami, uporabljenimi v analizi glavnih komponent	48

KAZALO SLIK

Slika 1: Prekajevalna komora (foto: Rožman A.).....	15
Slika 2: Umeritvena krivulja določanja rezidualnega nitrita v prekajeni šunki z metodo po Greauu in Mirnai	23
Slika 3: Umeritvena krivulja za določanje vsebnosti Na ⁺ v prekajeni šunki z ionoselektivno metodo (v % NaCl)	25
Slika 4: Umeritvena krivulja določanja Na ⁺ v prekajeni šunki z ionoselektivno metodo (v ppm NaCl)	26
Slika 5: Veliki cilindri za merjenje teksture s stiskanjem (TTC, 2009)	27
Slika 6: Merjenje analize profila teksture (TPA) za prekajeno šunko z dodatkom 1,6 % soli (70,6 % dodane soli predstavlja nitritna sol, 29,4 % pa nadomestek soli)	28
Slika 7: Texture profile analyzer (TPA) (foto: Rožman A.).....	29
Slika 8: Prerez prekajene šunke (foto: Rožman A.)	29
Slika 9: Vsebnost rezidualnega nitrita v štirih skupinah šunk.....	37
Slika 10: Projekcija podatkov o kemijskih, instrumentalnih in senzoričnih parametrih šunk, narejenih z različnimi vrstami soli v ravnini, definirani s prvima dvema glavnima funkcijama (LDA)	49
Slika 11: Projekcija podatkov o kemijskih, instrumentalnih in senzoričnih parametrih šunk, narejenih z različnimi dodanimi količinami soli v ravnini, definirani s prvima dvema glavnima funkcijama (LDA)	50
Slika 12: Projekcija podatkov glede na količino dodane soli v mesu	50
Slika 13: Primerjava koncentracij soli v vzorcih prekajenih šunk med koncentracijo soli določene po Volhardu in soli izračunane preko Na ⁺ z ionoselektivno elektrodo	52
Slika 14: Odstopanje senzoričnih ocen za teksturo prekajenih šunk od optimalne ocene	53
Slika 15: Odstopanje senzoričnih ocen za slanost prekajenih šunk od optimalne ocene	54
Slika 16: Vsebnost natrija v vzorcih prekajenih šunk	55
Slika 17: Primerjava senzorično ocenjenega rožnatega odtenka.....	56

OKRAJŠAVE IN SIMBOLI

BMV	bledo, mehko, vodeno
KCl	kalijev klorid
LDA	linearna diskriminantna analiza
NaCl	natrijev klorid
N-BF	nitritna sol brez fosfata
N-F	nitritna sol s fosfatom
NS-BF	nadomestek soli brez fosfata
NS-F	nadomestek soli s fosfatom
SVV	sposobnost za vezanje vode
WCRF	World Cancer Research Fund (Svetovni sklad za zdravljenje raka)
WHO	World Health Organization (Svetovna zdravstvena organizacija)

1 UVOD

1.1 OPREDELITEV PROBLEMA

Kuhinjska sol je najstarejši aditiv v zgodovini človeške prehrane. V preteklosti je bila osnovna funkcija kuhinjske soli konzerviranje. Danes je pomen NaCl kot konzervansa manjši zaradi razvoja mnogih drugih metod konzerviranja, vendar pa je kuhinjska sol v predelavi mesa še vedno nepogrešljiva zaradi številnih tehnoloških funkcij in pomembnega vpliva na senzorično kakovost mesnih izdelkov (Rajar, 2000).

Sol (NaCl) predstavlja za človeka pomembno vlogo, predvsem pa pomembno vpliva na naše celice (transport vode, mišična kontrakcija, pH v želodcu) (Kurlansky, 2002). Soli zaužijemo več kot je priporočeno (približno 5 do 10 krat več od priporočenih 2 g na dan) (He and MacGregor, 2003; Brown in sod., 2009).

Ima pomembno vlogo v proizvodnji mesnih izdelkov: vpliva na senzorično kakovost (okus, teksturo) mesnin, omogoča primerno dobit predelave in deluje protimikrobno. Večina mesnih izdelkov vsebuje od 1 do 3 % NaCl, zato so dober vir natrija v prehrani. Ker pa sta natrij in kuhinjska sol v večjih količinah zdravju škodljiva, strokovnjaki priporočajo zmanjšanje njune vsebnosti v živilih (Rajar, 2000).

Prevelika količina zaužitega natrija (kot sestavina kuhinjske soli) povzroča visok krvni pritisk in tako posledično povečuje možnost za nastanek srčno-žilnih bolezni. Razsoljeni mesni izdelki predstavljajo enega izmed največjih deležev prehranskega vnosa natrija (Ruusunen in Puolanne, 2005).

Bolezni srca in ožilja s posledičnim pojavom srčnega infarkta in kapi so danes v razvitem svetu najpogostejši vzrok smrti. Pomemben dejavnik tveganja razvoja kardiovaskularnih bolezni je povišan krvni pritisk. Southgate (1997) navaja, da epidemiološke študije kažejo značilno pozitivno povezavo med vnosom natrija in krvnim pritiskom. Poglavitni vir natrija v hrani je kuhinjska sol, delno pa tudi druge natrijeve soli (karbonati, fosfati in monoglutamati). Avtor ugotavlja, da na višino krvnega pritiska odločilno vpliva razmerje med vnosom natrija in kalija, zato priporoča povečanje vnosa kalija, ki krvni pritisk znižuje, ob hkratnem zmanjšanju vnosa kuhinjske soli.

1.2 CILJI RAZISKOVANJA

Zmanjšati vsebnost Na⁺ v prekajenih šunkah z zmanjšanjem oziroma zamenjavo nitritne soli z nadomestkom soli (kalijev klorid) v različnih koncentracijah.
Izdelati prekajeno šunko, ki bo vsebovala manj nitritne soli/natrija in bo še vedno senzorično sprejemljiva.

1.3 DELOVNE HIPOTEZE

Pričakujemo, da:

- bodo prekajene šunke z manj nitritne soli oziroma z večjim dodatkom nadomestka (KCl) senzorično drugačne (okus, aroma, tekstura),
- bodo šunke z manj dodane soli in brez dodanih fosfatov izločale več vode, posledično pa se bo senzorična kakovost poslabšala (slanost, aroma in tekstura). Barva bo manj intenzivna pri šunkah, pri katerih bomo uporabili manjše koncentracije nitritne soli in več nadomestka soli. Fosfati pa bodo vplivali na teksturo.

2 PREGLED OBJAV

2.1 SOL

Aditivi so snovi, ki jih živilom dodajamo z namenom, da bi jim izboljšali nekatere lastnosti ali da bi dosegli določene tehnološke lastnosti ali druge učinke. Kakovost aditivov in njihovo uporabo v živilskih izdelkih v Republiki Sloveniji predpisuje Pravilnik o aditivih za živila (2010).

Kemijski dodatki so sredstva, ki jih dodajamo mesnim izdelkom, da:

- podaljšamo njihovo obstojnost,
- ohranimo ali izboljšamo njihovo hranilno vrednost,
- izboljšamo njihove senzorične lastnosti (barva, okus, vonj),
- dosežemo lažji tehnološki postopek v proizvodnji.

V proizvodnji mesnih izdelkov je prepovedana uporaba umetnih arom (Pravilnik o aditivih za živila, 2010).

Kemijski dodatki, ki jih uporabljamo v proizvodnji mesnih izdelkov, so: sol (NaCl, KCl), nitritna sol (NaNO₂), nitratna sol (NaNO₃), polifosfati, glukono delta lakton (GDL), askorbinska kislina in njene Na-soli, limonska in mlečna kislina, emulgatorji, antioksidanti in sinergisti, koncentrat dima, rdeče 2G, rdeče AC, kurkumin, riboflavin, karoten, karamel, izvleček paprike (barvila), itd. (Pravilnik o aditivih za živila, 2010).

2.1.1 Zgodovina NaCl

Kuhinjska sol (NaCl) je najstarejši aditiv v zgodovini človeške prehrane. V preteklosti je bila osnovna funkcija kuhinjske soli konzerviranje. Danes je pomen NaCl kot konzervansa manjši zaradi razvoja mnogih drugih metod konzerviranja, vendar pa je kuhinjska sol v mesni predelavi še vedno nepogrešljiva zaradi številnih tehnoloških funkcij in pomembnega vpliva na senzorično kakovost mesnih izdelkov (Rajar, 2000).

V preteklosti je bila sol iskana in cenjena dobrina; Rimljani so plačevali delavce tako, da so sol prejeli kot plačilo za opravljeno delo. Od tod izhaja angleški izraz »salary«-plača (»sal« iz besede »salt«) (WCRF/AICR, 2007).

2.1.2 Uporaba soli v današnjem času

Gašperlin in Polak (2010) navajata, da je najpogostejši dodatek v mesni industriji kuhinjska sol (NaCl). Deluje kot ojačevalec arome, izdelkom daje zaželen slan okus, izboljša tehnološke lastnosti nadeva (poveča sposobnost za vezanje vode (SVV), izboljša emulgivno in povezovalno sposobnost miofibrilarnih beljakovin) in ima protimikrobni učinek. Pravilnik o aditivih za živila NaCl ne omenja (ni aditiv).

Kuhinjska sol spada med aditive, ki jih zakonodaja ne omejuje in veljajo za popolnoma "varne" za porabnika. Kljub temu pa strokovnjaki v zadnjih desetletjih priporočajo zmanjšanje vsebnosti natrija in kuhinjske soli v prehrani zaradi njihovih potencialnih negativnih zdravstvenih učinkov (Rajar, 2000).

2.1.2.1 Uporaba soli po svetu

Največ soli zaužijejo v državah, kot so: Japonska, Kitajska, Brazilija, Portugalska, Koreja, kjer predstavlja konzervirana in soljena hrana velik delež njihove prehrane. V visoko razvitih deželah, kamor uvrščamo Evropo in Severno Ameriko, pa je povprečna količina zaužite soli odraslega človeka od 9 do 12 g soli dnevno (WCRF/AICR, 2007).

Uporaba soli (pri predelavi hrane, pri slanih izdelkih, pri kuhanju in dosoljevanju »pri mizi«) je še vedno različna. Poraba soli pri slanih in konzerviranih izdelkih je visoka v nekaterih obmorskih državah, kot sta Japonska in Portugalska. V celinskih regijah, kot so afriške države, pa je poraba soli zelo nizka. Navedeno je tudi, da je konzervirana hrana verjetni vzrok za pojav raka želodca (WCRF/AICR, 2007).

2.1.3 Fiziološke potrebe po Na⁺ in Cl⁻

Collins (1997) navaja da sta natrij in klor prevladujoča iona v ekstracelularnih telesnih tekočinah in imata pomembno vlogo v uravnavanju njihovega volumna. Sta sestavna elementa soli ter v manjših količinah predstavljata esencialni hranili. Hrana na splošno vsebuje majhne količine natrija (WCRF/AICR, 2007).

Količine natrija in klora, ki se sicer nahajajo v 1 g kuhinjske soli, so v hrani že naravno prisotne in zadostujejo za normalne dnevne fiziološke potrebe človeka. V nekaterih primitivnih družbah je še danes vnos soli s hrano zelo majhen in znaša manj kot 1 g dnevno. V razvitem svetu so zaradi prehranskih navad dnevni vnosi kuhinjske soli mnogo večji in znašajo od 6 do 20 g dnevno (Antonios in MacGregor, 1997; Rajar, 2000).

2.1.3.1 Potreba po Na⁺

Največ natrija se zaužije v razvitem svetu, kjer se dodaja predelani hrani. Pri proizvodnji te namreč ni tolikšnega nadzora nad porabo. Veliko živil, kot so npr. kruh, juhe, žita za zajtrk in piškoti, vsebuje znatno količino soli: od 1 do 4 g na 100 g izdelka (WCRF/AICR, 2007).

Zdravemu človeškemu organizmu zadostuje že od 0,2 do 0,5 g natrija/dan (če njegove potrebe niso povečane zaradi izgub z znojenjem), dnevni vnosi natrija s hrano pa so v razvitem svetu mnogo večji. Tako je v odrasli populaciji ZDA povprečni dnevni vnos natrija 3,9 g, priporočeni dnevni vnos pa je le do 2,4 g (Collins, 1997).

Priporočljiv prehranski vnos natrija v Evropi je v mejah med 3,5 in 5 g/dan (9 do 12 g/NaCl) (Intersalt Cooperative Research Group, 1988). Povprečen Finec zaužije v povprečju 9,9 g, povprečna Finka pa 6,8 g NaCl/dan. Vnos natrija pri ženskah je tako previsok za 22 %, pri moških pa 24 % (Ruusunen in Puolanne, 2005).

V presni mišičnini je razmeroma majhna vsebnost natrija in znaša približno 70 mg v 100 g mesa (Collins, 1997), v mesnih izdelkih pa je vsebnost mnogo večja (1000 mg in več v 100 g izdelka). Visoka vsebnost natrija izvira predvsem iz kuhinjske soli, ki se v izdelke dodaja med postopki soljenja in razsoljevanja (Rajar, 2000). Čista sol, ki je v obliki natrijevega klorida, ne daje metabolne energije. Granulirana kuhinjska sol pa pogosto vsebuje aditive, kot so npr. sredstva proti sprijemanju, ki preprečujejo, da bi se kristali soli združili med seboj. V ta namen se uporablja tudi kalijev jodid, ki se dodaja med drugim tudi z namenom, da bi zmanjšali pomanjkanje joda v hrani. Kalijevemu jodidu pa se dodaja sladkor, ker ima vlogo stabilizatorja soli (WCRF/AICR, 2007).

Viri natrija v mesnih proizvodih

Glavni vir natrija v mesnih proizvodih je natrijev klorid, ki se dodaja med procesiranjem. Natrijev klorid vsebuje 39,3 % natrija. Natrij je prav tako tudi del nekaterih ostalih aditivov, dodanih pri pripravi mesnih proizvodov, npr. mononatrijev glutamat (ojačevalec arome), natrijev fosfat, natrijev citrat in včasih tudi natrijev laktat. Količina natrija v drugih aditivih je precej manjša v primerjavi s količino natrija v natrijevem kloridu. Mesna industrija bi lahko namesto kuhinjske soli dodajala natrijev laktat za podaljšanje roka uporabnosti in občutka slanosti. Ponavadi je dodano 1,2 % natrijevega laktata, ki vsebuje 0,24 % natrija. Tako količino natrija bi dobili v 0,6 % NaCl (Ruusunen in Puolanne, 2005).

2.1.4 Zdravstveni vidik uporabe soli

2.1.4.1 Kuhinjska sol kot dejavnik tveganja hipertenzije

Vnos natrija presega prehranska priporočila v večini razvitih držav. Povečan vnos natrija so začeli povezovati s hipertenzijo. Visok krvni pritisk lahko poveča tveganje infarkta in prehitre smrti zaradi kardiovaskularnih bolezni. Tuomilehto in sod. (2001) so odkrili, da ima prevelik vnos natrija povezavo z umrljivostjo in koronarnimi (venčnimi) srčnimi boleznimi neodvisno od drugih rizičnih faktorjev, ki povzročajo kardiovaskularne bolezni, vključno s povišanim krvnim pritiskom. Ti rezultati so pokazali škodljive posledice uživanja prevelike količine natrijevega klorida (NaCl) (Ruusunen in Puolanne, 2005).

Na podlagi študij velike populacije je bilo ugotovljeno, da obstaja povezava med povišanim krvnim pritiskom in starostjo, če zaužijemo več kot 6 g NaCl/na dan/na osebo. Tako je priporočeno, da je celotna količina zaužite soli na 5 do 6 g/na dan (Aho in sod., 1980; WHO, 1990). Prav tako je bilo ugotovljeno, da bo gensko občutljivim posameznikom in hipertenzikom koristila prehrana z manj soli, pri kateri se bo količina gibala med 1 do 3 g/dan.

Največ soli v prehrani je v predelani hrani. NaCl v predelanih mesnih izdelkih bi morali zmanjšati. Težko nadzorujemo vnos natrija v takih izdelkih zaradi različnih ravni natrija v isti vrsti izdelkov. Primer: v 30 jetrnih salamah različnih proizvajalcev vsebnost natrija niha med 0,5 do 1,0 g/100 g (Greubel in sod., 1997).

Zaradi različnih količin vsebnosti natrija v enakih izdelkih je nadzor zmanjšanja vnosa toliko težji (Greubel in sod., 1997).

Primeren dodatek NaCl za proizvajalce mesnih izdelkov pogosto predstavlja dilemo: po eni strani je s prehranskega vidika v izdelkih zaželena čim manjša vsebnost kuhinjske soli, po drugi strani pa je določena količina NaCl v izdelkih potrebna, ker zagotavlja ustrezne tehnološke učinke, vpliva na senzorično kakovost izdelka ter na njegovo mikrobiološko stabilnost in "varnost" za porabnika. Mesna predelava se na zahteve tržišča odziva in vsebnost kuhinjske soli v izdelkih zmanjšuje, funkcije NaCl pa skuša nadomestiti z alternativnimi ukrepi, kar pa pogosto ni enostavna naloga (Rajar, 2000).

Bolezni srca in ožilja s posledičnim pojavom srčnega infarkta in kapi so danes v razvitem svetu najpogostejši vzrok smrti. Pomemben dejavnik tveganja razvoja kardiovaskularnih bolezni je povišan krvni pritisk. Za povišan krvni pritisk velja sistolični pritisk višji od 140 mmHg ali diastolični pritisk višji od 90 mmHg. Glede na to definicijo ima v razvitem svetu povišan krvni pritisk od 5 do 10 % prebivalstva (Antonios in MacGregor, 1997; Rajar, 2000).

Southgate (1997) navaja, da epidemiološke študije kažejo značilno pozitivno povezavo med vnosom natrija in krvnim pritiskom. Poglavitni vir natrija v hrani je kuhinjska sol, delno pa tudi druge natrijeve soli (karbonati, fosfati in monoglutamati). Avtor ugotavlja, da na višino krvnega pritiska odločilno vpliva razmerje med vnosom natrija in kalija, zato priporoča povečanje vnosa kalija, ki krvni pritisk znižuje, ob hkratnem zmanjšanju vnosa kuhinjske soli.

Vendar pa so podatki v literaturi o vplivu kuhinjske soli na višino krvnega pritiska zelo nasprotujoči. Tako Karanja s sod. (1990) navaja, da na razvoj hipertenzije vplivajo genetski in številni drugi dejavniki. Pri večini ljudi kuhinjska sol ne povzroča hipertenzije. Avtor tudi ugotavlja, da je le približno polovica oseb z že razvito hipertenzijo občutljiva na vnos kuhinjske soli, ta občutljivost pa je pogostejša med starejšo populacijo (Rajar, 2000).

Tudi Antonios in MacGregor (1997) navajata, da je visok krvni pritisk pogojen dedno, ni pa mogoče natančno predvideti, pri katerih skupinah ljudi se bo pritisk prekomerno povišal s starostjo. Raziskave kažejo na večjo pogostnost starostno pogojenega povišanega krvnega pritiska v populacijah z večjim vnosom kuhinjske soli (Rajar, 2000).

2.1.4.2 Drugi negativni zdravstveni učinki kuhinjske soli

Pretirano uživanje kuhinjske soli lahko ima tudi druge negativne zdravstvene vplive. V velikih količinah naj bi sol direktno (neodvisno od vpliva na krvni pritisk) vplivala na pojav kapi. Prav tako povečane količine soli v prehrani prispevajo k razvoju srčne hipertrofije, okvaram ledvic, razvoju raka na želodcu in ter k drugim nekaterim drugim pojavom obolenj. Višji vnos soli v prehrani od priporočene namreč povzroča povečano izločanje kalcija v urin, kar vpliva na demineralizacijo kosti (Antonios in MacGregor, 1997).

2.1.5 Vpliv zmanjšanja soli na teksturne in senzorične lastnosti

Možen je negativen vpliv zmanjšanja soli na teksturne in senzorične lastnosti šunk. Nezaželene lastnosti so lahko:

- slabša tekstura, ki je posledica skrajšanja mišičnih vlaken (Desmond, 2006),
- slabši okus, ki se pojavi zaradi grenkih peptidov, ki se sproščajo zaradi proteoliznih encimov, katerih največji inhibitor je ravno NaCl,
- slaba kohezivnost, ki je prav tako povezana s proteolizo, posledica tega je neprimerna mehkoba,
- slabša aroma, saj služi sol kot ojačevalec okusa (Ruusunen in Puolanne, 2005).

Offer in Knight (1988) sta ugotovila, da imajo abdominalna tkiva veliko vlogo pri nabrekanju mišic. Pomembna so predvsem, kadar so miofibrile izpostavljene visokim koncentracijam raztopin soli, še posebej pa ob prisotnosti polifosfatov. Miozinske molekule se tvorijo z depolarizacijo debelejših nitk, ki se bodo stanjšale ob prisotnosti polifosfatov, zaradi česar ne bomo zaznali nabrekanja same mišice. Wilding in sod. (1986) prav tako trdijo, da sarkolema deluje kot zaščita pred miofibrilarnim nabrekanjem.

Pri uporabi 2 % NaCl v mesu v razmerju 1:1,5 okoli 20 % miofibrilarnih proteinov raztopi. Z dodajanjem 0,3 % fosfata pa povečamo topnost soli na 35 %, vendar je tolikšen dodatek v praksi neizvedljiv, zato bo prišlo do otekanja mišic samo v primeru *in situ*. Solne mešanice lahko uporabljamo tudi v šunkah, vendar pa so bile senzorične lastnosti slabše ocenjene (Ruusunen in Puolanne, 2005).

Frye in sod. (1986) so zamenjali 50 % NaCl (2 %) s KCl v šunkah in ugotovili, da je imela šunka z 2 % NaCl najboljše senzorične lastnosti. Toda, zamenjava soli s KCl je izboljšala povezanost miofibrilarnih filamentov in zagotovila sprejemljivo senzorično kakovost.

V integralnih kosih mesa je difuzija soli počasna in se pospeši z:

- vbrizgavanjem razsola,
- mehansko obdelavo.

Pojav eksudata (lepka) miofibrilarnih beljakovin:

- toplotna koagulacija (povezovanje),
- primerna tekstura,
- dober izplen.

V teku so še raziskave tehnološkega in gospodarskega učinka zmanjševanja NaCl v predelanem mesu. Ugotovljeno je, da NaCl povečuje izplen mesnih proizvodov zaradi večje SVV, izboljša okus, zmanjša število mikroorganizmov, izboljša teksturo izdelkov. Pri zmanjšanju NaCl v izdelkih se ponavadi pojavijo negativni učinki. Uporaba fosfatov z zmanjšano vsebnostjo NaCl izniči negativne učinke na teksturo. Vse kaže na to, da kalijev klorid ponuja najboljšo možnost za zamenjavo NaCl v predelanem mesu (Terrel, 1983).

Velik problem v mesnih izdelkih z zmanjšano vsebnostjo NaCl predstavljajo nezaželeni priokusi, ki se pogosto pojavljajo v takšnih izdelkih zaradi uporabe nadomestnih soli in drugih dodatkov (Monahan in Troy, 1997). Price (1997) navaja, da KCl razvije v mesnih izdelkih manj slan okus kot NaCl in kot nadomestek kuhinjske soli v večjih količinah (50 % zamenjava) povzroča pojav tujih arom ter grenkega in kovinskega priokusa. Prevladuje mnenje, da s KCl lahko nadomestimo 25 do 40 % NaCl brez negativnega vpliva na aromo izdelka. Morebitne priokuse, ki se lahko pojavijo ob uporabi teh količin KCl, je mogoče prekriti z dodatkom večjih količin začimb.

2.1.6 Zmanjševanje soli v mesninah

Razvoj mesnin z majhno vsebnostjo soli ni preprost, ker ima sol pomembno vlogo v izdelkih. V takih izdelkih ni problem samo v manjši slanosti, temveč tudi v manj značilni aromi, na katero so potrošniki navajeni in jo želijo tudi pri izdelkih z manj soli. Preden se najde ustrezen aromatičen nadomestek za NaCl je najboljša pot postopno zmanjševanje vsebnosti soli v izdelkih. Pri zmanjševanju soli je potrebno prilagoditi tudi surovinsko sestavo in proizvodno tehnologijo mesnin. V praksi se je pokazalo, da se do 25 % zmanjšanje soli lahko doseže brez občutne spremembe senzoričnih značilnosti nekaterih skupin izdelkov. Npr. v kuhani šunki je mogoče zmanjšati dodano sol na 1,7 % NaCl ob dodatku fosfatov, brez občutne spremembe značilnosti arome (Žlender, 2011).

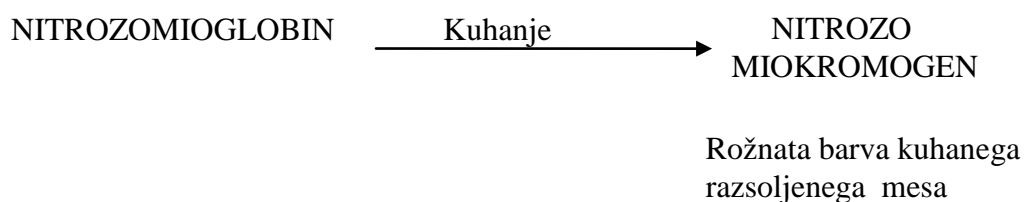
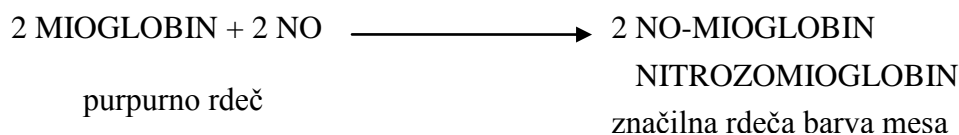
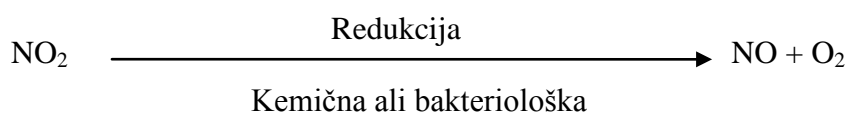
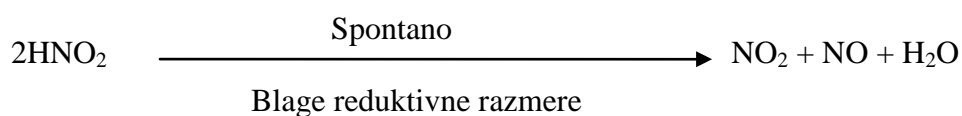
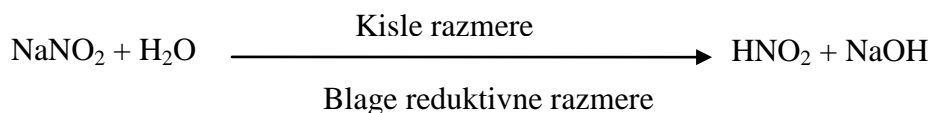
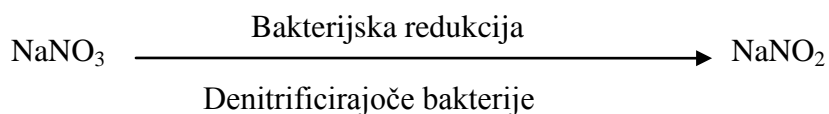
Pristopi zmanjševanja soli:

- osveščanje ljudi o vlogi soli in znižati njihova pričakovanja glede slanosti izdelkov,
- zmanjšanje deleža dodane soli,
- zamenjava vsega ali enega dela NaCl z drugimi kloridnimi solmi (KCl, MgCl₂),
- zamenjava dela NaCl z nekloridnimi solmi, kot so fosfati, ali z novimi procesnimi tehnikami oz. modifikacijami procesov,
- izboljšati lastnosti soli,
- kombinirati katerekoli od omenjenih pristopov (Žlender, 2011).

2.2 NATRIJEV NITRIT IN NATRIJEV NITRAT

Sta bela praška, po zunanjem videzu podobna kuhinjski soli. NaNO₂ pripomore k tvorbi svetlo rdeče barve mesnih izdelkov ter svetlo živo rdečo barvo mesa, ki je enakomerna, privlačna in lepa. Deluje tudi kot konzervans, ker zavira rast zdravju škodljivih bakterij (*Clostridium botulinum*) in zato podaljša obstojnost izdelkov (Honikel, 2007).

Kemizem natrijevega nitrita in natrijevega nitrata:



Barvo presnega razsoljenega mesa oblikuje barvilo nitrozomoglobin. Rezultat reakcije nitrita s pigmentom mioglobinom v mišičnini je osnovni pigment nitrozomoglobin, ki je relativno stabilen pigment na učinkovanje svetlobe, kisika in toplote (Honikel, 2007).

Nitrizomiokromogen oblikuje barvo razsoljenega mesa po toplotni obdelavi. Je toplotno stabilen pigment, ki razvije značilno nianso barve toplotno obdelanega razsoljenega mesa. S segrevanjem denaturira globin, obarvana komponenta pigmenta pa se ne spremeni. Barvo razsoljenega mesa ocenjujemo z lastnostmi, kot so: značilnost, intenzivnost, enakomernost, stabilnost barve in diskoloracije (Honikel, 2007).

2.3 POLIFOSFATI

Polifosfati so bel prašek. Izboljšajo sposobnost mesa, da veže vodo in povečajo dobit. Po klanju se naravni fosfat v mišičnini inaktivira, ob dodatku polifosfatov pa se spet povrne naravna sposobnost mesa za vezanje vode. Zavirajo razvoj oksidativne žarkosti. Zmanjšajo tudi izločanje železa. Izboljšajo sočnost in okus izdelkov. Dovoljena je uporaba do 0,5 % skupnih polifosfatov izraženih kot P_2O_5 . Preprečujejo koagulacijo krvi, zato kadar želimo kri ohraniti tekočo, dodajamo polifosfate (Dušek in sod., 2003)

Fosfati so zelo uporabni tudi pri zmanjševanju NaCl v mesninah zaradi izboljšanja sposobnosti za vezanje vode mesa (SVV) in za izboljšanje izkoristka med toplotno obdelavo. Funkcionalnost fosfatov je močno odvisna od dodatka soli in skupaj učinkujeta sinergistično. Nekateri fosfati so natrijeve soli, zato njihova uporaba pomembno zmanjša porabo NaCl. Na-fosfati vsebujejo 31,24 % Na v primerjavi z 39,34 % v NaCl. Zato je možno proizvajati barjene klobase in kuhane šunke z manj soli (1,0-1,4 %), če so dodani K-fosfati namesto Na-fosfatov (Žlender, 2011).

Fosfati se uporabljajo v mesninah, ki jih termično obdelujemo, saj imajo pa številne druge funkcije: posredno delujejo kot emulgatorji, zavirajo razvoj oksidativne žarkosti, delujejo protimikrobno ter pospešujejo razvoj barve mesa med razsoljevanjem. Vendar pa tudi fosfati v večjih količinah povzročajo pojav priokusov (kovinski ali milnat priokus) in poslabšajo teksturo (prečvrsta in gumijava tekstura) (Cassens, 1994). Podobno ugotavljata tudi Gašperlin in Polak (2010), ki navajata, da fosfati povrnejo sposobnost nabrekanja in s tem povečajo SVV, pospešujejo razvoj barve mesa in posredno delujejo kot emulgatorji, ker povzročajo disociacijo aktomiozina na aktin in miozin, ki sta boljše emulgatorja kot sam aktomiozin.

2.4 PREKAJENA ŠUNKA

Prekajena šunka spada po Pravilniku o kakovosti mesnih izdelkov (2004) v skupino pasteriziranih mesnin ter v podskupino prekajeno meso. Po 25. členu je prekajena šunka izdelek, ki je izdelan izključno iz krojenega prašičjega stegna brez krače,

lahko tudi celega stegna ali pa posameznih kosov izkoščenega prašičjega stegna. Stegno je lahko oblikovano tako, da sta trda slanina in koža skupaj z mesom. Prekajena šunka je toplotno obdelana ali vroče prekajena. Ne smemo ji dodajati rastlinskih beljakovin in drugih dodatnih sestavin. Vsebuje lahko do 75 % vode v mesu brez mastnine.

2.4.1 Tehnologija izdelave prekajene šunke

2.4.1.1 Odbira in priprava surovin

Za proizvodnjo prekajene šunke so primerna prašičja stegna normalne kakovosti in čvrste konsistence. Odbranim stegnom odstranijo kosti in jih oblikujejo v kose z maso 1 do 2 kg. Očistiti je potrebno tudi vidno vezivno tkivo in površinske maščobe (Gašperlin in Polak, 2010).

Uporaba BMV mišičnine z nizko vrednostjo pH (pod 5,5) v tehnologiji povzroča težave pri toplotni obdelavi. Meso izgublja veliko vode, zaradi česar postane pusto in suho (včasih trdo-zbito, drugič drobljivo), na prerezu je šunka zelo svetle barve, kar seveda ni zaželeno. Zaradi nizke vrednosti pH daje takšno meso videz kot nezadostno toplotno obdelano oz. presno (Gašperlin in Polak, 2010).

2.4.1.2 Soljenje in razsoljevanje

Pred razsoljevanjem mora biti meso ohlajeno na temperaturo 4-7 °C. Temperatura razsolice je odvisna od vrste uporabljenih aditivov in vrste tehnologije. Najvišja dovoljena temperatura je 8 °C (Gašperlin in Polak, 2010).

Ločimo suho razsoljevanje (posipanje z razsolom-za suho meso, klobase, itd.), mokro razsoljevanje (potapljanje v razsolico, vbrižgavanje razsolice v meso-za prekajeno meso, poltrajne konzerve, itd.) in kombinirano razsoljevanje (vbrižgavanje razsolice in dodatno potapljanje v razsolico ali suho razsoljevanje) (Gašperlin in Polak, 2010).

2.4.1.3 Mokro razsoljevanje

Razsolico pripravimo iz vode, kuhinjske soli, nitritov, fosfatov, askorbinske kisline, sladkorjev in začimb. V industriji jo običajno vbrižgavajo z mnogoigelnim brizgalnikom pod določenim tlakom (4-10 barov). Koliko razsolice meso vsrka, pa je odvisno od vrste izdelka in se giblje med 15 in 50 %, lahko pa tudi več (Gašperlin in Polak, 2010).

Za ročno vbrižgavanje razsolice uporabljamo enoigelní brizgalnik za vbrižgavanje razsolice v veno ali arterijo (šunke, jeziki, itd.). Pri ostalih načinih razsoljevanja uporabljamo bazene, kadi, stojala s policami, itd. (Gašperlin in Polak, 2010).

Vbrizgavanju sledi mehčanje mesa, ki omogoča, da se razsolica hitreje in enakomerneje porazdeli po celem kosu mesa. Za mehčanje uporabljamo mehčalnike (nekaj milimetrov široke kovinske lamele, ki prebadajo z razsolico nabrizgano meso). Mehčalniki so lahko nameščeni že na samem stroju za vbrizgavanje, lahko pa je to ločen postopek (Gašperlin in Polak, 2010).

2.4.1.4 Razsoljevanje z gnetenjem

Razsoljeno meso se nato masira oz. gnete v masirnih napravah (gnetilnikih) različnih velikosti in izvedb. Namen tega je, da bi pospešili proces razsoljevanja in tako dosegli tudi enakomerno razsoljenost mesa. Na začetku razsoljevanja gre za izenačevanje koncentracije med razsolico in mesom, sol iz razsolice prodira v medcelične prostore v mišičnini. Glavna mišična beljakovina miozin veže precejšnjo količino vode in nabrekne (pri višji koncentraciji soli beljakovine denaturirajo in izgubljajo SVV). Če uporabimo tudi vakuum, dosežemo enakomernejšo in lepšo barvo končnega izdelka. S takim postopkom pa hkrati tudi preprečujemo penjenje med masiranjem (izdelki, ki imajo visok odstotek vbrizgane razsolice t. j. 50 % in več). Funkcija razsolice je, da ekstrahira iz mesa manjšo količino beljakovin. Te beljakovine oblikujejo na površini mesa fino lepljiv sloj, ki že med razsoljevanjem, še bolj pa po toplotni obdelavi, poveže kose čvrsto med seboj. Postopek gnetenja traja približno 24 ur (Gašperlin in Polak, 2010).

2.4.1.5 Masiranje (gnetenje, tamblanje)

Program masiranja je specifičen za posamezne vrste izdelkov. Pomembni parametri masiranja so:

- trajanje obračanja (delo),
- število obratov (o/min),
- trajanje počivanja (pavza),
- skupni čas (delo+pavza) in
- % vakuuma (Gašperlin in Polak, 2010).

Nekatere masirne naprave imajo tudi hlajen boben, kar med samim procesom zagotavlja kontrolirano temperaturo. Ta mora biti med razsoljevanjem čim nižja (optimalno 1-3 °C), da se meso ne segreva. Temperatura razsoljenega mesa po masiranju ne sme presežati 8 °C. Z uporabo masirnih naprav se proces razsoljevanja močno pospeši in lahko dobimo enakomerno razsoljene kose mesa že po 12-15 urah. Čas masiranja je odvisen od:

- odstotka vbrizgane razsolice,
- velikosti kosov mesa,

- vrste masirne naprave in
- vrste dodanih aditivov (Gašperlin in Polak, 2010).

2.4.1.6 Toplotna obdelava

Masirani kosi se po gnetenju seveda tudi toplotno obdelajo. Obdelava poteka v komorah in se prične z osušenjem površine mesa, kar po prekajevanju zagotavlja enakomerno barvo. Za prekajevanje se uporablja lesne bukove sekance (drobljeni koščki lesa), ki morajo biti pripravljene iz čistega lesa brez lubja, prav tako ne smejo vsebovati prahu, saj lahko le tako zagotavljamo kontrolirano in stalno kakovost izdelka. Dimljenju sledi pečenje ali kuhanje do središčne temperature najmanj 72 °C. Skozi celoten proces toplotne obdelave mora biti v najdebelejšem kosu nameščena sonda za merjenje temperature. Središčna temperatura se namreč vedno meri v največjem ali najdebelejšem kosu stegna, saj so edino na ta način lahko vsi kosi sigurno obdelani na najmanj 72 °C. Končni izdelek je na površini rdečerrjave barve (Gašperlin in Polak, 2010).

Ločimo naprave za proizvodnjo dima in naprave za prekajevanje.

Naprave za proizvodnjo dima so lahko kar odprta kurišča, ki predstavljajo najstarejši način pridobivanja dima, ker pa je nehygieničen in daje dim spremenljive sestave, se opušča, in dimni generatorji. Dimni generatorji so lahko tlišni (tlenje žagovine na električni plošči), torni oz. frikcijski (trenje lesa in vrtečega se bobna s hrapavo površino), parni (žagovina se uvaja v segreto zmes pare in zraka) ali fluidizacijski (fluidacija žagovine v toku zelo vročega zraka, ki se v mesni industriji ni obnesel) (Gašperlin in Polak, 2010).

V napravah za prekajevanje se dim iz naprav za pridobivanje dima uvaja v prekajevalne komore (slika 1) (diskontinuiran postopek prekajevanja), prekajevalne tunele (kontinuiran postopek) ali prekajevalne stolpe (kontinuiran postopek). Novejši postopek je elektrostatično prekajevanje, kjer se dim v električnem polju visoke napetosti med dvema elektrodama električno nabije (+), mesni izdelek je vezan na (-) pol, delci dima se nato zaletavajo v izdelek. V tunelu se površina izdelka osuši, v celici se odimi, v zadnjem tunelu pa poteka toplotna obdelava izdelka. Postopek je učinkovit in hiter, vendar drag (Gašperlin in Polak, 2010).



Slika 1: Prekajevalna komora (foto: Rožman A.)

2.4.1.7 Hlajenje, embaliranje in pakiranje

Izdelek moramo pred embaliranjem ohladiti na središčno temperaturo 4-6 °C. Čas hlajenja pa je odvisen od velikosti kosov in traja 12-15 ur. Izdelek pakiramo takoj po hlajenju, kar ponavadi pomeni naslednji dan. Predolgo skladiščenje neembaliranega izdelka poslabša njegovo kakovost (izsušenost, spremenjenost barve, možnost mikrobiološke kontaminacije). Obstočnost pakiranega izdelka pri temperaturi 8 °C (priporočljivo je, da ga hranimo v temnem prostoru) je najmanj 45 dni, če pa izdelek ni pakiran, pa bistveno manj (7-15 dni). Pri neembaliranih izdelkih je zelo pomembno, kje jih hranimo, zaradi česar so roki različni. Izdelke, ki jih hranimo v vlažnem in nezračnem prostoru, so obstojni krajši čas, hranjeni v suhem in zračnem prostoru pa daljši (Gašperlin in Polak, 2010).

2.4.2 Senzorične lastnosti prekajene šunke (Gašperlin in Polak, 2010)

2.4.2.1 Zunanji izgled

Izdelek mora biti pravilno oblikovan in ne sme biti zarezan. Barva površine naj bo čimbolj enakomerno rdečerjava.

2.4.2.2 Sestava in barva prereza

Vezivo med mišicami ne sme biti želirano in rezina ne sme biti razpadajoča. Barva prereza mora biti enakomerno rožnatordeča, brez krvavitev in diskoloracij.

2.4.2.3 Tekstura

Tekstura mora biti prijetna, ne gumijava in ne sme biti razpadajoča. Pogosto je napaka premajhna sočnost, kar daje med žvečenjem občutek suhosti in drobljivosti.

2.4.2.4 Vonj in aroma

Vonj in aroma morata biti tipična za razsoljeno in prekajeno prašičje meso z blago zaznavo uporabljenih začimb.

3 MATERIAL IN METODE

3.1 MATERIAL IN POTEK DELA

Osnovni material za izvedbo poskusa so bile prekajene šunke, izdelane z različnimi koncentracijami soli (1,2-2,0 %) in različnimi vrstami soli (nitritna sol in nadomestek soli-kalijev klorid) ter z oz. brez dodatka fosfatov. Na katedri za tehnologijo mesa in vrednotenje živil smo izdelali dve seriji po dvajset prekajenih šunk ter jih glede na vrsto soli in dodatek fosfatov razdelili v štiri skupine; v vsaki skupini je bilo pet šunk z različno količino dodane soli.

Osnovne sestavine za izdelavo prekajenih šunk so bile prašičje meso (stegenska mišica *quadriceps femoris*), voda, fosfati, nitritna sol in nadomestek soli.

Podatki o sestavinah:

- mešanica fosfatov za izdelavo pasteriziranih mesnin: Carnal 2110 (proizvajalec CFB Budenheim, sestavine: stabilizator E451-trifosfat, E450-difosfat),
- mešanica Na-klorida in aditiva (sestavine: kuhinjska sol, konzervans E250-natrijev nitrit),
- nadomestek soli NEW K5 (proizvajalec Campus, sestavine: kalijev klorid, arome).

3.2 NAČRT DELA

Šunke smo razsoljevali po mokrem postopku, in sicer tako, da smo pripravili različne koncentracije soli, kot so podane v preglednici 1, jih raztopili v vodi, nato pa z injekcijskimi iglami vbrizgali v meso. Zaprli smo jih v plastične vrečke, ter jih 2 dni 3-krat na dan pregnetli, da je razsolica čim bolj prešla v meso.

Šunke smo izdelali v štirih različnih skupinah (po 5 šunk) (pregl. 1):

Preglednica 1: Razporeditev prekajenih šunk glede na dodan fosfat in količino dodane nitritne soli

Sol	Skupina			
	N-BF	N-F	NS-BF	NS-F
Fosfati	-	+	-	+
Koncentracije soli				
2,0 %	100 %	100 %	100 %	100 %
1,8 %	90 %	90 %	90 %	90 %
1,6 %	80 %	80 %	80 %	80 %
1,4 %	70 %	70 %	70 %	70 %
1,2 %	60 %	60 %	60 %	60 %

Fosfat Carnal 2110 – 0,5 kg preparata na 100 kg razsoljenega mesa

SL (odmerek fosfatnega preparata na 100 L vode)

T (% škropljenja, min 20 %)

$$SL = S \cdot \frac{100 + T}{T} \quad \dots(1)$$

Preračunali smo na 1 L razsolice in izračunali % soli v razsolici:

$$sol = 2 \cdot \frac{(100 + 20)}{20} \quad \dots(2)$$

100-seštevek dodatkov=količina vode za 100 L razsolice.

Preglednica 2: Vrsta soli, dodatek soli (%) in dodatek fosfatov v eksperimentalnih skupinah

Dodatek soli (%)	Oznaka eksperimentalne skupine			
	N-BF	N-F	NS-BF	NS-F
2,0	1	6	11	16
1,8	2	7	12	17
1,6	3	8	13	18
1,4	4	9	14	19
1,2	5	10	15	20

3.2.1 Sestava in priprava prekajenih šunk

Preglednica 3: Receptura sestavin (% , g/kg) za izdelavo prekajene šunke

Oznaka ekperimentalne skupine	Dodatek (g/kg)			
	Voda	Nadomestek soli	Nitritna sol	Fosfat
1	176	/	24	/
2	178	/	22	/
3	181	/	19	/
4	183	/	17	/
5	186	/	14	/
6	171	/	24	5
7	174	/	22	5
8	176	/	19	5
9	178	/	17	5
10	181	/	14	5
11	176	7	17	/
12	178	6	15	/
13	181	6	13	/
14	183	5	12	/
15	186	4	10	/
16	171	7	17	5
17	174	6	15	5
18	176	6	13	5
19	178	5	12	5
20	181	4	10	5

Druga serija je prav tako razdeljena v enake 4. skupine (oznake od 21-40), ki si sledijo po istem vzorcu kot koncentracije soli v 1. seriji.

Vzorci za kemijsko analizo smo homogenizirali in zapakirali v vrečke po 100 g.

3.3 METODE

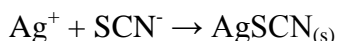
3.3.1 Kemijske metode

3.3.1.1 Določanje vsebnosti Cl^- in natrijevega klorida v prekajeni šunki z metodo po Volhardu (Gašperlin in Polak, 2010)

Za določanje vsebnosti Cl^- in NaCl smo uporabili metodo po Volhardu, opisani v učbeniku Tehnologije mesa in mesnin I (Gašperlin in Polak, 2010).

Princip:

Kloride oborimo z AgNO_3 ; prebitek AgNO_3 določimo z rodanidom (tiocianatni ion) v kislem mediju:



Prebitek rodanida pa določimo z Fe^{3+} soljo v kislem mediju, pri čemer dobimo intenzivno rdečo barvo Fe (III) tiocianata.



Pribor:

- graduirana 100 mL erlenmajerica z obrusom
- graduirane pipete, 5 in 10 mL
- pipeta 20 mL
- bireta
- lij, \varnothing 7 cm
- erlenmajerica 250 mL

Reagenti:

- 0,1 M raztopina srebrovega nitrata
- 0,1 M raztopina amonijevega rodanida (točen titer določimo s titriranjem 0,1 M AgNO_3 po Volhardu)
- 10 % dušikova kislina
- dietileter
- nasičena raztopina amonijevega ferisulfata $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 \cdot \text{Fe}(\text{SO}_4)_3 \cdot 24\text{H}_2\text{O}$
- Carrezova raztopina
- raztopina kalijevega ferocianida
- raztopina cinkovega sulfata

Postopek:

Približno 10 g ($\pm 0,01$ g) zmlatega homogeniziranega vzorca smo odtehtali v 100 mL erlenmajerico z obrusom. Dodali smo 50 mL destilirane vode in magnetno mešalo. Erlenmajerico brez zamaška smo postavili na magnetno mešalo za 20 minut (mešanje hitrost 7, segrevanje 9). Po ohlادitvi smo pobrali magnetno mešalo, ga sprali z destilirano vodo ter dodali po 10 mL Carrezove raztopine I in II (pomemben je vrstni red), in počakali, da so se balastne snovi sesedle, nato pa dopolnili do 100 mL in premešali. Ko se je usedlina sesedla, smo jo filtrirali skozi nagubani filtrirni papir. Filtrirali smo ves vzorec. Nekaj prvih mL filtrata smo odstranili, 10 mL popolnoma bistrega filtrata (1 g vzorca) pa s pipeto nakapljali v 250 mL erlenmajerico, dodali 10 mL natančno odmerjene 0,1 M raztopine srebrovega nitrata (po pričakovani vsebini soli), 10 mL 10 %-ne dušikove kisline in 5 mL etra. To smo premešali in ko se je tekočina zbistrila, smo dodali 5 mL raztopine amonijevega ferisulfata, ostanek srebrovega nitrata pa titrirali z 0,1 M raztopino amonijevega rodanida, dokler se ni pokazala obstojna rdečkasta barva. Po porabljeni količini srebrovega nitrata smo izračunali vsebnost natrijevega klorida.

Slepi poskus:

V erlenmajerico smo odmerili 10 mL destilirane vode, dodali 10 mL natančno odmerjene 0,1 M raztopine srebrovega nitrata, 10 mL 10%-ne dušikove kisline in 5 mL dietiletra. To smo premešali in ko se je tekočina zbistrila, smo dodali 5 mL raztopine amonijevega ferisulfata, ostanek srebrovega nitrata pa titrirali z 0,1 M raztopino amonijevega rodanida (NH_4CNS), dokler se ni pokazala obstojna rdečkasta barva.

$$\% \text{ soli} = \frac{(a - b) \cdot M \text{ NH}_4\text{CNS} \cdot 58,46}{\text{masa vzorca}} \quad \dots(3)$$

a...mL NH_4CNS porabljeni za titracijo slepega vzorca

b...mL NH_4CNS porabljeni za titracijo vzorca

M...molarnost NH_4CNS

1 mL M AgNO_3 odgovarja 0,005846 g NaCl

Določanje točne normalitete NH_4CNS :

mL AgNO_3 0,1 M + 5 mL HNO_3 (1 del HNO_3 + 2 dela H_2O) + 2 mL nasičenega ferisulfata smo titrirali z NH_4CNS so rožnate barve.

Račun:

$$M = \frac{0,1M \text{ AgNO}_3 \cdot 10mL}{\text{poraba NH}_4\text{CNS}} \quad \dots(4)$$

3.3.1.2 Določanje vsebnosti nitritov

Vsebnost nitritov v prekajenih šunkah smo določali z metodo po Greau in Mirnai (Gašperlin in Polak, 2010).

Princip:

Metoda je zasnovana na pojavu rdeče barve, ki nastane z reakcijo dušikove III kisline (HNO_2) z alfa-naftil-aminom in sulfanilno kislino v prisotnost očetne kisline.

Pribor:

- merilna bučka, 100 in 250 mL
- erlenmajerica, 100 mL
- pipete, 1, 5, 10 in 20 mL
- lij, \varnothing 6 do 8 cm
- plastične kivete (Brand, kataloška številka: 7590 05)
- spektrofotometer (Cecil CE2021, serijska številka: 123436)

Reagenti:

- nasičena raztopina boraksa $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ v 1000 mL vode
- Carrezova raztopina II: 300 g cinkovega sulfata $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ v 1000 mL vode
- Razredčeni amoniak: 1 del 25 %-ne raztopine NH_3 pomešamo s 4 deli vode (NH_3 raztopina je NH_4OH)
- 0,1 M raztopina HCl (8,6 mL konc. HCl/L)
- Griesov reagent
- 0,6 g sulfanilne kisline smo raztopili v malo vode, dodali 20 mL led očetne kisline in dopolnili z vodo do 100 mL in na koncu še filtrirali
- 0,03 g alfa-naftil-aminu smo dodali 70 mL destilirane vode, zavreli in filtrirali. Filtratu smo dodali 20 mL led očetne kisline in dopolnili z vodo do 100 mL in ga pustili v dobro zamašeni temni steklenici v temi.

Postopek:

V erlenmajerico z obrusom, ki drži 200 mL, smo odtehtali 8 g ($\pm 0,01$ g) zmletega in homogeniziranega vzorca, dodali smo 5 mL nasičene boraksove raztopine in okoli 150 mL vroče destilirane vode, ga dobro premešali in segrevali 15 minut v vreli vodni kopeli (100 °C). Takoj za tem smo med mešanjem dodali 1 mL Carrezove II raztopine po kapljicah, dobro ohladili (mast je bila popolnoma čvrsta) in dopolnili do oznake z vodo in filtrirali. V primeru motnosti filtrata smo ga ponovno filtrirali.

S pipeto smo odmerili v merilno bučo, ki drži 100 mL, 20 mL bistrega filtrata, dodali najprej 25 mL razredčenega amoniaka, nato še 10 mL 0,1 M HCl (potrebno je bilo paziti na redosled reagentov) in dopolnili z vodo do 100 mL. V plastično kiveto smo odmerili

1,5 mL te raztopine, dodali 0,75 mL Griess-ovega reagenta I in 0,75 mL Griess-ovega reagenta II. Kivete smo nato pustili stati 15 minut pri sobni temperaturi. Intenzivno rdeče barve smo merili na sprektrofotometru pri valovni dolžini 530 nm. Koncentracijo nitrita odčitamo iz umeritvene krivulje in pri izračunu rezultata smo morali upoštevati korekcijo glede na odtehto vzorca: pri nitritih je ravno tako potrebno narediti slepo probo (vse po istem postopku, le da je namesto vzorca destilirana voda).

Korekcija rezultata:

$$C_1 = C \cdot \frac{\delta}{m} \quad \dots(5)$$

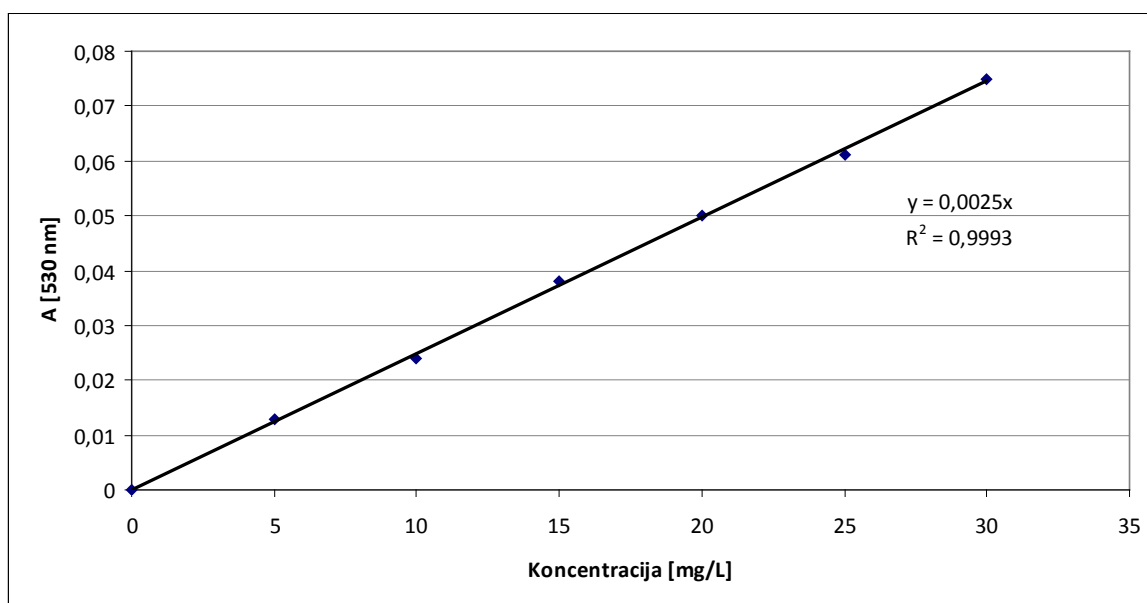
C_1 ...koncentracija nitrita (mg nitrita/1 kg izdelka)

C ...koncentracija nitrita, odčitana iz umeritvene krivulje

δ ...odtehta iz navodil (g)

m ...dejanska zatehta (g)

Umeritveno krivuljo (slika 2) zrišemo s pomočjo standardne raztopine NaNO_2 v koncentracijah od 0 do 5 mg nitrita/1 kg raztopine z intervalom 10 mg. Raztopina s koncentracijo 0 mg nitrita/1 kg izdelka je hkrati tudi slepi vzorec. Z vsemi razredčitvami smo opravili enak (celoten) postopek kot z vzorcem. Absorbanco smo izmerili na spektrofotometru pri valovni dolžini 530 nm.



Slika 2: Umeritvena krivulja določanja rezidualnega nitrita v prekajeni šunki z metodo po Greauu in Mirnai

3.3.1.3 Določanje maščob v prekajeni šunki z metodo po Weibullu in Stoldt

Vsebnost maščob smo določili po uradnem postopku opisanem v AOAC Official Method 991.36 Fat (crude) in meat products (AOAC 991.36, 1997).

3.3.1.4 Določanje vsebnosti Na⁺ v prekajeni šunki z ionoselektivno elektrodo

Ionoselektivne elektrode so membranske elektrode, občutljive na eno zvrst ionov v prisotnosti drugih topljencev. V primeru, da prehajajo ioni skozi membrano, se vzpostavi elektrokemijsko ravnotežje, ki ima za posledico različen potencial na obeh straneh membrane. Če lahko samo ena zvrst ionov prehaja skozi membrano, potem izvira potencial na membrani samo iz aktivnost/koncentracije te zvrsti ionov. Potencial merimo z zunanjo referenčno elektrodo v elektrokemijskem členu in notranjo v ionoselektivno elektrodo vgrajeno referenčno elektrodo (Wroblewski, 2005).

Pribor:

- merilna 100 mL erlenmajerica z obrusom
- merilna pipeta, 10 in 20 mL
- lij, \varnothing 7 cm
- filter papir (navadni filtrirni papir v rolah ali filter papir: modri trak 391)
- steklene čaše, 100 mL
- natrijeva elektroda (Type No Sodium Comb. ISO/BNC, 38287/0001): pH meter uporabljen kot voltmeter

Priprava vzorca

Odtehtali smo 5 g vzorca v 100 mL erlenmajerice z obrusom, ki smo mu dodali 70 mL destilirane vode ter 1 mL 1M CH₃COOLi. Vzorcju smo dodali magnetno mešalo in ga mešali 5 min (hitrost ni pomembna), brez segrevanja. Po mešanju smo pobrali iz erlenmajeric magnetna mešala, ki smo jih sprali z destilirano vodo in dopolnili do 100 mL. Nato smo vzorec filtrirali skozi filtrirni papir modri trak (prefiltrirali smo celoten vzorec) in merili napetost z Na-selektivno elektrodo, rezultat pa odčitamo po 2 minutah.

Umeritvena krivulja

Umeritveno krivuljo (sliki 3 in 4) naredimo iz pripravljenih koncentracij soli v območju od 1-3 % soli (območje soli določimo glede na vrednosti, ki jih pričakujemo: pri šunkah smo imeli dodatek soli od 1,2-2,0 %). Umeritvena krivulja mora imeti vsaj 6 točk (t.j. 6 različnih koncentracij soli).

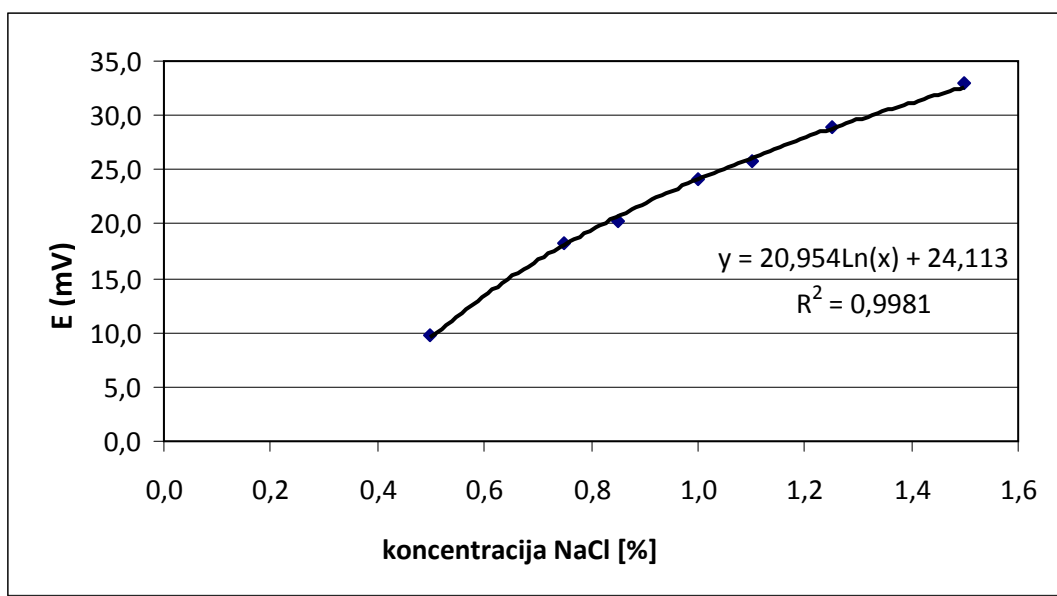
Različne koncentracije soli dobimo iz različnih odteht soli z destilirano vodo. Rastopino smo morali razredčiti do 100 g. rastopine smo pripravili v 100 mL čaše.

Vzporedno smo pripravili tudi raztopino litijevega acetata CH_3COOLi . Raztopino smo pripravili tako, da smo odtehtali 10,202 g CH_3COOLi v 100 mL bučko (1 M CH_3COOLi) in ga razredčili do oznake.

Da smo dobili raztopine, ki smo jih potem merili z Na-selektivno elektrodo smo v 100 mL bučko dodali:

- 10 mL pripravljene raztopine soli
- 1 mL 1M CH_3COOLi

Vsebino smo razredčili do oznake. Tako pripravljene vzorce smo merili z Na-selektivno elektrodo, ki smo jo potopili v raztopino (za lažje merjenje smo vsebino prelili v 100 mL čašo), počakali 2 min in odčitali rezultat, ki je bil podan v mV.



Slika 3: Umeritvena krivulja za določanje vsebnosti Na^+ v prekajeni šunki z ionoselektivno metodo (v % NaCl)

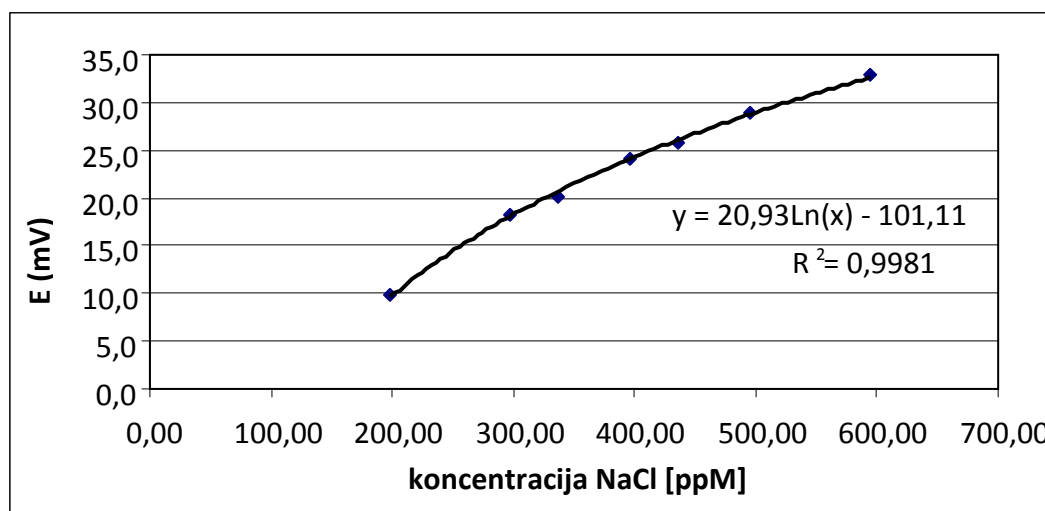
Izračun NaCl v vzorcu:

$$\% \text{ soli} : y = 20,954 \ln(x) + 24,113$$

$$\text{ppm} : y = 20,930 \ln(x) - 101,11$$

$$x = e^{\frac{101,11 + y}{20,930}}$$

...(6)



Slika 4: Umeritvena krivulja določanja Na⁺ v prekajeni šunki z ionoselektivno metodo (v ppm NaCl)

3.3.1.5 Določanje vsebnosti skupnih mineralnih snovi

Vsebnost mineralnih snovi smo določili po uradnem postopku opisanem v AOAC Official Method 920.153 Ash of meat (AOAC 920.153, 1997).

3.3.1.6 Določanje vsebnosti vode

Vsebnost vode smo določili po uradnem postopku opisanem v AOAC Official Method 950.46 Moisture in meat (AOAC 950.46, 1997).

3.3.1.7 Določanje vsebnosti beljakovin v prekajeni šunki z metodo po Kjeldahlu

Vsebnost beljakovin smo določili po uradnem postopku opisanem v AOAC Official Method 928.08 Nitrogen in meat Kjeldahl Method (AOAC, 928.08, 1997).

3.3.2 Instrumentalno merjenje teksturnih lastnosti in barve prekajene šunke

Instrumentalno merjenje teksturnih lastnosti prekajene šunke smo opravili z aparatom Texture Analyser podjetja Stable Micro Systems (slika 7). Barvo smo merili s kromometrom Minolta.

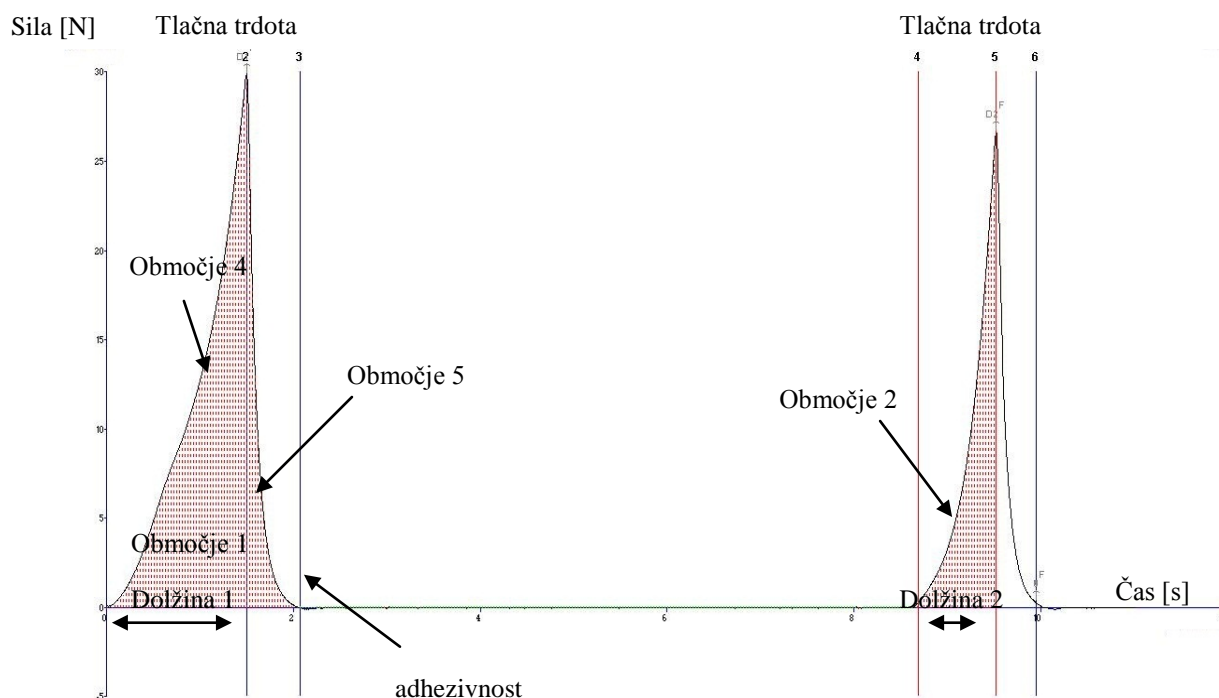
3.3.2.1 Texture profile analyser (TPA)

Vzorci smo razrezali na 1 cm debele rezine, nato smo narezali šunko na 1 cm debele trakove, te pa potem zopet na velikost 1 cm. Dobili smo kocko z dimenzijo 1 cm³. To smo postavili pod bat P100. Na vsaki kocki smo meritev opravili enkrat, rezultat pa je povprečje 4 meritev.

Kontaktni nastavek (vrste različnih nastavkov na sliki 5) je predstavljal bat P100, ki se je spuščal in dvigoval s hitrostjo 1 mm/s. Pod njega smo postavili posamezen vzorec šunke. Bat je stlačil vzorec na 25 % lastne velikosti. Nato se je dvignil in nato ponovno stlačil vzorec. Z aparatom smo izmerili teksturne lastnosti prekajene šunke, kot so trdota, kohezivnost, gumijavost, prožnost, žvečljivost, elastičnost in adhezivnost.



Slika 5: Veliki cilindri za merjenje teksture s stiskanjem (TTC, 2009)



Slika 6: Merjenje analize profila teksture (TPA) za prekajeno šunko z dodatkom 1,6 % soli (70,6 % dodane soli predstavlja nitritna sol, 29,4 % pa nadomestek soli)

Pri analiziranju vzorcev smo dobili pri vseh vzorcih podobne rezultate, kot je prikazan na sliki 6.

Z merjenjem smo dobili parametre: tlačna trdota

$$prožnost = \frac{dolžina\ 1}{dolžina\ 2} \quad \dots(6)$$

$$elastičnost = \frac{dolžina\ 2}{dolžina\ 1} \quad \dots(7)$$

$$gumijavost\ (N) = \frac{območje\ 5}{območje\ 4} \cdot trdota \quad \dots(8)$$

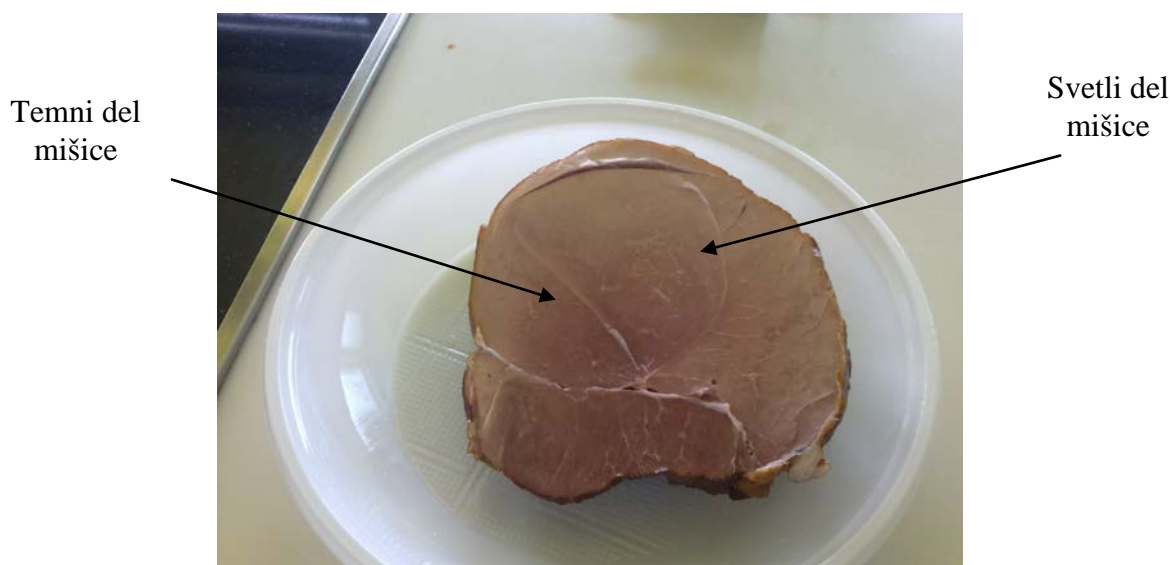
$$žvečljivost\ (N) = gumijavost \cdot \frac{dolžina\ 2}{dolžina\ 1} = gumijavost \cdot kohezivnost \cdot prožnost \quad \dots(9)$$



Slika 7: Texture profile analyzer (TPA) (foto: Rožman A.)

3.3.2.2 Merjenje barve s kromometrom Minolta

Kromometer Minolta CR-200B, ki vključuje računalnik DATA DP 100, smo umerili na bel standard ($Y_n = 93,8$; $X_n = 0,3134$ ter $Z_n = 0,3208$). Šunko smo razrezali na pol, tako da je bil viden prehod med temnim in svetlim delom mesa mišice *quadriceps femoris* in izmerili vrednosti L^* , a^* , b^* dvakrat na temnem delu in dvakrat na svetlem delu mišice (prerez šunke na sliki 8).



Slika 8: Prerez prekajene šunke (foto: Rožman A.)

Vrednosti L^* kažejo na svetlost vzorca. Višje kot so vrednosti svetlejši je vzorec ter obratno, nižje kot so, temnejši je. Če so vrednosti a^* pozitivne kažejo na rdeč odtenek, negativne vrednosti a pa na zelen. Vrednosti b^* kažejo na rumen odtenek, če je vrednost pozitivna, ter na modrega, če je vrednost b^* negativna.

3.3.3 Senzorična analiza

Senzorično ocenjevanje je opravila štiričlanska degustacijska komisija izkušenih degustatorjev Katedre za tehnologijo mesa in vrednotenje živil na Biotehniški fakulteti. Izvedli smo ga s testom točkovanje lastnosti, ki spada v skupino analitičnih deskriptivnih testov, z nestrukturirano točkovno lestvico 1 – 7 ali 1 – 4 – 7 točk.

Senzorična analiza je potekala na hladnih prekajenih šunkah. Ocenjene vrednosti so bile enakomernost barve, slanost, aroma, priokus, tekstura, sočnost, roza odtenek in skupni vtis.

Enakomernost barve

- | | |
|---|---|
| 1 | neenakomerno porazdeljena rožnata barva |
| 7 | enakomerno porazdeljena rožnatost |

Roza odtenek

- | | |
|---|-----------------------------|
| 1 | presvetla rožnata barva |
| 4 | značilna rožnatordeča barva |
| 7 | pretemna rožnata barva |

Slanost

- | | |
|---|------------------|
| 1 | neslano |
| 4 | primerna slanost |
| 7 | preslano |

Aroma

- | | |
|---|----------------------------------|
| 1 | nesprejemljiva, neizražena aroma |
| 7 | odlično izražena |

Grenek priokus

- | | |
|---|----------------------|
| 1 | rahlo zaznan priokus |
| 7 | zelo izrazit priokus |

Tekstura

- | | |
|---|----------|
| 1 | premehka |
| 4 | primerna |
| 7 | pretrda |

Sočnost

- | | |
|---|---------|
| 1 | slaba |
| 7 | odlična |

Skupni vtis

- 1 po kvaliteti popolnoma neprimeren izdelek
- 7 odličen skupni vtis o kakovosti izdelka

3.3.4 Statistična analiza

V poskusu zbrane podatke smo pripravili in uredili s programom EXCEL XP. Osnovne statistične parametre smo izračunali s postopkom MEANS, s postopkom UNIVARIATE pa smo podatke testirali na normalnost porazdelitve (SAS Software, 1990). Rezultati poskusa so bili analizirani po metodi najmanjših kvadratov s postopkom GLM, povezave med parametri pa z multivariatno metodo LDA (*Linear Descriptive Analysis*).

Za analizo vpliva vrste soli (v kombinaciji s fosfatnim preparatom) in zmanjšanja njene vsebnosti na teksturne, senzorične in kemijske parametre prekajenih šunk smo uporabili statistični model, v katerega smo vključili fiksne vplive vrste soli (S: nitritna sol s fosfatnim preparatom, nitritna sol brez fosfatnega preparata, nadomestek soli s fosfatnim preparatom, nadomestek soli brez fosfatnega preparata), dodatka-koncentracije soli (D: kontrola oz. -0 %, -10 %, -20 %, -30 % in -40 % soli) in ponovitve (P: 1-2) ter interakcijo vrsta soli×dodatek soli: $y_{ijk} = \mu + S_i + D_j + S \times D_{ij} + e_{ijk}$.

Pričakovane povprečne vrednosti za eksperimentalne skupine so bile izračunane z Duncanovim testom in primerjane pri 5 % tveganju.

3.3.4.1 Diskriminantna analiza

Diskriminanta analiza je posplošitev analize variance. Cilj te metode je čim bolj ločiti skupine med seboj. Ugotoviti želimo, kako dobro nam zna dano število spremenljivk ločiti skupine med seboj. Nato poskušamo s pomočjo merjenih spremenljivk kar se da dobro prirediti posamezno enoto optimalni skupini. Ker imamo v naprej določene skupine, lahko ta postopek imenujemo tudi uvrščanje. Diskriminanta analiza poišče linearno kombinacijo spremenljivk, ki bo najbolje ločila skupine med seboj, pri čemer bo napaka pri uvrščanju najmanjša. To stori tako, da določi novo smer z linearno kombinacijo merjenih spremenljivk, pri tem morajo biti razlike med povprečji kar se da velike, in hkrati mora biti kar se da majhno prekrivanje med skupinami. To analizo lahko izvedemo za dve ali več skupin podatkov (Adams, 1998).

Sem spadajo umetne nevronske mreže (angl. Artificial Neural Networks-ANN) in linearna ter kvadratna diskriminanta analiza (angl. Linear Diskriminant Analysis – LDA, angl. Quadratic Discriminant Analysis – QDA).

LDA (Linear Discriminant Analysis) ali linearna diskriminanta analiza

Uporablja se za ločevanje med dvema ali več skupinami podatkov. Glavni princip delovanja je najti tiste smeri v večvariantnem prostoru, ki najbolje ločujejo posamezne skupine vzorcev. Ko določimo prvo novo smer, poiščemo naslednjo takšno smer z enakimi zahtevami, toda z omejitvijo, da informacije, vsebovane v obeh smereh, ne korelirajo. Postopek iskanja novih smeri se zaključí, ko poiščemo zadostno število novih smeri, ki zadovoljivo opišejo sistem. V principu se lahko katerakoli matematična funkcija uporabi kot diskriminanta funkcija (Adams, 1998).

4 REZULTATI

4.1 IZDELAVA ŠUNK

Pri izdelavi šunk smo odtehtali 1 kg mesa stegenske mišice *quadriceps femoris*. Stehtali smo surovo meso brez dodane razsolice, nato z dodano razsolico ter jo ponovno stehtali še po termični obdelavi, da smo ugotovili, koliko vode je izgubila.

Mase vseh 40 šunk so zbrane v preglednici 4.

Preglednica 4: Masa šunk* brez in z razsolico pred pečenjem in masa pečenih šunk ter izkoristek

Skupine	Oznaka	Masa šunk			Masa razsolice (kg)	Izkoristek (%)
		Brez razsolice (kg)	Z razsolico (kg)	Po pečenju (kg)		
N-BF	1	1,00	1,17	0,92	0,17	77,59
	2	1,01	1,17	0,93	0,16	77,59
	3	1,01	1,17	0,94	0,16	80,34
	4	1,01	1,17	0,91	0,16	72,17
	5	1,01	1,18	0,92	0,17	75,63
N-F	6	1,02	1,19	0,97	0,17	81,36
	7	1,02	1,18	0,92	0,17	75,42
	8	1,01	1,17	0,92	0,16	75,00
	9	1,02	1,17	0,88	0,15	75,21
	10	1,01	1,15	0,88	0,14	74,14
NS-BF	11	1,01	1,18	0,94	0,17	76,92
	12	1,00	1,17	0,89	0,17	75,86
	13	1,00	1,17	0,89	0,17	74,78
	14	1,00	1,15	0,90	0,16	74,56
	15	1,00	1,14	0,89	0,14	76,99
NS-F	16	1,02	1,18	0,96	0,17	81,36
	17	1,01	1,16	0,90	0,15	78,45
	18	1,01	1,17	0,88	0,16	73,28
	19	1,00	1,16	0,85	0,16	73,91
	20	1,00	1,12	0,82	0,12	73,21

* mase so povprečne vrednosti dveh šunk

4.2 KEMIJSKA SESTAVA PREKAJENE ŠUNKE

4.2.1 Osnovna sestava prekajene šunke

Izdelali smo štiri skupine prekajenih šunk, v vsaki skupini je bilo pet vzorcev. Vzorci v posamezni skupini so se razlikovali glede na koncentracijo soli (določili po Volhardu), natriju (izmerili z Na-ionoselektivno metodo), vode, skupnih mineralnih snovi, maščob in beljakovin, rezidualnega nitrita (po Greauu in Mirnai). Vse analize smo določili v dveh paralelkah.

Prekajena šunka v povprečju vsebuje 73,0 % vode, 1,49 % maščob, 23,3 % beljakovin, 2,93 % skupnih mineralnih snovi, 1,6 % soli, 6,58 ppm rezidualnega nitrita in 493 ppm natrijevih ionov (preglednica 5).

Preglednica 5: Rezultati kemijske analize šunk, izdelanih z različnimi količinami dodane nitritne soli oz. nadomestka soli in fosfatov, z izračunanimi osnovnimi statističnimi parametri

Parameter	Vrednost	KV(%)
	Povprečna	
voda (%)	73,00	2,1
intramuskularna maščoba (%)	1,49	43
beljakovine (%)	23,30	7,3
skupne anorganske snovi (%)	2,93	15
sol (%)	1,60	18
rezidualni nitrit (mg/kg)	6,58	42
Na ioni (ppm)	493	30

Iz dobljenih rezultatov smo ugotovili, da obstaja interakcija za različne skupine in različne vsebnosti soli na količino natrijevih ionov, ki smo jih določili v prekajeni šunki (preglednica 6). Prav tako smo opazili interakcijo različnih koncentracij dodane soli na količino vode v mesu ($p < 0,001$). Pri določanju intramuskularne maščobe, beljakovin in skupnih mineralnih snovi pa smo opazili trend dvojne interakcije ($p < 0,001$), saj je opažen vpliv različne vrste soli in dodatka fosfata, prav tako pa je na te parametre vplivala tudi različna koncentracija dodane soli.

4.2.1.1 Vsebnost vode v prekajenih šunkah

Iz preglednice 5 lahko razberemo, da je bila povprečna vsebnost vode določene v vzorcu 73,0 %, kvocient variabilnosti pa je bil nizek, in sicer 2,1 %.

Iz preglednice 6 je razvidno, da vrsta soli vpliva na vsebnost vode. Dobili smo statistično značilne razlike pri vseh koncentracijah dodane soli, največje spremembe pa so opazne pri

koncentraciji 1,4 % ($p \leq 0,001$). Pri tej koncentraciji dodane soli je namreč najočitnejše opazna razlika med posameznimi skupinami N-BF, N-F, NS-BF in NS-F. Skupina N-BF je v tem primeru vsebovala največ vode, skupina NS-BF pa najmanj zaradi vrste soli.

Signifikantno značilen vpliv pa opazimo znotraj posameznih skupin. Pri vseh skupinah smo opazili značilen vpliv različnih koncentracij soli, saj se pri različnih dodatkih soli spreminja vsebnost vode v vzorcu. Govorimo o trendu, ko se z zmanjševanjem dodane soli, povečuje vsebnost vode v šunkah. V skupini N-F se ta trend najbolje opazi, saj se s povečevanjem dodatka soli v meso, zmanjšuje vsebnost vode v vzorcih (odstopa le vzorec, kjer smo dodali 1,6 % soli).

Tega trenda nismo opazili v skupinah, kjer smo dodajali nadomestek soli, saj se količina vode v šunkah zmanjšuje glede na količino dodane soli.

4.2.1.2 Vsebnost intramuskularne maščobe v prekajenih šunkah

Povprečna količina maščobe v vzorcih šunk je bila 1,49 %, kar lahko razberemo iz preglednice 5. Glede na to, da smo obrezali kožo iz stegenske mišice ter odstranili kitaste dele, lahko trdimo, da gre za povsem pusto meso, praktično skoraj brez maščob. Koeficient variabilnosti je bil zelo visok (43 %). Za analizo maščob smo namreč uporabljali zelo majhno količino vzorca, kar je povzročilo precejšnje nihanje rezultatov.

Iz preglednice 6 lahko razberemo, da ima vrsta dodane soli in dodatek fosfata v šunke vpliv na vsebnost maščobe v mesu. Ta se v vseh skupinah visoko značilno razlikuje med seboj ($p < 0,001$, $p < 0,01$). Kljub temu ne moremo govoriti o značilnem trendu glede različnih dodatkov v šunke.

Prav tako smo opazili očitne razlike znotraj posameznih skupin in ugotovili, da količina dodane soli značilno vpliva na vsebnost maščobe v mišici. Pri vseh rezultatih smo zaznali značilen vpliv ($p < 0,001$, $p < 0,01$) dodatka soli na vsebnost intramuskularne maščobe. Očitne razlike smo opazili v skupini NS-F, kjer se je z zmanjševanjem dodatka soli, zmanjševala tudi vsebnost intramuskularne maščobe v analiziranem vzorcu (vrednost pri 1,2 % dodane soli je v tej skupini odstopala).

4.2.1.3 Vsebnost beljakovin v prekajenih šunkah

V vseh šunkah smo dobili povprečno vsebnost beljakovin 23,3 % (preglednica 5), kar je pričakovano za pusto meso, iz katerega je šunka narejena.

Na vsebnost beljakovin statistično značilno vpliva vrsta dodane soli in fosfata ($p < 0,05$).

Če opazujemo rezultate znotraj posameznih skupin ugotovimo, da ima količina dodane soli majhen vpliv na vsebnost beljakovin v mesu ($p \leq 0,05$). Lahko tudi razberemo, da količina dodane soli vpliva na vsebnost beljakovin. Največje razlike smo opazili pri skupini N-BF, kjer so vrednosti glede na posamezne količine dodane soli padale z zmanjševanjem

dotatka soli. V skupini N-BF in NS-BF smo izmerili višje vrednosti, kot v skupinah z dodatkom fosfata. V skupini N-BF smo tako določili največ beljakovin, najmanj pa v skupini NS-F.

4.2.1.4 Vsebnost skupnih mineralnih snovi v prekajenih šunkah

Povprečna količina skupnih mineralnih snovi v vzorcih je bila 2,93 %.

Signifikantno velik vpliv lahko opazimo pri vrsti dodane soli in pri dodatku fosfata, saj je pri vseh skupinah ($p < 0,001$, $p < 0,01$) moč zaznati razlike znotraj posameznih skupin. V primerih, ko smo poleg soli dodajali še fosfate, se poveča vsebnost skupnih mineralnih snovi. V teh primerih je skupnih mineralnih snovi več kot v skupinah z dodatkom samo nitritne soli oz. nadomestka.

Prav tako lahko opazimo, da se z zmanjševanjem koncentracije dodane soli zmanjšuje vsebnost mineralnih snovi v vzorcih.

4.2.1.5 Vsebnost rezidualnega nitrita v prekajenih šunkah

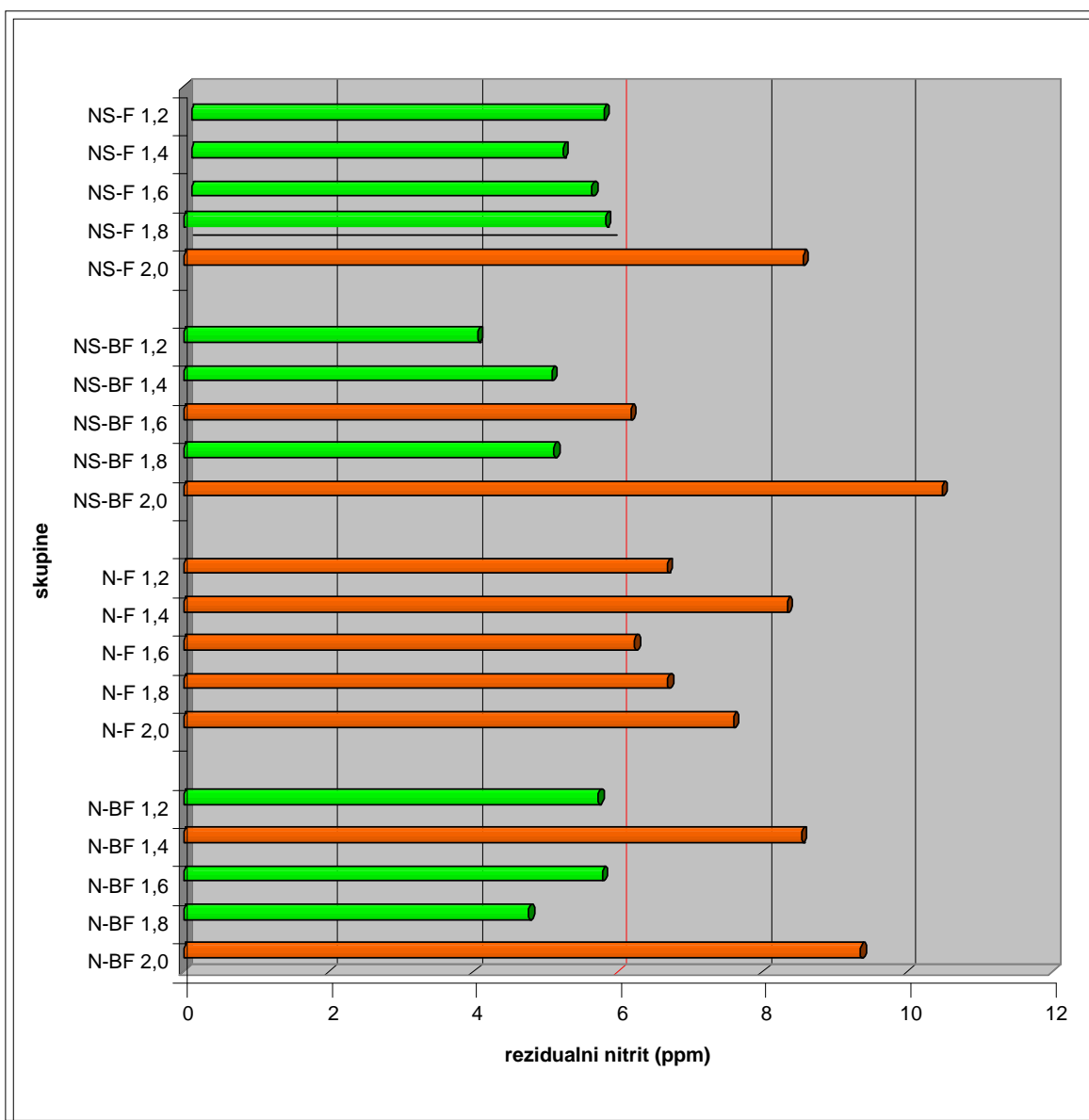
Pri rezidualnem nitritu statistično ni opaziti razlik med posameznimi vzorci ($p > 0,05$). Tako v primeru, ko smo uporabili nitritno sol oz. nadomestek soli ter dodajali še fosfat, med vzorci ni prihajalo do razlik. Statistično značilen vpliv na skupine smo opazili le v primeru, ko smo dodali najmanjšo količino soli t.j. 1,2 % ($p < 0,05$).

Prav tako nismo opazili razlik v količini dodane soli, saj se znotraj skupine vsebnost rezidualnega nitrita ni bistveno spreminjala.

Različna koncentracija dodane soli je značilno vplivala ($p < 0,001$) na vsebnost rezidualnega nitrita samo v skupini NS-BF z največ NaCl (2 %). Hkrati v isti skupini vzorec z najmanj soli (1,2 %) vsebuje tudi značilno ($p < 0,05$) najmanj rezidualnega nitrita.

Kot lahko razberemo iz preglednice 6 in slike 9, smo največjo vsebnost rezidualnega nitrita določili v skupini, kjer smo dodajali nitritno sol s fosfati, več ga je tudi v skupini z nadomestkom soli, vendar le v primeru, ko je bilo dodane 2,0 % soli, ostale vrednosti pa so bile pod izbrano mejo 6 ppm.

Podobno je tudi pri vzorcih, kjer smo uporabili nadomestek soli s fosfatom.



Slika 9: Vsebnost rezidualnega nitrita v štirih skupinah šunk

Legenda: oranžna – vsebnost več kot 6 ppm rezidualnega nitrita v vzorcih; zelena – vsebnost manj kot 6 ppm rezidualnega nitrita v vzorcih

Preglednica 6: Vpliv količine dodane nitritne soli oz. nadomestka soli in fosfatov na kemijsko sestavo šunk, izdelanih v dveh proizvodnih ponovitvah (Duncanov test, $\alpha = 0,05$)

Parameter	Dodatek soli (%)	Skupina				Z.
		N-BF	N-F	NS-BF	NS-F	
voda (%)	2,0	73,32 ±0,4bA	71,11 ±0,8cB	73,60 ±0,2aA	74,41 ±0,2aA	**
	1,8	71,43 ±0,7cB	71,65 ±0,1cB	71,67 ±0,1dB	72,91 ±0,3bA	*
	1,6	72,16 ±0,8bcB	75,68 ±0,2aA	72,80 ±0,2bB	72,90 ±0,0bB	**
	1,4	76,48 ±0,2aA	73,55 ±0,1bB	71,82 ±0,2cdC	73,89 ±0,4aB	***
	1,2	75,33 ±0,2aA	74,08 ±1,5bAB	72,21 ±0,2cB	71,88 ±0,2cB	*
	z.	***	***	***	***	
intramuskularna maščoba (%)	2,0	1,28 ±0,1bB	2,10 ±0,1aA	1,94 ±0,0bA	2,10 ±0,0bA	***
	1,8	1,57 ±0,1aA	1,53 ±0,1cdA	1,64 ±0,1cA	1,04 ±0,1cB	**
	1,6	0,09 ±0,0dD	1,43 ±0,0dB	2,31 ±0,1aA	1,10 ±0,0cC	***
	1,4	0,40 ±0,0cC	1,67 ±0,0bcA	1,70 ±0,1cA	0,73 ±0,0dB	***
	1,2	1,23 ±0,0bC	1,82 ±0,1bB	1,37 ±0,1dC	2,86 ±0,1aA	***
	z.	***	**	***	***	
beljakovine (%)	2,0	25,10 ±0,7aA	23,92 ±0,8aAB	22,34 ±1,2bBC	21,27 ±0,3cC	*
	1,8	24,22 ±0,8abB	22,73 ±0,2bB	25,71 ±0,7aA	23,17 ±0,2abB	*
	1,6	26,28 ±0,9aA	21,81 ±0,4bcC	25,04 ±0,8aAB	23,82 ±0,0aB	*
	1,4	21,37 ±1,3cB	20,97 ±0,3cB	24,66 ±0,2aA	21,83 ±0,1cB	*
	1,2	22,14 ±0,3bcB	22,16 ±0,0bB	25,38 ±0,2aA	22,04 ±1,0bcB	**
	z.	*	**	*	*	
skupne mineralne snovi (%)	2,0	3,12 ±0,1aC	3,53 ±0,0bB	2,99 ±0,0aC	3,80 ±0,1aA	***
	1,8	2,75 ±0,0bB	3,24 ±0,0cA	2,79 ±0,0bB	3,28 ±0,0bA	***
	1,6	2,76 ±0,0bC	3,72 ±0,0aA	2,54 ±0,0cD	3,20 ±0,0cB	***
	1,4	2,67 ±0,1bB	2,93 ±0,1dA	2,44 ±0,0dC	3,05 ±0,0dA	**
	1,2	2,17 ±0,0cC	2,88 ±0,0dA	2,12 ±0,0eD	2,63 ±0,0eB	***
	z.	***	***	***	***	
rezidualni nitrit (mg/kg)	2,0	9,36 ±4,3	7,60 ±1,6	10,48 ±0,9a	8,56 ±4,2	nz
	1,8	4,78 ±0,7	6,70 ±1,6	5,13 ±0,9b	5,84 ±0,2	nz
	1,6	5,79 ±3,0	6,24 ±2,9	6,18 ±2,0b	5,54 ±1,1	nz
	1,4	8,55 ±5,0	8,34 ±4,9	5,09 ±2,2b	5,14 ±0,6	nz
	1,2	5,74 ±0,2AB	6,69 ±0,8A	4,07 ±2,0bB	5,70 ±0,6AB	*
	z.	nz	nz	***	nz	

z-značilnost: *** $p \leq 0,001$ statistično zelo visoko značilen vpliv; ** $p \leq 0,01$ statistično visoko značilen vpliv; * $p \leq 0,05$ statistično značilen vpliv; nz- $p > 0,05$ statistično neznačilen vpliv; srednje vrednosti z različno črko (a,b,c,d,e,f,g) znotraj stolpca se statistično razlikujejo ($p < 0,05$; značilnost razlik med dodatki); srednje vrednosti z različno črko (A,B,C,D) znotraj vrstice se statistično značilno razlikujejo ($p < 0,05$; značilnost razlik med skupinami); N-BF-nitritna sol brez fosfata, N-F- nitritna sol in fosfat, NS-BF-nadomestek soli brez fosfata, NS-F-nadomestek soli in fosfat.

4.2.2 Vsebnost NaCl in natrija v prekajeni šunki

Povprečna koncentracija NaCl v prekajenih šunkah je 1,60 g/100 g, natrija pa 493 ppm (0,49 %).

Preglednica 7: Vsebnosti natrija in soli v prekajenih šunkah, izdelanih z nitritno soljo oz nadomestkom soli v različnih koncentracijah in brez/z dodanimi fosfati, z izračunanimi osnovnimi statističnimi parametri

Parameter	N	Vrednost				KV (%)
		povprečna	najmanjša	največja	so	
vsebnost Na _{elek.} (ppm)	48	493	309	954	148	30
vsebnost NaCl _{Volh.} (%)	80	1,60	1,20	2,00	0,28	18

N- število obravnavanj, so – standardni odklon, KV (%) – koeficient variabilnosti: elekt. – Na⁺ ionoselektivna elektroda, Volh. – Volhard

Preglednica 8: Vpliv eksperimentalne skupine (N-BF, N-F, NS-BF, NS-F) in zmanjšanja dodatka soli na koncentracijo soli v šunkah (Duncanov test, $\alpha = 0,05$)

Parameter	Dodatek soli (%)	Skupina				z.
		N-BF	N-F	NS-BF	NS-F	
sol (%)	2,0	2,27 ±0,2a	2,39 ±0,3a	2,24 ±0,2a	2,09 ±0,5a	nz
	1,8	2,08 ±0,2a	2,15 ±0,3a	1,81 ±0,1b	1,93 ±0,2b	nz
	1,6	1,81 ±0,1bBC	2,10 ±0,1aA	1,60 ±0,1cC	1,87 ±0,2bB	**
	1,4	1,72 ±0,1bA	1,69 ±0,1bAB	1,56 ±0,1cB	1,77 ±0,1bA	*
	1,2	1,39 ±0,2cB	1,59 ±0,2bA	1,24 ±0,1dB	1,34 ±0,1cB	*
	z.	***	***	***	***	
Na ioni (ppm)	2,0	766 ±172aA	662 ±98A	376 ±26bB	380 ±8aB	**
	1,8	725 ±29abA	619 ±12B	415 ±17bC	381 ±4aC	***
	1,6	583 ±25abcA	533 ±1B	498 ±17aB	372 ±4aC	**
	1,4	481 ±10bcB	520 ±9A	402 ±8bC	371 ±4abD	**
	1,2	400 ±2cB	488 ±0A	324 ±21cD	358 ±0bC	**
	z.	*	nz	**	*	

z.-značilnost: *** $p \leq 0,001$ statistično zelo visoko značilen vpliv; ** $p \leq 0,01$ statistično visoko značilen vpliv; * $p \leq 0,05$ statistično značilen vpliv; nz- $p > 0,05$ statistično neznačilen vpliv; srednje vrednosti z različno črko (a,b,c,d,e,f,g) znotraj stolpca se statistično razlikujejo ($p < 0,05$; značilnost razlik med dodatki); srednje vrednosti z različno črko (A,B,C,D) znotraj vrstice se statistično značilno razlikujejo ($p < 0,05$; značilnost razlik med skupinami); N-BF-nitritna sol brez fosfata, N-F- nitritna sol in fosfat, NS-BF-nadomestek soli brez fosfata, NS-F-nadomestek soli in fosfat.

Iz preglednice 8 lahko opazimo, da se v vseh štirih skupinah vsebnost soli značilno ($p < 0,001$) zmanjšuje z načrtovanim zmanjševanjem dodane soli. Značilne razlike ($p < 0,01$; $p < 0,05$) so med štirimi skupinami šunk z enako količino dodane soli (pri 1,6 %, 1,4 % in 1,2 %). Najmanjša količina soli je določena v skupini NS-BF.

Vsebnost Na-ionov je visoko do zelo visoko značilno največja ($p < 0,01$; $p < 0,001$) v skupini N-BF pri vseh koncentracijah dodane soli. Dodatek fosfatov v skupini N-F je v primerjavi s skupino N-BF značilno povečal ($p < 0,05$) koncentracijo Na-ionov pri nižjih koncentracijah dodane soli, in sicer pri 1,4 % in 1,2 %. Manj natrija smo določili v skupinah z uporabljenim nadomestkom (KCl), s čimer smo dosegli namen poskusa.

4.3 INSTRUMENTALNA IN SENZORIČNA ANALIZA

4.3.1 Rezultati instrumentalnih metod

Rezultati merjenja teksture in barve prekajene šunke so predstavljeni v preglednicah 9 in 10.

Preglednica 9: Viri variabilnosti in statistične značilnosti njihovega vpliva na instrumentalne parametre barve in teksture šunk, izdelanih z različnimi količinami dodane nitritne soli oz. nadomestka soli in fosfatov (2 proizvodni ponovitvi)

Parameter	N	Vrednost			so	KV(%)
		povprečna	najmanjša	največja		
L*	160	58,68	39,26	76,56	8,61	14,7
a*	160	12,62	4,51	19,20	3,09	24,5
b*	160	6,58	2,35	9,19	1,32	20,1
Tekstura–tlačna trdota (N)	160	40,86	8,86	93,30	15,01	36,7

4.3.1.1 Rezultati instrumentalnega merjenja barve

Barvo smo izmerili na svežem prerezu, dvakrat na svetlem in dvakrat na temnem delu mišice *quadriceps femoris*.

Z merjenjem vrednosti L*, a*, b* smo ugotovili, da so koeficienti variabilnosti dokaj visoki (14,7 %, 24,5 % in 20,1 %).

Preglednica 10: Vpliv količine dodane nitritne soli oz. nadomestka soli in fosfatov na instrumentalne parametre barve šunk, izdelanih v dveh proizvodnih ponovitvah (Duncanov test, $\alpha = 0,05$)

Parameter	Dodatek soli (%)	Skupina				z.
		N-BF	N-F	NS-BF	NS-F	
L*	2,0	56,71 ±9,9	55,49 ±9,1	56,62 ±8,9	57,44 ±11,9	nz
	1,8	61,24 ±9,2	55,51 ±9,5	61,50 ±10,1	55,23 ±9,7	nz
	1,6	62,95 ±5,5	56,99 ±7,7	59,05 ±8,1	57,12 ±7,3	nz
	1,4	60,16 ±8,7	56,70 ±7,4	62,07 ±9,3	59,10 ±7,8	nz
	1,2	59,73 ±9,3	59,80 ±7,7	60,55 ±11,3	59,75 ±5,8	nz
	z.	nz	nz	nz	nz	
a*	2,0	12,74 ±3,2	13,44 ±3,5	10,88 ±3,7	11,95 ±3,8	nz
	1,8	12,53 ±3,4	13,28 ±2,1	11,86 ±3,9	13,93 ±3,0	nz
	1,6	11,88 ±2,8	12,94 ±3,3	12,38 ±2,0	13,09 ±3,9	nz
	1,4	13,55 ±2,3	13,29 ±2,6	11,50 ±2,4	13,27 ±3,1	nz
	1,2	12,54 ±3,2	12,42 ±3,4	12,67 ±3,0	12,32 ±4,2	nz
	z.	nz	nz	nz	nz	
b*	2,0	5,96 ±1,2bA	6,33 ±1,6A	4,47 ±1,1Bb	5,93 ±1,3A	*
	1,8	7,38 ±1,3aA	6,39 ±1,0B	7,07 ±1,0ABa	6,27 ±1,4B	*
	1,6	7,08 ±1,3a	6,16 ±1,3	6,79 ±1,1a	6,45 ±0,9	nz
	1,4	7,02 ±1,1a	6,29 ±1,0	6,94 ±0,9a	7,01 ±1,4	nz
	1,2	7,39 ±0,9a	6,71 ±1,4	7,63 ±0,8a	6,27 ±1,7	*
	z.	**	nz	***	nz	

z.- značilnost: *** $p \leq 0,001$ statistično zelo visoko značilen vpliv; ** $p \leq 0,01$ statistično visoko značilen vpliv; * $p \leq 0,05$ statistično značilen vpliv; nz- $p > 0,05$ statistično neznačilen vpliv; srednje vrednosti z različno črko (a,b,c,d,e,f,g) znotraj stolpca se statistično razlikujejo ($p < 0,05$; značilnost razlik med dodatki); srednje vrednosti z različno črko (A,B,C,D) znotraj vrstice se statistično značilno razlikujejo ($p < 0,05$; značilnost razlik med skupinami); N-BF-nitritna sol brez fosfata, N-F- nitritna sol in fosfata, NS-BF-nadomestek soli brez fosfata, NS-F-nadomestek soli in fosfat.

Pri merjenju vrednosti L* in a* smo ugotovili, da različen dodatek soli, nadomestka soli in fosfata ne vplivajo značilno na svetlost barve in ne na rdeč oz. rožnat odtenek barve šunke. Rezultat je nekoliko nepričakovan, morda zaradi nehomogene barve prereza šunke oz. nehomogene barve same mišice *quadriceps femoris*. Ko smo vtirali sol v šunko, ta najbrž ni enakomerno prehajala v mišičnino, zato je bila tudi barva prereza neenakomerna.

Na rumeni odtenek barve šunke, izmerjen kot vrednost b*, je značilno vplivala različna koncentracija soli pri skupinah N-BF ($p < 0,01$) in NS-BF ($p < 0,001$); najmanj izražena rumena barva (nižja vrednost b*) je bila pri šunkah brez dodanih fosfatov in z najvišjo koncentracijo soli 2 %. Razlike v intenzivnosti rumene barve b* med štirimi skupinami so značilne predvsem pri višjih koncentracijah soli. Najmanj rumeno barvo (najnižja vrednost b*) kažeta skupini NS-BF in NS-F pri 2 % dodane soli ($p < 0,05$).

4.3.1.2 Tekstura šunk – tlačna trdota

Iz preglednice 11 lahko vidimo, da imajo šunkke z dodatkom nitritne soli in fosfatov (N-F) na splošno večjo tlačno trdoto v primerjavi s tistimi brez fosfatov (N-BF). Pri šunkah z nadomestkom soli (KCl) pa je vpliv dodatka fosfatov manj jasen. Na tlačno trdoto šunk brez dodanih fosfatov različne koncentracije soli niso vplivale ($p > 0,05$), medtem ko je pri vzorcih šunk z dodanimi fosfati (N-F, NS-F) le pri najnižji koncentraciji soli (1,2 %) tlačna trdota najmanjša.

Preglednica 11: Vpliv količine dodane nitritne soli oz. nadomestka soli in fosfatov na instrumentalne parametre tlačne trdote šunk, izdelanih v dveh proizvodnih ponovitvah (Duncanov test, $\alpha = 0,05$)

Parameter	Dodatek soli (%)	Skupina				z.
		N-BF	N-F	NS-BF	NS-F	
Tekstura –tlačna trdota (N)	2,0	36,97 ±14,1	43,10 ±21,3b	29,47 ±4,6	38,24 ±9,5b	nz
	1,8	31,89 ±14,7C	54,02 ±15,1aA	43,88 ±19,9AB	37,80 ±11,4bBC	***
	1,6	44,60 ±12,1	48,26 ±11,2ab	40,91 ±4,7	40,62 ±18,5b	nz
	1,4	40,40 ±9,4B	41,03 ±8,0Bb	37,75 ±17,1B	58,89 ±26,8aA	*
	1,2	36,30 ±11,0	38,91 ±12,2b	38,18 ±10,3	36,02 ±13,8b	nz
	z.	nz	*	nz	*	

z- značilnost: *** $p \leq 0,001$ statistično zelo visoko značilen vpliv; ** $p \leq 0,01$ statistično visoko značilen vpliv; * $p \leq 0,05$ statistično značilen vpliv; nz- $p > 0,05$ statistično neznačilen vpliv; srednje vrednosti z različno črko (a,b,c,d,e,f,g) znotraj stolpca se statistično razlikujejo ($p < 0,05$; značilnost razlik med dodatki); srednje vrednosti z različno črko (A,B,C,D) znotraj vrstice se statistično značilno razlikujejo ($p < 0,05$; značilnost razlik med skupinami); N-BF-nitritna sol brez fosfata, N-F- nitritna sol in fosfata, NS-BF-nadomestek soli brez fosfata, NS-F-nadomestek soli in fosfat.

4.3.2 Senzorična kakovost šunk

Rezultati senzorične analize šunk so predstavljeni v preglednicah 12 in 13.

Z izjemo arome in skupnega vtisa, so vse ocenjene lastnosti dokaj variabilne ($KV > 10\%$), na kar so vplivale različne kombinacije dodatkov in nadomestkov soli ter različne koncentracije dodane soli (preglednica 12).

Preglednica 12: Senzorična kakovost šunk, izdelanih z različnimi količinami dodane nitritne soli oz. nadomestka soli in fosfatov, z izračunanimi osnovnimi statističnimi parametri

Parameter	N	Vrednost			so	KV(%)
		povprečna	najmanjša	največja		
Roza barva (1-4-7)	158	3,93	2,50	5,00	0,56	14
Enakomernost barve (1-7)	158	4,93	4	6,50	0,60	12
Slanost (1-4-7)	152	4,32	3	5,50	0,52	12
Aroma (1-7)	152	5,16	4	6,00	0,41	7,9
Priokus (1-7)	152	1,64	1	3,00	0,52	32
Tekstura (1-4-7)	152	3,37	2	5,00	0,59	18
Sočnost (1-7)	152	5,19	3	6,50	0,64	12
Skupni vtis (1-7)	152	5,04	4	6,50	0,47	9,4

n – število obravnavanj v poskusu, so – standardni odklon, KV (%) – koeficient variabilnosti.

Na **roza odtenek barve** šunk so značilno ($p < 0,05$) do zelo visoko značilno ($p < 0,001$) vplivale poskusne skupine in prav tako različne koncentracije soli, z izjemo skupine N-BF. V povprečju bolj rožnat odtenek barve (ocene nad 4,0 točke) kažeta skupini z dodatkom fosfatov (N-F, NS-F). Različne koncentracije soli vplivajo na rožnat odtenek, z izjemo skupine N-BF, katere barva je pri vseh koncentracijah soli nekoliko svetlejša (ocene pod 4,0 točke). Značilno svetlejši odtenek roza barve je samo še pri najnižji koncentraciji soli v skupini NS-BF.

Na **enakomernost barve** v skupinah z dodano nitritno soljo (N-BF, N-F) vrsta dodatka ni imela vpliva. Značilno do zelo visoko značilno pa je na enakomernost barve vplival dodan nadomestek soli KCl. Najvišje ocenjena je bila skupina NS-BF, ki je bila v primeru dodane 1,6 % soli hkrati tudi najboljše ocenjena. Z najmanjšo količino dodane soli (1,2 %) se je značilno poslabšala tudi enakomernost barve, ki je bila v obeh primerih ocenjena z oceno nižjo od 5,0 točk.

Na **slanost** šunk pri isti koncentraciji soli dodatek nadomestkov soli in fosfatov ni vplival, z izjemo koncentracije 1,6 % soli, kjer je bila značilno ($p < 0,01$) manj slana (ocene pod 4,0 točke) skupina N-F. Razumljivo pa so zmanjšane koncentracije soli pri vseh štirih skupinah šunk značilno do zelo visoko značilno vplivale na manj slan okus, ki je bil pri treh skupinah (N-F, NS-BF, NS-F) pri 1,2 % koncentraciji soli ocenjen pod optimalnimi 4,0 točkami.

Vrsta dodane soli in fosfata ni vplivala na **aromo** v skupinah N-BF, N-F in NS-F, v skupini NS-BF pa je nadomestek soli KCl značilno ($p < 0,05$) vplival na aromo. Z 2,0 % dodane soli je bila šunka v tej skupini ocenjena najboljše, z dodano soljo 1,4 % pa najslabše. Količina dodane soli ni vplivala na nobeno izmed skupin, razen pri 1,4 %, ko je bila šunka v skupini

N-BF ocenjena najboljše, v skupini NS-BF pa najslabše. Ni opaziti, da bi dodan fosfat vplival na aromo.

Priokus smo najbolj zaznali pri koncentracijah soli 2,0 %, 1,6 % in 1,4 % ($p < 0,001$; $p < 0,05$), pri ostalih koncentracijah dodane soli priokusa nismo značilno opazili. Največ priokusa so ocenjevalci prisodili skupini NS-F, kjer je bilo zaznati najbolj grenak priokus (koncentracija dodane soli 2,0 %), najmanj pa v skupinah N-F in NS-BF. Pri dodani soli 1,6 % so največ priokusa zaznali v skupini N-BF, najmanj pa v skupini NS-BF. Zelo visoko značilen vpliv dodane soli smo opazili v skupinah N-BF in NS-F, kjer smo lahko predvsem v skupini NS-F opazili trend močnejšega priokusa z zviševanjem dodane soli.

Opazili smo značilno do zelo visoko značilen vpliv koncentracije dodane soli na **teksturo**, z izjemo pri dodani soli 1,6 %. V skupini N-F je bila šunka z dodano soljo 1,2 % najboljše ocenjena, v primeru iste količine dodane soli pa je bila najslabše ocenjena skupina N-BF. Na splošno sta skupini N-F in NS-F dobili ocene bližje optimalni vrednosti (4,0 točke) kot ostali dve skupini, ki nista vsebovali fosfatov (N-BF in NS-BF), ocene za teksturo so bile precej slabše od optimalnih 4,0 točk.

Vpliv vrste soli in dodanega fosfata na **sočnost** je visoko značilen ($p < 0,01$) pri vseh koncentracijah dodane soli, razen pri 1,8 %, kjer je neznačilen. Najboljšo oceno za sočnost je dobila skupina NS-BF v primeru 2,0 % in skupina N-BF pri 1,4 % dodane soli. Pri koncentraciji soli 1,2 % je dobila skupina NS-BF najslabšo oceno. V skupinah N-BF in NS-BF smo opazili zelo visoko značilen vpliv koncentracije dodane soli. Z zniževanjem koncentracije soli se je v skupini NS-BF slabšala tudi sočnost, v skupini N-BF pa so bile ocene še vedno zelo dobre.

Najboljše ocene za **skupni vtis** so dobile šunke iz skupine NS-BF pri koncentraciji dodane soli 2,0 % in N-BF z dodano soljo 1,4 %. Značilen do zelo visoko značilen vpliv smo zaznali pri vseh dodanih koncentracijah soli, izjema je le 1,8 %. V povprečju so bile najslabše ocenjene šunke iz skupine NS-BF, njihove ocene so bile večinoma nižje od 5,0 točk, prav tako pa je dobila najslabšo oceno za skupni vtis ravno šunka iz te skupine pri 1,4 % dodane soli. Na skupine N-BF, NS-BF in NS-F značilno ($p < 0,001$; $p < 0,01$) vplivala različna koncentracija dodane soli in je bila v primeru dodane 1,4 % pri vseh treh skupinah ocenjena več kot 5,0 točk.

Preglednica 13: Vpliv količine dodane nitritne soli oz. nadomestka soli in fosfatov na senzorično kakovost šunk, izdelanih v dveh proizvodnih ponovitvah (Duncanov test, $\alpha = 0,05$)

Parameter	Dodatek soli (%)	Skupina				Z.
		N-BF	N-F	NS-BF	NS-F	
roza odtенок (1-4-7)	2	3,75 ±0,8B	4,31 ±0,4abA	4,21 ±0,3aA	3,69 ±0,5bB	*
	1,8	3,88 ±0,2C	4,63 ±0,2aA	2,94 ±0,5cD	4,19 ±0,3aB	***
	1,6	3,56 ±0,6D	4,57 ±0,5aA	3,88 ±0,4aC	4,25 ±0,3aB	***
	1,4	3,81 ±0,4B	4,19 ±0,3bA	3,38 ±0,2bC	4,06 ±0,2aAB	***
	1,2	3,50 ±0,5B	3,75 ±0,3cB	3,88 ±0,2aB	4,38 ±0,4aA	***
	Z.	nz	***	***	**	
enakomernost barve (1-7)	2	4,56 ±0,3BC	4,81 ±0,4B	5,38 ±0,2abA	4,38 ±0,4bC	***
	1,8	5,06 ±0,3	4,56 ±0,4	4,94 ±0,6b	4,94 ±1,0ab	nz
	1,6	5,19 ±0,4AB	4,86 ±0,2B	5,50 ±0,5aA	5,00 ±0,5abB	*
	1,4	5,06 ±0,8	5,00 ±0,5	5,13 ±0,4ab	5,44 ±0,9a	nz
	1,2	4,88 ±1,0AB	4,94 ±0,3A	4,38 ±0,4cB	4,69 ±0,3bAB	*
	Z.	nz	nz	***	*	
slanost (1-4-7)	2	4,50 ±0,6ab	5,00 ±0,5a	4,75 ±0,3a	4,56 ±0,6a	nz
	1,8	4,81 ±0,3a	4,50 ±0,4b	4,50 ±0,3a	4,56 ±0,6a	nz
	1,6	4,38 ±0,2bB	3,88 ±0,3cC	4,38 ±0,2abB	4,69 ±0,3aA	**
	1,4	4,13 ±0,2b	4,00 ±0,3c	4,06 ±0,6bc	4,25 ±0,3ab	nz
	1,2	4,13 ±0,8b	3,69 ±0,4c	3,88 ±0,2c	3,94 ±0,3b	nz
	Z.	**	***	***	*	
aroma (1-7)	2	5,25 ±0,5	5,25 ±0,4	5,63 ±0,3a	4,81 ±0,6	nz
	1,8	5,19 ±0,3	5,19 ±0,3	5,13 ±0,4bc	5,25 ±0,5	nz
	1,6	5,13 ±0,4	5,13 ±0,3	5,38 ±0,4ab	5,38 ±0,4	nz
	1,4	5,38 ±0,4A	4,94 ±0,3BC	4,81 ±0,4cC	5,19 ±0,5AB	**
	1,2	5,19 ±0,3	5,31 ±0,4	5,00 ±0,4bc	5,00 ±0,3	nz
	Z.	nz	nz	*	nz	
priokus (1-7)	2	1,69 ±0,3bB	1,38 ±0,4B	1,38 ±0,3abB	2,75 ±0,3aA	***
	1,8	1,69 ±0,3b	1,50 ±0,0	1,69 ±0,4a	1,63 ±0,6b	nz
	1,6	2,19 ±0,7aA	1,25 ±0,5B	1,13 ±0,5bB	1,56 ±0,2bB	***
	1,4	1,31 ±0,4bC	1,38 ±0,4BC	1,81 ±0,5aA	1,75 ±0,7bAB	*
	1,2	1,56 ±0,5b	1,56 ±0,3	1,63 ±0,7ab	1,69 ±0,4b	nz
	Z.	***	nz	*	***	
tekstura (1-4-7)	2	3,00 ±0,3abB	3,69 ±0,9A	3,88 ±0,3aA	3,31 ±0,5bAB	*
	1,8	3,25 ±0,5aAB	3,94 ±0,8A	3,13 ±0,4bcB	3,88 ±0,2aA	**
	1,6	3,19 ±0,4a	3,25 ±0,4	3,38 ±0,5b	3,25 ±0,6b	nz
	1,4	3,38 ±0,4aAB	3,25 ±0,5BC	2,94 ±0,3bcC	3,75 ±0,4abA	**
	1,2	2,63 ±0,4bC	4,06 ±0,2A	2,88 ±0,4cC	3,56 ±0,7abB	***
	Z.	**	nz	*	*	

Se nadaljuje.

Nadaljevanje preglednice 13: Vpliv količine dodane nitritne soli oz. nadomestka soli in fosfatov na senzorično kakovost šunk, izdelanih v dveh proizvodnih ponovitvah (Duncanov test, $\alpha = 0,05$)

Parameter	Dodatek soli (%)	Skupina				z.
		N-BF	N-F	NS-BF	NS-F	
sočnost (1-7)	2	4,94 ±0,5cB	4,94 ±0,2B	6,13 ±0,5aA	5,19 ±0,7B	**
	1,8	5,56 ±0,4b	4,88 ±0,8	5,19 ±0,4bc	5,44 ±0,4	nz
	1,6	4,69 ±0,6cB	4,75 ±0,3B	5,63 ±0,4bA	5,25 ±0,3A	**
	1,4	6,13 ±0,4aA	5,19 ±1,1B	4,81 ±0,5cdB	5,00 ±0,5B	**
	1,2	5,00 ±0,5cA	5,44 ±0,5A	4,50 ±0,5dB	5,38 ±0,4A	**
	Z.	***	nz	***	nz	
skupni	2	5,00 ±0,3bB	4,88 ±0,2BC	5,75 ±0,3aA	4,63 ±0,2bC	***
vtis (1-7)	1,8	5,06 ±0,3b	5,06 ±0,2	4,88 ±0,2b	5,25 ±0,4a	nz
	1,6	4,75 ±0,4bB	4,88 ±0,3B	5,56 ±0,4aA	5,06 ±0,2aB	***
	1,4	5,75 ±0,5aA	5,19 ±0,5B	4,44 ±0,4cC	5,13 ±0,4aB	***
	1,2	4,75 ±0,3bB	5,25 ±0,6A	4,69 ±0,4bcB	5,06 ±0,3aAB	*
	Z.	***	nz	***	**	

z.-značilnost: *** $p \leq 0,001$ statistično zelo visoko značilen vpliv; ** $p \leq 0,01$ statistično visoko značilen vpliv; * $p \leq 0,05$ statistično značilen vpliv; nz- $p > 0,05$ statistično neznačilen vpliv; srednje vrednosti z različno črko (a,b,c,d,e,f,g) znotraj stolpca se statistično razlikujejo ($p < 0,05$; značilnost razlik med dodatki); srednje vrednosti z različno črko (A,B,C,D) znotraj vrstice se statistično značilno razlikujejo ($p < 0,05$; značilnost razlik med skupinami); N-BF-nitritna sol brez fosfata, N-F- nitritna sol in fosfata, NS-BF-nadomestek soli brez fosfata, NS-F-nadomestek soli in fosfat.

4.4 MULTIVARIATNA ANALIZA

Opazovane spremenljivke smo uporabili v linearni diskriminantni analizi (LDA), ki nam je na podlagi 19 parametrov omogočila 100 % pravilno razvrstitev vzorcev glede na vrsto soli, ki smo jo uporabili ter glede na dodatek soli.

4.4.1 Pearsonov koeficient korelacije

Korelacije so pokazale povezavo med instrumentalno izmerjeno vrednostjo L^* in dodanim nitritom ($-0,59174$, $p < 0,001$) in vrednostjo a^* ($-0,73916$, $p < 0,001$).

L^* in b^* vrednosti sta v negativni korelaciji z nitritom, kar pomeni, da so bili vzorci z zviševanjem dodanega nitrita bolj rumene in svetlejše barve.

Opazili smo statistično visoko korelacijo med soljo določeno po Volhardu s senzorično ocenjenim okusom slanosti ($0,61401$, $p < 0,001$) ter izmerjeno vrednostjo Na^+ z

ionoselektivno elektrodo (0,53749, $p < 0,001$). Omenjeni lastnosti sta se zmanjševali proporcionalno z zmanjševanjem dodane soli v vzorce.

Preglednica 14: Pearsonovi koeficienti korelacije (r) med senzoričnimi lastnostmi (aroma, sočnost, enakomernost barve, priokus, tekstura) in skupnim vtisom

Korelirane lastnosti		r
aroma		0,62621***
sočnost		0,62424***
enakomernost barve	skupni vtis	0,33444***
priokus		-0,46467***
tekstura		0,44839***

$p \leq 0,001$ statistično zelo visoko značilen vpliv (***); $p \leq 0,01$ statistično visoko značilen vpliv (**); $p \leq 0,05$ statistično značilen vpliv (*); $p > 0,05$ statistično neznačilen vpliv.

Iz preglednice 14 lahko opazimo, da sta lastnosti aroma in sočnost pomembno vplivali na skupni vtis. Pomembno je na skupni vtis vplivala tudi senzorično ocenjena tekstura. Priokus in skupni vtis sta v negativni korelaciji, kar pomeni, da se je s povečevanjem prisotnosti priokusa zniževala ocena skupnega vtisa.

4.4.2 Diskriminantna analiza

Diskriminantne analize metode ali tako imenovano razvrščanje v razrede se uporablja za ugotavljanje podobnosti neznanega vzorca s skupinami drugih poznanih vzorcev.

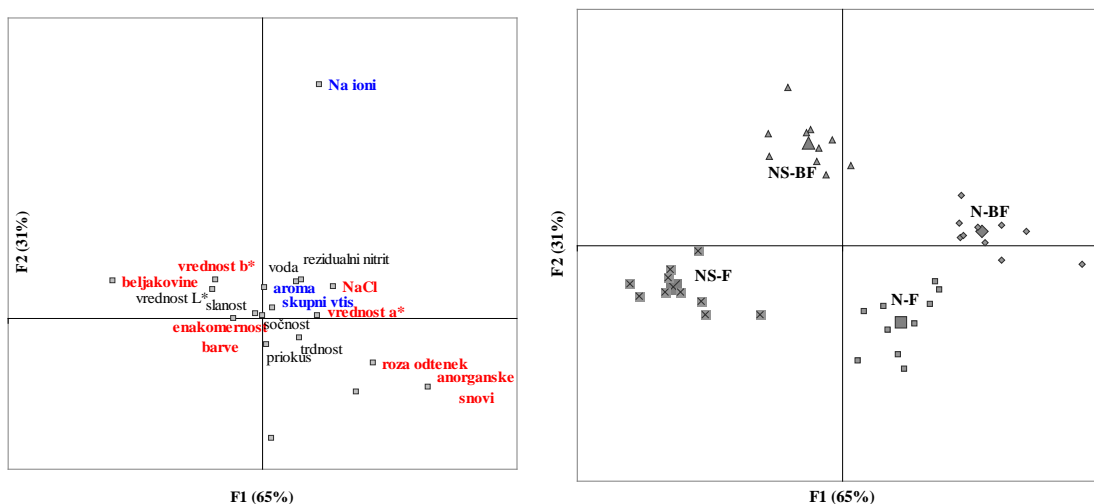
Preglednica 15: Korelacijski koeficienti med spremenljivkami, uporabljenimi v analizi glavnih komponent

	a*	b*	trdnost	roza odtenek	enakom. barve	slanost	aroma	priokus	tekstura	sočnost	vtis	voda	maščobe	Beljak.	anorg. snovi	NaCl	rezid. nitrit	Na ioni
L*	-0,16	0,79	-0,35	-0,36	0,06	-0,03	-0,66	0,39	-0,13	-0,24	-0,36	-0,04	-0,02	0,08	-0,22	-0,02	-0,72	0,02
a*	1,00	0,34	-0,30	0,41	-0,06	0,15	0,05	-0,12	-0,16	-0,04	0,07	0,05	-0,17	-0,03	-0,05	0,09	-0,04	0,03
b*		1,00	-0,41	-0,04	-0,03	0,00	-0,54	0,31	-0,26	-0,30	-0,38	-0,07	-0,14	0,06	-0,31	-0,05	-0,75	-0,08
trdnost			1,00	-0,01	0,19	-0,20	0,28	-0,24	0,06	-0,10	0,09	0,00	-0,28	0,07	0,06	-0,21	0,11	-0,12
roza odtenek				1,00	-0,24	-0,09	0,15	-0,32	-0,21	0,01	0,05	-0,12	0,07	-0,01	-0,11	-0,03	0,10	-0,02
enakomernost barve					1,00	0,26	0,21	-0,20	0,39	0,35	0,40	0,07	-0,16	-0,06	-0,04	-0,01	0,08	-0,02
slanost						1,00	0,20	0,19	0,21	0,23	0,05	-0,33	0,05	0,31	0,50	0,68***	0,07	0,52***
aroma							1,00	-0,58	0,45	0,47	0,72***	0,09	-0,11	0,05	0,10	0,05	0,53	-0,01
priokus								1,00	-0,13	-0,25	-0,64***	-0,12	0,03	0,12	0,25	0,24	-0,15	0,04
tekstura									1,00	0,50	0,57***	0,02	-0,07	0,00	0,13	0,17	0,22	0,23
sočnost										1,00	0,70***	0,32	0,16	-0,40	0,07	0,00	0,49	-0,08
skupni vtis											1,00	0,39	0,00	-0,30	-0,01	-0,02	0,47	0,02
voda												1,00	-0,26	-0,67	0,10	-0,10	0,30	-0,42
maščobe													1,00	-0,16	-0,09	-0,01	0,09	0,26
beljakovine														1,00	0,21	0,27	-0,22	0,50
anorganske snovi															1,00	0,86	0,32	0,51
NaCl																1,00	0,15	0,68
rezidualni nitrit																	1,00	-0,07
Na ioni																		1,00

Rezultati v preglednici 15 se berejo pravokotno glede na izbrano lastnost. Tako recimo lahko ugotovimo, da sta lastnosti L* in b* v visoki korelaciji, saj je njun koeficient korelacije dokaj visok (0,79). Vrednosti, ki so bližje 1, so v večji korelaciji, medtem ko so korelacije manjše od vrednosti npr. 0,50 ohlapnejše. Negativen predznak pomeni, da sta lastnosti v negativni korelaciji, kar pomeni, da se ena lastnost povečuje, medtem ko se druga znižuje (npr. skupni vtis in priokus).

4.4.2.1 Vrsta soli

Vzorci smo razvrstili v skupine s statistično metodo LDA. Z analizo LDA smo določili sedem najpomembnejših parametrov: vsebnost NaCl, beljakovin, anorganskih snovi, ocene enakomernosti barve in roza odtenka ter vrednosti a in b, ki so najpomembnejši pri determiniranju prve ordinate. Vsebnost Na ionov, oceni arome in skupnega vtisa pa so poglavitni pri determiniranju druge ordinate. Ostali parametri (vsebnost vode, maščob in rezidualnega nitrita, instrumentalno izmerjena tlačna trdnost, barvna vrednost L*, senzorično ocenjene lastnosti, kot so tekstura, sočnost, slanost in priokus) ne prispevajo pomembneje k porazdelitvi različnih lastnosti v skupine. Pri LDA analizi (40 vzorcev, 19 lastnosti) smo dobili tri diskriminantne funkcije. Funkcija 1 pojasnjuje 65 %, funkcija 2 pojasnjuje 31 % in funkcija 3 pojasnjuje 4 % skupne variance.



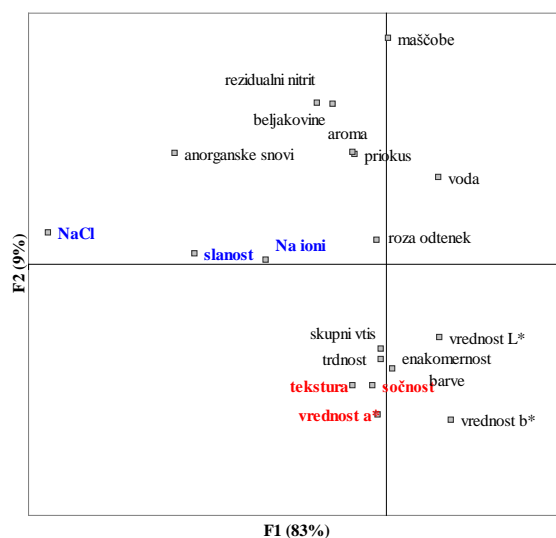
Slika 10: Projekcija podatkov o kemijskih, instrumentalnih in senzoričnih parametrih šunk, narejenih z različnimi vrstami soli v ravnini, definirani s prvima dvema glavnima funkcijama (LDA)

Legenda: NS-BF_ šunke, izdelane z dodatkom nadomestka soli in brez dodanega fosfata, NS-F_ šunke, izdelane z dodatkom nadomestka soli in z dodanim fosfatom, N-BF_ šunke, izdelane izključno z nitritno soljo in brez dodanega fosfata, N-F_ šunke, izdelane izključno z dodano nitritno soljo in dodanim fosfatom.

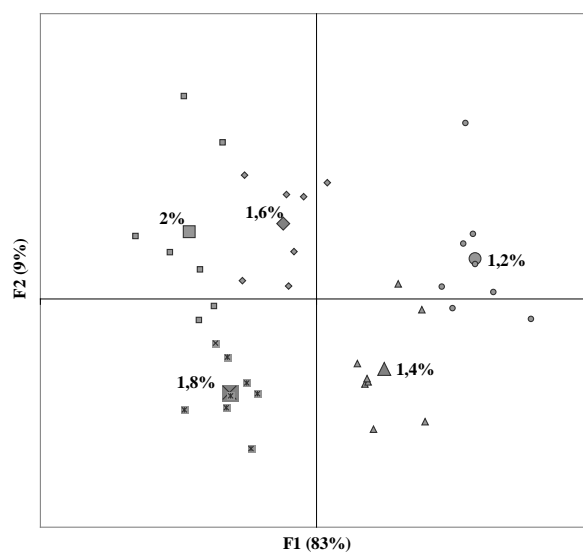
Slika 10 (desno) kaže štiri popolnoma ločene skupine, točnost razporeditve posameznih vzorcev v ustrezne skupine je bila 100 %. Tako lahko brez tveganja z diskriminantno analizo metodo – LDA – razvrstimo (uvrstimo) nek neznan vzorec šunke v enega od štirih poznanih razredov (skupin glede na vrsto soli: NS-BF, N-BF, NS-F, N-F). Ne moremo pa določiti, kolikšen je bil dodatek soli v posameznem vzorcu.

4.4.2.2 Dodana koncentracija soli

Z analizo LDA smo določili tri najpomembnejše parametre, vsebnost NaCl, Na⁺ in oceno slanosti, ki so najpomembnejši pri determiniranju prve ordinat. Vrednost a* ter senzorično ocenjena tekstura in sočnost pa so poglavitni pri determiniranju druge ordinat. Ostali parametri ne prispevajo veliko k porazdelitvi različnih šunk v skupine.



Slika 11: Projekcija podatkov o kemijskih, instrumentalnih in senzoričnih parametrih šunk, narejenih z različnimi dodanimi količinami soli v ravnini, definirani s prvima dvema glavnima funkcijama (LDA)



Slika 12: Projekcija podatkov glede na količino dodane soli v mesu

Legenda: 2,0 % - dodali smo sol v skupni koncentraciji 2,0 % (samo nitritna sol ali pa uporaba nadomestka soli).

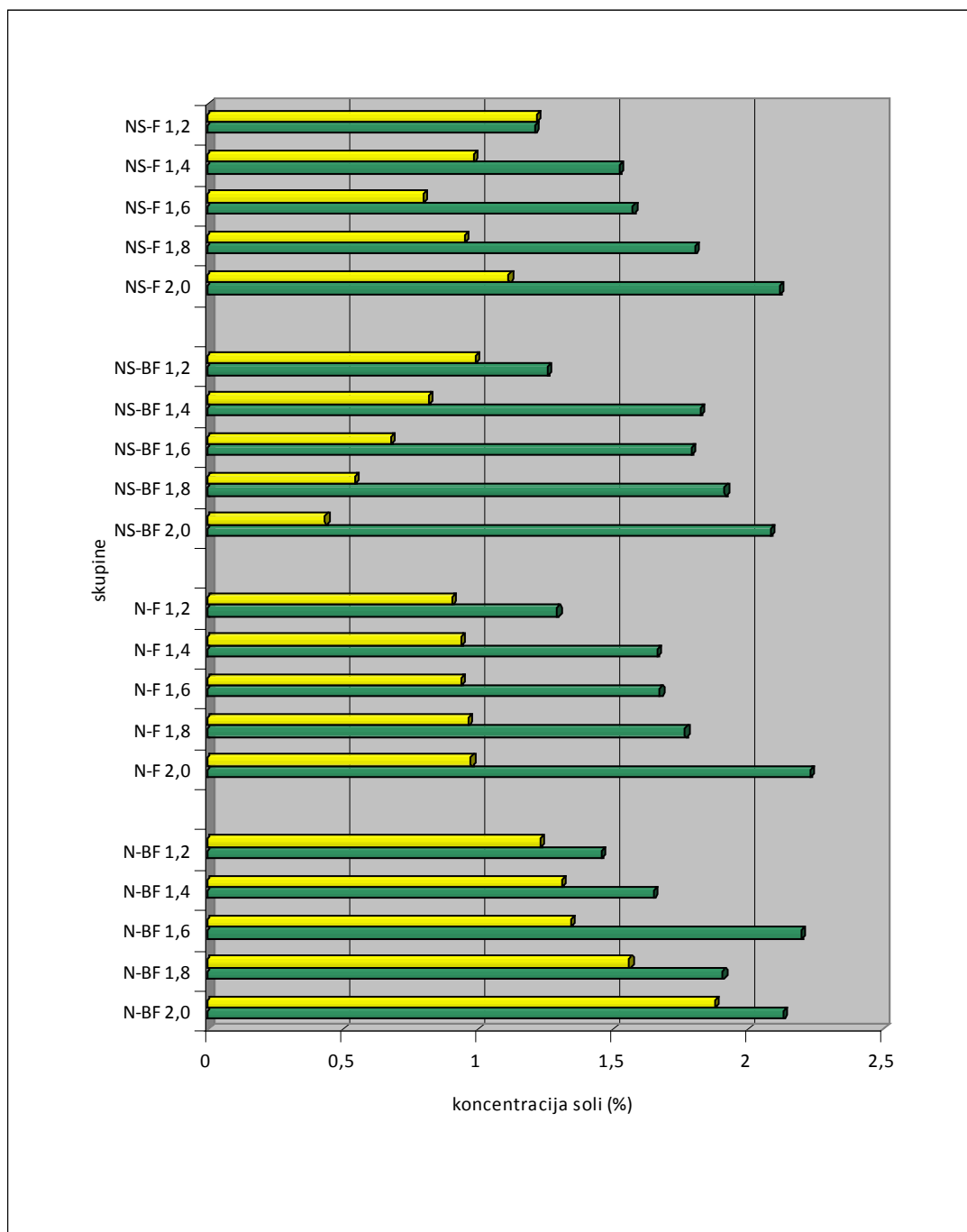
Slika 12 kaže pet popolnoma ločenih skupin z različno koncentracijo soli, točnost razporeditve posameznih vzorcev v ustrezne skupine je bila 100 %. Tako lahko brez tveganja z diskriminacijo analizo – LDA – razvrstimo (uvrstimo) nek neznan vzorec šunke v enega od petih poznanih razredov (skupin glede na dodatek količine soli: 2 %, 1,8 %, 1,6 %, 1,4 %, 1,2 %). Ne moremo pa določiti, katera mešanica soli je v posameznem vzorcu.

5 RAZPRAVA IN SKLEPI

5.1 RAZPRAVA

Namen diplomske naloge je bil ugotoviti, kako se z zmanjševanjem koncentracije soli v prekajenih šunkah in z uporabo nadomestka soli ter uporabo fosfatov spreminjajo tehnološke in senzorične lastnosti prekajenih šunk. Vpliv zmanjševanja koncentracije soli v meso (količino soli smo zmanjšali za največ 40 %), uporabo nadomestka soli (KCl) in fosfata smo spremljali s senzoričnimi in fizikalno-kemijskimi metodami na dvajsetih eksperimentalnih skupinah prekajenih šunk, izdelanih v dveh ponovitvah.

Iz slike 13 je razvidno, da so koncentracije soli izmerjene z ionoselektivno metodo (razen pri vzorcu z uporabljenim nadomestkom soli in fosfatom pri najnižji koncentraciji soli) občutno nižje kot tiste, ki smo jih izmerili z metodo po Volhardu. Razlike se povečujejo z zviševanjem koncentracije dodane soli. V skupini NS-BF se pojavi celo obraten učinek: z merjenjem po Volhardu se količina izmerjene soli z dodano koncentracijo soli zvišuje, z ionoselektivno elektrodo pa se pojavi trend nižanja koncentracije soli, čeprav smo v vzorce v resnici dodajali vedno večjo koncentracijo soli. Z metodo po Volhardu merimo količino Na^+ preko Cl^- v vzorcih. Možno je, da meso samo sicer ni uspelo vezati vse dodane soli in je bilo Cl^- v resnici v mesu prisotnega več kot smo sklepali, zato smo posredno določili v mesu več NaCl, kot ga je v resnici bilo. Ionoselektivna elektroda meri v vzorcih samo Na^+ ione in je drugi topljenci ne motijo (Wroblewski, 2005). V skupini z uporabljenim nadomestkom soli in fosfatom smo izmerili višjo koncentracijo Na^+ ionov verjetno zaradi dodanih fosfatov (razmerje fosfat : nadomestek oz. nitritna sol se je namreč z nižanjem dodane soli povečevalo, ker je bila količina dodanega fosfata ne glede na dodano količino soli ista), saj smo ugotovili, da je elektroda pokazala več Na^+ v vzorcih, kjer je bil dodan tudi fosfat, posledično pa smo dobili tudi več NaCl.

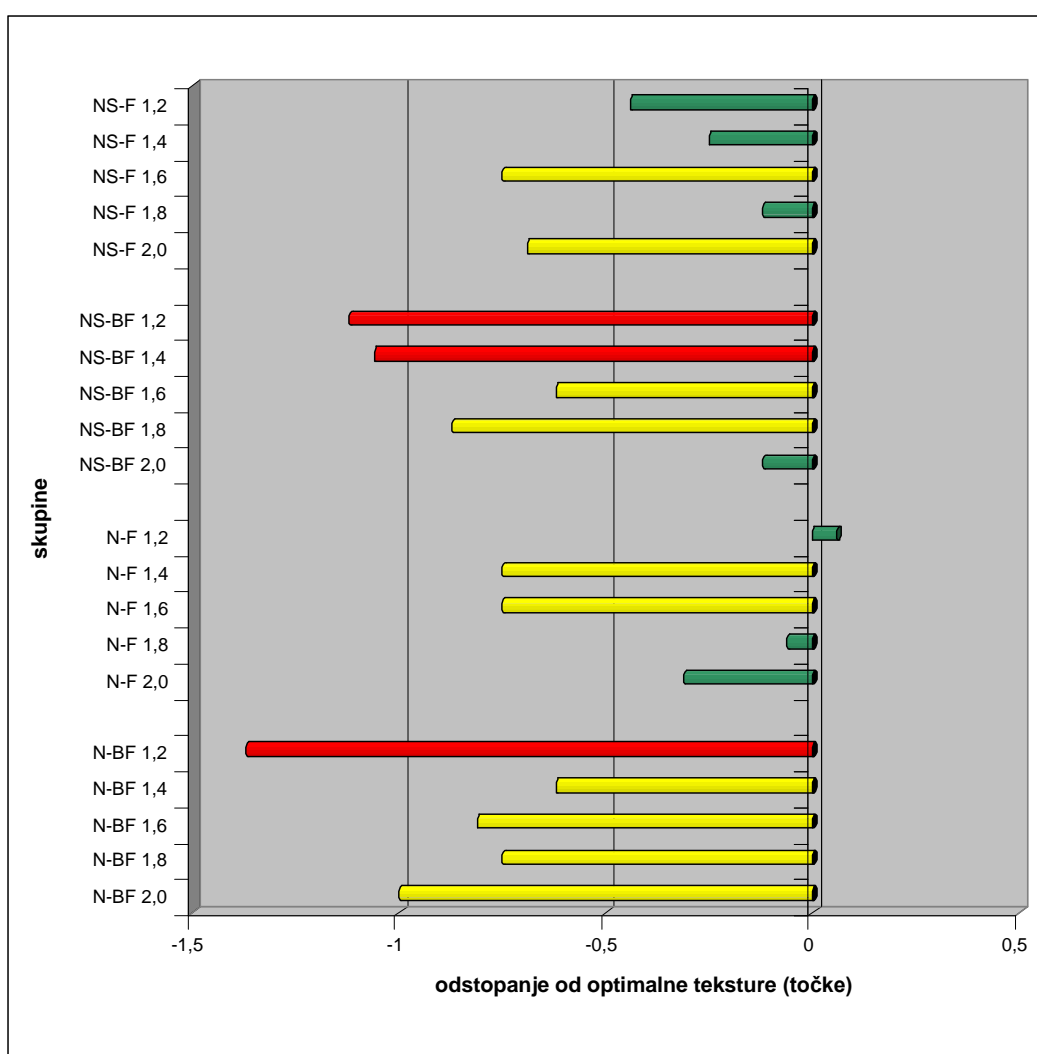


Slika 13: Primerjava koncentracij soli v vzorcih prekajenih šunk med koncentracijo soli določene po Volhardu in soli izračunane preko Na^+ z ionoselektivno elektrodo

Legenda: rumena - vsebnosti NaCl izmerjene z ionoselektivno elektrodo, zelena - vrednosti NaCl določene z metodo po Volhardu

Merjenje teksturnih lastnosti je pokazalo najvišje odstopanje rezultatov od optimalnih vrednosti pri skupinah brez dodatka fosfatov, saj so bili vsi vzorci razen enega ocenjeni kot premehki (slika 14). Najboljše ocenjene teksture so bile v skupinah z dodanimi fosfati.

Terrel (1983) je ugotovil, da NaCl vpliva na boljšo teksturo mesnih izdelkov in s tem na večjo proizvodnjo teh izdelkov. Zmanjševanje koncentracije soli ima za posledico slabšo teksturo. Uporaba fosfatov v primeru, ko znižujemo NaCl v vzorcih, pa izniči negativne učinke na teksturo. Tudi Gašperlin in Polak (2010) poudarjata, da fosfati delujejo kot emulgatorji, saj povzročajo disociacijo aktomiozina na aktin in miozin, ki sta boljša emulgatorja kot aktomiozin.

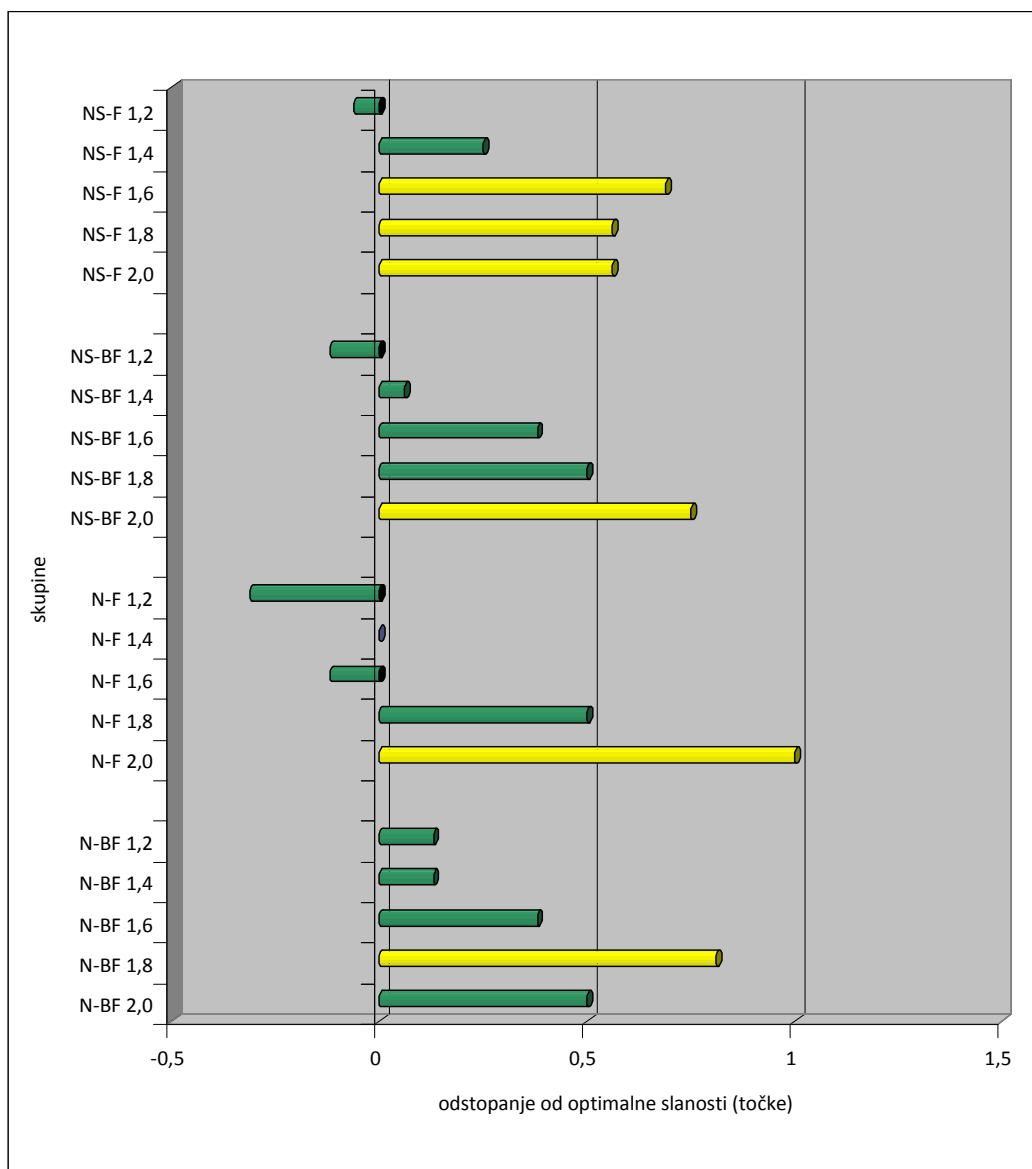


Slika 14: Odstopanje senzoričnih ocen za teksturo prekajenih šunk od optimalne ocene

Legenda: rdeča – odstopanje za več kot 1 točko od optimalne, rumena – odstopanje do 1 točke od optimalne, zelena – odstopanje do 0,5 točke od optimalne

Iz slike 15 razberemo, da smo najbolj optimalne vrednosti za slanost dobili v skupini, kjer smo dodajali nadomestek soli KCl in najmanj v skupini, kjer smo dodajali poleg nadomestka soli tudi fosfat, tako da sklepamo, da je tudi fosfat vplival na slan okus, saj so vrednosti kazale na preslan izdelek.

Tudi Žlender (2011) je poudaril, da polifosfati delujejo sinergistično z NaCl, zato meni, da polifosfate lahko uporabljamo v kombinaciji z zmanjšano vsebnostjo soli, saj lahko na račun dodatka fosfata zmanjšamo vsebnost natrija v mesnih izdelkih, še najbolj v primeru, če so namesto Na-fosfatov uporabljeni K-fosfati.

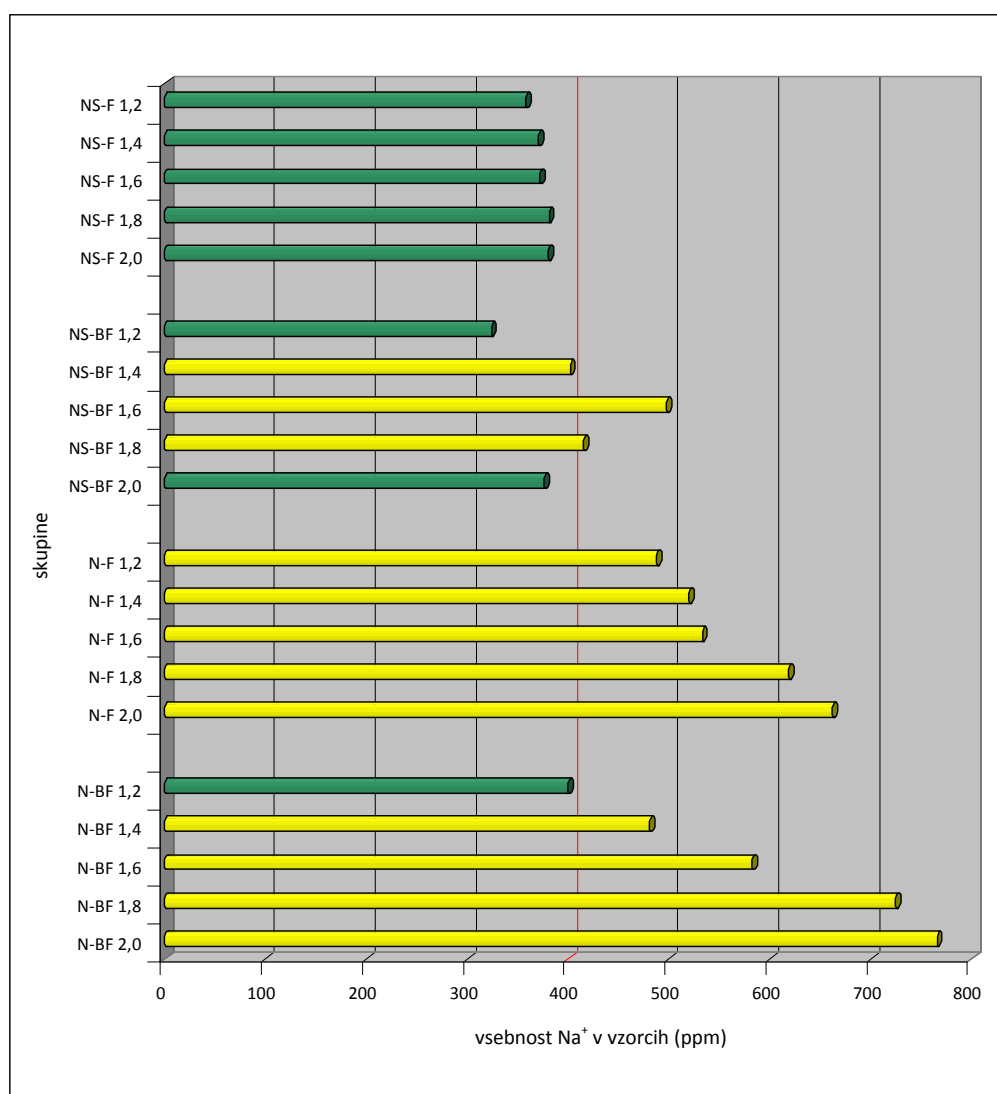


Slika 15: Odstopanje senzoričnih ocen za slanost prekajenih šunk od optimalne ocene

Legenda: rumena – odstopanje do 1 točke od optimalne, zelena – odstopanje do 0,5 točke od optimalne

S slike 16 lahko razberemo, da smo najvišjo vsebnost natrija izmerili v šunkah z dodano nitritno soljo, in sicer tako v vzorcih z dodanim fosfatom kot v šunkah brez fosfata. Največ natrija smo določili v šunkah z dodano nitritno soljo, brez fosfata in največjim dodatkom soli (2,0 %). Najmanj Na^+ smo izmerili v šunkah z uporabljenim nadomestkom soli z dodanim fosfatom, saj so bile vse izmerjene vrednosti nižje od 400 ppm, vendar izmerjene vrednosti kljub uporabi dodatka niso bistveno odstopale od vzorcev, kjer smo uporabili samo nitritno sol.

Ruusunen (2005) je navedla, da meso samo vsebuje natrij, vendar pa je količina le-tega manjša od 100 mg Na^+ /100 g. V primeru dodatka nadomestka soli smo določili več Na^+ kot bi lahko pričakovali, zato je možno, da je meso samo vsebovalo več Na^+ .

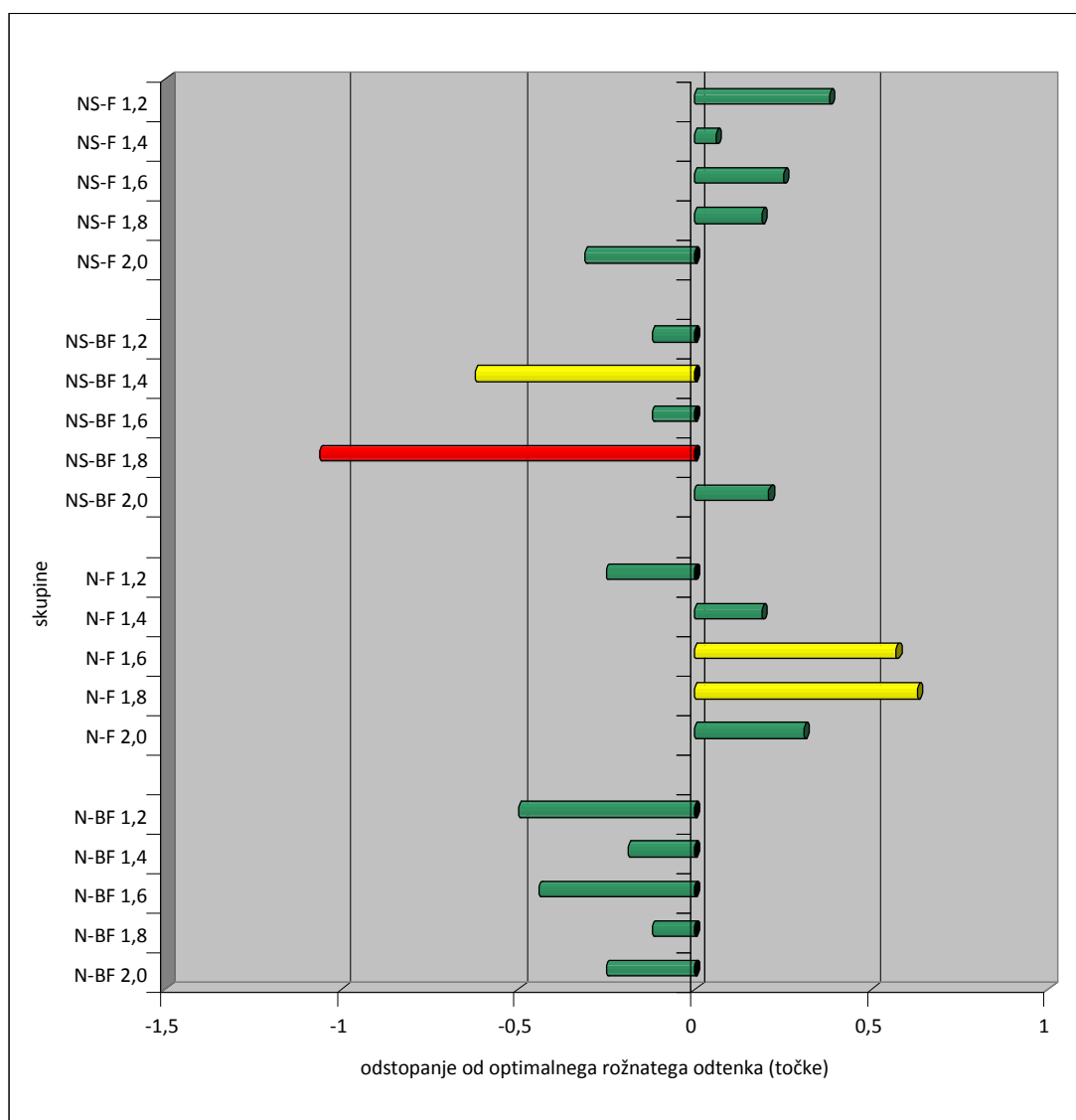


Slika 16: Vsebnost natrija v vzorcih prekajenih šunk

Legenda: rumena- vsebnost natrija je višja od 400 ppm, zelena- vsebnost natrija nižja od 400 ppm

Najbolje ocenjen rožnati odtenek barve je pri šunkah, ki so vsebovale nitritno sol, najslabše pa, kjer je bil dodan nadomestek soli. Na sliki 17 lahko vidimo, da so imele šunke, ki so vsebovale nadomestek soli pri 1,8 % soli najslabše ocenjeno, to je presvetlo rožnato barvo.

Honikel (2007) pravi, da barvo razsoljenega mesa po toplotni obdelavi oblikuje nitrozomiokromogen, ki je toplotno stabilen pigment, ki razvije značilno nianso toplotno obdelanega razsoljenega mesa. S segrevanjem denaturira globin, ne spremeni pa se obarvana komponenta pigmenta, zato je tudi smiselno, da smo dobili v primeru, ko je bilo dodane več nitritne soli, tudi lepše rožnato obarvane šunke.



Slika 17: Primerjava senzorično ocenjenega rožnatega odtenka

Legenda: rdeča - odstopanje za več kot 1 točko od optimalne, rumena - odstopanje za več kot 0,5 točke od optimalne, zelena – odstopanje do 0,5 točke od optimalne

5.1.1 Prekajene šunke z nitritno soljo (N-BF)

Za roza odtenek je ta skupina dobila malenkost nižje ocene od optimalne, predvsem če jo primerjamo s skupino N-F, zato lahko sklepamo, da je fosfat značilno vplival na rožnat odtenek šunk.

Z zmanjševanjem koncentracije soli se je prav tako znižala ocena za slanost, skladno z instrumentalno izmerjeno soljo v šunki. Z določanjem Na^+ z ionoselektivno elektrodo pa smo ugotovili, da se z zmanjševanjem dodatka soli v meso zmanjšuje tudi njegova vsebnost.

Skupni vtis je bil najboljše ocenjen, ko smo dodajali 1,4 % soli. Sočnost se je izboljšala z večjim dodatkom soli, vendar pa sprememba ni bila tako očitna.

Pri merjenju barve, pri vrednosti L^* in a^* nismo opazili sprememb. Vrednost b^* je bila najvišja, ko smo dodajali 1,2 % soli, kar pomeni, da so bili vzorci v tem primeru najbolj rumeni. Na splošno smo lahko opazili, da imajo najvišje vrednosti b^* šunke v tej skupini. Šunke brez dodanih fosfatov (pri najmanjšem % dodane soli) niso bile primerno čvrste, ocenjene so bile kot premehke. Torej, ima fosfat pozitiven učinek na teksturo prekajenih šunk.

5.1.2 Prekajene šunke z nitritno soljo in dodatkom fosfatov (N-F)

Prekajene šunke z nitritno soljo in fosfati so bile primerno rožnate, prav tako se je intenzivnost rožnate barve zmanjšala z nižanjem koncentracije soli v šunki, kar smo tudi za pričakovali. Značilnost šunk v tej skupini je bila najbolj izrazita slanost, prav tako so bile razlike med različnimi koncentracijami soli najbolj očitne.

Dodatek soli in fosfatov je vplival na tlačno trdoto šunk, zmanjšane koncentracije soli kažejo trend spreminjanja teksture (najvišja vrednost je bila ocenjena pri 1,8% dodatku, najnižja pa pri 1,2 % dodatku), odstopa le vzorec, kateremu smo dodali 2,0 % soli. Vzrok za tak rezultat je lahko različen pojav veziva v mišici, ki lahko pomembno vpliva na tlačno trdoto šunk.

5.1.3 Prekajene šunke z nadomestkom soli (NS-BF)

Roza odtenek prekajenih šunk brez dodanih fosfatov in z zmanjšano koncentracijo nitritne soli je bil na splošno nekoliko svetlejši kot pri ostalih skupinah, vendar vrednosti niso skladne s padanjem koncentracije soli. Tudi enakomernost barve se slabša z zniževanjem koncentracije soli, a o posebnem trendu ne bi mogli govoriti, saj smo najboljšo enakomernost dosegli pri 1,6 % dodane soli. Razoslice verjetno nismo enakomerno vtrli v meso, kar se pa pri tako znižani koncentraciji lažje opazi (najslabša ocena za enakomernost pripada šunki z najmanjšim % dodane soli). Z zmanjšanjem dodane količine soli v meso se, pričakovano, zmanjšuje intenzivnost slanega okusa. Najbolj optimalno slanost smo

dosegli pri 1,4 % dodane soli, šunke z višjim % dodane soli, so bile ocenjene kot preslane. Ocene za skupni vtis nimajo precejšnjega odstopanja, saj je le-ta pri najvišji koncentraciji soli najboljše ocenjen med vsemi skupinami, pri nizkih koncentracijah soli (1,4 in 1,2 %) pa najslabši, verjetno zaradi senzorično ocenjene teksture, saj je v obeh omenjenih primerih bila tudi ta najmanj sprejemljiva.

5.1.4 Prekajene šunke z nadomestkom soli in dodatkom fosfatov (NS-F)

Nekatere šunke z nadomestkom soli KCl in dodanim fosfatom so bile senzorično ocenjene kot grenke, saj je v skupini z največ dodane soli bilo okušati tudi največ grenkega priokusa. Če izvzamemo najvišji dodatek soli, se z nižanjem koncentracije dodane soli zaradi proporcionalnega povečevanja količine KCl kot nadomestka soli, povečuje tudi zaznava priokusa. Menimo, da smo verjetno uporabili preveliko količino nadomestka.

Monahan in Troy (1997) sta ugotovila, da velik problem v mesnih izdelkih z zmanjšano vsebnostjo NaCl predstavljajo nezaželeni priokusi, ki se pogosto pojavljajo v takšnih izdelkih zaradi uporabe nadomestnih soli in drugih dodatkov. Prav tako tudi Price (1997) navaja, da KCl razvije v mesnih izdelkih manj slan okus kot NaCl in da kot nadomestek kuhinjske soli v večjih količinah (50 % zamenjava) povzroča pojav tujih arom ter grenkega in kovinskega priokusa. Prevladuje mnenje, da s KCl lahko nadomestimo 25 do 40 % NaCl brez negativnega vpliva na aromo izdelka. Morebitne priokuse, ki se lahko pojavijo ob uporabi teh količin KCl, je mogoče prekriti z dodatkom večjih količin začimb.

Ocene za rožnati odtенок in enakomernost barve sta se povečevala z nižanjem koncentracije soli v prekajeni šunki, kar je nekoliko presenetljivo. Morda gre v tem primeru tudi za pozitiven vpliv fosfatov na barvo šunk. Gašperlin in Polak (2010) navajata, da fosfati pospešujejo razvoj barve mesa.

Za nižjo oceno skupnega vtisa te skupine šunk pri najvišji koncentraciji dodane soli sta bila verjetno kriva priokus in neenakomerna barva, vendar se skupni vtis z nižanjem koncentracije soli ni bistveno poslabšal.

Z manjšo slanostjo pa se slabša tudi aroma izdelka, kar kaže na pomemben vpliv nitritne soli na aromo šunke. Nekoliko slabša aroma šunke, razen pri najvišji koncentraciji soli, je verjetno zaradi kovinskega in grenkega priokusa, ki ga daje KCl kot nadomestek soli.

5.2 SKLEPI

Na podlagi rezultatov raziskave smo prišli do naslednjih ugotovitev:

- Različne koncentracije nitritne soli, KCl kot njen delni nadomestek in fosfati so značilno vplivali na instrumentalne, kemijske in senzorične lastnosti prekajenih šunk.
- Povprečna sestava prekajenih šunk je bila: 73,0 % vode, 1,5 % maščob, 23,3 % beljakovin, 2,9 % skupnih mineralnih snovi, 1,6 % (1,2-2,0 %) soli, 6,6 mg/kg (4,07-10,48 mg/kg) rezidualnega nitrita in 493 ppm (309-954 ppm) natrijevih ionov.
- Najvišjo vrednost rezidualnega nitrita smo izmerili v skupini z uporabljenih nadomestkom soli brez fosfata pri 2,0 % dodane soli, najmanjšo pa pri 1,2 % dodane soli iste skupine
- Instrumentalno izmerjena:
 - barva se med vzorci ni bistveno razlikovala, na splošno pa bi lahko trdili, da so bile nižje vrednosti L* izmerjene pri vzorcih brez fosfatov (temnejši vzorci),
 - tlačna trdota je imela nižje vrednosti pri najmanjšem % dodane soli.
- Senzorična kakovost:
 - barva: na splošno so bile šunke v skupini z nitritno soljo in fosfatom najboljše ocenjene, nitritna sol in fosfat sta značilno vplivala na rožnat odtonek,
 - slanost: optimalno slanost smo dosegli z 1,4 % dodane soli v skupinah N-BF, N-F in NS-BF,
 - aroma: z dodanim 2,0 % soli v skupini z nadomestkom soli brez fosfata smo dobili šunko z najboljšo aromo, relativno visoko oceno so dobile šunke vseh štirih skupin, če smo dodali 1,6 % soli,
 - priokus: najbolj zaznan je bil v skupini z nadomestkom soli in fosfatom pri 2,0 % dodane soli, opazno manj zaznan pa v prekajenih šunkah z nitritno soljo in fosfatom, ter v obeh skupinah z uporabljenim nadomestkom pri 1,6 % dodane soli,
 - tekstura: optimalno teksturo so imele šunke z nitritno soljo in fosfatom z najmanjšim dodatkom soli, ostale šunke so bile ocenjene kot premehke, predvsem N-BF in NS-BF pri isti omenjeni koncentraciji, fosfati so značilno vplivali na teksturo šunk,
 - skupni vtis: N-BF z 1,4 % dodane soli in NS-BF z 2,0 % soli so bile ocenjene kot najboljše, na splošno pa so dobile večinoma najboljše ocene šunke skupine NS-F.
- Korelacijska analiza je pokazala, da sta na skupni vtis prekajenih šunk najbolj vplivala aroma, sočnost in tekstura. V visoki korelaciji sta bila tudi senzorično

ocenjena slanost in sol izmerjena po Volhardu. Najvišji Pearsonov koeficient je imela povezava med L^* in a^* , dodan nitrit pa je značilno vplival na barvo. LDA analiza je pokazala visoko korelacijo med slanostjo in Na^+ ioni.

6 POVZETEK

Uživanje prevelike količine NaCl vpliva na zdravje ljudi - veliko raziskav je pokazalo, da je lahko previsok vnos Na-ionov razlog za povečano tveganje pojava srčno-žilnih bolezni in raka, predvsem pa vpliva na pojav hipertenzije. Ker predstavljajo razsoljeni mesni izdelki enega izmed največjih deležev prehranskega vnosa natrija, sta se stroka in politika zadolžena za zdravje in zdravo prehrano, odločili za spodbujanje manjše uporaba soli oziroma natrija v živilih.

V naši raziskavi smo ugotavljali, kako različne koncentracije nitritne soli in uporaba njihovega nadomestka KCl ter fosfatov vplivajo na senzorično in instrumentalno kakovost prekajenih šunk.

Naša hipoteza pred začetkom raziskave je bila, da bodo šunke z manj soli imele slabšo kakovost, tako senzorično kot tudi tehnološko. Prav tako smo predpostavljali, da bodo šunke z manj nitritne soli oziroma večjim dodatkom nadomestka soli (KCl) senzorično drugačne. Pričakovali smo, da bojo šunke z manj dodane soli in brez fosfatov izločale več vode, da se bo zato senzorična kakovost poslabšala (slanost, aroma in tekstura). Predpostavljali smo, da bo barva manj intenzivna pri šunkah, pri katerih bomo uporabili manjše koncentracije nitritne soli in več nadomestka soli, fosfati pa bodo vplivali na teksturo.

V tehnološkem laboratoriju na Katedri za tehnologijo mesa in vrednotenje živil na Biotehniški fakulteti na Oddelku za živilstvo, smo izdelali 40 prekajenih šunk. Razdeljene so bile v štiri skupine, kjer smo kombinirano uporabili nitritno sol, KCl kot delni nadomestek soli in fosfate: v prvi skupini (N-BF) so bile šunke, ki so vsebovale samo nitritno sol, ter niso vsebovale fosfata, v drugi (N-F) tiste, ki so vsebovale nitritno sol dodatek fosfatov, v tretji (NS-BF) smo uporabili nadomestek soli KCl, s katerim smo nadomestili del nitritne soli, v četrti (NS-F) pa smo poleg nadomestka soli dodali tudi fosfate. V vsaki izmed skupin pa smo zmanjševali koncentracijo nitritne soli od 2,0 % do 1,2 %.

Na vseh prekajenih šunkah smo po uradnih metodah 16. izdaje standardnih analiz AOAC (AOAC, 1997) določili kemijske parametre: vsebnost vode, maščob, beljakovin, skupnih mineralnih snovi. Vsebnost rezidualnega nitrita smo določili po Greau in Mirni (Gašperlin in Polak, 2010), vsebnost NaCl po Volhardu in izvedli meritve Na^+ z Na^+ -ionoselektivno elektrodo. Meritve smo izvedli na vseh vzorcih v dveh paralelkah. Prav tako smo na vseh vzorcih izvedli meritve barve z krometrom Minolta CR-200B in izmerili barvo kot vrednosti L^* , a^* in b^* . Teksturo smo določili z metodo analiza profila teksture (TPA-Texture Profile Analysis). Opravili smo tudi senzorično analizo naslednjih lastnosti šunk: roza odtenek, enakomernost barve, slanost, aroma, priokus, tekstura, sočnost in skupni vtis.

Rezultate smo obdelali z ustreznimi statističnimi metodami. V poskusu zbrane podatke smo pripravili in uredili s programom EXCEL XP. Osnovne statistične parametre smo izračunali s postopkom MEANS, s postopkom UNIVARIATE pa smo podatke testirali na normalnost porazdelitve (SAS Software, 1990). Rezultati poskusa so bili analizirani po metodi najmanjših kvadratov s postopkom GLM, povezave med parametri pa z multivariatno metodo LDA (*Linear Descriptive Analysis*).

Rezultati so pokazali, da smo z znižanjem soli uspeli zmanjšati tudi škodljiv rezidualni nitrit, s čimer smo dosegli z zdravstvenega vidika bolj sprejemljiv izdelek. Fosfati so vplivali na barvo šunk, saj so bile z omenjenim dodatkom najlepše barve, zato smo lahko potrdili našo hipotezo, da bodo fosfati vplivali na tehnološko kakovost šunk. Prav tako smo ocenili šunke senzorično, ker so imele najboljše ocene šunke iz skupine N-F. Uporaba nadomestka soli je vplivala na aromo vseh skupin, vendar ne, če smo znižali dodano sol do 1,6 %. Dokazali smo tudi, da je zmanjšana količina soli vplivala na teksturo izdelkov, saj je bila pri najmanjšem dodatku soli najslabše ocenjena. Uporaba kombinacije nadomestka soli in fosfata je dala negativne rezultate, saj so bili vzorci pri najmanjši količini dodane soli ocenjeni, da so vsebovali več priokusa. Z uporabo nadomestka smo zmanjšali količino Na^+ v šunkah, s čimer smo dosegli namen naše naloge.

LDA analiza je pokazala korelacije med rožnatim odtenkom prekajenih šunk in vrednostjo a^* . Na skupni vtis so najbolj vplivale vrednosti arome, teksture in sočnosti, najmanj pa rožnati odtenek in slanost. Prav tako je bila statistično visoka značilnost v korelaciji med slanostjo in Na^+ ioni.

Korelacije Peasonovih koeficientov so pokazale povezavo med instrumentalno izmerjeno vrednostjo L^* in dodanim nitritom (-0,59174, $p < 0,001$) in vrednostjo a^* (-0,73916, $p < 0,001$). L^* in b^* vrednosti sta v negativni korelaciji z nitritom, kar pomeni, da so bili vzorci z zviševanjem dodanega nitrita bolj rumene in temnejše barve. Visoke korelacije smo opazili med soljo določeno po Volhardu in okusom slanosti ter količino Na^+ izmerjeno z ionoselektivno elektrodo. Na skupni vtis so najbolj vplivale sočnost, aroma in tekstura.

7 VIRI

- Adams M.J. 1998. The principles of multivariate data analysis. V: Analytical methods of food authentication. Ashurst P.R., Dennis M.J. (eds.). London, Blackie Academic & Professional: 308-336
- Aho K., Harmsen P., Hatano S., Marquardsen J., Smirnov V.E., Strasser, T. 1980. Cerebrovascular disease in the community: results of a WHO collaborative study. Bulletin of the World Health Organisation, 58: 113-130
- Antonios T.F.T., MacGregor G.A. 1997. Scientific basis for reducing the salt (sodium) content in food products. V: Advances in meat research. Vol. 11. Production and processing of healthy meat, poultry and fish products. Pearson A.M., Dutson T.R. (eds.). London, Chapman & Hall: 84-100
- AOAC 920.153. Ash of meat. 1997. V: Official methods of analysis of AOAC International. 16th ed. Cunniff P. (ed.). Washington, AOAC International, Chapter 39: 4-4
- AOAC 928.08. Nitrogen in meat Kjeldahl method. 1997. V: Official methods of analysis of AOAC International. 16th ed. Cunniff P. (ed.). Washington, AOAC International, Chapter 39: 5-6
- AOAC 950.46. Moisture in meat. 1997. V: Official methods of analysis of AOAC International. 16th ed. Cunniff P. (ed.). Washington, AOAC International, Chapter 39: 1-2
- AOAC 991.36. Fat (crude) in meat and meat products. 1997. V: Official methods of analysis of AOAC International. 16th ed. Cunniff P. (ed.). Washington, AOAC International, Chapter 39: 3-4
- Brown I.J., Tzoulaki I., Candeias V., Elliott P. 2009. Salt intakes around the world: implications for public health. International Journal of Epidemiology, 38: 791-813
- Cassens R.G. 1994. Meat preservation: Preventing losses and assuring safety. Trumbull, Food & Nutrition Press: 79-92

- Collins J.E. 1997. Reducing salt (sodium) levels in processed meat, poultry and fish products. V: *Advances in meat research*. Vol. 11. Production and processing of healthy meat, poultry and fish products. Pearson, A.M., Dutson, T.R. (eds.). London, Chapman & Hall: 282-297
- Desmond E. 2006. Reducing salt: A challenge for the meat industry. *Meat Science*, 74, 1: 188-196
- Dušek M., Kvasnička F., Lukášková L., Krátká J. 2003. Isotachophoretic determination of added phosphates in meat products. *Meat Science*, 65, 2: 765-769
- Frye C. B., Hand L. W., Calkins C. R., Mandigo R. W. 1986. Reduction or replacement of sodium chloride in a tumbled ham product. *Journal of Food Science*, 51: 836–837
- Gašperlin L., Polak T. 2010. Tehnologije mesa in mesnin I: drugi učbenik za študente univerzitetnega študija Živilstvo in prehrana pri vajah predmeta Tehnologija mesa in mesnin I. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo: 1-42
- Greubel S., Kluthe R., Zuercher G. 1997. Reduction of the sodium content of common foods. What is required – what is possible? *Zeitschrift für Ernährungswissenschaft*, 36: 76-77
- He F. J., MacGregor G. A. 2003. How far should salt intake be reduced? *Hypertension*, 42: 1093-1099
- Honikel K.O. 2007. The use and control of nitrate and nitrite for the processing of meat products. *Meat Science*, 78: 68-76
- Intersalt Cooperative Research Group. 1988. Intersalt: an international study of electrolyte excretion and blood pressure. Results for 24 hour urinary sodium and potassium excretion. *British Medical Journal*, 297, 6644: 319-328
- Karanja N., Likimani T.A., McCarron A. 1990. Calcium, phosphorus, sodium and potassium. V: *Advances in meat research*. Vol. 6: Meat and health. Pearson A.M. (ed.). Essex, Elsevier : 301 – 328
- Kurlansky M. 2002. *Salt: A world history*. New York, Walker Publishing Company: 173-175

- Monahan F. J., Troy D. J. 1997. Overcoming sensory problems in low fat and low salt products. V: *Advances in meat research*. Vol. 11. Production and processing of healthy meat, poultry and fish products. Pearson, A.M., Dutson T.R. (eds.). London, Chapman & Hall: 257-281
- Offer G., Knight P. 1988. The structural basis of water-holding in meat. *Developments in meat science – 4*. V: Lawrie R.A. (ed.). London, Elsevier Applied Science: 173–243
- Pravilnik o aditivih za živila. 2010. Uradni list Republike Slovenije, 20, 100: 15516-15612
- Pravilnik o kakovosti mesnih izdelkov. 2004. Uradni list Republike Slovenije, 14, 34: 3956-3962
- Price J.F. 1997. Low fat/salt cured meat products. V: *Advances in meat research*. Vol. 11. Production and processing of healthy meat, poultry and fish products. Pearson A.M., Dutson, T.R. (eds.). London, Chapman & Hall: 242-256
- Rajar A. 2000. Zmanjšanje kuhinjske soli v predelavi mesa. V: Zbornik 2. posveta o vlogi in pomenu mesa v normalni-zdravi in dietni prehrani: Meso in mesnine za kakovostno prehrano. Portorož, 10. in 11. februar 2000. Žlender B., Gašperlin L. (ur.). Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo: 103-113
- Ruusunen M., Puolanne E. 2005. Reducing sodium intake from meat products. *Meat Science*, 70, 3: 531-541
- Ruiz-Ramirez J., Serra X., Gou P., Arnau J. 2005. Profiles of water content, water activity and texture in crusted dry-cured loin and in non-crusted dry-cured loin. *Meat Science*, 69: 519–525
- SAS Software. 1999. Version 8.01. Cary, SAS Institute INC.: Software
- Southgate D.A.T. 1997. Demand for healthful meat, poultry and fish products. V: *Advances in meat research*. Vol. 11. Production and processing of healthy meat, poultry and fish products. Pearson A.M., Dutson T.R. (eds). London, Chapman & Hall: 1-31
- Terrel R.N. 1983. Reducing the sodium content of processed meats. *Food Technology*, 37, 7: 66-71

- Tuomilehto J., Jousilahti P., Rastenyte D., Vladislav M., Tanskane A., Pietinen, P. 2001. Urinary sodium excretion and cardiovascular mortality in Finland: a prospective study. *Lancet*, 357: 848-851
- TTC- Texture technologies. 2009. Veliki cilindri za merjenje s TPA. Godalming, Stable Micro Systems: 1 str.
<http://128.121.92.221/media/Pictures-Used/largecylinders.jpg>, (15. maj, 2013)
- Wilding P., Hedges N., Lillford P. J. 1986. Salt-induced swelling of meat: The effect of storage time, pH, ion-type and concentration. *Meat Science*, 18: 55-75
- WCRF/AICR- World Cancer Research Fund/ American Institute for Cancer Research. 2007. Food, nutrition, physical activity, and the prevention of cancer: a global perspective. Washington, American Institute for Cancer Research: 517 str.
- WHO. 1990. Diet, nutrition and the prevention of chronic diseases. Geneva, WHO: 916 str.
- Wroblewski W. 2005. Ion-selective electrodes. Warsaw, Warsaw University of Technology: 1 str.
<http://csrg.ch.pw.edu.pl/tutorials/ise> (5. september, 2013)
- Žlender B. 2011. Tehnološki pristopi zmanjševanja soli v mesnih izdelkih. Gradivo pri predavanjih. Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo: 9 str.

ZAHVALA

Iskreno se zahvaljujem mentorju prof. dr. Božidarju Žlendru za vse nasvete in pomoč pri izdelavi diplomske naloge.

Zahvaljujem se tudi recenzentki prof. dr. Tereziji Golob za strokovno pomoč in pregled diplomskega dela.

Še posebej se zahvaljujem doc. dr. Tomažu Polaku za vso pomoč in potrpežljivost pri izvedbi praktičnega dela.

Zahvaljujem se tudi prof. dr. Lei Demšar za pomoč pri statistični obdelavi podatkov ter napotke pri pisanju diplomskega dela.

Posebna zahvala gre sošolkam Mojci, Blažki in Mateji, zaradi katerih je bilo delo v laboratoriju enostavnejše in v sproščenem vzdušju.

Hvala mami Olgi, ki si me spodbujala, me usmerjala in mi omogočila vsa leta izobraževanja.

Amadej, hvala za spodbudne besede in nasvete.

Nenazadnje hvala Alešu, za vso potrpežljivost in pomoč, ki si mi jo nudil v času pisanja diplomskega dela.

Hvala vsem, ki ste kakorkoli prispevali k mojemu uspešnemu zaključku šolanja.