

UNIVERZA V LJUBLJANI  
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA  
ODDELEK ZA ŽIVILSTVO

Mateja TORJAN

**SENZORIČNA SPREJEMLJIVOST KRANJSKE  
KLOBASE Z MANJ NITRITNE IN KUHINJSKE SOLI**

DIPLOMSKO DELO

Univerzitetni študij

Ljubljana, 2013

UNIVERZA V LJUBLJANI  
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA  
ODDELEK ZA ŽIVILSTVO

Mateja TORJAN

**SENZORIČNA SPREJEMLJIVOST KRANJSKE KLOBASE Z MANJ  
NITRITNE IN KUHINJSKE SOLI**

DIPLOMSKO DELO  
Univerzitetni študij

**ACCEPTABILITY OF CARNIOLAN SAUSAGE WITH REDUCED  
NITRITE AND SALT CONTENT**

GRADUATION THESIS  
University studies

Ljubljana, 2013

Diplomsko delo je zaključek univerzitetnega študija živilske tehnologije. Tehnološki del, fizikalno-kemijske analize in senzorično ocenjevanje je bilo opravljeno na Katedri 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 somentorico prof. dr. Lea Demšar in za recenzentko doc. dr. Jasna Bertoncej.

Mentor: prof. dr. Božidar Žlender

Somentorica: prof. dr. Lea Demšar

Recenzentka: doc. dr. Jasna Bertoncej

Komisija za oceno in zagovor:

Predsednik:

Član:

Član:

Član:

Datum zagovora:

Diplomsko delo je rezultat lastnega raziskovalnega dela. Podpisana se strinjam z objavo svoje diplomske naloge v polnem tekstu na spletni strani Digitalne knjižnice Biotehniške fakultete. Izjavljam, da je naloga, ki sem jo oddala v elektronski obliki, identična tiskani verziji.

Mateja TORJAN

## KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA

ŠD	Dn
DK	UDK 637.524 + 664.92: 664.41: 543.92 (043) = 163.6
KG	mesni izdelki/kranjska klobasa/nitritna sol/kuhinjska sol/manjša vsebnost soli/aroma /barva/senzorične lastnosti
AV	TORJAN, Mateja
SA	ŽLENDER, Božidar (mentor)/DEMŠAR, Lea (somentorica)/BERTONCELJ, Jasna (recenzentka)
KZ	SI-1000 Ljubljana, Jamnikarjeva 101
ZA	Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo
LI	2013
IN	SENZORIČNA SPREJEMLJIVOST KRANJSKE KLOBASE Z MANJ NITRITNE IN KUHINJSKE SOLI
TD	Diplomsko delo (univerzitetni študij)
OP	IX, 49 str., 15 pregl., 12 sl., 64 vir.
IJ	sl
JI	sl/en
AI	Različne študije opozarjajo na vpliv prekomernega vnosa soli (NaCl) na poslabšanje zdravja. Cilj diplomskega dela je bil izdelati kranjsko klobaso z manjšo vsebnostjo natrija, t.j. z manj nitritne soli, ki bo še vedno zagotavljala sprejemljivo senzorično kakovost (predvsem barvo) ter hkrati omogočala zmanjšan vnos natrijevih ionov z omenjenim izdelkom v telo. V recepturi za kranjsko klobaso smo zmanjšali dodatek nitritne soli z 2,2 % na 1,4 % in del le-te zamenjali s kuhinjsko soljo. Opravili smo kemijske analize vsebnosti maščob, beljakovin, skupnih mineralnih snovi in vode, natrija, NaCl in rezidualnega nitrita, instrumentalno izmerili barvo (vrednosti L*, a*, b*) in teksturo (rezna trdnost) ter opravili senzorično analizo (rožnati odtenek barve, slanost, aroma, tekstura in skupni vtis). Senzorične lastnosti kranjskih klobas so se z zmanjšanjem dodatka soli spremenile. Barva, aroma, slanost in skupni vtis so boljše ocenjene ob dodatku nitritne soli kot pri kombinaciji kuhinjske in nitritne soli. Če predpostavimo, da je interval sprejemljivosti slanosti kranjskih klobas med 3,5 in 4,5 točke, ustrezajo tem pogojem klobase z nitritno soljo z dodatkom 1,9 % in 1,6 % ter klobase s kombinacijo kuhinjske soli (0,95 %) in nitritne soli (0,95 %). Vendar pa le zmanjšan dodatek nitritne soli v kranjskih klobasah z 2,2 % na 1,6 % zagotavlja sprejemljivo tako celotno senzorično kot tudi tehnološko kakovost.

## KEY WORDS DOCUMENTATION

- DN Dn
- DC UDC 637.524 + 664.92: 664.41: 543.92 (043) = 163.6
- CX meat products/Carniolan sausage/nitrite salt/table salt/reduced salt content/flavour /color/sensory quality
- AU TORJAN, Mateja
- AA ŽLENDER, Božidar (supervisor)/DEMŠAR, Lea (co-advisor)/BERTONCELJ, Jasna (reviewer)
- PP SI-1000 Ljubljana, Jamnikarjeva 101
- PB University of Ljubljana, Biotechnical Faculty, Department of Food Science and Technology
- PY 2013
- TI ACCEPTABILITY OF CARNIOLAN SAUSAGE WITH REDUCED NITRITE AND SALT CONTENT
- DT Graduation Thesis (University studies)
- NO IX, 49 p., 15 tab., 12 fig., 64 ref.
- LA sl
- AL sl/en
- AB Many research have focused on studying the detrimental influence of excessive sodium chloride (NaCl) intake on human health. The goal of this thesis was to prepare such Carniolan sausage (Kranjska klobasa) that would include less sodium (meaning less nitrite salt) but still offer the satisfactory sensory quality (especially the colour). In order to prepare lower-sodium Carniolan sausage we explored the recipe and reduced the amount of nitrite salt from 2.2 % to 1.4 %. Part of reduced amount was exchanged with table salt. Then we executed chemical analysis of fat content and levels of proteins, minerals, water, sodium, NaCl as well as residual nitrite. The analysis included also instrumental measuring of the colour (values of L\*, a\*, b\*), texture (Warner-Bratzler shear force) and sensory quality (colour, saltiness, flavour, texture and total impression). Our main finding is that reducing the sodium levels consequenced in changing the sensory characteristics of Carniolan sausage. Colour, flavour, saltiness and total impression got higher grades in the case when the nitrite salt was added to the sausage than when the combination of nitrite salt and table salt was used. If we assume that the interval of accepted salinity of Carniolan sausage is between 3.5 and 4.5 points, then sausages with 1.9 % and 1.6 % nitrite salt and sausages with 0.95 % table salt and 0.95 % nitrite salt satisfied this condition of accepted salinity. However, only the case where the nitrite salt was reduced from 2.2 % to 1.6 % offered the satisfactory sensory and technologically quality.

## KAZALO VSEBINE

<b>KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA .....</b>	<b>III</b>
<b>KEY WORDS DOCUMENTATION .....</b>	<b>IV</b>
<b>KAZALO VSEBINE .....</b>	<b>V</b>
<b>KAZALO PREGLEDNIC .....</b>	<b>VII</b>
<b>KAZALO SLIK .....</b>	<b>VIII</b>
<b>OKRAJŠAVE IN SIMBOLI .....</b>	<b>IX</b>
<b>1 UVOD.....</b>	<b>1</b>
1.1 OPREDELITEV PROBLEMA .....	1
1.2 NAMEN DIPLOMSKEGA DELA .....	2
1.3 HIPOTEZE .....	2
<b>2 PREGLED OBJAV .....</b>	<b>3</b>
2.1 NATRIJEV KLORID .....	3
2.1.1 Lastnosti soli.....	3
2.1.2 Lastnosti Na <sup>+</sup> .....	3
2.1.3 Lastnosti Cl <sup>-</sup> .....	4
2.1.4 Viri natrija.....	4
2.1.4.1 Vnos soli v Sloveniji .....	5
2.1.4.2 Meso in mesnine kot vir natrija .....	5
2.2 NATRIJ KOT DEJAVNIK TVEGANJA ZA NASTANEK KRONIČNIH BOLEZNI .....	6
2.2.1 Nižji vnos NaCl vpliva na oskrbo z jodom .....	7
2.3 ZAZNAVANJE SLANEGA OKUSA.....	7
2.4 FUNKCIONALNE LASTNOSTI KUHINJSKE SOLI V PREDELAVI MESA ....	8
2.4.1 Vpliv na sposobnost za vezanje vode (SVV).....	8
2.4.2 Vpliv na proteine .....	9
2.4.3 Vpliv na aromo.....	9
2.4.4 Protimikrobni učinek .....	9
2.5 NEGATIVNI TEHNOLOŠKI UČINKI KUHINJSKE SOLI .....	10
2.5.1 Oksidacijske spremembe maščob.....	10
2.5.2 Spremembe barve mesa in mesnih izdelkov.....	10
2.6 NITRIT .....	11
2.7 ZMANJŠEVANJE VSEBNOSTI SOLI V IZDELKIH .....	11
2.7.1 Pristopi za zmanjševanje soli v mesninah .....	11
2.7.1.1 Ozaveščanje ljudi o vlogi soli in postopno zmanjšanje soli v izdelkih ...	12
2.7.1.2 Izbira surovine .....	12
2.7.1.3 Tehnološki pristopi.....	12
2.8 SENZORIČNA KAKOVOST .....	13

2.8.1	Senzorična analiza .....	13
2.8.2	Senzorični preskuševalci .....	13
2.8.3	Senzorične metode .....	14
2.8.3.1	Opisna ali deskriptivna analiza.....	14
2.9	KRANJSKA KLOBASA.....	15
2.9.1	Zgodovina .....	15
2.9.2	Proizvodna specifikacija .....	15
2.9.3	Kranjska klobasa – geografsko zaščiten izdelek.....	17
3	<b>MATERIAL IN METODE</b> .....	<b>18</b>
3.1	MATERIAL.....	18
3.1.1	Načrt poskusa.....	18
3.1.1.1	Postopek izdelave .....	19
3.2	METODE.....	22
3.2.1	Senzorične in instrumentalne metode.....	22
3.2.1.1	Senzorična analiza .....	22
3.2.1.2	Merjenje barve .....	23
3.2.1.3	Merjenje teksturnih lastnosti z napravo Texture Analyser (WBSF) .....	24
3.2.2	Kemijske analize .....	25
3.2.2.1	Določanje vsebnosti Na <sup>+</sup> z ionoselektivno elektrodo .....	25
3.2.2.2	Določanje vsebnosti NaCl po Volhardu .....	26
3.2.2.3	Določanje vsebnosti maščob v poltrajnih klobasah po Weibullu in Stoldt .....	26
3.2.2.4	Določanje vsebnosti beljakovin v poltrajnih klobasah po Kjeldahlu .....	27
3.2.2.5	Določanje vsebnosti nitritov.....	27
3.2.2.6	Določanje vsebnosti skupnih mineralnih snovi v poltrajnih klobasah .....	27
3.2.2.7	Določanje vsebnosti vode v poltrajnih klobasah s sušenjem.....	27
3.2.3	Statistične metode .....	27
4	<b>REZULTATI</b> .....	<b>28</b>
4.1	REZULTATI KEMIJSKE ANALIZE.....	28
4.2	REZULTATI SENZORIČNE ANALIZE .....	30
4.3	REZULTATI INSTRUMENTALNIH MERITEV BARVE IN TEKSTURE .....	32
4.4	KORELACIJSKA ANALIZA .....	35
4.5	MULTIVARIANTNA ANALIZA .....	35
5	<b>RAZPRAVA IN SKLEPI</b> .....	<b>37</b>
5.1	RAZPRAVA.....	37
5.2	SKLEPI .....	42
6	<b>POVZETEK</b> .....	<b>43</b>
7	<b>VIRI</b> .....	<b>45</b>
	<b>ZAHVALA</b>	

## KAZALO PREGLEDNIC

Preglednica 1: Ocenjene vrednosti za najmanjše dnevne vnose natrija s hrano (Referenčne vrednosti za vnos hranil, 2004) .....	4
Preglednica 2: Primerjava vsebnosti NaCl (g) in Na <sup>+</sup> (mg)/100 g v nekaterih tipičnih mesninah, proizvedenih v Sloveniji, na Irskem/Veliki Britaniji in ZDA (Žlender, 2011) .....	5
Preglednica 3: Pregled senzoričnih preskusov (Golob in sod., 2005: 59).....	14
Preglednica 4: Receptura za kranjsko klobaso .....	18
Preglednica 5: Zastavljene eksperimentalne skupine z določenim % kuhinjske in nitritne soli .....	19
Preglednica 6: Program št. 3 za komoro Fessman (Demšar in Polak, 2009: 32) .....	20
Preglednica 7: Rezultati kemijske analize kranjskih klobas, izdelanih z različnimi razmerji med nitritno in kuhinjsko soljo, z izračunanimi osnovnimi statističnimi parametri .....	28
Preglednica 8: Vpliv razmerja med nitritno in kuhinjsko soljo na kemijsko sestavo (povprečna vrednost ±standardni odklon) kranjskih klobas, izdelanih v dveh proizvodnih ponovitvah (Duncanov test, $\alpha = 0,05$ ) .....	29
Preglednica 9: Vpliv razmerja med nitritno in kuhinjsko soljo na vsebnost (povprečna vrednost ±standardni odklon) NaCl, rezidualnega nitrita in Na <sup>+</sup> v kranjskih klobasah, izdelanih v dveh proizvodnih ponovitvah (Duncanov test, $\alpha = 0,05$ ).....	30
Preglednica 10: Rezultati senzorične analize kranjskih klobas, izdelanih z različnimi razmerji med nitritno in kuhinjsko soljo, z izračunanimi osnovnimi statističnimi parametri .....	30
Preglednica 11: Vpliv razmerja med nitritno in kuhinjsko soljo na senzorično ocenjene lastnosti (povprečna vrednost ±standardni odklon) kranjskih klobas, izdelanih v dveh proizvodnih ponovitvah (Duncanov test, $\alpha = 0,05$ ).....	31
Preglednica 12: Rezultati merjenja barve in teksture kranjskih klobas, izdelanih z različnimi razmerji med nitritno in kuhinjsko soljo, z izračunanimi osnovnimi statističnimi parametri.....	32
Preglednica 13: Vpliv razmerja med nitritno in kuhinjsko soljo na instrumentalno merjene parametre barve (povprečna vrednost ±standardni odklon) kranjskih klobas, izdelanih v dveh proizvodnih ponovitvah (Duncanov test, $\alpha = 0,05$ ) .....	33
Preglednica 14: Vpliv razmerja med nitritno in kuhinjsko soljo na instrumentalno izmerjeno teksturo (povprečna vrednost ±standardni odklon) kranjskih klobas, izdelanih v dveh proizvodnih ponovitvah (Duncanov test, $\alpha = 0,05$ ).....	34
Preglednica 15: Korelacijski koeficienti med spremenljivkami, uporabljenimi v LDA .....	35



## KAZALO SLIK

Slika 1: Glavna področja zaznave štirih osnovnih okusov na jeziku, trdnem nebu in v žrelu (Golob in sod., 2006) .....	7
Slika 2: Intenzivnost zaznavanja okusov pri različnih koncentracijah NaCl (Beeren, 2009) .....	8
Slika 3: Oznaka geografske označbe (Nacionalni zaščitni znaki, 2011).....	17
Slika 4: Blokovna shema načrta poskusa .....	21
Slika 5: CIE L*, a*, b* - barvni prostor (Murray, 1992).....	23
Slika 6: Značilna krivulja za merjenje strižnih sil z metodo po Warner-Bratzlerju za poltrajne klobase .....	24
Slika 7: Slika Kramerjeve celice s petimi rezili (Stable Micro systems, 2000) .....	25
Slika 8: Umeritvena krivulja določanja vsebnosti Na <sup>+</sup> v kranjskih klobasah z ionoselektivno metodo .....	26
Slika 9: Projekcija kemijskih, instrumentalno merjenih parametrov barve in senzoričnih lastnosti in podatkov o razmerju med nitritno in kuhinjsko soljo v kranjskih klobasah, v ravnini, definirani s prvima dvema funkcijama. ....	36
Slika 10: Prikaz odstopanja senzoričnih ocen od optimalne slanosti (4 točke) kranjskih klobas glede na eksperimentalno skupino in kombinacijo dodane soli .....	38
Slika 11: Prikaz odstopanja senzoričnih ocen od optimalne teksture (4 točke) kranjskih klobas glede na eksperimentalno skupino in kombinacijo dodane soli .....	39
Slika 12: Povezava med spremembo svetlosti ( $\Delta L^*$ ) in indeksa nasičenosti barve ( $\Delta C^*$ ) eksperimentalnih skupin kranjskih klobas v primerjavi z eksperimentalno skupino N-1,6 (izhodišče).....	40

## OKRAJŠAVE IN SIMBOLI

<b>BMV</b>	bleda, mehka in vodena mišičnina
<b>IVZ</b>	Inštitut za varovanje zdravja
<b>N-2,2</b>	eksperimentalna skupina z dodatkom 2,2 % nitritne soli
<b>ppm</b>	delcev na milijon
<b>S-1,4/N-0,8</b>	eksperimentalna skupina z dodatkom 1,4 % kuhinjske soli in 0,8 % nitritne soli.
<b>SVV</b>	sposobnost mesa za vezanje vode
<b>TČS</b>	temna, čvrsta in suha mišičnina
<b>WHO</b>	Svetovna zdravstvena organizacija

## 1 UVOD

### 1.1 OPREDELITEV PROBLEMA

Sol v naši prehrani je bistvenega pomena za zdravo življenje, vendar pa je skupaj s številnimi drugimi prehranskimi komponentami lahko tudi precej škodljiva (Kilcast in den Ridder, 2007). Spada med dodatke, ki jih zakonodaja ne omejuje in veljajo za popolnoma »varne« za potrošnika. Kljub temu pa prehranski strokovnjaki v zadnjih desetletjih priporočajo zmanjšanje vsebnosti natrija in kuhinjske soli v prehrani zaradi njihovih potencialnih negativnih zdravstvenih učinkov (Rajar, 2001).

V mesni industriji je sol pomembna zaradi svojih funkcionalnih lastnosti. Aktivira beljakovine in s tem poveča sposobnost za vezavo vode. Pri toplotno obdelanih, vakuumsko pakiranih izdelkih zmanjša izgube tekočine. Izboljša povezovanje proteinov v matriks, kar vpliva na teksturo, poveča viskoznost mesnih sekljanin ter vključi in poveže maščobo, da dobimo stabilne mesne izdelke. Bistveno vpliva na aromo in rok trajanja izdelka (Desmond, 2007).

Vnos natrija presega prehranska priporočila v mnogih razvitih državah. Prekomeren vnos natrija je povezan z visokim krvnim tlakom, kar posledično poveča tveganje za možgansko kap in prezgodnje smrti zaradi bolezni srca in ožilja. Glavni vir natrija v prehrani je natrijev klorid. Ugotovljeno je bilo, da je uživanje več kot 6 g NaCl/dan/osebo povezano s povišanjem krvnega tlaka z leti. Zato je priporočljivo, da bi skupni vnos soli s hrano omejili na 5 do 6 g na dan. V industrializiranih državah predstavljajo enega izmed večjih vnosov natrija v telo v obliki natrijevega klorida obroki iz mesa in mesnih izdelkov (Ruusunen in Puolanne, 2005).

### Stanje v Sloveniji

V Sloveniji in svetu so kronične nenalezljive bolezni vodilna zdravstvena težava in pogost vzrok za prezgodnjo umrljivost. Kar 70 % vseh smrti predstavljajo kronična obolenja, med vzroki za to so na prvih dveh mestih bolezni srca in ožilja ter rak. Od leta 1990 pa do leta 2002 se je delež smrti zaradi bolezni srca in ožilja v Sloveniji sicer zmanjšal za 34 %, vendar so te še vedno vzrok za 40 % celotne umrljivosti prebivalstva. Predvsem je skrb vzbujajoča prezgodnja umrljivost, ki je pogosta že po 40-letni starosti in se z višanjem starosti še stopnjuje. Pričakovana življenjska doba se sicer z razvitostjo družbe podaljšuje, vendar še vedno veliko ljudi umre prezgodaj zaradi neustreznega načina življenja (Hlastan Ribič in sod., 2010).

Državni zbor Republike Slovenije je Resolucijo o nacionalnem programu prehranske politike 2005–2010 (2005) sprejel marca 2005. Dolgoročni cilj strategije je doseganje prehranskih priporočil za vnos hranil pri vseh starostnih, socialnih in drugih skupinah prebivalcev Republike Slovenije, da bi se dosegli optimalni učinki na zdravje z vidika zdrave prehrane (Hlastan Ribič in sod., 2010).

Prehranska politika vključuje več dejavnosti za ukrepanje. In sicer: oblikovanje in uresničevanje smernic zdravega prehranjevanja, ozaveščanje prebivalcev s promocijskimi

kampanjami, zelo pomembno pa je izboljšanje ponudbe zdravju koristnih živil in zdrave prehrane. Tako sta glavna cilja predvsem povečati in izboljšati ponudbo zdravju prijaznejših živil na trgu ter zmanjšati ponudbo živil, ki vsebujejo velik delež maščob, nasičenih in trans nenasičenih maščobnih kislin, večjih količin soli in sladkorja (Hlastan Ribič in sod., 2010).

Ena izmed ključnih prehranskih težav prebivalcev Slovenije je poleg uživanja preobilnih obrokov in prenizkega vnosa zelenjave in sadja tudi velika poraba soli (IVZ RS, 2010a). Potrošnik glede na posamezne skupine kupljenih živil zaužije največ soli (skoraj 70 % priporočene maksimalne dnevne količine) z žitnimi in mesnimi izdelki (Vertnik, 2008).

Aktivnosti države in stroke so ciljano usmerjene v zmanjševanje prekomernega uživanja soli in v izboljšanje prehranjevalnih navad ter s tem zdravja pri vseh populacijskih skupinah. V letu 2007 so v Sloveniji prvič izvedli nacionalno raziskavo o vsebnosti izločenega natrija v urinu z zbiranjem 24-urnega urina. Ugotovili so, da odrasli prebivalci Slovenije zaužijejo bistveno več soli, kot je za zdravje še varno. V povprečju zaužijejo 12,4 g soli na dan – moški 14,3 g, ženske pa 11,0 g soli dnevno (IVZ RS, 2010b).

## 1.2 NAMEN DIPLOMSKEGA DELA

Izdelati kranjsko klobaso z manjšo vsebnostjo natrija, t.j. z manj nitritne soli, ki bo še vedno zagotavljala sprejemljivo senzorično kakovost (predvsem barvo) ter hkrati omogočala zmanjšan vnos natrijevih ionov z omenjenim izdelkom v telo.

## 1.3 HIPOTEZE

Predvidevamo, da bomo zaznali razlike v instrumentalni in senzorični kakovosti (predvsem barvi, okusu in aromi) kranjskih klobas, izdelanih z različnimi dodatki nitritne in kuhinjske soli. Predvidevamo tudi, da bo barva kranjskih klobas z zmanjšano vsebnostjo nitrita slabša ter manj intenzivna kot pri standardnih klobasah.

## 2 PREGLED OBJAV

### 2.1 NATRIJEV KLORID

Natrijev klorid je bela kristalinična trdnina, v naravi splošno razširjena (Pogačnik, 2001), sestavljena iz 40 % natrija in 60 % klora (Gilbert in Heiser, 2005). Je higroskopičen; absorbira vlago iz zraka pri relativni vlažnosti 75 % (Man, 2007). Namizna sol vsebuje okrog 97,4 % natrijevega klorida, 0,6 % kalcijevega sulfata(VI), 0,16 % magnezijevega sulfata(VI), 0,07 % magnezijevega klorida in 1,7 % vode (Javornik, 1997). Ponavadi ne vsebuje več kot 1000 bakterij/g soli. Med njimi prevladujejo halofilne vrste, kvasovk in plesni je manj (Bem in sod., 2003).

Kuhinjska sol je verjetno prvi konzervans, ki se je koristil v tehnološkem razvoju pripravljane hrane. Sol se je verjetno uporabljala že v prazgodovinskem času. Mnogo poznejši zapisi o tem izvirajo iz Kitajske, Egipta, Grčije in Rima. Najprej se je uporabljala morska sol, saj kamene v tem času še niso poznali (Bizjak in Bem, 2003).

#### 2.1.1 Lastnosti soli

Natrijev klorid je eden najbolj pogosto uporabljenih dodatkov v predelavi mesa in tudi k mesnim jedem v kulinarčni pripravi (Desmond, 2006). V hrani ima tri pomembne funkcije: tehnološko, senzorično in vlogo konzervansa (Kilcast in den Ridder, 2007). Kot konzervans izgublja na pomenu, saj so se v zadnjih desetletjih razvile številne druge, učinkovitejše metode konzerviranja (zmrzovanje, hlajenje, pakiranje v kontrolirani atmosferi in druge). Izdelki so vse redkeje konzervirani samo s soljo, ampak v kombinaciji z drugimi konzervirnimi sredstvi ali tehnikami. Pomemben pa je še vedno njen tehnološki učinek in vpliv na okus in teksturo mesnin (Rajar, 1997; Man, 2007).

#### 2.1.2 Lastnosti Na<sup>+</sup>

Glede na potrebno količino delimo minerale na makroelemente in mikroelemente (Koch, 1997). Natrij je makroelement in je najpogostejši kation ekstracelularne tekočine in pretežno določa njen volumen in osmotski tlak. Ima pomembno vlogo pri ravnotežju kislin in baz v telesu ter v prebavnih sokovih. Le majhen del natrija v telesu se nahaja v intracelularni tekočini, kjer vzdržuje membranski potencial celičnih sten in encimske aktivnosti. Koncentracijski gradient med ekstra- in intracelularnim natrijem se vzdržuje z aktivnim transportnim mehanizmom, ki troši energijo (Referenčne vrednosti za vnos hranil, 2004).

Večina se ga izloči preko ledvic, manj preko blata in potenja. Vse to je odvisno tudi od klimatskih vplivov in fizične aktivnosti posameznika. Minimalen vnos naj bi v povprečju znašal 550 mg natrija na dan. Ob zelo močnem potenju telo lahko izloči tudi več kot 0,5 g natrija na liter znoja. V takem primeru ustrezno povečamo vnos natrija pri določenih bolezenskih stanjih (driska, bruhanje, povišana telesna temperatura) in pri povečanih fizičnih naporih (težki fizični delavci in športniki) (RDA, 1989).

**Preglednica 1: Ocenjene vrednosti za najmanjše dnevne vnose natrija s hrano (Referenčne vrednosti za vnos hranil, 2004)**

Starost	Natrij (mg/dan)
Dojenčki	
od 0 do manj kot 4 mesece	100
od 4 do manj kot 12 mesecev	180
Otroci	
od 1 do manj kot 4 leta	300
od 4 do manj kot 7 let	410
od 7 do manj kot 10 let	460
od 10 do manj kot 13 let	510
od 13 do manj kot 15 let	550
Mladostniki in odrasli	550

1 mmol natrija ustreza 23,0 mg; 1 mmol klorida ustreza 35,5 mg; 1 g kuhinjske soli (NaCl) sestoji iz po 17 mmol natrija in klorida;  $\text{NaCl (g)} = \text{Na (g)} \times 2,54$ ;  $1 \text{ g NaCl} = 0,4 \text{ g Na}^+$ .

Posledica povečanega uživanja kuhinjske soli je povečano izločanje natrija s sečem, s čimer se poveča tudi izločanje kalcija s sečem. Tako se opazi, pri ženskah po menopavzi, (višji vnos soli s 4,1 g na 10 g/dan) zvišanje kalцитriola in osteokalcina v serumu in povečano izločanja kalcija in hidrokisiprolina z urinom kar vpliva na kostno presnovo. Visok vnos soli pri ženskah po menopavzi lahko okrepi procese razgradnje kosti, kar se lahko prepreči z višjim vnosom kalcija v organizem (Referenčne vrednosti za vnos hranil, 2004).

### 2.1.3 Lastnosti $\text{Cl}^-$

Najpogostejši anion ekstracelularne tekočine je klorid. V visokih koncentracijah ga najdemo v cerebrospinalnem likvorju ter v prebavnih sekretih, zlasti v obliki klorovodikove kisline v želodcu. Intracelularno nastopajo le majhne koncentracije klorida (Referenčne vrednosti za vnos hranil, 2004).

Minimalen vnos klorida molarno pretežno ustreza potrebam po natriju. Izračunamo ga iz podatkov za natrij v preglednici z množenjem z 1,5. V primeru dodatnih potreb po kloridu (močno potenje) vrednosti proporcionalno ustrezajo dodatnim potrebam po natriju (Referenčne vrednosti za vnos hranil, 2004).

### 2.1.4 Viri natrija

V nepredelanih živilih koncentracija natrijevega klorida ni velika. Večji vir natrija predstavljajo predelana živila, dodajanje soli pri kuhi ter dosoljevanje jedi pri mizi. Ocenjujejo, da približno 75 % dodane soli izhaja iz predelane hrane. Težko je določiti koliko odstotkov soli se zaužije iz dodajanja pri mizi, saj je to odvisno od posameznika (Henderson in sod., 2003). V razvitih državah se največ NaCl zaužije s predelano hrano in s hrano, zaužito zunaj doma (Liem in sod., 2011).

Velik delež natrija izhaja iz hitro pripravljene hrane. Za primer: kos pice vsebuje 1000 mg  $\text{Na}^+$  kar predstavlja 43 % maksimalne dnevne količine zaužitega natrija (2300 mg  $\text{Na}^+$ /dan; 5,8 g NaCl/dan) (Liem in sod., 2011).

#### 2.1.4.1 Vnos soli v Sloveniji

V obdobju od leta 2000–2005 je bila v Sloveniji izvedena raziskava o oceni zaužite kuhinjske soli iz kupljenih živil. Rezultati te raziskave so pokazali, da skupna razpoložljivost soli iz nakupljenih živil v gospodinjstvih znaša na osebo 5,6 g soli (2,2 g natrija). Tako že z običajnimi nakupi živil presežemo največjo za zdravje še varno dnevno količino zaužite soli pri odraslih osebah. Med kupljenimi živili so največji delež razpoložljive soli predstavljale naslednje skupine: kruh in krušni izdelki (1,8 g zaužite soli na osebo dnevno), mesni izdelki (1,7 g zaužite soli na osebo dnevno), predelana zelenjava (0,4 g zaužite soli na osebo dnevno) in siri, s katerimi zaužijemo 0,3 g soli dnevno (Vertnik, 2008).

#### 2.1.4.2 Meso in mesnine kot vir natrija

Pusto meso vsebuje natrij, vendar v količinah manjših od 100 mg/100 g, npr. puranje meso 50 mg, piščančje 60 mg, goveje 63 mg in svinjsko meso 70 mg natrija/100 g. V kulinarčni pripravi mesnih jedi se dodaja NaCl kot začimba v količinah od 0,5 do 1,0 %. Kontrola dodane soli je slaba in se praviloma ne tehta oz. natančno odmerja (Žlender, 2011).

**Preglednica 2: Primerjava vsebnosti NaCl (g) in  $\text{Na}^+$  (mg)/100 g v nekaterih tipičnih mesninah, proizvedenih v Sloveniji, na Irskem/Veliki Britaniji in ZDA (Žlender, 2011)**

Izdelek	SLO		IRL/VB		ZDA	
	NaCl	$\text{Na}^+$	NaCl	$\text{Na}^+$	NaCl	$\text{Na}^+$
Hrenovka	1,6–1,9	640–740	1,8–2,3	720–920	2,8	1120
<b>poltrajna klobasa (kranjska)</b>	<b>1,8–2,3</b>	<b>707–917</b>	<b>1,5–2,7</b>	<b>600–1080</b>	<b>1,6</b>	<b>636</b>
kuhana šunka	1,6–2,2	650–870	2,3–3,0	900–1200		
prekmurska šunka – suha šunka	7,6–9,2	2987–3615			3,8	1500
hamburška slanina (bacon)			2,5–3,9	1000–1540	2,6	1016
salama (zimsko)	3,5–4,6	1364–1819	4,6	1800	4,8	1890
goveji sekljanci (burgerji)			0,7–1,0	290–400	0,17	68
jetrna pašteta	1,5	600				
kraški pršut	5,0–8,0	1978–3134				

Pomemben vir natrija so mesnine, v katere se natrijev klorid dodaja med proizvodnim procesom. Natrij je del drugih aditivov, dodanih med predelavo mesnih izdelkov, kot so npr. mononatrijev glutaminat kot ojačevalec okusa, natrijevi fosfati, natrijev citrat in včasih tudi natrijev laktat. Vsebnost natrija v drugih aditivih je veliko manjša v primerjavi s količino natrija v NaCl. Praktične izkušnje so pokazale, da lahko mesna industrija zmanjša vsebnost natrija z uporabo natrijevega laktata, ki izboljša zaznavo slanosti in obstojnost oz. rok uporabe. Dodatek 1,2 % natrijevega laktata vsebuje 0,24 % natrija, kar ustreza 0,6 % dodatka NaCl (Ruusunen in Puolanne, 2005).

## 2.2 NATRIJ KOT DEJAVNIK TVEGANJA ZA NASTANEK KRONIČNIH BOLEZNI

Pojav povišanega krvnega tlaka v povezavi z večjim vnosom soli so že v 18. stoletju opazili na Kitajskem. Vendar pa je zahodni svet šele leta 1904 podal korelacijo med vnosom soli in hipertenzijo (povišan krvni tlak) (Durack in sod., 2008). V letu 1988 so izvedli obsežno mednarodno standardizirano raziskavo Intersalt, ki je vključevala 32 držav, od tega 12 držav Zahodne Evrope. Rezultati so pokazali, da je povišan krvni tlak s starostjo v visoki povezavi z vnosom natrija (Intersalt, 1988).

Inštitut za varovanje zdravja (IVZ) RS je v novembru 2012 po navodilih Ministrstva za zdravje RS začel z raziskavo z naslovom Določanje koncentracije natrija in kalija v urinu ter merjenje krvnega tlaka pri odraslih prebivalcih Slovenije. Namen te raziskave je spremljanje uživanja soli med prebivalci Slovenije, ki vključuje določanje vnosa soli z metodo zbiranja 24-urnega urina, merjenje krvnega tlaka ter ugotavljanje vedenjskih dejavnikov tveganja pri sodelujočih v raziskavi (IVZ RS, 2012).

Dnevni vnos NaCl po svetu znaša od 9 g do 12 g. Svetovna zdravstvena organizacija (WHO) priporoča vnos do 5 g NaCl/dan, ZDA in Velika Britanija pa do 6 g NaCl/dan za odrasle osebe. Študija je pokazala, da zmanjšanje vnosa NaCl za 3 g/dan, napoveduje znižanje krvnega tlaka od 3,6 do 5,6/1,9 do 3,2 mm Hg (sistolični/diastolični) pri ljudeh s povišanim krvnim tlakom. Učinek se podvoji pri zmanjšanju vnosa za 6 g/dan in potroji pri zmanjšanju za 9 g/dan. Z zmanjšanjem vnosa soli po sedanjih priporočilih dosežemo velik vpliv na zdravje, vendar bi bil učinek še boljši, če zmanjšamo vnos soli na 3 g/dan (He in MacGregor, 2003).

Čezmerno uživanje soli v prehrani je pomemben dejavnik tveganja za nastanek kroničnih bolezni in pomeni resno grožnjo za zdravje ljudi (Hlastan Ribič in sod., 2010). Z razvojem hipertenzije se poveča tveganje za razvoj bolezni srca in ožilja, zlasti za skupine, ki so podvržene k povišanemu krvnemu tlaku in pri starejših posameznikih (Durack in sod., 2008). Stopnja do katere krvni tlak narašča, v odvisnosti od vnosa soli s prehrano, je odvisna od vrste interakcij genetskih dejavnikov in okoljskih vplivov, vključno z vnosom mineralov kalija, magnezija in kalcija. Zaviralni učinki teh mineralov, v prehrani bogati s sadjem in zelenjavo, pojasnjujejo znižanje krvnega pritiska (Sánchez-Castillo in James, 2005).

Po podatkih Irske zdravstvene organizacije so bolezni srca in ožilja, z več kot 10000 smrtnimi žrtvami letno (37 % vseh smrti), najpogostejši vzrok smrti na Irskem. V Veliki Britaniji so številke podobne, saj bolezni srca in ožilja povzročijo okrog 40 % smrti, medtem ko približno 40 % prebivalcev v starosti 55–64 let kaže simptome bolezni srca (Durack in sod., 2008).

Številne študije navajajo, da previsok vnos soli vpliva na nastanek oziroma poslabšanje stanj, kot so osteoporoza, astma, ledvični kamni, sladkorna bolezen tipa 2 in želodčni rak. Prav tako pa lahko čezmeren vnos soli vpliva tudi na pojav debelosti (Hlastan Ribič in sod., 2010).

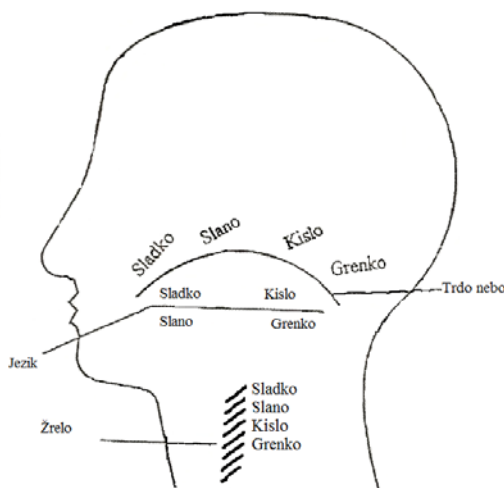


### 2.2.1 Nižji vnos NaCl vpliva na oskrbo z jodom

Jod je esencialen mikroelement. Zadostna preskrbljenost z jodom je ključnega pomena za zdravje ljudi, saj sta tako prenizek kakor tudi previsok vnos joda povezana z različnimi boleznimi ščitnice. Ob nižanju vnosa soli v populaciji je poleg osveščanja adolescentov in ostale populacije, ter nižanja vsebnosti soli v industrijsko predelanih živilih, potrebno proučiti tudi ukrepe za zagotavljanje zadostne količine joda v prehrani, predvsem povečanje obveznega jodiranja soli, uporabe jodirane soli v prehranski industriji in/ali obvezno jodiranje kakšnega drugega osnovnega živila (npr. mleka) (Štimec in sod., 2010).

### 2.3 ZAZNAVANJE SLANEGA OKUSA

Osnovne okuse zaznamo na jeziku, trdnem nebu in v žrelu. Občutljivost zaznavanja posameznih okusov je na jeziku drugačna kot na trdnem nebu. Sladko in kislo zaznavamo intenzivneje na jeziku; slano in grenko pa okušamo na trdnem nebu močneje kot na jeziku (Golob in sod., 2006).



**Slika 1: Glavna področja zaznave štirih osnovnih okusov na jeziku, trdnem nebu in v žrelu (Golob in sod., 2006)**

Slanost je edinstven okus, ki ga tvori NaCl. Sprva so mislili, da je posledica Cl<sup>-</sup> anionov, vendar so pozneje raziskali, da ga tvorijo Na<sup>+</sup> kationi, anioni pa dajejo intenzivnost okusa. Molekulska masa kationov ne vpliva na slanost, medtem ko so anioni z nižjo molekulsko maso predvsem slani, tisti z višjo pa grenijo. Nekatere soli v nizkih koncentracijah okušamo kot sladke. Na primer, NaCl daje sladek okus pri koncentracijah pod 0,04 mol/l, KCl pa pri 0,02 mol/l (Valentová in Panovská, 2003).



**Slika 2: Intenzivnost zaznavanja okusov pri različnih koncentracijah NaCl (Beeren, 2009)**

Natrijev klorid ne vpliva samo na slanost, temveč tudi na intenzivnost okusa in na zaviranje grenkobe. Večje zmanjšanje soli tako vpliva na celoten senzorični profil izdelka (Cobcroft in sod., 2008).

Nagnjenost k slanemu okusu je odvisna od posameznikovih navad in se lahko tekom življenjskega obdobja spreminja (Cobcroft in sod., 2008). Če sledimo dieti z nizkim vnosom soli od nekaj tednov do nekaj mesecev, se lahko navadimo na bolj blag okus izdelkov z manj soli, čeprav se hitreje navadimo na bolj slan okus (Ruusunen in Puolanne, 2005).

## 2.4 FUNKCIONALNE LASTNOSTI KUHINJSKE SOLI V PREDELAVI MESA

Funkcionalne lastnosti NaCl v predelavi mesa so posledica njegovega sinergističnega delovanja z drugimi sestavinami mesnih izdelkov, kot so proteini, nitriti, fosfati in druge soli ter voda (Rajar, 2000). Vpliva na sposobnost za vezavo vode (SVV) in maščobe v izdelku, raztaplja miofibrilarne proteine, vpliva na teksturo in tipičen slan okus mesnih izdelkov ter zniža vodno aktivnost ( $a_w$ ), s čimer zagotavlja mikrobiološko stabilnost (Collins, 1997). Pri toplotno obdelanih vakuumsko pakiranih izdelkih zmanjša izgube tekočine (Desmond, 2007).

### 2.4.1 Vpliv na sposobnost za vezanje vode (SVV)

Kuhinjska sol s spreminjanjem števila električno nabitih stranskih skupin na aminokislinah beljakovin mesa vpliva na sposobnost mesa za vezanje vode.  $\text{Na}^+$  ioni se rahlo vežejo na negativno nabite (karboksilne) skupine aminokislin, medtem ko se  $\text{Cl}^-$  ioni močno vežejo na pozitivno nabite (amino) skupine aminokislin. Na tak način izničijo del pozitivno nabitih nabojev ter tako trgajo ionske vezi med verigami beljakovin in rahljajo mrežo beljakovinskih verig, s čimer povečajo SVV. Izoelektrična točka mesa se pomakne k nižjemu pH zaradi  $\text{Na}^+$  ionov. Prostori med filamentami se povečajo in tako oblikujejo prostor za molekule vode kar vpliva na povečan delež imobilne proste vode v mesu (Rajar, 2000).

Izboljšanje SVV zmanjša izgube med toplotno obdelavo ter vpliva na mehkost in sočnost mesnega izdelka (Desmond, 2006).

#### **2.4.2 Vpliv na proteine**

NaCl raztaplja miofibrilarne proteine, ki imajo v mnogih mesnih izdelkih funkcijo zlepljanja kosov nadeva (Collins, 1997). Na povezovalno sposobnost mišičnih proteinov vplivajo predvsem  $\text{Cl}^-$  ioni. V sestavljenih mesnih izdelkih, ki se po dodatku soli gnetejo, oblikujejo v soli topni miofibrilarni proteini na površini kosov mesa lepljivo oblogo. Ta med kasnejšo toplotno obdelavo oblikuje matriks koaguliranih proteinov, ki povezuje kose mesa v izdelku in hkrati veže prosto vodo in maščobo (Rajar, 2000; Collins, 1997). Ti topni proteini so pomembni pri oblikovanju teksture izdelka (Collins, 1997).

Sol z različnimi mehanizmi vpliva na povezovalno sposobnost proteinskega matriksa. Poveča količino ekstrahiranih proteinov (miozin), kateri tvorijo s soljo kompleks, ki zlepi razdevano meso skupaj. Izoelektrična točka se premakne proti kislemu pH. Po toplotni obdelavi se tvori stabilen tridimenzionalni proteinski kompleks (Man, 2007).

Najmanjša vsebnost NaCl, ki je potrebna za primerno vezavo kosov mesa, je odvisna od pH vrednosti mišičnine. Mišičnina po rigorju je bližje svoji izoelektrični točki, zato so beljakovine manj topne kot pri prerigorjalni mišičnini. Visoke vrednosti pH (6,3), kot jo ima meso pred rigorjem, ter dodane majhne količine NaCl (1,3 %) so pokazale zadovoljivo povezovalno sposobnost proteinov v izdelkih (Collins, 1997).

#### **2.4.3 Vpliv na aromo**

NaCl daje izdelkom zaželen slan okus, ker deluje kot ojačevalec arome. Z nativnimi proteini presnih mesnih izdelkov NaCl oblikuje stabilne komplekse. Na slan okus pa vpliva samo prebitna, to je prosta (nevezana) sol. Med samo toplotno obdelavo kompleksi proteinov s soljo razpadejo, zato je končni (toplotno obdelani) izdelek ob enaki vsebnosti soli, bolj slan kot presni (toplotno neobdelani) izdelek. Maščobna tkiva vsebujejo zelo malo vode, zato absorbirajo le malo soli, ki oblikuje blago slan okus (Rajar, 2000).

#### **2.4.4 Protimikrobni učinek**

NaCl v mesu v dovolj velikih količinah zavira rast tehnološko škodljivih (kvarljivcev) in patogenih mikroorganizmov, hkrati pa spodbuja rast fermentativnih mikroorganizmov (Rajar, 2000).

NaCl v vodi disociira ter tako močno znižuje vodno aktivnost oz. vrednost  $a_w$ . To je osnova protimikrobnega delovanja soli. Zaradi prisotnosti halotolerantnih in halofilnih mikroorganizmov je protimikrobno delovanje soli selektivno in včasih ne povsem učinkovito (Smole Možina in Bem, 2003). Večina gnilobnih mikroorganizmov, predvsem predstavniki rodu *Pseudomonas*, družine *Enterobacteriaceae*, kot tudi sporogene bakterije vrste iz rodu *Bacillus* in *Clostridium*, je občutljivih za kuhinjsko sol (Bizjak in Bem, 2003).

Vpliv soli na mikroorganizme je odvisen od številnih dejavnikov, tako notranjih kot zunanjih (Durack in sod., 2008). NaCl v kombinaciji s komponentami izdelkov različno vpliva na različne vrste mikroorganizmov (Collins, 1997). V dovolj velikih vsebnostih (nad 10 %) NaCl inhibira rast večine mikroorganizmov, v 5 % koncentraciji pa deluje samo na anaerobne mikroorganizme (Žlender in sod., 2009).

Če uporabimo večje količine NaCl imamo boljši nadzor nad bakterijo *Clostridium botulinum* v mesnih izdelkih. NaCl in nitrit sta v razsoljenem mesu z vidika protimikrobnega delovanja v pomembni interakciji, zato večji dodatki NaCl omogočajo uporabo manjših količin nitrita. Na hitrost tvorbe toksina botulina vpliva vsebnost NaCl v mesnih izdelkih. V primeru dunajskih klobas se je z zmanjšanjem vsebnosti NaCl s 3,5 na 2,0 % čas tvorbe botulina skrajšal iz 2,5 tednov na 5 dni (Collins, 1997).

Natrijev klorid je med konzervansi, ki vsebujejo natrij (npr. natrijev kazeinat, mononatrijev glutamat, natrijev nitrit...), najbolj učinkovit v primerjavi z lastnostmi konzervansa in njegovo učinkovitostjo na patogene mikroorganizme. Ima največji vpliv na varnost in kakovost izdelka. Zato je potrebno pri zamenjavi natrijevega klorida z drugimi sredstvi upoštevati njihov skupni prispevek k količini natrija. Hrana, ki bo varnejša s prehranskega vidika, ne sme odtehtati možnosti preživetja zdravju škodljivih mikroorganizmov in njihove rasti v živilih (Taormina, 2010).

## 2.5 NEGATIVNI TEHNOLOŠKI UČINKI KUHINJSKE SOLI

### 2.5.1 Oksidacijske spremembe maščob

Kuhinjska sol pospešuje oksidacijo lipidov, ne glede na vrsto prisotnih mikroorganizmov (Bizjak in Bem, 2003). S tem se razvije žarkost maščobnih komponent mesnih izdelkov. Pri daljšem skladiščenju je pomembno upoštevati ta negativni vpliv, ki ga je mogoče zmanjšati z dodatkom naravnih ali sintetičnih antioksidantov. Za uporabnika so sprejemljivejši antioksidanti naravnega izvora. Med njimi so v mesnih izdelkih zelo učinkoviti tokoferoli in izvleček rožmarina. Prooksidativni učinek soli v predelavi mesa zmanjša tudi dodatek fosfatov in nitritov (razsoljevanje) (Rajar, 2000).

### 2.5.2 Spremembe barve mesa in mesnih izdelkov

Nastanek pigmenta metmioglobina, ki povzroča rjave diskoloracije mesa, pospešujejo že nizke koncentracije NaCl. V študiji so pokazali, da oksimioglobin oksidira do metmioglobina že pri koncentraciji soli 1,5 %. Problem poslabšanja barve oziroma pojava diskoloracij rešujejo na več načinov. V mesne izdelke dodajajo fosfatne preparate (natrijev tripolifosfat), reducente (askorbinska kislina, sulfiti) in laktate ter omilijo problem z ustreznim načinom pakiranja. Barva svinjske klobase, ki vsebuje 3 % kalijevega laktata, bo stabilnejša in temnejša v primerjavi s klobaso, ki nima dodanega laktata (Monahan in Troy, 1997).

## 2.6 NITRIT

Nitriti so soli dušikove (III) kisline ( $\text{HNO}_2$ ). Funkcije nitritov so oblikovanje nitrozomioglobina oz. nitrozomiokromogena, značilne rožnato rdeče barve razsoljenega mesa in izdelkov, sooblikovanje značilne arome razsoljenega mesa in antioksidativni učinek. V večjih koncentracijah (najmanj 80 ppm) imajo protimikrobni učinek (zavirajo rast bakterije *Clostridium botulinum* in tvorbo toksina botulina). Nitriti so zdravju škodljivi. So toksični, ker povzročajo razgradnjo eritrocitov in vitamina A, mutageni in kancerogeni, ker z amini tvorijo nitrozamine (Filip, 2002).

Zaradi potencialnih škodljivih učinkov nitrita so trendi v mesnopredelovalni industriji usmerjeni v uporabo nitrita v najmanjših možnih odmerkih, ki še zagotavljajo njegovo učinkovitost. Poskušajo opustiti nitrit tam, kjer ni nujno potreben (npr. pri izdelavi pršuta, suhih klobas, idr.), dodajajo inhibitorje reakcije nitroziranja v mešanice za razsol, kar zmanjšuje možnost oblikovanja kancerogenih nitrozaminov in skušajo zamenjati nitrit z drugimi pigmenti (Žlender in sod., 2009).

Nitriti so običajno nekontaminirani ali pa vsebujejo majhno število mikroorganizmov. Nitriti in njihovi produkti lahko aktivno vplivajo na številne vrste mikroorganizmov, odporne na vplive tehnoloških procesov in okolja, v katerem se nahajajo (Bem in sod., 2003).

## 2.7 ZMANJŠEVANJE VSEBNOSTI SOLI V IZDELKIH

Razvoj mesnin z nižjo vsebnostjo soli ni preprost, ker ima sol zelo pomembno vlogo v izdelkih. V takih izdelkih ni problem samo v manjši slanosti, temveč tudi v pomanjkanju značilne arome, na katero so potrošniki navajeni in jo želijo tudi pri izdelkih z manj ali malo soli (Žlender, 2011). Poleg tega je sol najcenejši aditiv, ki se ga dodaja v živilske proizvode (Desmond, 2006).

### 2.7.1 Pristopi za zmanjševanje soli v mesninah

Žlender (2011) navaja naslednje pristope za zmanjševanje soli v izdelkih. Potrebno je začeti osveščati ljudi o vlogi soli in znižati njihova pričakovanja glede slanosti izdelkov; zmanjšati delež dodane soli, zamenjati ves ali le del NaCl z drugimi kloridnimi solmi (KCl,  $\text{MgCl}_2$ ), zamenjati del NaCl z nekloridnimi solmi, kot so fosfati, uporabiti nove procesne tehnike oz. modificirati procese; izboljšati lastnosti soli in kombinirati kateregakoli od omenjenih pristopov.

Pri proizvodnji kranjskih klobas zaradi specifikacije o Kranjski klobasi (Bogataj in sod., 2010) in Pravilnika o kakovosti mesnih izdelkov (2012), ki ne dovoljujeta uporabe dodatnih surovin, razen kuhinjske in nitritne soli, lahko uporabimo le nekatere pristope za zmanjšanje natrija v izdelku.

### 2.7.1.1 Ozaveščanje ljudi o vlogi soli in postopno zmanjšanje soli v izdelkih

Pri ozaveščanju ljudi in ponudbi hrane z manj soli ter pri vnosu soli v populaciji so bile najuspešnejše države Finska, Velika Britanija, Francija in Belgija. Na Finskem se je pri celotnem prebivalstvu povprečna poraba soli zmanjšala za 40 %, kar je vplivalo na znižanje vrednosti krvnega tlaka ter na njegove posledice. V Veliki Britaniji so zabeležili 10 % znižanje vnosa soli pri populaciji, podvojilo pa se je število potrošnikov, ki na podlagi oznake izberejo za zdravje ugodnejše živilo. Strategija postopnega zmanjšanja soli, za 10–20 % v enem ali dveh letih se je v Veliki Britaniji izkazala za najučinkovitejšo, saj se sprememba vsebnosti soli v prehranskih izdelkih ne zazna v takem časovnem obdobju. V Franciji se je vnos soli iz živil znižal za vsaj 5 % (IVZ RS, 2010b).

Zastavljene cilje zmanjšanja uživanja soli v populaciji je mogoče uresničiti le z večletnimi ciljnim programi sistematičnega in postopnega zmanjševanja uživanja soli (Hlastan Ribič in sod., 2010). Tako je državni zbor Republike Slovenije sprejel marca 2005 Resolucijo o nacionalnem programu prehranske politike 2005–2010. Dolgoročni cilj strategije je doseganje prehranskih priporočil za vnos hranil pri vseh starostnih, socialnih in drugih skupinah prebivalcev Republike Slovenije z namenom doseganja optimalnih učinkov na zdravje z vidika zdrave prehrane. Skladno s cilji resolucije je Inštitut za varovanje zdravja Republike Slovenije pripravil Nacionalni akcijski načrt za zmanjševanje uživanja soli v prehrani prebivalcev Slovenije za obdobje 2010–2020 (IVZ RS, 2010a).

### 2.7.1.2 Izbira surovine

Boljše funkcionalne lastnosti ima prerigoralna mišičnina oziroma če se le-ta predeluje po tehnologiji toplega razseka (Žlender, 2011). Uporaba prerigoralne svinjine ali govedine (normalna vrednost pH) poveča vsebnost v soli topnih ekstraktibilnih proteinov za 70 %. Njihova vsebnost je bistveno manjša (7 %) pri nižji vrednosti pH pre- in postrigoralne svinjine (Collins, 1997).

Prerigoralna mišičnina ima boljšo SVV in bolj ekstraktibilne, v soli topne proteine v primerjavi z mesom po zaključenem rigorju. Uporaba prerigoralnega mesa lahko delno zmanjša uporabo NaCl. Podoben učinek je lahko pričakovati pri visoki vrednosti pH mišičnine. Ker je vrednost pH močno povezana s SVV, se le-ta povečuje že z majhnim povišanjem pH-ja. Vendar je izdelek z manjšo vsebnostjo NaCl in visoko vrednostjo pH iz varnostnega vidika nezaželen (Monahan in Troy, 1997).

### 2.7.1.3 Tehnološki pristopi

Veliko izdelkov, ki vsebujejo sol, je med proizvodnjo gneteno ali masirano z namenom pridobivanja čim več v soli topnih ekstraktibilnih proteinov na površino mesa. Ugotovili so, da podaljšani čas in intenzivnost obdelave povečata količino beljakovin, vendar pa pretirana fizična obdelava lahko povzroči denaturacijo beljakovin. S podaljšanim časom gnetenja lahko zmanjšamo količino NaCl saj s tem dobimo primerno količino topnih proteinov. Pri gnetenju je pomembna tudi temperatura, ki je za vsak izdelek specifična. Z določitvijo optimalne temperature bi tudi lahko zmanjšali vsebnost dodanega NaCl (Monahan in Troy, 1997). Obenem pa neustrezno mešanje lahko povzroči gumijasto teksturo (Collins, 1997).

Pri postopku gnetenja je pomembno trajanje posameznih faz (gnetenje – mirovanje). Daljše faze mirovanja omogočajo pospešeno izločanje v soli topnih proteinov na površino kosov mesa ter tako izboljšajo sposobnost zadrževanja vode v mesu (Collins, 1997).

Obdelava pri visokem tlaku (1500 bar) je pri govejih pleskavicah povečala čvrstost povezave kosov mesa. Predvidevajo, da je to posledica razčlenitve in konformacijskih sprememb pri proteinih. Uporaba tehnologije visokih tlakov bi lahko bila dobra alternativa pri izdelkih z zmanjšano vsebnostjo soli, saj daje sprejemljivo teksturo in donos (Monahan in Troy, 1997).

## 2.8 SENZORIČNA KAKOVOST

### 2.8.1 Senzorična analiza

Senzorična analiza je ena najstarejših ved, saj že od nekdaj spremlja človeka pri ocenjevanju in izbiranju hrane. Z intenzivnim razvojem na področju kmetijstva in prehranske industrije sredi šestdesetih let 20. stoletja se je pokazala potreba po novih pristopih za vrednotenje in spremljanje kakovosti živil (Golob in sod., 2005).

Definirana je kot znanstvena disciplina, ki meri, analizira in interpretira reakcije na tiste značilnosti živil, ki jih zaznamo s petimi osnovnimi čuti: z vidom, okusom, vohom, s sluhom in tipom oz. z dotikom (Golob in sod., 2005). Dolgo je veljalo prepričanje, da so rezultati senzorične analize subjektivni, vendar se je z razvojem in uporabo natančnih znanstvenih metod preskušanja živil pokazalo, da zagotavlja ponovljive in objektivne rezultate. Danes je senzorična analiza priznana in drugim vedam (matematiki, fiziki, kemiji, psihologiji itd.) enakovredna znanstvena disciplina (Golob in sod., 2006).

Uporablja se jo na številnih področjih:

- pri vsakodnevni kontroli kakovosti končnih izdelkov,
- pri kontroli kakovosti surovin,
- pri spremljanju vpliva surovin in dodatkov na kakovost izdelka,
- za preverjanje obstojnosti med skladiščenjem,
- v razvoju novih izdelkov,
- pri analizi konkurenčnih izdelkov,
- pri preverjanju sprejemljivosti izdelkov na trgu in številnih drugih (Plestenjak, 2001).

### 2.8.2 Senzorični preskuševalci

Skupino senzoričnih preskuševalcev ali panel sestavljajo posamezni člani panela. Vsak izmed njih predstavlja merilni instrument, zato je pomemben že sam izbor kandidatov ter njihovo šolanje, v nadaljevanju pa tudi preverjanje (Golob in sod., 2005).

Senzorično analizo lahko izvajajo trije tipi preskuševalcev:

- preskuševalci (laiki ali preskuševalci začetniki) – ljudje, ki še niso delali po natančnih kriterijih ali začetniki, ki so že sodelovali pri senzoričnem ocenjevanju,

- izbrani preskuševalci – kandidati, ki so bili izbrani in šolani za ocenjevanje z določeno senzorično metodo in za delo na določenem področju,
- izvedenci ali strokovnjaki (eksperti) so lahko izvedeni preskuševalci, ki so pri delu v panelu pokazali določeno ostrost svojih čutov in razvili dober, dolgotrajen spomin ali specializirani izvedeni preskuševalci, ki uporabljajo specialno znanje, pridobljeno na določenih strokovnih področjih (Golob in sod., 2006).

### 2.8.3 Senzorične metode

Senzorične metode v glavnem delimo na hedonske in analitične (preglednica 3). Obe vrsti preskusov sta v medsebojni zvezi, vendar ima vsaka svoje značilnosti, prednosti in omejitve tako glede izvedbe, kot tudi zahtev po potrebnem predhodnem znanju. Kateri preskus izberemo, je odvisno od problema, ki ga želimo rešiti (Golob in sod., 2005).

**Preglednica 3: Pregled senzoričnih preskusov (Golob in sod., 2005: 59)**

Vrsta preskusov	Preskusi	Vprašanje	Značilnosti preskuševalcev
<b>Hedonski</b>	Afektivni	Kako ti je vzorec všeč? Kateri vzorec je bolj sprejemljiv?	Izbrani za določeno vrsto izdelka, nešolani.
<b>Analitični</b>	Preskusi razlikovanja	Ali se vzorci med seboj razlikujejo?	Izbrani glede na senzorične sposobnosti.
	Preskusi z uporabo lestvic	Kako bi z uporabo lestvice ocenili določeno senzorično lastnost v vzorcih ali ugotovili sprejemljivost vzorcev?	Izbrani glede na senzorične sposobnosti, šolani ali nešolani.
	Opisna analiza	Kakšne so razlike v eni ali več senzoričnih značilnostih?	Izbrani glede na senzorične sposobnosti in motivacijo, šolani ali celo visoko usposobljeni.

#### 2.8.3.1 Opisna ali deskriptivna analiza

To je postopek opisovanja zaznanih senzoričnih lastnosti izdelka, običajno v takem vrstnem redu, kot jih zaznavamo. Je popoln senzorični opis, ki upošteva vse občutke, zaznane med ocenjevanjem izdelka (vidne, slušne, vohalne, tipne, itd.) (Golob in sod., 2006).

Opisna analiza sodi med najbolj izpopolnjene senzorične metode, saj omogoča senzoričnemu strokovnjaku dobiti popoln senzorični opis izdelka (Golob in Jamnik, 2004). Senzorične lastnosti izdelka (hrane, pijače) identificiramo, jih opišemo z besedo in nato tudi kvantitativno ovrednotimo. Poznamo kvantitativne in kvalitativne deskriptivne metode. Vse metode so objektivne. Izvajajo jih le visoko usposobljeni in izobraženi preskuševalci. Opisna analiza temelji na dejstvu, da je senzorični vtis, ki ga pri ocenjevanju vzorca zazna preskuševalec, sestavljen iz številnih prepoznavnih, močnejše ali slabše



izraženih senzoričnih lastnostih. Prepoznane lastnosti opišemo z opisom – deskriptorjem. Deskriptor je definiran izraz (beseda ali opis), s katerim preskuševalec opiše zaznavo. Ocenjevanje na intenzivnostni lestvici nam omogoča deskriptor (Golob in sod., 2006).

V literaturi najdemo različne metode opisne analize. Najbolj znane in uporabne so: profiliranje arome; profiliranje teksture; metode senzoričnega spektra; kvantitativna opisna analiza in profiliranje po lastni presoji (Golob in sod., 2006).

Opisna analiza je uporabna na številnih področjih, npr. ob primerjavi konkurenčnih izdelkov, pri testiranju obstojnosti izdelkov, pri razvoju novih izdelkov, ko želimo natančno specificirati senzorične lastnosti preskusnega izdelka, pri reševanju pripomb in pritožb potrošnikov, pa tudi za ugotavljanje povezav med senzoričnimi in instrumentalnimi parametri (Golob in sod., 2005).

## 2.9 KLANJSKA KLOBASA

### 2.9.1 Zgodovina

Kranjska klobasa je omenjena v mnogih starih zapisih kot sestavni del domačih kolin (Fröhlich, 2001). Oznaka in poimenovanje »kranjska klobasa« se je razvilo v času Avstroogrske monarhije v zgodnjem 19. stoletju. Obstaja vrsta pričevanj, zlasti ustnih izročil, ki govorijo o kranjski klobasi, krajih njenega izdelovanja in njenem slovesu med ostalimi regionalnimi tipi klobas. Številne so ljudske razlage, od kod naj bi bila doma kranjska klobasa oz., kje naj bi jo najprej začeli izdelovati. Med pogostimi navedbami se omenja vas Trzin med Ljubljano in Kamnikom, kjer naj bi delovalo veliko število mesarjev že v 19. stoletju, ki so zalagali tržišče s kranjskimi klobasami vse do Dunaja. Nekateri ustni viri navajajo, da je ta klobasa dobila ime po mestu Kranj, drugi spet, da so jo izdelovali v vseh večjih mestih in trgih na nekdanjem Kranjskem. Slikovita je tudi pripoved o cesarju Francu Jožefu, ki se je nekoč peljal s kočijo z Dunaja proti Trstu in se je ustavil v vasi Naklo pri Kranju v znani furmanski gostilni Marinšek ob deželni cesti. Želel se je okrepčati in povprašal gostilničarja, kaj mu lahko ponudi. »Imamo le navadne hišne klobase in nič drugega« je odgovoril cesarju. Cesar je naročil klobaso in ko jo je pokusil, je navdušeno dejal: »To pa ni navadna, ampak kranjska klobasa!« (Bogataj in sod., 2010).

Leta 2004 so v Hiši kulinarike Jezeršek v Sori pri Medvodah pripravili prvo slovensko tekmovanje za najboljšo kranjsko klobaso. Tekmovanje je postalo tradicionalno, na njem kranjske klobase ocenjuje komisija strokovnjakov, predvsem z Biotehniške fakultete. Posebnost ocenjevanja je tudi vzporedno ljubiteljsko ocenjevanje omizij mesarjev, gostincev, novinarjev in ljubiteljev kranjske klobase (Bogataj in sod., 2010).

### 2.9.2 Proizvodna specifikacija

Pravilnik o kakovosti mesnih izdelkov (2012) deli mesne izdelke (mesnine) v osnovne štiri skupine, ki morajo biti označene kot take tudi na deklaraciji izdelka, in sicer: pasterizirane, sterilizirane, sušene in presne mesnine. Med pasterizirane mesnine uvršča barjene, poltrajne, hladetinaste in kuhane klobase, prekajeno in konzervirano meso ter mast in

maščobne izdelke. Vse mesnine, ki niso posebej določene s tem pravilnikom, se proizvajajo po proizvodjalni specifikaciji, morajo pa ustrezati kakovostnim zahtevam za posamezne skupine ali podskupine izdelkov, ki so določene s tem pravilnikom. Kranjska klobasa skupaj s tirolsko salamo, ljubljansko salamo, šunkarico in mesnim sirom spada v skupino poltrajnih klobas.

Po proizvodni specifikaciji (Bogataj in sod., 2010) se kranjsko klobaso izdeluje po naslednjem postopku.

Uporabi se svinjsko meso in slanina. Meso je sveže in ohlajeno ( $0^{\circ}$  do  $7^{\circ}\text{C}$ ) ali zmrznjeno ( $T \leq -18^{\circ}\text{C}$ ) in pravilno odtajano. Izbira se svinjino I. ali II. kategorije ali obrezine kakovostnejših kosov svinjine. Trda hrbtna slanina je najprimernejša, vendar se lahko uporabi tudi ledvena slanina brez kože ali pa zaušna slanina, prav tako ohlajena ( $0$  do  $7^{\circ}\text{C}$ ) ali zmrznjena. Sledi razdevanje mesa z luknjačo 12 mm, slanino se nareže na kocke velikosti 8–10 mm.

V razmerju 75–80 % razdetega mesa in 20–25 % trde slanine, se strojno ali ročno sestavine zmešajo skupaj. Med mešanjem se v obliki ledenega drobirja doda voda v količini do 5 % na celotno maso nadeva. Pomembni začimbi sta zmlet črni poper do 0,3 % in do 0,3 % dehidriranega česna oziroma proporcionalni delež glede na vrsto uporabljenega česna, ter nitritna sol od 1,8 % do 2,2 %. Za proizvodnjo BIO Kranjske klobase se del nitritne soli zamenja in uporabi kuhinjsko sol NaCl. Predpisana količina nitritne soli je med 0,4 % do 0,8 %. Del nitritne soli se zamenja s kuhinjsko soljo (NaCl) tako, da se skupna koncentracija soli (nitritna in kuhinjska) giblje v okviru 1,8 % do 2,2 %.

V prašičja tanka čreva premera 32–34 mm se strojno ali ročno polni pripravljen nadev. Oblikovane konce se zašpili skozi črevo (ne skozi maso nadeva!) tako, da se konca spojita. Na tak način se oblikujejo pari klobas v teži 200–250 g. Špila za klobaso je lesena, debela 2,5–3 mm, dolga 3–6 cm in odlomljena ali rezana.

Zaradi hitrejšega in enakomernega sesedanja dima se morajo klobase pred postopkom prekajevanja na površini posušiti. V posebnem prostoru ali dimni komori pri temperaturi  $50\text{--}55^{\circ}\text{C}$  poteka postopek sušenja. V času sušenja poteka tudi proces razsoljevanja in stabilizacija nadeva. Pred prekajevanjem se jih obesi na vešala trikotnega prereza s špilo navzgor in razmakne toliko, da se med seboj ne dotikajo. Vroče prekajevanje poteka pri temperaturi  $60\text{--}75^{\circ}\text{C}$ . Od načina proizvodnje dima, je odvisen čas prekajevanja. Klobasa mora imeti srednje intenzivno rdeče-rjavo barvo; premočna temna do črno-rjava barva klobase ali presvetla (anemična) oziroma sivkasta barva klobase ni primerna. Klobaso se termično obdela do  $T 70 \pm 2^{\circ}\text{C}$ . Po zaključku pasterizacije sledi tuširanje s hladno vodo ali hladnim zrakom, da se klobase hitro ohladijo. Hranimo jih na hladnem, pri temperaturi največ do  $8^{\circ}\text{C}$ . Po uradnih metodah določena kemijska sestava nepogrete klobase mora vsebovati min 17 % skupnih beljakovin in največ 29 % maščob.

Klobaso se uživa toplo, po kratkem pogrevanju v vodi, da pridobi zelo specifično jedilno in visoko gastronomsko kakovost. Površina klobase je rdečerjava in blagega vonja po dimu, na prerezu je meso rožnato rdeče barve, slanina pa smetanasto bela in neraztopljena.

Aroma klobase je polna in značilna za razsoljeno, specifično začinjeno in prekajeno prašičje meso, medtem ko je tekstura hrustljava, napeta in sočna (Bogataj in sod., 2010).

### **2.9.3 Kranjska klobasa – geografsko zaščiten izdelek**

Gospodarsko interesno združenje (GIZ) Kranjska klobasa, v katerega je vključenih enajst certificiranih proizvajalcev, je uspešno zaščitilo izdelek z geografsko označbo (GIZ, 2013). To pomeni, da mora vsaj eden od postopkov pridelave ali predelave potekati znotraj določenega geografskega območja (npr. surovine lahko prihajajo izven območja). Kmetijski pridelek ali živilo ima posebno kakovost, sloves in druge značilnosti, ki morajo izvirati iz določenega geografskega območja (Nacionalni zaščitni znaki, 2011).



**Slika 3: Oznaka geografske označbe (Nacionalni zaščitni znaki, 2011)**

### 3 MATERIAL IN METODE

#### 3.1 MATERIAL

V tehnološkem laboratoriju Katedre za tehnologijo mesa in vrednotenje živil smo izdelali kranjske klobase po recepturi prikazani v preglednici 4. Surovina, katero smo uporabili, je prašičje meso (stegno in čvrsta hrbtina slanina), naravni ovitki (prašičja čreva), nitritna sol, kuhinjska sol, poper in česen.

##### Nitritna sol

Mešanica Na-klorida in aditiva. Sestavine: sol, konzervans (E250) 0,5 % do 0,6 %. Uporabno najmanj do: 24.8.2012. Datum pakiranja: 26.9.2011.

##### Kuhinjska sol

Morska sol, kuhinjska, jodirana, fino mleta. Droga. Hraniti na suhem. Dobavlja: DK Sol d.o.o., Dolinska cesta 21, 6000 Koper, Slovenija EU. Proizvedeno v EU.

##### Poper

Poper črni mleti. Država izvora: Vietnam. Hraniti v suhem prostoru pri T do 20 °C. Proizvajalec: Prava AROMA d.o.o., Na gorci 66, 2000 Maribor, Slovenija. Distributer: VOBO d.o.o., Na gorci 66, 2000 Maribor, Slovenija. Uporabno do 2.3.2012.

##### Česen

Česen granulat G2. Država izvora: Kitajska. Hraniti v suhem in hladnem prostoru! Proizvajalec: Prava AROMA d.o.o., Na gorci 66, 2000 Maribor, Slovenija. Distributer: VOBO d.o.o., Na gorci 66, 2000 Maribor, Slovenija. Uporabno do 26.2.2012.

**Preglednica 4: Receptura za kranjsko klobaso**

Sestavine	(%)	(g)
skupna količina		4000
prašičje meso (stegno)	75	3000
hrbtina slanina (namrznjena)	20	800
hladna voda (0 °C < T < 2 °C)	5	200
nitritna sol	<i>eksperimentalne skupine v preglednici 5</i>	
poper	0,2	8
česen sveži/granulat	1,2/0,3	12

#### 3.1.1 Načrt poskusa

Izdelali smo klobase v trinajstih eksperimentalnih skupinah (preglednica 5) v dveh proizvodnih ponovitvah (13. skupina je bila narejena v eni ponovitvi).

**Preglednica 5: Zastavljene eksperimentalne skupine z določenim % kuhinjske in nitritne soli**

Eksperimentalna skupina	Okrajšava	Število proizvodnih ponovitev	Kuhinjska sol (g/100 g)	Nitritna sol (g/100 g)	Skupni dodatek soli (g/100 g)
1.	N-2,2	2	0	2,2	2,2
2.	N-2,0	2	0	2,0	2,0
12.	N-1,9	2	0	1,9	1,9
3.	N-1,8	2	0	1,8	1,8
4.	N-1,6	2	0	1,6	1,6
5.	N-1,4	2	0	1,4	1,4
6.	S-1,4/N-0,8	2	1,4	0,8	2,2
7.	S-1,6/N-0,6	2	1,6	0,6	2,2
8.	S-1,8/N-0,4	2	1,8	0,4	2,2
13.	S-0,95/N-0,95	1	0,95	0,95	1,9
9.	S-0,8/N-0,8	2	0,8	0,8	1,6
10.	S-1,0/N-0,6	2	1,0	0,6	1,6
11.	S-1,2/N-0,4	2	1,2	0,4	1,6

N-2,2 – eksperimentalna skupina z dodatkom 2,2 % nitritne soli; S-1,4/N-0,8 – eksperimentalna skupina z dodatkom 1,4 % kuhinjske soli in 0,8 % nitritne soli.

Pri tehnološki izdelavi smo najprej naredili 8 eksperimentalnih skupin. Na podlagi senzorične ocene smo nato določili skupno vsebnost soli pri 3 eksperimentalnih skupinah (9., 10., 11.), kjer je del nitritne soli zamenjan z navadno kuhinjsko. Panel ocenjevalcev je po posvetu določil, da bomo skupno vsebnost soli zmanjšali na 1,6 %. Eksperimentalne skupine 6, 7 in 8 pa imajo skupno vsebnost soli 2,2 %.

V drugi proizvodni ponovitvi, zaradi nezadostne toplotne obdelave na osmih vzorcih, ni bilo mogoče instrumentalno izmeriti teksture in barve.

### 3.1.1.1 Postopek izdelave

Izdelavo kranjskih klobas smo prilagodili postopku, ki je opisan v specifikaciji o Kranjski klobasi.

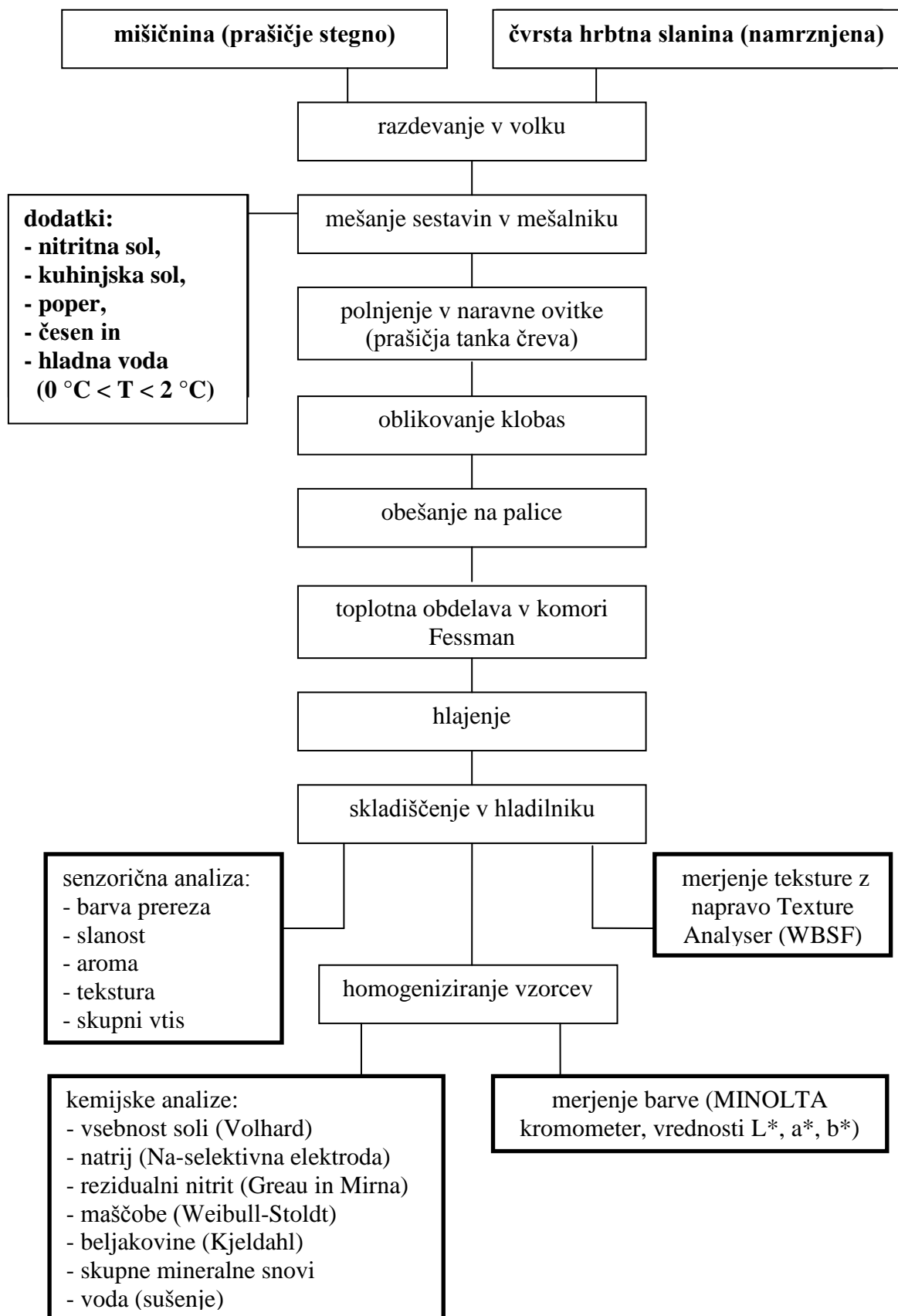
Ohlajeno prašičje meso in namrznjeno slanino smo najprej zmleli (vsako posebej) v volku skozi luknjačo 12 mm. Nato smo za vsako eksperimentalno skupino posebej natehtali sestavine. V mešalnik smo po plasteh nalagali mleto meso, slanino in začimbe. Sledilo je mešanje trikrat po 2 minuti z 10 minutnimi pavzami. Pripravljeni nadev smo pustili počivati 30 minut na hladnem. Na ročnem polnilniku F. Dick (Nemčija) smo napolnili nadev v prašičja tanka čreva premera 32/34 mm. Sledilo je oblikovanje klobas. Narejene klobase smo stehali, skupine označili ter jih obesili na palice. Toplotno smo jih obdelali v komori Fessman po programu št. 3 (preglednica 6). Po zaključku programa, smo jih ponovno stehali ter jih skladiščili v hladilniku na temperaturi do 8 °C.

**Preglednica 6: Program št. 3 za komoro Fessman (Demšar in Polak, 2009: 32)**

<b>Program 3</b>							
korak	1	2	3	4	5	6	7
podprogram	7	19	3	13	29	44	53
čas (min.)	10	10	5	22	12	35	2
temp. komore (°C)	52	58	54	58	58	78	

(Legenda: podprogram 7 – oblikovanje barve (rdečenje); 19 – sušenje; 3 – segrevanje; 13 – sušenje; 29 – dimljenje; 44 – kuhanje; 53 – prhanje (hlajenje))

Po vsaki proizvodni ponovitvi smo naredili senzorično analizo, instrumentalno merjenje teksture in nato homogeniziranje s kuhinjskim sekljalnikom. Vzorce smo napolnili v polivinil vrečke, jih vakuumirali, izmerili barvo ter zamrznili (-20 °C).



Slika 4: Blokovna shema načrta poskusa

## 3.2 METODE

### 3.2.1 Senzorične in instrumentalne metode

#### 3.2.1.1 Senzorična analiza

Senzorično analizo izdelanih kranjskih klobas je izvedel štiričlanski panel izkušenih preizkuševalcev (ekspertov). Uporabljena je analitična deskriptivna metoda. Analiza je potekala v senzoričnem laboratoriju Katedre za tehnologijo mesa in vrednotenje živil na Biotehniški fakulteti.

Po specifikaciji o Kranjski klobasi se pri senzorični analizi za ocenjevanje zunanjšega izgleda, sestave prereza in barve prereza servira hladna klobasa; topla klobasa (pogrevanje glede na premer klobase – 7 do 10 minut v vroči vodi pri cca. 90 °C) se servira za oceno sestave prereza, barve prereza, teksture, vonja in okusa (Bogataj in sod., 2010).

Ocenjevanje smo priredili zastavljeni nalogi in ocenjevali naslednje lastnosti: barva prereza, slanost, aroma, tekstura in skupni vtis.

#### **Lastnosti:**

**Barva prereza:** značilna in enakomerna rožnata barva razsoljene svinjine in bela (pri pogreti klobasi steklasto prosojna) barva slanine, brez zasušenega roba. Klobasa lahko izgubi točke zaradi netipične in neenakomerne barve razsoljenega mesa, zarobljenosti (Bogataj in sod., 2010).

Posledica uporabe mišic z različno vsebnostjo mioglobina (svetle in temne mišice) ali pa uporabe mesa različnih kakovosti (npr. BMV in TČS mišičnine) je neenakomerna barva koščkov mesa, kar je pogosta napaka pri tej lastnosti. Barvo prereza poslabšajo tudi kosi mesa z mišičnimi krvavitvami (Demšar in Rajar, 2008).

Na prerezu se lahko zaradi preintenzivnega dimljenja in/ali previsokih temperatur pojavi temnejši rob, ki ne prispeva k atraktivnosti izdelka (Demšar in Rajar, 2008).

- 1 točka – neprimerna barva (bleda in neenakomerna);
- 7 točk – barva je primerna (rožnato-rdeča).

**Slanost:** Ločeno smo ocenjevali slanost, zaradi cilja zastavljene naloge. Na splošno so le izjemoma poltrajne klobase premalo slane, pogosteje so pretirano slane.

- 4 točke – optimalna oz. primerna slanost;
- pod 4 točke – premalo soli – neslano;
- nad 4 točke – preslano.

**Aroma:** Vonj in aroma naj bosta tipična, značilna za toplotno obdelano razsoljeno, začinjeno svinjino. Aroma po dimu zgolj dopolnjuje, ne pa prekriva arome mesa.

Razmeroma pogosta napaka, ki se pojavlja, je premalo intenzivna, premočna ali pa enostranska začinjenost (ena od začimb izstopa). Redkeje pa se v vonju in aromi pojavljajo



napake, kot so tuji vonji in priokusi po starem (zatohlem), žarkem, po ribah, po ovitku, po plesnivem, kiselkast ali gniloben vonj in priokus (kvar) ter spolni zadah. Napaka je tudi preveč intenziven vonj in aroma po dimu (Demšar in Rajar, 2008).

- 4 točke – optimalna;
- pod 4 točke – premalo intenzivna, netipična, po žarkem, priokusi, enostranska začinjenost;
- nad 4 točke – preveč intenzivna aroma.

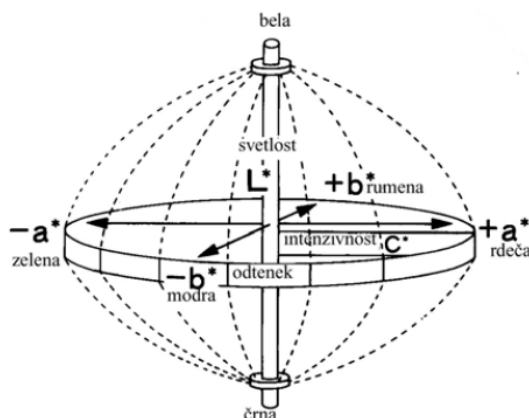
**Tekstura:** zmerno groba, vendar povezana, primerno čvrsta–grizna (ne trda ali gumijava – ne mehka ali razpadajoča), brez trdih delcev veziva, sočna (ne premastna – ne presuha) in zmerno hrustljava. Klobasa lahko izgubi točke zaradi neznačilnega občutka v ustih (pregrobo ali prefino zmleto), nepovezanosti, pretrde ali premehke teksture, premastne ali presuhe teksture (Filip, 2003).

- 4 točke – optimalna oz. primerna tekstura;
- pod 4 točke – drobljiv vzorec;
- nad 4 točke – trd in gumijast vzorec.

**Skupni vtis:** ocenjen je celotni vtis oziroma jedilna kakovost izdelka, zaznan s kompleksno senzorično analizo.

- 7 točk – gastronomsko najprimernejši vzorec;
- nižje ocene pomenijo določene pomanjkljivosti (Filip, 2003).

### 3.2.1.2 Merjenje barve



Slika 5: CIE  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$  - barvni prostor (Murray, 1992)

Pred merjenjem smo kromometer (vir svetlobe (angl. illuminant) C, osvetljevanje pod kotom  $45^\circ$ ) umerili na bel standard ( $L^* = 92,8$ ;  $a^* = 0,3136$ ;  $b^* = 0,3196$ ). Zaradi mozaika kranjskih klobas, smo merjenje barve izvedli na homogeniziranih vzorcih. Homogenizirane vzorce smo napolnili v prozorne polietilenske vrečke, jih vakuumsko zapakirali (da smo odstranili prisotne zračne mehurčke) ter meritve izvedli v štirih paralelkah. Aparat poda barvo v treh koordinatah, kot so v  $L^*$ ,  $a^*$  in  $b^*$ . Vrednost  $L^*$  opisuje svetlost barve, pri čemer višje vrednosti pomenijo svetlejšo barvo vzorca in obratno. Vrednost  $a^*$  določa

intenziteto rdeče barve v pozitivnem območju in zelene barve v negativnem območju (samo v primeru diskoloracij na površini vzorca). Vrednost  $b^*$  pa predstavlja intenziteto rumene barve v pozitivnem območju in modre v negativnem območju (samo v primeru diskoloracij na površini vzorca). Na podlagi naslednjih enačb smo izračunali spremembo svetlosti ( $\Delta L^*$ ) in spremembo indeksa nasičenosti barve ( $\Delta C^*$ ), pri čemer smo za referenčni vzorec uporabili vzorec N-1,6 (Karas, 2008):

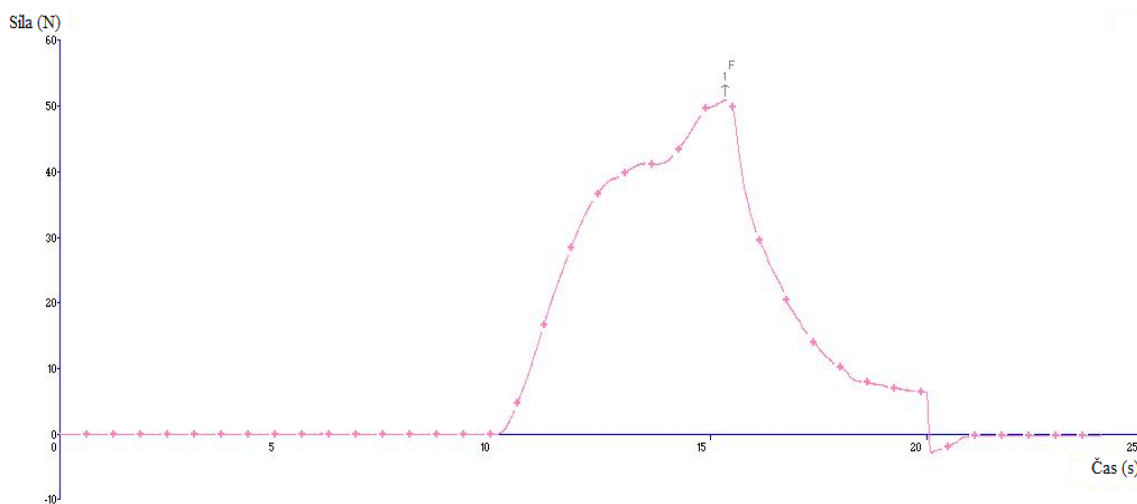
$$\Delta L^* = \sqrt{L_{ref}^* - L^*} \quad \dots(1)$$

$$\Delta C^* = \sqrt{a^{*2} + b^{*2}} - \sqrt{a_{ref}^{*2} + b_{ref}^{*2}} \quad \dots(2)$$

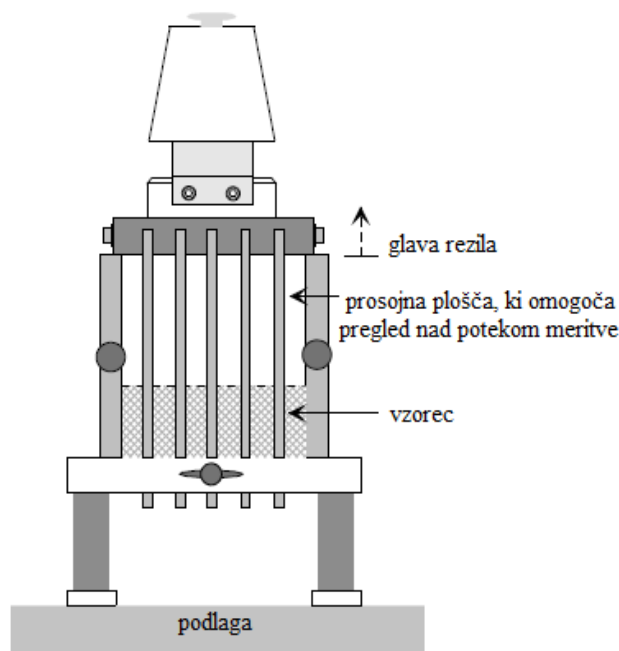
### 3.2.1.3 Merjenje teksturnih lastnosti z napravo Texture Analyser (WBSF)

Instrumentalno merjenje teksturnih lastnosti kranjskih klobas smo opravili z aparatom Texture Analyser podjetja Stable Micro Systems.

Vzorce smo pripravili tako, da smo klobase razrezali na kvadre s stranicami  $10 \times 15 \times 75$  mm. Pri vsaki eksperimentalni skupini smo naredili 4 takšne kvadre in jih dali v hladilnik, da so bili vsi temperirani na isto temperaturo. Nato smo izvedli meritve s Kramerjevo celico HDP/KS5. Kramerjeva celica ima 5 rezil, ki vključujejo načela strižnih sil, stiskanja in iztiskanja vzorca skozi reže v bazo. Testna hitrost premikanja glave rezila je bila 2,0 mm/s. Rezultat je povprečje sil, ki jih rezilo potrebuje za iztiskanje vzorca preko reže.



**Slika 6: Značilna krivulja za merjenje strižnih sil z metodo po Warner-Bratzlerju za poltrajne klobase**



Slika 7: Slika Kramerjeve celice s petimi rezili (Stable Micro systems, 2000)

### 3.2.2 Kemijske analize

Pred kemijskimi analizami smo vzorce odmrznili. Na vseh vzorcih smo v 2 paralelkah izvedli določanje  $\text{Na}^+$  z ionoselektivno elektrodo, vsebnost  $\text{NaCl}$  po Volhardu in določanje vsebnosti nitritov. Ostale kemijske analize smo naredili na prvi proizvodni ponovitvi (13 eksperimentalnih skupin) v 2 paralelkah.

#### 3.2.2.1 Določanje vsebnosti $\text{Na}^+$ z ionoselektivno elektrodo

Določanje vsebnosti nekaterih ionskih snovi v mesu ali mesnih izdelkih je mogoče tudi z direktnimi potenciometričnimi metodami. Direktno merjenje elektrodnih potencialov lahko uporabljamo v analizne namene tako, da merimo potencial elektrokemijskega člena, ki je funkcija koncentracije merjenega iona (Demšar in sod., 2011).

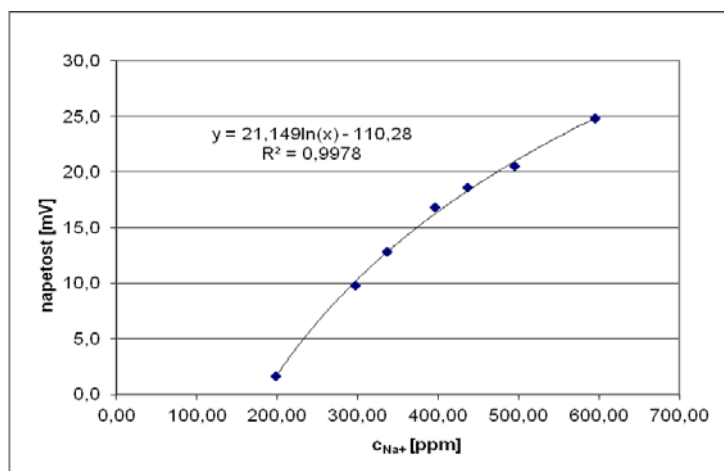
Meritve smo na vseh vzorcih in standardnih raztopinah zaradi občutljivosti  $\text{Na}^+$ -selektivne elektrode (Type No:SODIUM COMB.ISE/BNC) priključene na pH-meter (Sartorius) uporabljen kot voltmeter, izvedli v enem dnevu.

#### Umeritvena krivulja

Reagenti:

- zračno suh  $\text{NaCl}$ ,
- 1M raztopina litijevega acetata.

Preden smo pripravili vzorce za merjenje, smo umerili elektrodo na sledeč način. Že pred samo meritvijo standardnih raztopin smo postavili elektrodo za nekaj časa v raztopino s koncentracijo 100 ppm Na<sup>+</sup> ionov. Nato smo pripravili 7 standardnih raztopin natrijevega klorida, ki so imele koncentracijo od 1–3 %, kar predstavlja od 396–1189 ppm Na<sup>+</sup> ionov v raztopini z ustrežno ionsko močjo. Iz vsake čaše smo vzeli s stekleno pipeto 5 ml raztopine in jo dali v 100 ml bučko. Dodali smo 1 ml 1 M raztopine litijevega acetata, dopolnili do oznake z destilirano vodo in premešali. Raztopine smo prelili v čaše, vanje vstavili elektrodo ter po času 2 min odčitali rezultat. Najprej smo izmerili potencial najbolj razredčene standardne raztopine, nadaljevali pa z vse bolj koncentriranimi. Naklon in odsek umeritvene krivulje smo določili iz odvisnosti napetosti od logaritma koncentracije Na<sup>+</sup>.



Slika 8: Umeritvena krivulja določanja vsebnosti Na<sup>+</sup> v kranjskih klobasah z ionoselektivno metodo

### Priprava vzorca

V 100 ml erlenmajerice z obrusom smo odtehtali približno 5 g vzorca. Dolili smo 70 ml destilirane vode in dodali 1 ml 1M raztopine litijevega acetata. Dodali smo mešalček in 5 minut mešali na magnetnem mešalu. Hitrost mešanja raztopin je bila pri vseh vzorcih enaka. Po končanem mešanju smo odstranili mešalček in dopolnili z destilirano vodo do oznake (100 ml). Raztopino smo prefiltrirali preko modrega traku v 100 ml steklene čaše. Sledilo je merjenje potenciala v raztopini z neznano koncentracijo Na<sup>+</sup> ionov z elektrodo in odčitavanje rezultata po 2 minutah. Iz dobljenih podatkov smo koncentracijo Na<sup>+</sup> ionov preračunali preko umeritvene krivulje.

#### 3.2.2.2 Določanje vsebnosti NaCl po Volhardu

Vsebnost NaCl smo določili po uradnem postopku opisanem v AOAC Official Method 935.47 Salt in meat (AOAC 935.47, 1996).

#### 3.2.2.3 Določanje vsebnosti maščob v poltrajnih klobasah po Weibullu in Stoldt

Vsebnost maščob smo določili po uradnem postopku opisanem v AOAC Official Method 991.36 Fat (Crude) in Meat and Meat Product (AOAC 991.36, 1996).

#### 3.2.2.4 Določanje vsebnosti beljakovin v poltrajnih klobasah po Kjeldahlu

Vsebnost beljakovin smo določili po uradnem postopku, ki je opisan v AOAC Official Method 928.08 Nitrogen in Meat Kjeldahl Method (AOAC 928.08, 1996).

#### 3.2.2.5 Določanje vsebnosti nitritov

Vsebnost nitritov smo določili po uradnem postopku, ki je opisan v AOAC Official Method 973.31 Nitrites in Cured Meat, Colorimetric Method (AOAC 973.31, 1996).

#### 3.2.2.6 Določanje vsebnosti skupnih mineralnih snovi v poltrajnih klobasah

Vsebnost skupnih mineralnih snovi smo določili po uradnem postopku opisanem v AOAC Official Method 920.153 Ash of Meat (AOAC 920.153, 1996).

#### 3.2.2.7 Določanje vsebnosti vode v poltrajnih klobasah s sušenjem

Vsebnost vode smo določili po uradnem postopku opisanem v AOAC Official Method 950.46 Moisture in Meat (AOAC 950.46, 1996).

### 3.2.3 Statistične metode

S programom EXCEL XP smo pripravili in uredili v poskusu zbrane podatke. Osnovne statistične parametre smo izračunali s postopkom MEANS, s postopkom UNIVARIATE pa smo podatke testirali na normalnost porazdelitve (SAS Software, 1999). Rezultati poskusa so bili analizirani po metodi najmanjših kvadratov s postopkom GLM, povezave med parametri pa z multivariantnima metodama PCA (Principal Component Analysis) in LDA (Linear Descriptive Analysis) (SPSS).

Za analizo vpliva vrste soli in zmanjšanja njene vsebnosti na teksturne, senzorične in kemijske parametre kranjskih klobas smo uporabili statistični model, v katerega smo vključili fiksen vpliv skupine (S: različna razmerja med nitritno soljo in kuhinjsko soljo) in proizvodne ponovitve (P: 1-2):  $y_{ijk} = \mu + S_i + P_j + e_{ijk}$

Pričakovane povprečne vrednosti za eksperimentalne skupine so bile izračunane z uporabo Duncanovega testa in primerjane pri 5 % tveganju. Pearsonovi korelacijski koeficienti med parametri kranjskih klobas so izračunani s postopkom CORR (SAS Software, 1999).

## 4 REZULTATI

V nadaljevanju so podane preglednice z rezultati kemijske, senzorične in instrumentalne analize merjenja barve in teksture s pripadajočimi komentarji statistične obdelave.

### 4.1 REZULTATI KEMIJSKE ANALIZE

Rezultati kemijske analize kranjskih klobas z izračunanimi osnovnimi statističnimi parametri, so podani v preglednici 7. Trinajstim vzorcem prve proizvodne ponovitve, smo v dveh paralelkah določili vsebnost vode, skupnih anorganskih snovi, maščobe in vsebnost beljakovin. Na vseh petindvajsetih vzorcih, tudi v dveh paralelkah, pa še vsebnost soli (NaCl po Volhardu), rezidualni nitrit in  $\text{Na}^+$  z ionoselektivno elektrodo. Največjo variabilnost rezultatov kaže rezidualni nitrit (KV = 59 %), pri določanju vsebnosti soli po Volhardu in merjenju  $\text{Na}^+$  z ionoselektivno elektrodo je koeficient variabilnosti enak (15 %), pri ostalih parametrih je koeficient manjši od 10 %. Variabilnost rezidualnega nitrita v kranjskih klobasah gre pripisati dodanim različnim vsebnostim nitritne soli, ki je v nekaterih vzorcih zmanjšana na 0,4 % in ni posledica napake pri določanju med paralelkami.

**Preglednica 7: Rezultati kemijske analize kranjskih klobas, izdelanih z različnimi razmerji med nitritno in kuhinjsko soljo, z izračunanimi osnovnimi statističnimi parametri**

Parameter	n	Vrednost			so	KV (%)
		povprečna	najmanjša	največja		
voda (g/100g)	26	60,92	58,15	62,14	1,09	1,8
skupne anorganske snovi (g/100g)	26	2,71	2,28	3,09	0,27	9,9
maščoba (g/100g)	26	18,30	16,93	20,96	1,11	6,1
beljakovine (g/100g)	26	17,89	16,21	19,28	0,78	4,4
NaCl (g/100g)	50	1,99	1,48	2,53	0,30	15
rezidualni nitrit (mg/kg)	50	10,56	2,54	23,65	6,21	59
$\text{Na}^+$ (mg/kg)	50	536	410	763	81	15

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

Kranjska klobasa na 100 g v povprečju vsebuje 60,92 g vode, 2,71 g skupnih anorganskih snovi, 18,30 g maščob, 17,89 g beljakovin, 1,99 g soli in 10,56 mg/kg rezidualnega nitrita.

**Preglednica 8: Vpliv razmerja med nitritno in kuhinjsko soljo na kemijsko sestavo (povprečna vrednost  $\pm$ standardni odklon) kranjskih klobas, izdelanih v dveh proizvodnih ponovitvah (Duncanov test,  $\alpha = 0,05$ )**

Skupina	Parameter (g/100 g)			
	voda	skupne anorganske snovi	maščobe	beljakovine
N-2,2	60,77 $\pm$ 0,7bc	3,05 $\pm$ 0,1a	17,20 $\pm$ 0,1h	18,99 $\pm$ 0,1ab
N-2,0	59,89 $\pm$ 0,8cd	2,88 $\pm$ 0,0b	18,60 $\pm$ 0,1d	17,44 $\pm$ 0,1cdef
N-1,9	61,93 $\pm$ 0,2a	2,85 $\pm$ 0,0b	17,25 $\pm$ 0,1gh	18,02 $\pm$ 0,2bcde
N-1,8	61,39 $\pm$ 0,1ab	2,60 $\pm$ 0,0c	18,56 $\pm$ 0,2ed	18,09 $\pm$ 0,5bcd
N-1,6	60,76 $\pm$ 0,7bc	2,50 $\pm$ 0,0d	19,43 $\pm$ 0,2c	17,27 $\pm$ 0,9efd
N-1,4	61,43 $\pm$ 0,5ab	2,37 $\pm$ 0,0e	17,11 $\pm$ 0,3h	18,11 $\pm$ 0,1bcd
S-1,4/N-0,8	61,98 $\pm$ 0,2a	2,99 $\pm$ 0,1a	18,05 $\pm$ 0,3ef	18,33 $\pm$ 0,1abc
S-1,6/N-0,6	61,47 $\pm$ 0,1ab	2,98 $\pm$ 0,0a	18,07 $\pm$ 0,0ef	17,01 $\pm$ 1,1ef
S-1,8/N-0,4	61,72 $\pm$ 0,1ab	3,05 $\pm$ 0,0a	17,55 $\pm$ 0,2fgh	19,14 $\pm$ 0,2a
S-0,95/N-0,95	61,63 $\pm$ 0,3ab	2,62 $\pm$ 0,0c	17,76 $\pm$ 0,0fg	18,31 $\pm$ 0,2abc
S-0,8/N-0,8	59,30 $\pm$ 0,3de	2,41 $\pm$ 0,0e	20,02 $\pm$ 0,6b	17,99 $\pm$ 0,3bcde
S-1,0/N-0,6	58,68 $\pm$ 0,8e	2,30 $\pm$ 0,0f	20,77 $\pm$ 0,3a	17,22 $\pm$ 0,2def
S-1,2/N-0,4	59,92 $\pm$ 0,1cd	2,43 $\pm$ 0,0e	18,57 $\pm$ 0,2ed	16,54 $\pm$ 0,1f
<i>p</i> -vrednost	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	0,0012

Srednje vrednosti z različno črko (a,b,c,d,e,f,g,h) znotraj stolpca se statistično značilno razlikujejo ( $p < 0,05$ ; značilnost razlik med poskusnimi skupinami).

V preglednici 8 lahko vidimo, da se kranjske klobase vseh eksperimentalnih skupin statistično značilno razlikujejo ( $p < 0,01$ ) v vsebnosti vseh osnovnih komponent (vode, maščob in skupnih anorganskih snovi, pa tudi beljakovin). Tega nismo pričakovali (z izjemo skupnih anorganskih snovi), je pa najverjetneje posledica razlik v osnovni surovini. Vsebnost skupnih anorganskih snovi se ustrezno zmanjšuje z zmanjševanjem dodatka soli.

Eksperimentalne skupine se statistično značilno ( $p < 0,0001$ ) razlikujejo v vsebnosti NaCl, Na<sup>+</sup> in rezidualnega nitrita (preglednica 9).

### NaCl

Koncentracija NaCl se zmanjšuje skladno z zmanjševanjem dodatka soli. Opazimo, da smo eksperimentalno določili nekoliko večje vrednosti kot je bil planiran dodatek soli. Po pričakovanju smo največjo vsebnost NaCl določili v skupini N-2,2, in sicer 2,38 g/100 g. Le pri skupini S-0,95/N-0,95 smo določili manjšo vrednost NaCl, kot smo je dodali, vendar je razlika velikosti napake analize.

### Na<sup>+</sup>

Vsebnosti Na<sup>+</sup> se med eksperimentalnimi skupinami sicer statistično značilno razlikujejo ( $p < 0,0001$ ), vendar težko karkoli povzamemo iz zbranih podatkov. Podatki neenakomerno varirajo in ne kažejo nobene povezave s količino dodane soli. Najverjetneje gre za nenatančnost metode merjenja z ionoselektivno elektrodo, ki jo bo potrebno še optimizirati.

### Rezidualni nitrit

Zelo visoko vsebnost rezidualnega nitrita, v primerjavi z ostalimi vzorci, vidimo pri skupini N-1,9 (22,43 mg/kg). Večje vsebnosti imajo še skupine N-2,2, N-2,0 in N-1,8 (16,30 do 16,94 mg/kg). Vsebnosti rezidualnega nitrita se nato ustrezno zmanjšujejo z zmanjševanjem dodatka nitritne soli. Tako imata najmanjšo vsebnost rezidualnega nitrita skupini S-1,2/N-0,4 in S-1,8/N-0,4 (3,37 oz. 2,96 mg/kg).

**Preglednica 9: Vpliv razmerja med nitritno in kuhinjsko soljo na vsebnost (povprečna vrednost  $\pm$  standardni odklon) NaCl, rezidualnega nitrita in Na<sup>+</sup> v kranjskih klobasah, izdelanih v dveh proizvodnih ponovitvah (Duncanov test,  $\alpha = 0,05$ )**

Skupina	Skupni dodatek soli (g/100 g)	Parameter		
		NaCl (g/100 g)	Na <sup>+</sup> (mg/kg)	rezidualni nitrit (mg/kg)
N-2,2	2,2	2,38 $\pm$ 0,1a	570 $\pm$ 49abc	16,94 $\pm$ 0,8b
N-2,0	2,0	2,15 $\pm$ 0,1b	640 $\pm$ 107a	16,32 $\pm$ 1,9b
N-1,9	1,9	2,03 $\pm$ 0,1c	507 $\pm$ 27cd	22,43 $\pm$ 1,2a
N-1,8	1,8	1,94 $\pm$ 0,1cd	594 $\pm$ 35ab	16,30 $\pm$ 0,6b
N-1,6	1,6	1,83 $\pm$ 0,1d	554 $\pm$ 15bc	13,89 $\pm$ 1,2c
N-1,4	1,4	1,61 $\pm$ 0,1e	470 $\pm$ 34d	10,74 $\pm$ 1,0d
S-1,4/N-0,8	2,2	2,32 $\pm$ 0,1a	573 $\pm$ 30abc	5,55 $\pm$ 0,9e
S-1,6/N-0,6	2,2	2,33 $\pm$ 0,1a	592 $\pm$ 55ab	4,69 $\pm$ 1,3ef
S-1,8/N-0,4	2,2	2,36 $\pm$ 0,2a	626 $\pm$ 64ab	2,96 $\pm$ 0,5g
S-0,95/N-0,95	1,9	1,89 $\pm$ 0,1d	468 $\pm$ 8d	9,46 $\pm$ 0,0d
S-0,8/N-0,8	1,6	1,69 $\pm$ 0,0e	454 $\pm$ 31d	9,19 $\pm$ 0,5d
S-1,0/N-0,6	1,6	1,63 $\pm$ 0,0e	431 $\pm$ 17d	4,87 $\pm$ 0,6ef
S-1,2/N-0,4	1,6	1,68 $\pm$ 0,0e	457 $\pm$ 20d	3,37 $\pm$ 0,8fg
<i>p</i> -vrednost		< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001

Srednje vrednosti z različno črko (a,b,c,d,e,f,g) znotraj stolpca se statistično značilno razlikujejo ( $p < 0,05$ ; značilnost razlik med eksperimentalnimi skupinami).

## 4.2 REZULTATI SENZORIČNE ANALIZE

**Preglednica 10: Rezultati senzorične analize kranjskih klobas, izdelanih z različnimi razmerji med nitritno in kuhinjsko soljo, z izračunanimi osnovnimi statističnimi parametri**

Lastnost (točke)	n	Vrednost			so	KV (%)
		povprečna	najmanjša	največja		
rožnati odtенок (1-7)	100	5,3	4,5	6,0	0,5	8,7
slanost (1-4-7)	100	4,2	2,0	6,0	0,8	20
aroma (1-7)	100	5,3	4,5	6,0	0,4	7,5
tekstura (1-4-7)	100	3,4	2,5	4,0	0,4	11,2
skupni vtis (1-7)	100	5,1	4,0	6,5	0,5	9,3

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



Iz preglednice 10 lahko razberemo, da so bile kranjske klobase v povprečju ocenjene s 5,3 točke za rožnati odtenek oz. barvo, 4,2 točke za slanost, 5,3 točke za aromo, 3,4 točke za teksturo in 5,1 točke za skupni vtis. Največji koeficient variabilnosti (20 %) je izračunan pri slanosti, kar je pričakovano, saj v poskusu zmanjšujemo dodano sol.

**Preglednica 11: Vpliv razmerja med nitritno in kuhinjsko soljo na senzorično ocenjene lastnosti (povprečna vrednost  $\pm$  standardni odklon) kranjskih klobas, izdelanih v dveh proizvodnih ponovitvah (Duncanov test,  $\alpha = 0,05$ )**

Skupina	Skupni dodatek soli (g/100 g)	Lastnost (točke)				
		rožnati odtenek (1-7)	slanost (1-4-7)	aroma (1-7)	tekstura (1-4-7)	skupni vtis (1-7)
N-2,2	2,2	6,0 $\pm$ 0,0a	4,8 $\pm$ 0,6b	5,3 $\pm$ 0,3bcd	3,4 $\pm$ 0,4bc	5,2 $\pm$ 0,3bcd
N-2,0	2,0	5,3 $\pm$ 0,4bcde	4,8 $\pm$ 0,4ab	5,4 $\pm$ 0,3abc	3,4 $\pm$ 0,2bc	5,1 $\pm$ 0,4bcd
N-1,9	1,9	5,9 $\pm$ 0,2a	4,1 $\pm$ 0,2c	5,8 $\pm$ 0,3a	3,9 $\pm$ 0,2a	5,8 $\pm$ 0,3a
N-1,8	1,8	5,3 $\pm$ 0,3bcd	4,7 $\pm$ 0,3b	5,5 $\pm$ 0,4ab	3,2 $\pm$ 0,3c	5,3 $\pm$ 0,7bc
<b>N-1,6</b>	<b>1,6</b>	<b>5,5 <math>\pm</math>0,0b</b>	<b>3,9 <math>\pm</math>0,4cd</b>	<b>5,6 <math>\pm</math>0,6ab</b>	<b>3,5 <math>\pm</math>0,0abc</b>	<b>5,3 <math>\pm</math>0,7b</b>
N-1,4	1,4	4,9 $\pm$ 0,5ef	3,2 $\pm$ 0,4e	5,3 $\pm$ 0,3bcd	3,1 $\pm$ 0,4c	4,8 $\pm$ 0,4d
S-1,4/N-0,8	2,2	4,8 $\pm$ 0,3f	5,3 $\pm$ 0,3a	5,6 $\pm$ 0,3ab	3,6 $\pm$ 0,4ab	5,1 $\pm$ 0,4bcd
S-1,6/N-0,6	2,2	5,1 $\pm$ 0,3cdef	4,7 $\pm$ 0,4b	5,3 $\pm$ 0,3bcd	3,4 $\pm$ 0,4bc	5,2 $\pm$ 0,3bcd
S-1,8/N-0,4	2,2	5,0 $\pm$ 0,4def	4,9 $\pm$ 0,7ab	5,3 $\pm$ 0,3bcd	3,1 $\pm$ 0,4c	4,8 $\pm$ 0,4cd
S-0,95/N-0,95	1,9	5,4 $\pm$ 0,3bc	3,5 $\pm$ 0,4de	5,3 $\pm$ 0,3bcd	3,1 $\pm$ 0,3c	5,0 $\pm$ 0,0bcd
S-0,8/N-0,8	1,6	5,5 $\pm$ 0,0b	3,2 $\pm$ 0,5e	4,9 $\pm$ 0,4d	3,5 $\pm$ 0,5abc	4,8 $\pm$ 0,4cd
S-1,0/N-0,6	1,6	5,3 $\pm$ 0,3bcde	3,4 $\pm$ 0,2de	5,1 $\pm$ 0,3cd	3,8 $\pm$ 0,3ab	5,1 $\pm$ 0,4bcd
S-1,2/N-0,4	1,6	4,9 $\pm$ 0,4f	3,4 $\pm$ 0,6e	5,0 $\pm$ 0,4d	3,5 $\pm$ 0,0abc	4,8 $\pm$ 0,3d
<i>p</i> -vrednost		< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001

Srednje vrednosti z različno črko (a,b,c,d,e,f) znotraj stolpca se statistično značilno razlikujejo ( $p < 0,05$ ; značilnost razlik med poskusnimi skupinami).

Vse ocenjene senzorične lastnosti kranjskih klobas so statistično značilno ( $p < 0,0001$ ) odvisne od dodatka nitritne soli in razmerja med nitritno in kuhinjsko soljo (preglednica 11).

### Rožnati odtenek

V preglednici 11 lahko vidimo, da so ocenjevalci dodelili najvišji oceni za rožnati odtenek skupinama N-2,2 in N-1,9. Pričakovano imajo skupine z večjim odstotkom dodanega nitrita (N-2,2 in N-1,9) bolj značilno, rožnato barvo razsoljenega mesa. Barvo kranjskih klobas z dodano samo nitritno soljo (z izjemo 1,4 % nitritne soli) so ocenjevalci v povprečju bistveno bolj ocenili kot barvo klobas, pripravljenih s kombinacijo obeh soli.

### Slanost

Optimalni oceni slanosti (4 točke) se najbolj približa skupina N-1,6. Slabše ocene, pod 4 točke, so prejele klobase s kombinacijo soli S-0,95/N-0,95, S-0,8/N-0,8, S-1,0/N-0,6, S-1,2/N-0,4 in N-1,4. Najvišjo oceno (5,3 točke) je prejela skupina S-1,4/N-0,8, kar pomeni, da je vzorec preslan. Če primerjamo vzorca N-1,9 in S-0,95/N-0,95, ki imata skupni dodatek soli enak (1,9 %), opazimo, da so pri kombinaciji kuhinjske in nitritne soli zaznali

manjšo slanost izdelka. Podobno velja ob primerjavi N-1,6 s skupinami S-0,8/N-0,8, S-1,0/N-0,6 in S-1,2/N-0,4, kjer je skupina s samo nitritno soljo prejela v povprečju boljšo oceno (3,9 točke).

### Aroma

Srednje vrednosti za oceno arome kranjskih klobas v poskusu so med 4,9 in 5,8 točke. Najslabše ocenjena je skupina klobas S-0,8/N-0,8. Ob dodatku enake skupne količine soli (1,9 %) je skupina klobas s samo nitritno soljo (N-1,9) prejela značilno višjo oceno za aromo kot primerljiva skupina s kombinacijo soli (S-0,95/N-0,95).

### Tekstura

Pri senzoričnih ocenah teksture opazimo manjša odstopanja med skupinami. Najbolje sta ocenjeni skupini N-1,9 in S-1,0/N-0,6. Vse ostale skupine so prejele ocene pod 4 točkami, kar nakazuje na bolj drobljive in slabše povezane kranjske klobase, višje ocene bi pomenile bolj čvrste in gumijaste vzorce. Pri primerjavi skupin S-0,8/N-0,8, S-1,0/N-0,6 in S-1,2/N-0,4 s skupino N-1,6 opazimo, da se najbolj približa optimalni oceni (4 točke) S-1,0/N-0,6. Podobno pri primerjavi skupin S-1,4/N-0,8, S-1,6/N-0,6 in S-1,8/N-0,4 s skupino N-2,2 opazimo, da je S-1,4/N-0,8 prejela boljšo oceno.

### Skupni vtis

Najbolje ocenjen skupni vtis je dosegla skupina kranjskih klobas N-1,9 (5,8 točk). Skupina N-1,9 je ob dodatku enake skupne vsebnosti soli, značilno bolje ocenjena kot primerljiva skupina S-0,95/N-0,95. Skupina N-1,6 je prejela boljšo oceno kot skupine S-0,8/N-0,8, S-1,0/N-0,6 in S-1,2/N-0,4, katere imajo znižan delež nitritne soli in del zamenjan s kuhinjsko soljo. Lahko rečemo, da so prejele klobase z nitritno soljo boljše ocene za skupni vtis.

## 4.3 REZULTATI INSTRUMENTALNIH MERITEV BARVE IN TEKSTURE

**Preglednica 12: Rezultati merjenja barve in teksture kranjskih klobas, izdelanih z različnimi razmerji med nitritno in kuhinjsko soljo, z izračunanimi osnovnimi statističnimi parametri**

Parameter	n	Vrednost			so	KV (%)
		povprečna	najmanjša	največja		
L*	68	66,77	62,43	70,53	3,12	4,7
a*	68	8,63	7,16	10,22	0,89	10
b*	68	9,40	8,43	10,88	0,71	7,6
rezna trdnost (N)	62	58,6	40,8	89,3	10,9	19

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

Preglednica 12 prikazuje rezultate instrumentalnih meritev barve s kromometrom Minolta in teksture z metodo po Warner-Bratzlerju. Povprečna vrednost parametra L\* kranjskih klobas je 66,77, vrednost a\* 8,63 in vrednost b\* 9,40. V povprečju je rezna trdnost vzorcev znašala 58,6 N. Največjo variabilnost rezultatov vidimo pri rezni trdnosti (KV = 19 %).

**Preglednica 13: Vpliv razmerja med nitritno in kuhinjsko soljo na instrumentalno merjene parametre barve (povprečna vrednost  $\pm$ standardni odklon) kranjskih klobas, izdelanih v dveh proizvodnih ponovitvah (Duncanov test,  $\alpha = 0,05$ )**

Skupina	Skupni dodatek soli (g/100 g)	Vrednost L*	Vrednost a*	Vrednost b*
N-2,2	2,2	62,54 $\pm$ 0,1g	8,22 $\pm$ 0,1b	8,70 $\pm$ 0,1cd
N-2,0	2,0	63,82 $\pm$ 0,6e	7,87 $\pm$ 0,2bc	9,09 $\pm$ 0,2bc
N-1,9	1,9	70,10 $\pm$ 0,4a	9,43 $\pm$ 0,2a	8,96 $\pm$ 0,2bcd
N-1,8	1,8	64,01 $\pm$ 0,3e	7,72 $\pm$ 0,2bcd	8,64 $\pm$ 0,1d
N-1,6	1,6	63,46 $\pm$ 0,1ef	7,79 $\pm$ 0,2bcd	9,14 $\pm$ 0,2bc
N-1,4	1,4	65,29 $\pm$ 0,1d	7,90 $\pm$ 0,1bc	8,73 $\pm$ 0,0cd
S-1,4/N-0,8	2,2	62,92 $\pm$ 0,3fg	7,99 $\pm$ 0,1bc	9,19 $\pm$ 0,1b
S-1,6/N-0,6	2,2	63,10 $\pm$ 0,3fg	7,48 $\pm$ 0,1cd	8,86 $\pm$ 0,0bcd
S-1,8/N-0,4	2,2	63,49 $\pm$ 0,3ef	7,31 $\pm$ 0,1d	8,53 $\pm$ 0,1d
S-0,95/N-0,95	1,9	69,09 $\pm$ 0,5c	9,54 $\pm$ 0,2a	10,28 $\pm$ 0,3a
S-0,8/N-0,8	1,6	69,77 $\pm$ 0,5ab	9,34 $\pm$ 0,3a	10,20 $\pm$ 0,3a
S-1,0/N-0,6	1,6	69,40 $\pm$ 0,5bc	9,53 $\pm$ 0,5a	10,07 $\pm$ 0,5a
S-1,2/N-0,4	1,6	69,45 $\pm$ 0,7bc	9,15 $\pm$ 0,7a	10,11 $\pm$ 0,6a
p-vrednost		< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001

Srednje vrednosti z različno črko (a,b,c,d,e,f,g) znotraj stolpca se statistično značilno razlikujejo ( $p < 0,05$ ; značilnost razlik med poskusnimi skupinami).

Iz preglednice 13 lahko razberemo srednje vrednosti za instrumentalno izmerjeno barvo trinajstih skupin kranjskih klobas. Vse vrednosti L\*, a\* in b\* so statistično značilno ( $p < 0,0001$ ) odvisne od dodatka in kombinacije soli.

Vrednost L\* opisuje svetlost vzorca. Večje vrednosti predstavljajo svetlejšo barvo vzorca in obratno, manjše vrednosti temnejšo barvo. Iz preglednice 13 je razvidno, da so v povprečju pri skupinah s kombinacijo soli in manjšo skupno vsebnostjo soli (S-0,95/N-0,95, S-0,8/N-0,8, S-1,0/N-0,6 in S-1,2/N-0,4) izmerjene večje vrednosti L\*, kar nakazuje na svetlejše vzorce. Skupine z nitritno soljo N-2,2, N-2,0, N-1,8, N-1,6 in N-1,4 (izjema je skupina N-1,9) in skupine s kombinacijo soli, vendar večjo skupno vsebnostjo soli 2,2 % (S-1,4/N-0,8, S-1,6/N-0,6 in S-1,8/N-0,4), imajo manjše vrednosti, kar pomeni temnejšo barvo.

Pozitivne vrednosti a\* opisujejo rdeč odtenek, negativne vrednosti a\* pa zelen. Kranjske klobase s samo nitritno soljo (izjema N-1,9) in kombinacijo obeh soli z višjim skupnim dodatkom soli 2,2 % (S-1,4/N-0,8, S-1,6/N-0,6 in S-1,8/N-0,4) imajo manjše srednje vrednosti a\*. To pomeni, da so manj rdeče v primerjavi s skupinami z večjimi srednjimi vrednostmi a\* (N-1,9, S-0,95/N-0,95, S-0,8/N-0,8, S-1,0/N-0,6 in S-1,2/N-0,4).

Pozitivne vrednosti b\* opisujejo rumen odtenek, medtem ko negativne vrednosti b\* modrega. Večje srednje vrednosti b\* imajo skupine s kombinacijo soli S-0,95/N-0,95, S-0,8/N-0,8, S-1,0/N-0,6 in S-1,2/N-0,4 ter tako bolj rumen odtenek v primerjavi s skupinami s samo nitritno soljo in kombinacijo soli z višjim skupnim deležem soli 2,2 %.

**Preglednica 14: Vpliv razmerja med nitritno in kuhinjsko soljo na instrumentalno izmerjeno teksturo (povprečna vrednost  $\pm$ standardni odklon) kranjskih klobas, izdelanih v dveh proizvodnih ponovitvah (Duncanov test,  $\alpha = 0,05$ )**

Skupina	Rezna trdnost (N)
N-2,2	72,5 $\pm$ 21,2
N-2,0	56,6 $\pm$ 13,2
N-1,9	58,2 $\pm$ 6,2
N-1,8	54,1 $\pm$ 6,0
N-1,6	48,5 $\pm$ 3,2
N-1,4	54,4 $\pm$ 2,6
S-1,4/N-0,8	57,5 $\pm$ 4,9
S-1,6/N-0,6	65,9 $\pm$ 7,4
S-1,8/N-0,4	58,4 $\pm$ 9,9
S-0,95/N-0,95	49,1 $\pm$ 10,9
S-0,8/N-0,8	57,6 $\pm$ 11,1
S-1,0/N-0,6	63,4 $\pm$ 12,4
S-1,2/N-0,4	62,9 $\pm$ 11,8
<i>p</i> -vrednost	0,1818

$p > 0,05$  statistično neznačilen vpliv

Rezultati meritve teksturnih lastnosti kranjskih klobas s Kramerjevo celico so podani v preglednici 14. Razmerje med nitritno in kuhinjsko soljo ne vpliva značilno ( $p > 0,05$ ) na rezno trdnost. Večje vrednosti pomenijo boljše čvrstost. Opazimo trend, da večja vsebnost soli (predvsem pri dodatku same nitritne soli) zagotavlja boljše čvrstost klobas. Med ostalimi skupinami s kombinacijo soli je izjema skupina S-1,6/N-0,6 z vrednostjo 65,9 N. Vzorec N-1,6 je imel najmanjšo trdnost (48,5 N), kar kaže na slabšo povezljivost kosov nadeva.

#### 4.4 KORELACIJSKA ANALIZA

Pogledali smo, kako so povezani senzorični parametri (barva, slanost, aroma in skupni vtis) in vsebnost NaCl v kranjskih klobasah. Ugotovili smo, da med vsebnostjo NaCl in oceno rožnatega odtenka ter skupnim vtisom ni povezave ( $p > 0,05$ ,  $r = 0,07$ ;  $p > 0,05$ ,  $r = 0,13$ ). Samo med vsebnostjo NaCl in oceno slanosti obstaja tesna pozitivna povezava ( $p < 0,0001$ ,  $r = 0,76$ ), medtem ko je vsebnost NaCl z oceno arome v značilni vendar šibki povezavi ( $p < 0,01$ ,  $r = 0,37$ ).

Med senzorično oceno barve in vsebnostjo rezidualnega nitrita obstaja pozitivna povezava ( $p < 0,0001$ ,  $r = 0,62$ ). Ugotovili smo še pozitivno povezavo med senzorično ocenjeno aromo in skupnim vtisom ( $p < 0,0001$ ,  $r = 0,58$ ). Senzorična ocena slanosti je v statistično značilni vendar šibkejši negativni povezavi z vsebnostjo maščob ( $p < 0,01$ ,  $r = -0,44$ ).

Med vsebnostjo NaCl in senzorično ter instrumentalno izmerjeno teksturo ni povezave ( $p > 0,05$ ,  $r = -0,11$ ;  $p > 0,05$ ,  $r = 0,09$ ). Tudi med vsebnostjo NaCl in senzorično ter instrumentalno izmerjeno barvo ni povezave ( $L^*$ :  $p > 0,05$ ,  $r = 0,21$ ;  $a^*$ :  $p < 0,01$ ,  $r = 0,36$ ;  $b^*$ :  $p > 0,05$ ,  $r = -0,06$ ).

#### 4.5 MULTIVARIANTNA ANALIZA

Z analizo glavnih komponent (PCA) in linearno diskriminantno analizo (LDA) smo kranjske klobase na podlagi njihovega senzoričnega profila in kemijske sestave porazdelili glede na dodatek nitritne soli in razmerje med nitritno in kuhinjsko soljo. V analizo smo vključili 16 parametrov, združenih v štiri skupine, kemijske parametre, senzorične lastnosti, instrumentalno merjene parametre barve in teksture. Z analizo PCA smo izmed vseh v nalogi opazovanih parametrov izbrali tiste, ki nosijo največji delež vseh informacij. Prvih pet glavnih komponent razloži 83 % skupne variabilnosti med analiziranimi klobasami. Nekatero parametre od 16 analiziranih je analiza PCA prepoznala kot manj pomembne, to so vsebnost vode, maščobe, beljakovin in rezidualnega nitrita, senzorično ocenjen roza odtenek, tekstura in aroma ter instrumentalno izmerjena vrednost barve  $a^*$  in rezna trdnost. Zato smo v analizo LDA vključili preostalih sedem parametrov (preglednica 15).

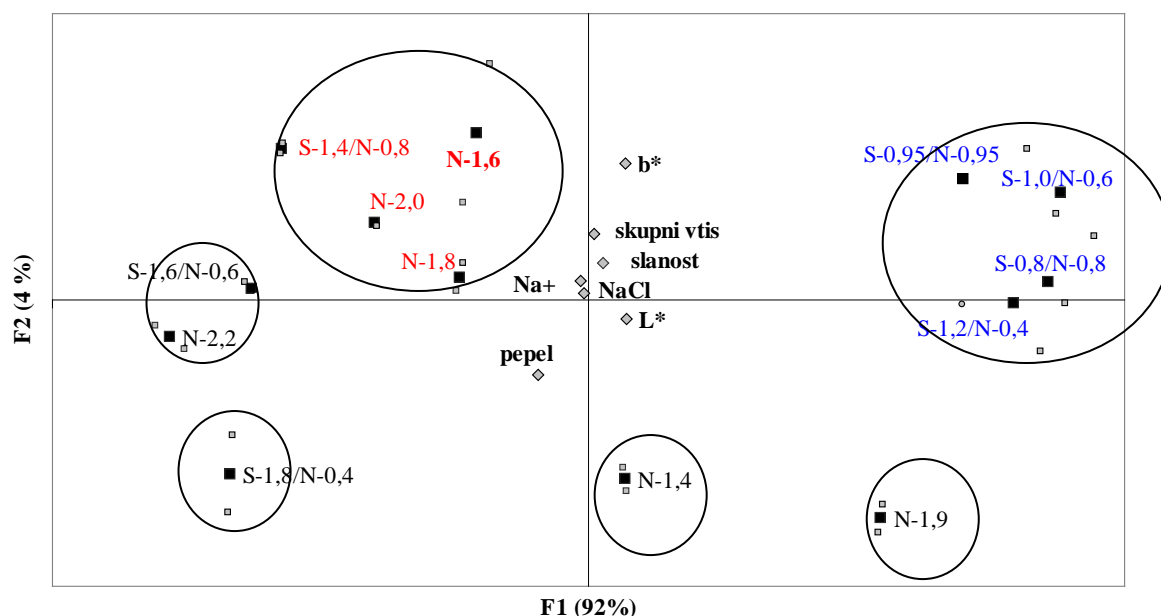
**Preglednica 15: Korelacijski koeficienti med spremenljivkami, uporabljenimi v LDA**

Parameter	Skupni vtis	Vrednost $L^*$	Vrednost $b^*$	Pepel	NaCl	$Na^+$
slanost	-0,01	-0,15	-0,37	-0,10	0,07	0,63
skupni vtis	1,00	-0,30	-0,76	-0,58	-0,54	-0,17
vrednost $L^*$		1,00	0,51	0,72	0,60	-0,08
vrednost $b^*$			1,00	0,82	0,60	-0,18
pepel				1,00	0,80	-0,07
NaCl					1,00	0,00

Tako smo z analizo LDA med sedmimi določili tri najbolj diskriminantne spremenljivke: vrednosti  $L^*$  in  $b^*$  ter vsebnost pepela. Prvi dve funkciji (25 vzorcev, 7 parametrov) razložita 96 % skupne variabilnosti (92 in 4 %). Na sliki 8 lahko opazimo spremenljivko, definirano s funkcijo 1, ki leži daleč od izhodišča, in sicer vrednost  $L^*$ . Ta spremenljivka je v tesni, negativni korelaciji z vsebnostjo pepela, ki leži blizu funkcije 1 na nasprotni strani. Funkcija 2 definira skupino spremenljivk, kot so vrednost  $b^*$  in skupni vtis, manj pa slanost, vsebnost NaCl in  $Na^+$ . Lastnosti, kot so skupni vtis in slanost ter vsebnost NaCl in  $Na^+$ , ležijo blizu druga drugi in so v visoki pozitivni korelaciji.

Dobljene osnovne podatke o senzoričnem in fizikalno-kemijskem profilu kranjskih klobas, izdelanih z različnim razmerjem med nitritno in kuhinjsko soljo, smo uporabili za razvrščanje klobas v trinajst skupin (slika 9). Na splošno je porazdelitev posamezne kranjske klobase v odgovarjajočo skupino v 96 % pravilna, dve klobasi (S-0,8/N-0,8 in S-1,2/N-0,4) od 25-ih sta bili nepravilno razporejeni. V kolikor bi v LDA vključili še vrednost  $a^*$ , bi bila porazdelitev klobas v skupine glede na razmerje med nitritno in kuhinjsko soljo 100 % pravilna.

S slike 9 lahko jasno razberemo šest ločenih profilov (označeni s krogom), in sicer profil 1, ki obsega skupine N-1,6 N-1,8 N-2,0 in S-1,4/N-0,8, profil 2, ki obsega skupini S-1,6/N-0,6 in N-2,2, profil 3 – skupina S-1,8/N-0,4, profil 4 – skupina N-1,4, profil 5 – skupina N-1,9, in profil 6, ki obsega skupine S-0,8/N-0,8, S-1,0/N-0,6, S-1,2/N-0,4 in S-0,95/N-0,95. Zanimiv je predvsem profil 1, v katerem so poleg standardne klobase še dve z nekoliko večjim dodatkom nitrita in klobasa s kombinacijo soli in nitrita, ki je po tej analizi najbližja standardni.



**Slika 9: Projekcija kemijskih, instrumentalno merjenih parametrov barve in senzoričnih lastnosti in podatkov o razmerju med nitritno in kuhinjsko soljo v kranjskih klobasah, v ravnini, definirani s prvima dvema funkcijama.**

## 5 RAZPRAVA IN SKLEPI

### 5.1 RAZPRAVA

Ugotovljeno je bilo, da je uživanje več kot 6 g NaCl/dan/osebo povezano s povišanjem krvnega tlaka z leti. Priporočljivo je, da bi skupni vnos soli s hrano obsegal 5–6 g na dan. V industrializiranih državah predstavljajo enega izmed večjih vnosov natrija v telo v obliki natrijevega klorida obroki iz mesa in mesnih izdelkov. Zato je bil namen diplomskega dela izdelati kranjsko klobaso z manj natrija, t.j. z manj nitritne soli, ki bo še vedno zagotavljala sprejemljivo senzorično kakovost (predvsem barvo) ter hkrati omogočala zmanjšan vnos natrijevih ionov z omenjenim izdelkom v telo.

Na vzorcih kranjskih klobas smo analizirali naslednje kemijske parametre: voda, skupne anorganske snovi, maščoba, beljakovine, NaCl, rezidualni nitrit in Na<sup>+</sup>. Med temi je največjo variabilnost rezultatov pokazal rezidualni nitrit, kar pripisujemo zmanjšanemu dodatku nitritne soli in posledično manjšega vnosa nitrita. Pri dveh skupinah je bila vsebnost nitritne soli zmanjšana na 0,4 %. Visok koeficient variabilnosti imata še NaCl in Na<sup>+</sup>, kar je ravno tako posledica manjšega dodatka soli.

Ugotovili smo, da dodatek nitritne soli vpliva na boljšo **senzorično oceno arome** kranjskih klobas. Skupina s kombinacijo obeh soli, ob dodatku enake skupne vsebnosti soli, je prejela slabšo oceno. Nitritna sol je namreč dodatek, ki se v živilski industriji poleg drugih lastnosti uporablja tudi za oblikovanje značilnega okusa, vonja in arome (Žlender in sod., 2009).

Podobno velja za ocene **skupnega vtisa**. Značilno boljše so ocenjene skupine z dodatkom samo nitritne soli. Na skupni vtis najbolj vpliva aroma, ostali senzorični parametri nimajo statistično značilne povezave.

Največjo variabilnost med senzoričnimi lastnostmi je bilo zaznati pri **slanosti**, kar je posledica različnih količin dodane soli. Pri kranjskih klobasah, ki imajo dodano samo nitritno sol, zaznamo boljšo slanost v primerjavi s klobasami, ki imajo del nitritne soli zamenjan s kuhinjsko.

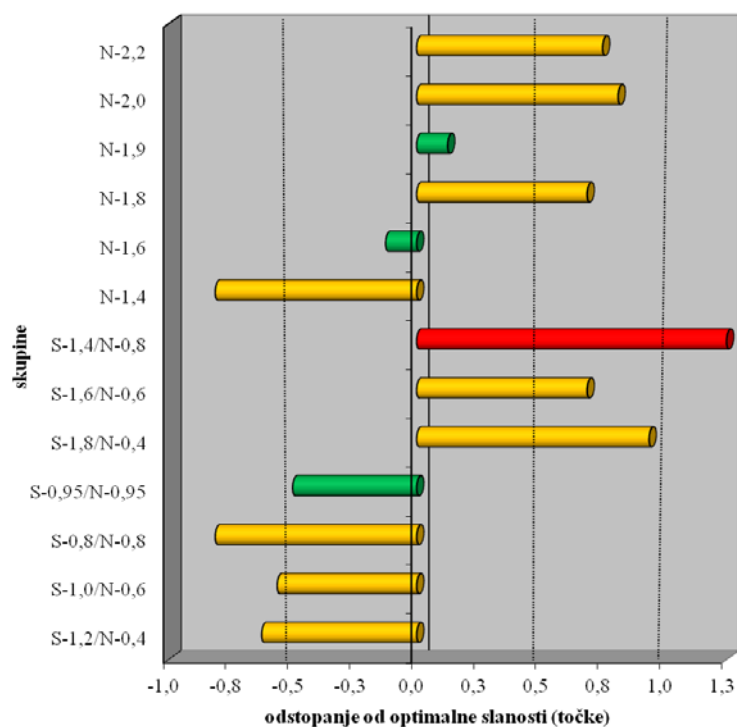
Slanost kranjskih klobas je v pozitivni korelaciji z vsebnostjo dodanega NaCl, saj se z zmanjševanjem vsebnosti NaCl, slabša zaznava slanosti klobas. Podobno so ugotovili tudi Crehan in sod. (2000) na primeru klobas, in sicer, da se z zniževanjem dodatka soli zmanjša zaznava slanosti. Z dobljenimi rezultati smo potrdili hipotezo, da različni dodatki soli vplivajo na senzorično kakovost izdelka.

Na zaznavo slanosti statistično značilno vpliva tudi vsebnost maščob, vendar v negativni in šibkejši korelaciji. Višji kot je delež maščob, slabša je zaznava slanosti. Maščobna tkiva namreč vsebujejo zelo malo vode, zato absorbirajo le malo soli, ki oblikuje blago slan okus (Rajar, 2000).

Slika 10 nam prikazuje kako senzorične ocene slanosti odstopajo od optimalne ocene 4 točk glede na eksperimentalno skupino. Pozitivne vrednosti kažejo na intenzivneje zaznano slanost, negativne pa na slabšo zaznavo slanosti.

Optimalni oceni slanosti se najbolj približa kranjska klobasa z dodatkom 1,6 % nitritne soli (N-1,6). Če predpostavimo, da je interval sprejemljivosti slanosti kranjskih klobas med 3,5 in 4,5 točke, ustrezajo tem pogojem skupine N-1,9, N-1,6 in S-0,95/N-0,95. Razvidno je, da zmanjšan dodatek soli na 1,4 % vpliva na poslabšanje zaznave slanosti (odstopanje več kot 0,5 točke). Ravno tako v primeru kombinacije soli (S-0,8/N-0,8, S-1,0/N-0,6 in S-1,2/N-0,4), kjer dodana skupna vsebnost 1,6 % soli vpliva na slabšo zaznavo slanosti. Nasprotno pa večja vsebnost pri skupnem dodatku 2,2 % soli in kombinaciji kuhinjske ter nitritne soli (S-1,4/N-0,8) kaže na preslan izdelek (odstopanje za več kot 1 točko).

Za zmanjševanje vsebnosti soli v kranjskih klobasah je glede zaznave slanosti primernejša uporaba nitritne soli, saj so ocenjevalci pri klobasah s kombinacijo kuhinjske in nitritne soli zaznali slabšo slanost.



Legenda: rdeča – vzorci preslani (ocena za več kot 1 točko višja od optimalne), rumena – vzorci odstopajo od optimalne ocene do 1 točke, zelena – vzorci, ki od optimalne ocene odstopajo do 0,5 točke.

**Slika 10: Prikaz odstopanja senzoričnih ocen od optimalne slanosti (4 točke) kranjskih klobas glede na eksperimentalno skupino in kombinacijo dodane soli**

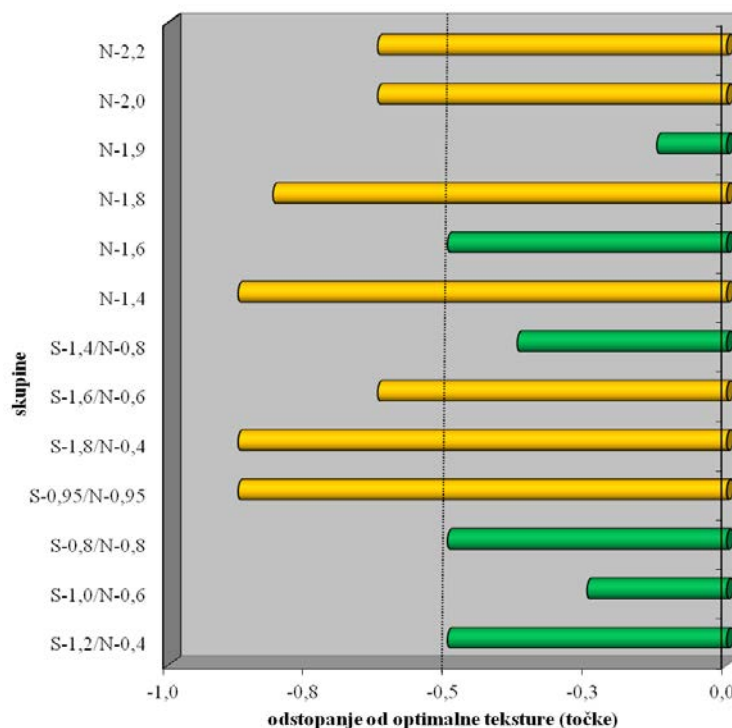
Manjši koeficient variabilnosti (11,2 %) smo v celotnem poskusu zaznali pri senzorični oceni teksture. To nakazuje, da različna koncentracija soli vpliva na spremembe teksturnih lastnosti. Podobno lahko razberemo iz instrumentalnega določanja teksture, kjer je



koeficient variabilnosti (19 %). Vendar med senzorično ocenjeno in instrumentalno izmerjeno teksturo ni tesne povezave. Pri senzoričnem ocenjevanju teksture je bil vzorec N-1,6 znotraj intervala sprejemljivosti teksture, medtem ko smo pri instrumentalnem merjenju rezne trdnosti izmerili najmanjšo vrednost.

Na sliki 11 je grafično prikazano odstopanje senzoričnih ocen teksture od optimalne ocene (4 točke). Vse skupine so prejele ocene nižje od 4 točk, kar nakazuje na slabšo povezanost kosov nadeva in drobljivost le-tega. Višje ocene od 4 točk bi nakazovale na gumijavo in žvečljivo teksturo. Monahan in Troy (1997) sta podobno pokazala na primeru klobas, in sicer da so klobase brez dodanega NaCl bolj drobljive v primerjavi s klobasami z 1,5 % dodatkom soli.

Ob predpostavki intervala sprejemljivosti senzorične ocene teksture med 3,5 in 4,5 točke, lahko s slike 10 razberemo, da je več skupin s kombinacijo kuhinjske in nitritne soli (S-1,4/N-0,8, S-0,8/N-0,8, S-1,0/N-0,6 in S-1,2/N-0,4) prejelo boljšo oceno. Skupine S-0,8/N-0,8, S-1,0/N-0,6 in S-1,2/N-0,4, kjer smo uporabili skupno vsebnost soli 1,6 %, zagotavljajo sprejemljivo teksturo, tako kot primerljiva skupina s samo nitritno soljo N-1,6. Skupina z najmanjšim odstotkom soli 1,4 % (N-1,4) je najslabše ocenjena, kar potrjuje, da manjši delež soli poslabša teksturo. Kuhinjska sol namreč s svojo sposobnostjo raztapljanja miofibrilarnih proteinov (izboljša njihove emulgivne in povezovalne sposobnosti) ter vplivom na povečanje sposobnosti mesa za vezanje vode odločilno vpliva na teksturo izdelkov (Monahan in Troy, 1997).



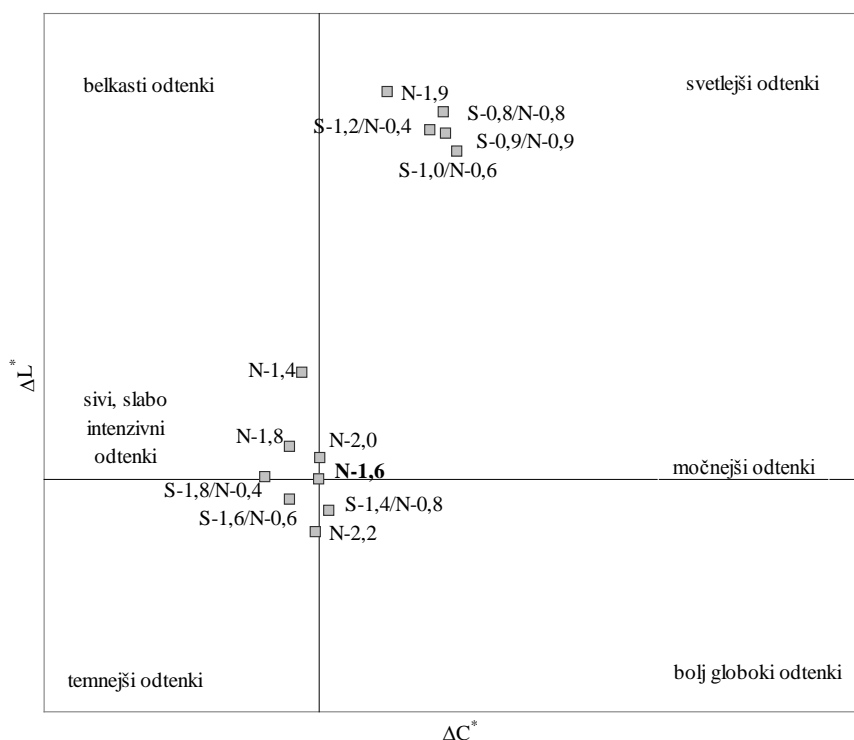
Legenda: zelena – optimalni vzorci (odstopanje do 0,5 točke), rumena – slabša tekstura (odstopanje do 1 točke)

**Slika 11: Prikaz odstopanja senzoričnih ocen od optimalne teksture (4 točke) kranjskih klobas glede na eksperimentalno skupino in kombinacijo dodane soli**

Na senzorično oceno **barve** je najbolj vplivala količina dodane nitritne soli. Tako so ocenjevalci v povprečju bistveno bolje ocenili kranjske klobase z dodano samo nitritno soljo (z izjemo 1,4 % nitritne soli) kot klobase, pripravljene s kombinacijo obeh soli. Na povezavo nitritne soli z oceno barve kaže tudi pozitivna korelacija med rezidualnim nitritom in barvo. Nitrit ima namreč v izdelku poleg funkcije mikrobiološke varnosti tudi vpliv na oblikovanje arome ter značilnega termostabilnega rožnatega odtenka razsoljenega mesa (Weiss in sod., 2010).

Vsekakor na senzorično in instrumentalno izmerjeno barvo vpliva tudi izbira surovine. Lahko pride do neenakomerne barve koščkov mesa, ki je posledica uporabe mišic z različno vsebnostjo mioglobina (svetle in temne mišice) ali pa uporabe mesa različnih kakovosti (npr. BMV in TČS mišičnine). Barvo prereza poslabšajo tudi kosi mesa z mišičnimi krvavitvami (Demšar in Rajar, 2008).

Med instrumentalno izmerjeno barvo na homogeniziranih vzorcih klobas smo zaznali največjo variabilnost pri parametru  $a^*$  (odtenek rdeče barve). Na barvo močno vpliva tako dodatek kot kombinacija dodane soli. Pri uporabi nitritne soli smo tako opazili, da je barva intenzivnejša, manj rdeča in manj rumena v primerjavi s kombinacijo kuhinjske in nitritne soli.



**Slika 12: Povezava med spremembo svetlosti ( $\Delta L^*$ ) in indeksa nasičenosti barve ( $\Delta C^*$ ) eksperimentalnih skupin kranjskih klobas v primerjavi z eksperimentalno skupino N-1,6 (izhodišče)**

Na sliki 12 lahko vidimo kakšna je povezava med spremembo svetlosti ( $\Delta L^*$ ) in indeksa nasičenosti barve ( $\Delta C^*$ ) eksperimentalnih skupin kranjskih klobas v primerjavi z

eksperimentalno skupino N-1,6 (izhodišče), ki je bila določena za optimalno glede slanosti pri senzoričnem ocenjevanju. Zanimalo nas je, kam se uvrstijo ostale skupine na podlagi instrumentalnih rezultatov merjenja parametrov barve  $L^*$ ,  $a^*$  in  $b^*$ .

Razberemo, da so skupine s kombinacijo nitritne in kuhinjske soli S-1,2/N-0,4, S-1,0/N-0,6, S-0,8/N-0,8, S-95/N-0,95 in skupina z nitritno soljo N-1,9 svetlejše barve v primerjavi z izhodiščno skupino N-1,6 in ostalimi skupinami okrog nje. Barvi izhodiščne skupine N-1,6 se glede intenzivnosti najbolj približata vzorca N-2,0 in N-2,2, vendar ležita nasproti osi, kar nakazuje na razlike v svetlosti/temnosti vzorcev. Če pogledamo še svetlost barve, se izhodiščni skupini najbolj približa S-1,4/N-0,4, vendar se pri tem vzorcu pojavi slabša intenzivnost barve.

V postavljeni hipotezi smo pričakovali, da bo barva kranjskih klobas z zmanjšano vsebnostjo nitrita slabša ter manj intenzivna kot pri standardnih klobasah. Na sliki 12 vidimo, da je barva pri skupinah, ki imajo zmanjšan delež nitrita (zamenjava s kuhinjsko soljo) in manjšo skupno vsebnost soli 1,6 % (S-1,2/N-0,4, S-1,0/N-0,6 in S-0,8/N-0,8), svetlejša in močnejša. V skupinah, kjer smo prav tako zamenjali nitrit, vendar je skupni delež soli 2,2 % (S-1,8/N-0,4, S-1,6/N-0,6 in S-1,4/N-0,8), pa opazimo, da se močno približajo barvi izhodiščne skupine. Iz tega lahko povzamemo, da na barvo ne vpliva samo dodatek nitrita, ampak je pomembna tudi skupna vsebnost dodane soli.

Z multivariantno analizo podatkov smo želeli vizualizirati podatkovne matrike; z analizo glavnih komponent (PCA) skrčiti informacije na nekaj osi v večdimenzionalnem prostoru, z linearno diskriminantno analizo (LDA) pa čimbolj ločiti eksperimentalne skupine med seboj. V našem primeru nam je uspelo s PCA analizo skrčiti iz 16 analiziranih parametrov na 7 (NaCl,  $Na^+$ , pepel, vrednost  $L^*$ , vrednost  $b^*$ , slanost in skupni vtis), ki smo jih uporabili v LDA analizi. Ta analiza nam je podala tri najbolj diskriminantne spremenljivke: vrednost  $L^*$  in  $b^*$  ter vsebnost pepela. Na sliki 9 je pri definiranju F1 najpomembnejša vrednost  $L^*$ , ki je v tesni negativni korelaciji z vsebnostjo pepela in pri definiranju F2 vrednost  $b^*$  in skupni vtis, manj pa slanost, vsebnost NaCl in  $Na^+$ . Lastnosti skupni vtis, slanost, vsebnost NaCl in  $Na^+$  so v visoki pozitivni korelaciji. Trinajst skupin smo uspešno porazdelili v 6 ločenih profilov, označenih s krogom (slika 9). Zanimiv je predvsem profil 1, v katerem so poleg standardne klobase (N-1,6) še dve klobasi z nekoliko večjim dodatkom nitrita in klobasa s kombinacijo soli in nitrita, ki je po tej analizi najbližja standardni.

## 5.2 SKLEPI

Na podlagi pridobljenih rezultatov in meritev lahko oblikujemo naslednje sklepe:

- Če predpostavimo, da je interval sprejemljivosti slanosti kranjskih klobas med 3,5 in 4,5 točke, ustrezajo tem pogojem skupine z nitritno soljo z dodatkom 1,9 % in 1,6 %, ter skupina s kombinacijo kuhinjske soli 0,95 % in nitritne soli 0,95 %.
- Za zmanjševanje vsebnosti soli je glede zaznave slanosti primernejša uporaba nitritne soli, saj so ocenjevalci pri klobasah s kombinacijo kuhinjske in nitritne soli zaznali slabšo slanost.
- Zmanjšanje dodatka soli spremeni teksturne lastnosti. Sprejemljivo teksturo zagotavlja 1,6 % dodatek soli (tako pri dodatku nitritne soli kot tudi pri kombinaciji kuhinjske in nitritne soli).
- Značilno boljše ocene za skupni vtis so prejele skupine z nitritno soljo kot skupine s kombinacijo obeh soli.
- Na barvo klobas močno vplivajo tako dodatek in kombinacija dodane soli, kot tudi skupna vsebnost dodane soli ob zmanjšanju nitrita.
- Instrumentalno izmerjena barva kranjskih klobas z nitritno soljo je v povprečju boljša in intenzivnejša kot barva klobas z dodatkom kombinacije kuhinjske in nitritne soli ter se bolj približa barvi razsoljenega mesa.
- Aroma klobas z nitritno soljo je boljša in primernejša kot pri kombinaciji kuhinjske in nitritne soli ob istem skupnem dodatku soli (1,6 %).
- Boljše senzorične lastnosti imajo kranjske klobase z nitritno soljo kot tiste proizvedene s kombinacijo dodane kuhinjske in nitritne soli.
- Zmanjšan dodatek nitritne soli v kranjskih klobasah z 2,2 % na 1,6 % zagotavlja njihovo sprejemljivo senzorično kakovost.

## 6 POVZETEK

Med potrošniki se v zadnjem času pojavlja vse več informacij, da povečan vnos natrija s prehrano negativno vpliva na zdravje. Številne študije so pokazale, da je prekomeren vnos natrija povezan z visokim krvnim tlakom, kar posledično poveča tveganje za možgansko kap in prezgodnje smrti zaradi bolezni srca in ožilja. Poleg tega vpliva tudi na poslabšanje drugih bolezenskih stanj (osteoporoza, astma, ledvični kamni, sladkorna bolezen tipa 2 in želodčni rak). Cilji državnih organov, zdravstva, stroke in živilske industrije so tako usmerjeni v iskanje načinov kako ponuditi potrošniku bolj zdrave proizvode z zmanjšano vsebnostjo soli, ki bodo obenem zagotavljali tehnološko in senzorično kakovost izdelkov.

S tem namenom smo se lotili izdelave kranjske klobase z manjšo vsebnostjo natrija, t.j. z manj nitritne soli, ki bo še vedno zagotavljala sprejemljivo senzorično kakovost (predvsem barvo) ter hkrati omogočala zmanjšan vnos natrijevih ionov z omenjenim izdelkom v telo.

Predvidevali smo, da bomo zaznali razlike v instrumentalni in senzorični kakovosti (predvsem barva, okus in aroma) kranjskih klobas, izdelanih z različnimi dodatki nitritne in kuhinjske soli. Predpostavili smo tudi, da bo barva kranjskih klobas z zmanjšano vsebnostjo nitrita slabša ter manj intenzivna kot pri standardnih klobasah.

V tehnološkem laboratoriju Katedre za tehnologijo mesa in vrednotenje živil smo izdelali kranjske klobase po dani recepturi v 13 eksperimentalnih skupinah v dveh proizvodnih ponovitvah. Dodatek nitritne soli smo postopno zmanjševali z 2,2 % na 1,4 %, pri kombinaciji nitritne in kuhinjske soli pa uporabili 2,2 % in 1,6 % skupni dodatek soli, z različnimi razmerji med posamezno soljo.

Na vseh vzorcih smo v dveh paralelkah izvedli določanje  $\text{Na}^+$  z ionoselektivno elektrodo, vsebnost NaCl po Volhardu in določanje vsebnosti rezidualnega nitrita po Greau in Mirna. Ostale kemijske analize (vsebnost maščob, beljakovin, skupnih mineralnih snovi in vode) smo po uradnih metodah 16. izdaje standardnih analiz AOAC – Official Analytical Chemists (AOAC, 1996), naredili na prvi proizvodni ponovitvi (13 eksperimentalnih skupin) v dveh paralelkah.

Poleg kemijskih analiz smo na vseh vzorcih izvedli senzorično analizo, ki jo je opravil štiričlanski panel izkušenih preskuševalcev. S kromometrom Minolta CR-200b smo izmerili parametre barve kot vrednosti  $L^*$ ,  $a^*$  in  $b^*$ . Z metodo po Warner-Bratzlerju in napravo Texture Analyser smo izmerili rezno trdnost kranjskih klobas.

S programom EXCEL XP smo pripravili in uredili zbrane podatke v poskusu. Osnovne statistične parametre smo izračunali s postopkom MEANS, s postopkom UNIVARIATE pa smo podatke testirali na normalnost porazdelitve (SAS Software, 1999). Rezultati poskusa so bili analizirani po metodi najmanjših kvadratov s postopkom GLM, povezave med parametri pa z multivariantnima metodama PCA (Principal Component Analysis) in LDA (Linear Descriptive Analysis) (SPSS).

Med vsebnostjo NaCl in oceno slanosti obstaja tesna pozitivna povezava. Vsebnost NaCl in ocena arome je v značilni vendar šibki povezavi. Ocena barve in skupnega vtisa z

vsebnostjo NaCl nima tesnejše povezave. Na skupni vtis najbolj vpliva aroma, vpliv ostalih senzoričnih parametrov je zanemarljiv.

Na podlagi dobljenih rezultatov lahko povzamemo, da so se senzorične lastnosti kranjskih klobas z zmanjšanjem dodatka soli spremenile. Barva, aroma, slanost in skupni vtis so boljše ocenjeni ob dodatku nitritne soli kot pri kombinaciji kuhinjske in nitritne soli. Če predpostavimo, da je interval sprejemljivosti slanosti kranjskih klobas med 3,5 in 4,5 točke, ustrezajo tem pogojem klobase z nitritno soljo z dodatkom 1,9 % in 1,6 % ter klobase s kombinacijo kuhinjske soli (0,95 %) in nitritne soli (0,95 %). Vendar pa le zmanjšan dodatek nitritne soli v kranjskih klobasah z 2,2 % na 1,6 % zagotavlja sprejemljivo tako celotno senzorično kot tudi tehnološko kakovost.

## 7 VIRI

- AOAC Official Method 920.153. Ash of meat. 1996. V: Official methods of analysis of AOAC International. 16<sup>th</sup> ed. Vol. 2. Cunniff P. (ed.). Washington, AOAC International, Chapter 39: 4-4
- AOAC Official Method 991.36. Fat (Crude) in meat and meat products. 1996. V: Official methods of analysis of AOAC International. 16<sup>th</sup> ed. Vol. 2. Cunniff P. (ed.). Washington, AOAC International, Chapter 39: 3-4
- AOAC Official Method 950.46. Moisture in meat. 1996. V: Official methods of analysis of AOAC International. 16<sup>th</sup> ed. Vol. 2. Cunniff P. (ed.). Washington, AOAC International, Chapter 39: 1-1
- AOAC Official Method 973.31. Nitrites in cured meat. 1996. V: Official methods of analysis of AOAC International. 16<sup>th</sup> ed. Vol. 2. Cunniff P. (ed.). Washington, AOAC International, Chapter 39: 8-9
- AOAC Official Method 928.08. Nitrogen in meat Kjeldahl method. 1996. V: Official methods of analysis of AOAC International. 16<sup>th</sup> ed. Vol. 2. Cunniff P. (ed.). Washington, AOAC International, Chapter 39: 5-6
- AOAC Official Method 935.47. Salt in meat. 1996. V: Official methods of analysis of AOAC International. 16<sup>th</sup> ed. Vol. 2. Cunniff P. (ed.). Washington, AOAC International, Chapter 39: 4-4
- Beeren C. 2009. Technological innovations for reducing sodium in foods: IOM sodium strategies. Leatherhead, Leatherhead Food International: 21 str.  
<http://iom.edu/~media/Files/Activity%20Files/Nutrition/ReduceSodiumStrat/BEEREN.pdf> (18.9.2012)
- Bem Z., Žlender B., Savić I. 2003. Mesni izdelki: mikrobiologija dodatkov. V: Mikrobiologija živil živalskega izvora. Bem Z., Adamič J., Žlender B., Smole Možina S., Demšar L. (ur.). Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo: 337-341
- Bizjak K., Bem Z. 2003. Podaljšanje obstojnosti živil: soljenje mesa. V: Mikrobiologija živil živalskega izvora. Bem Z., Adamič J., Žlender B., Smole Možina S., Demšar L. (ur.). Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo: 251-288
- Bogataj J., Pegan A., Jež B. 2010. Kranjska klobasa. Specifikacija. Zaščita geografske označbe (ZGO). 2. izdaja. Ljubljana, Gospodarsko interesno združenje proizvajalcev Kranjske klobase: 39 str.  
<http://www.kranjskaklobasa.si/> (15. 4. 2012)
- Cobcroft M., Tikellis K., Busch J. L. H. C. 2008. Salt reduction – a technical overview. Food Australia, 60, 3: 83-86
- Collins J. E. 1997. Reducing salt (sodium) levels in processed meat, poultry and fish products. V: Production and processing of healthy meat, poultry and fish products. Pearson A. M., Dutson T. R. (eds.). London, Blackie Academic and Professional, Chapman & Hall: 282-297

- Crehan C. M., Troy D. J., Buckley D. J. 2000. Effects of salt level and high hydrostatic pressure processing on frankfurters formulated with 1.5 and 2.5 % salt. *Meat Science*, 55: 123-130
- Demšar L., Rajar A. 2008. Tehnologija mesnin: zbirka vaj za predmet Tehnologija mesnin. 2. dopolnjena izd. Ljubljana, Biotehniška Fakulteta, Oddelek za živilstvo: 14-23
- Demšar L., Polak T. 2009. Tehnologije predelave animalnih živil: vaje za predmet Tehnologije predelave animalnih živil za študente prve stopnje Živilstva in prehrane: 1. del Meso. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo: 30-35
- Demšar L., Polak T., Šegatin N. 2011. Tehnologije mesa in mesnin II: interno gradivo za študente univerzitetnega študija druge stopnje Živilstvo pri vajah predmeta Tehnologije mesa in mesnin II. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo: 28 str.
- Desmond E. 2006. Reducing salt: A challenge for the meat industry. *Meat Science*, 74, 1: 188-196
- Desmond E. 2007. Reducing salt in meat and poultry products. V: Reducing salt in foods. Practical strategies. 1<sup>st</sup> ed. Kilcast D., Angus F. (eds.). Cambridge, Woodhead Publishing Limited: 233-255
- Durack E., Alonso-Gomez M., Wilkinson M. G. 2008. Salt: A review of its role in food science and public health. *Current Nutrition & Food Science*, 4, 4: 290-297
- Filip S. 2002. Določitev optimalne tehnologije izdelave in kakovosti kranjskih klobas. Diplomsko delo. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo: 59 str.
- Filip S. 2003. Določitev optimalne tehnologije izdelave in kakovosti kranjskih klobas. Meso in mesnine, strokovna revija za proizvodnjo, predelavo, trženje, porabo in izobraževanje, 4, 1: 43-47
- Fröhlich A. 2001. Kranjska klobasa – narodna posebnost. Meso in mesnine, strokovna revija za proizvodnjo, predelavo, trženje, porabo in izobraževanje, 4, 2: 43-44
- Gilbert P. A., Heiser G. 2005. Salt and health: the CASH and BPA perspective. News and views: Consumer perspective. *Nutrition Bulletin*, 30: 62-69  
[http://goodfoodandhealth.co.uk/articles/Salt %20and %20Health.pdf](http://goodfoodandhealth.co.uk/articles/Salt%20and%20Health.pdf) (28.8.2012)
- GIZ. 2013. Kranjska klobasa, zašpiljeno dobra od 1896: Proizvajalci. Ljubljana, GIZ Kranjska klobasa: 1 str.  
<http://www.kranjskaklobasa.si/> (21. 8. 2013)
- Golob T., Jamnik M. 2004. Vloga senzorične analize pri zagotavljanju vrnosti živil. V: Varnost živil. 22. Bitenčevi živilski dnevi 2004, Radenci, 18. in 19. marec 2004. Demšar L., Žlender B. (ur.). Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo: 101-115
- Golob T., Jamnik M., Bertonec J., Doberšek U. 2005. Senzorična analiza: metode in preskuševalci. *Acta agriculturae Slovenica*. 85: 55-66
- Golob T., Bertonec J., Doberšek U., Jamnik M. 2006. Senzorična analiza živil. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo: 81 str.



- He F. J., MacGregor G. A. 2003. How far should salt intake be reduced? *Hypertension*, 42: 1093-1099
- Henderson L., Irving K., Gregory J., Bates C. J., Prentice A., Perks J., Swan G., Farron M. 2003. Vol. 3. The national diet and nutrition survey: adults aged 19 to 64 years: Vitamin and mineral intake and urinary analytes. Norwich, HMSO: 73-74
- Hlastan Ribič C., Poličnik R., Vertnik L., Fajdiga Turk V., Maučec Zakotnik J., Kerstin Petrič V. 2010. Nacionalni akcijski načrt za zmanjševanje uživanja soli v prehrani prebivalcev Slovenije za obdobje 2010-2020. Ljubljana, Ministrstvo za zdravje: 45 str.  
[http://www.mz.gov.si/fileadmin/mz.gov.si/pageuploads/mz\\_dokumenti/delovna\\_podrocja/javno\\_zdravje/petric/Nacio\\_akcijski\\_nacrta\\_za\\_zmanj\\_uziv\\_soli\\_v\\_prehrani\\_preb\\_Sl\\_o\\_2010-2010.pdf](http://www.mz.gov.si/fileadmin/mz.gov.si/pageuploads/mz_dokumenti/delovna_podrocja/javno_zdravje/petric/Nacio_akcijski_nacrta_za_zmanj_uziv_soli_v_prehrani_preb_Sl_o_2010-2010.pdf) (15.3.2012)
- 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
- IVZ RS. 2010a. Akcijski načrt za zmanjševanje uživanja soli v Sloveniji. Ljubljana, Inštitut za varovanje zdravja RS: 1 str.  
[http://nesoli.si/index.php?option=com\\_content&view=article&id=16&Itemid=24](http://nesoli.si/index.php?option=com_content&view=article&id=16&Itemid=24) (17.10.2012)
- IVZ RS. 2010b. Primeri dobrih praks zmanjševanja uživanja soli v Evropi. Ljubljana, Inštitut za varovanje zdravja RS: 1 str.  
[http://nesoli.si/index.php?option=com\\_content&view=article&id=15&Itemid=23](http://nesoli.si/index.php?option=com_content&view=article&id=15&Itemid=23) (17.10.2012)
- IVZ RS. 2012. IVZ izvaja raziskavo Določanje koncentracije natrija in kalija v urinu ter merjenje krvnega tlaka pri odraslih prebivalcih Slovenije. Ljubljana, Inštitut za varovanje zdravja RS. 12. 10. 2012: 1 str.  
[http://www.ivz.si/Mp.aspx?ni=76&pi=3& 3\\_id=2119& 3\\_PageIndex=0& 3\\_groupId=225& 3\\_newsCategory=& 3\\_action=ShowNewsFull&pl=76-3.0](http://www.ivz.si/Mp.aspx?ni=76&pi=3& 3_id=2119& 3_PageIndex=0& 3_groupId=225& 3_newsCategory=& 3_action=ShowNewsFull&pl=76-3.0) (20. 11. 2012)
- Javornik M. 1997. Veliki splošni leksikon: v osmih knjigah. Četrta knjiga. Ljubljana, DZS: 2170-2171
- Karas R. 2008. Stabilnost alternativnega pigmenta razsoljenega mesa in njegova primernost za koagulate mesnih emulzij. Doktorska disertacija. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta: 158 str.
- Kilcast D., den Ridder C. 2007. Sensory issues in reducing salt in food products. V: *Reducing salt in foods. Practical strategies*. 1<sup>st</sup> ed. Kilcast D., Angus F. (eds.). Cambridge, Woodhead Publishing Limited: 201-220
- Koch V. 1997. Osnovne sestavine živil. Minerali. V: *Prehrana – vir zdravja*. Lajovec J. (ur.). Ljubljana, Društvo za zdravje srca in ožilja Slovenije: 44-44
- Liem D. G., Miremadi F., Keast R. 2011. Reducing sodium in foods: The effect on flavor. *Nutrients*, 3: 694–711
- Man C. M. D. 2007. Technological functions of salt in food products. V: *Reducing salt in foods. Practical strategies*. 1<sup>st</sup> ed. Kilcast D., Angus F. (eds.). Cambridge, Woodhead Publishing Limited: 158-173

- Monahan F. J., Troy D. J. 1997. Overcoming sensory problems in low fat and low salt products. V: Production and processing of healthy meat, poultry and fish products. Pearson A. M., Dutson T. R. (eds.). London, Blackie Academic and Professional, Chapman & Hall: 257-281
- Murray A. C. 1992. Measurement of pork colour. Lacombe, Lacombe Research Highlights: 33-35
- Nacionalni zaščitni znaki in znaki kakovosti EU. 2011. Ljubljana, Ministrstvo za kmetijstvo in okolje: 2 str.  
[http://www.mko.gov.si/fileadmin/mko.gov.si/pageuploads/podrocja/Varna\\_in\\_kakovost\\_na\\_hrana\\_in\\_krma/zasciteni\\_kmetijski\\_pridelki/ZASCITNI\\_ZNAKI\\_8nov11.pdf](http://www.mko.gov.si/fileadmin/mko.gov.si/pageuploads/podrocja/Varna_in_kakovost_na_hrana_in_krma/zasciteni_kmetijski_pridelki/ZASCITNI_ZNAKI_8nov11.pdf)  
(10.1.2013)
- Plestenjak A. 2001. Splošni pogoji za senzorično ocenjevanje. Meso in mesnine, strokovna revija za proizvodnjo, predelavo, trženje, porabo in izobraževanje, 2, 4: 21-23
- Pogačnik J. 2001. Leksikon kemije. Ljubljana, Založba Mladinska knjiga: 149-149
- Pravilnik o kakovosti mesnih izdelkov. 2012. Uradni list Republike Slovenije, 22, 59: 6097-6105
- Rajar A. 1997. Sodobni trendi v proizvodnji zdravju varnejših mesnih izdelkov. V: Meso v prehrani in zdravje. Posvet o vlogi in pomenu mesa v normalni – zdravi in dietni prehrani. Radenci, 20. in 21. november 1997. Žlender B., Demšar L. (ur.). Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo: 135-143
- Rajar A. 2000. Zmanjšanje kuhinjske soli v predelavi mesa. V: Meso in mesnine za kakovostno prehrano. 2. posvet o vlogi in pomenu mesa v normalni – zdravi in dietni prehrani, Portorož, 10. in 11. februar 2000. Žlender B., Demšar L. (ur.). Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo: 103-113
- Rajar A. 2001. Manj kuhinjske soli v predelavi mesa. Meso in mesnine, strokovna revija za proizvodnjo, predelavo, trženje, porabo in izobraževanje, 2, 3: 67-72
- RDA. 1989. Recommended dietary allowances. 10<sup>th</sup> ed. Washington D.C., National Academy Press: 250-255
- Referenčne vrednosti za vnos hranil. 2004. Ljubljana, Ministrstvo za zdravje Republike Slovenije: 133-138
- Resolucija o nacionalnem programu prehranske politike 2005 – 2010. 2005. Uradni list Republike Slovenije, 15, 39: 3681- 3719
- Ruusunen M., Puolanne E. 2005. Reducing sodium intake from meat products. Meat Science, 70, 3: 531-541
- SAS Software. 1999. Version 8.01. Cary, SAS Institute Inc.: Software
- Sánchez-Castillo C. P., James W. P. T., 2005. Sodium: Salt intake and health. V: Encyclopedia of human nutrition. Vol. 4. 2<sup>nd</sup> ed. Caballero B., Allen L., Prentice A. (eds.). Amsterdam, Academic Press: 150-166

- Smole Možina S., Bem Z. 2003. Dejavniki razmnoževanja mikroorganizmov: Protimikrobne sestavine živil. V: Mikrobiologija živil živalskega izvora. Bem Z., Adamič J., Žlender B., Smole Možina S., Demšar L. (ur.). Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo: 47-86
- Stable Micro Systems. 2000. TA-HD Application study. Godalming, Surrey, Stable Micro System Ltd: 3 str.
- Štimec M., Kobe H., Kržišnik C., Fidler Mis N. 2010. Jod in nižanje vnosa soli. Ljubljana, Inštitut za varovanje zdravja RS: 1 str.  
[http://nesoli.si/index.php?option=com\\_content&view=article&id=60](http://nesoli.si/index.php?option=com_content&view=article&id=60) (20.11.2012)
- Taormina P. J. 2010. Implications of salt and sodium reduction on microbial food safety. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 50, 3: 209-227
- Valentová H., Panovská Z. 2003. Taste: Salty taste. V: *Encyclopedia of food sciences and nutrition*. Vol. 8. 2<sup>nd</sup> ed. Caballero B., Trugo L. C., Finglas P. M. (eds.). Amsterdam, Academic Press: 5180-5187
- Vertnik L. 2008. Ocena zaužite količine kuhinjske soli iz kupljenih živil. Diplomsko delo. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo: 53 str.
- Weiss J., Gibis M., Schuh V., Salminen H. 2010. Advances in ingredient and processing systems for meat and meat products. *Meat Science*, 86: 196-213
- Žlender B., Demšar L., Polak T. 2009. Meso in mesni izdelki kot izvor biološko pomembnih mineralov. V: *Vloga mineralov v živilski tehnologiji in prehrani*. 26. Bitenčevi živilski dnevi 2009, Ljubljana, 26. in 27. november 2009. Demšar L., Žlender B. (ur.). Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo, Slovensko prehransko društvo: 157-169
- Žlender B. 2011. Tehnološki pristopi zmanjševanja soli v mesnih izdelkih. Gradivo pri predavanjih. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Biotehniška Fakulteta, Oddelek za živilstvo: 9 str.

## **ZAHVALA**

Hvala staršem in bratu za vzpodbudo in finančno podporo skozi vsa leta izobraževanja.

Zahvaljujem se mentorju prof. dr. Božidarju Žlendru za napotke in pomoč pri oblikovanju diplomskega dela.

Za strokovno pomoč, urejanje, pregled in veliko mero potrpežljivosti se zahvaljujem somentorici prof. dr. Leii Demšar.

Prav tako se zahvaljujem recenzentki doc. dr. Jasni Bertoncelej za strokoven in natančen pregled.

Doc. dr. Tomažu Polaku se zahvaljujem za pomoč pri izvedbi praktičnega dela.

Ge. Barbari Slemenik in ge. Lini Burkan se zahvaljujem za pomoč pri iskanju in urejanju literature.

Hvala sošolkam, predvsem Amadeji, Mojci in Blažki, s katerimi so nam ure v laboratoriju hitreje minile.

Nenazadnje hvala Jerneju za vzpodbudne besede in potrpežljivost v času nastajanja diplome.

Hvala!